



APROXIMACIONES DIVERSAS HACIA EL ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO COSTERO Y MARINO EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

Editores: Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe

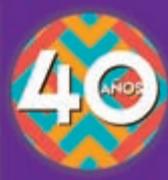


Territorios Semiáridos del Caribe

Universidad de La Guajira



UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA



SHIKII EKIRAJIA PULEE WAJIIRA

Aproximaciones diversas hacia el ordenamiento
del territorio costero y marino
en el departamento de La Guajira

APROXIMACIONES DIVERSAS hacia el ordenamiento del territorio costero y marino en el departamento de La Guajira

Editor

Grupo de investigación Territorios Semiáridos
del Caribe



**Aproximaciones diversas hacia el ordenamiento del territorio
costero y marino en el departamento de La Guajira**

© Copyright Grupo de investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Guajira

© Copyright todos los Autores

ISBN: 978-958-8942-85-8

1ª Edición, 2018

Carlos Arturo Robles Julio

Rector

Víctor Miguel Pinedo Guerra

Vicerrector de Extensión e Investigación

Mercedes Saray Rojas Donado

Directora de Extensión

Sulmira Patricia Medina Payares

Directora de Investigaciones

Comité Editorial

Alexis Carabalí Angola

Profesor Asociado

Facultad de Ciencias Sociales y Humanas

Universidad de La Guajira

Adrian Radillo Cotes

Microbiólogo, Investigador

Proyecto COLCIENCIAS 114574859311

Universidad de La Guajira

Asesores de Edición

El comité editor no asume ninguna responsabilidad por el contenido de los trabajos incluidos en esta publicación. Los autores se sometieron a las normas de edición previamente establecidas y garantizan la autoría y/o respectivo reconocimiento de las ideas, figuras y tablas aquí publicadas.

Diagramación: Luz Mery Avendaño

Impresión: Editorial Gente Nueva

Depósito legal

Impreso en Colombia

Printed in Colombia

Agradecimientos

En esta publicación hacemos público agradecimiento a Colciencias por considerar la viabilidad de esta e idea y apoyarnos económicamente para su realización; a la dirección de la Universidad de La Guajira por darnos irrestricto apoyo en el desarrollo del proyecto; a la vicerrectoría de Investigación y extensión por ser el soporte institucional a iniciativas como esta; a la dirección de Investigaciones que permite materializar institucionalmente este proyecto; a la dirección de Extensión por el permanente apoyo en el desarrollo de las actividades del proyecto y muy especialmente, a las comunidades de la guajira costera por compartir con nosotros su conocimientos, alegrías y tristezas, con la idea de forjar un futuro mejor.

Contenido

Presentación	11
Introducción.....	17
Nuevas tecnologías geomáticas de apoyo cartográfico a la gestión de zonas costeras: experiencias con aeronaves remotamente pilotadas RPAS (drones) en la península de La Guajira	
<i>Jairo Escobar Villanueva; Alcides Rafael Daza Daza</i>	
Resumen/Abstract	24
Introducción.....	25
Metodología	26
Desarrollo y Discusión.....	27
Conceptualización de los Sistemas Aéreos Remotamente Tripulados	27
La cartografía con el uso de drones.....	28
Los drones y la gestión de zonas marinas y costeras	28
Caso de estudio: Playa Urbana de la ciudad de Riohacha, y rural de Mayapo, Manaure La Guajira-Colombia.....	30
Área de estudio.....	30
Descripción del trabajo de campo	31
Resultados preliminares	32
Conclusiones.....	40
Bibliografía.....	41
Naturaleza y cultura: ejes fundamentales de ordenamiento territorial	
<i>Alexis Carabali Angola</i>	
Resumen/Abstract	46
Introducción.....	47
Materiales y Métodos	48

La naturaleza y su orden	48
Vocación territorial.....	52
La cultura y el ambiente	58
Ordenamiento y naturaleza	60
Resultados y Discusión.....	62
Conclusiones	63
Bibliografía	63

**El significado del agua y su gobernanza
en territorio Wayuu, La Guajira, Colombia**

David Robles Chávez

Resumen/Abstract	68
Introducción.....	69
La multiplicidad del agua	70
La gobernanza del agua en territorio Wayuu	81
Conclusión	84
Bibliografía	86

**Prácticas y lineamientos para el ordenamiento territorial
de las comunidades de pescadores del litoral caribe colombiano**

Francisco Avella Esquivel

Resumen/Abstract	92
Introducción	93
Prácticas de manejo litoral en la isla de San Andrés (Colombia)	94
Programa de manejo litoral en el Caribe continental Colombiano	95
Aplicación de la Metodología de Evaluación Rápida.....	95
Valoración.....	96
Nivel de adecuación	97
Resultados	97
Zonas compatibles con las prácticas	97
Zonas moderadamente adecuadas	98
Zonas de prácticas poco adecuadas e inadecuadas:	98
El Ordenamiento Territorial costero en el Caribe colombiano	98
Lineamientos para la elaboración de una Política de Manejo de los Recursos naturales para las comunidades Indígenas y Afrocaribes.....	100
Análisis general	101

Análisis Específico.....	104
Conclusiones	108
Anotaciones sobre geografía y ordenamiento territorial.....	110
Bibliografía	112

Estudios de suelos y ordenamiento territorial

Martha Ligia Castellanos Martínez

Resumen/Abstract	114
Introducción.....	115
Estudios de suelos	116
Aspectos metodológicos en los Estudios de suelos.....	118
Categorías en los mapas de uso del suelo	125
A manera de reflexión.....	131
Bibliografía	132

Calidad bacteriológica de aguas marinas en el departamento de La Guajira: un elemento del ordenamiento del territorio

Adrián Radillo Cotes

Resumen/Abstract	136
Introducción.....	137
Metodología 138	
Trabajo de Campo.....	138
Análisis microbiológico	140
Trabajo de Laboratorio	140
Resultados y Discusión.....	142
Valores de Referencia y Técnicas de diagnóstico	148
Conclusiones	149
Bibliografía	150

Metodología del PORH (plan ordenamiento recursos hídricos) del río Ranchería: una pauta útil para otros casos

Andrea Nardini, Jhonny Pérez Montiel, Yair Movil Fuentes

Resumen/Abstract	154
Introducción.....	155
El significado del Plan de Ordenamiento de Recursos Hídricos (POR.H)	155

Finalidad, alcance y aporte de este capítulo	157
El Río Ranchería	157
Modelación para otorgar concesiones hídricas: entre ciencia y arte	158
Enfoque general	158
Modelación de Sistema de Recursos Hídricos (SRH)	160
Caudal mínimo ecológico	187
Escenarios y Alternativas.....	190
Tipos de resultados e indicadores	193
Discusión y conclusiones.....	195
Confiabilidad de los resultados	197
Necesidad de superación del enfoque CME	198
Necesidad de optimización el manejo del embalse	199
Agradecimientos	202
Bibliografía	202

PALAAJIMARÜ (mar de abundantes peces)
Estado del arte de las investigaciones
antropológicas sobre los wayuu APALAAINSHI

Jorge Luis González Bermúdez

Resumen/Abstract	206
Introducción.....	207
Los Wayuu	208
¿Qué es un “Estado del Arte”?	209
Aporte de la tradición oral – cosmovisión wayuu.....	210
Aporte de la Arqueología.....	213
Aporte de la Etnohistoria	213
Aporte de la Lingüística	214
El aporte de la Antropología Visual	214
Estudios Antropológicos.....	216
Clasificación de los peces Wayuu – <i>jimakalirua</i>	220
Conclusiones	220
Agradecimientos y reconocimientos	221
Bibliografía	221
Lista de peces conocidos por los Wayuu.....	225
Otros animales acuáticos.....	227

Presentación

Hablar de ordenación del territorio requiere antes que nada hacer referencia a la concepción que *la gente* tiene del entorno, de sí misma y de los otros en co-relación. Las palabras clave de este proceso, “ordenación” y “territorio”, son más que normas, son herramientas y materiales cognitivos, culturales y políticos al servicio del perfeccionamiento social y económico de cualquier pueblo.

Sin embargo, de este marco intelectual dista en contenido jurídico de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial No. 1454, conocida como la LOOT de 2011. Antes de esa fecha e incluso antes de la Constitución de 1991, fueron varios los intelectuales que aportaron importantes obras que se ocupan del ordenamiento territorial en Colombia, con un significativo calibre de justicia territorial, sin que, sin duda, quedaran en la ley que nos rige actualmente. Esto lo podemos ver en autores como Fornaguera & Gulh (1969), Currie (1974), Fals Borda (1975, 1979) o Massiris (1989a y 1989b)¹, entre otros.

La ley no es la política, y esta posibilidad ha dado una ventana importante en materia de ordenamiento territorial en el país. Instrumentos que permiten movimientos distintos de

1 Historia de la Cuestión Agraria en Colombia 1975; CID, Universidad Nacional Alternativas para el Desarrollo Urbano de Bogotá, 1969; Ciudades dentro de la ciudad 1974; Colombia. Ordenación del Territorio en base al epicentrismo regional 1969; Funciones de las ciudades: el ejemplo de Tunja 1989^a; Evolución de la estructura del sistema político-administrativo colombiano 1989b

la LOOT, los dan documentos que se han construido desde la Comisión Nacional de Ordenamiento Territorial tales como la Política de Asociatividad (2012) y la Política de Ordenamiento Territorial (2012). Al respecto resulta de toda pertinencia retomar algunos principios que animan dichas políticas y que son un insumo académico y político de transcendencia.

Pertinente es para los asuntos del presente libro, retomar en cuanto a la Política de Asociatividad Territorial, los principios² que le dan estructura con el objetivo de hacer ver las posibilidades que tiene la LOOT, más allá de su esquema afanoso expuesto en el documento de su proclama como Ley:

1. **Equidad territorial:** Esta es un valor socio-espacial, que implica la redistribución económica mediante el reconocimiento de lo socio-cultural y la representación política.
2. **Responsabilidad territorial:** Es un espacio socio-político para la práctica territorial o construcción social de territorios en el ámbito de la responsabilidad de los gobiernos, las instituciones y los ciudadanos. La conformación de asociaciones es potestad de las administraciones territoriales que las integran, pero ello no elude la responsabilidad de los gobiernos que les compete y la de los ciudadanos para hacer seguimiento y veeduría cualificada; así mismo, de proponer alternativas a las tensiones entre la seguridad y la competitividad; la capacidad y el acceso; la equidad y el rendimiento.
3. **Política común de corte inter-jurisdiccional:** Esta es el establecimiento de un pacto político formal de los gobiernos territoriales en un marco geo-socio-histórico que permita trabajar en la gestión presente y futura para construir el escenario apuesta o el imaginario colectivo territorial, en un ámbito espacial, considerando los factores de cambio que tengan como soporte los problemas y vínculos históricos legítimos en las entidades territoriales. Así mismo, debe contemplar la perspectiva de cambio y transformación, donde la identidad y la historia tengan un estatus propio para que las entidades territoriales puedan participar en proyectos comunes de desarrollo.

2 Principios aportados a la Política por el Doctorado en Estudios Territoriales de la Universidad de Caldas (Nates-Cruz, B. Representante de Universidades Públicas ante la COT, 2012-2015)

4. **Perspectiva global para el desarrollo:** Es la mirada calificada de las relaciones y proyecciones globales que las entidades territoriales deben hacer sobre las oportunidades y amenazas externas, que inciden en los lugares que hacen territorio y que son generadoras de alternativas y de alianzas para aprovecharlas o mitigar sus impactos como los tratados de libre comercio, el cambio climático, y proyectos regionales, entre otros. La perspectiva implica pensar globalmente y actuar localmente para construir un sentido global de lugar.
5. **Planeación estratégica de la asociación para el desarrollo territorial:** este principio alude a la visión, la misión y las formas de operar (contratos, convenios, entidad, empresa, entre otras), dependiendo del alcance y los objetivos que *los socios* hayan establecido para abordar las soluciones a los problemas y necesidades territoriales identificadas. En este sentido, el esquema asociativo que se adopte es un medio para abordar soluciones, que para las entidades territoriales les es imposible o muy difícil resolver individualmente. Las asociaciones no deben ser un fin en sí mismo, es de decir, no se debe crear asociaciones para luego buscar su quehacer, sino por el contrario, debe ser una estrategia pertinente, para resolver una situación dada o para aprovechar una potencialidad regional.

Y de la Política de Ordenamiento Territorial que da posibilidades de “mover” de su esquema funcional a la LOOT, cabe resaltar aquí lo siguiente:

Ordenamiento para el desarrollo territorial. Durante las dos últimas décadas han surgido importantes cambios en la forma de analizar y comprender las relaciones de la sociedad con el territorio, lo cual está incidiendo en la revalorización de las regiones y localidades, e incluso el cambio de los roles tradicionales de gobiernos nacionales y territoriales respecto a la planeación, la gestión y definición de las políticas públicas (...). La Globalización y el nuevo orden económico mundial que la caracteriza, han dado lugar a la revalorización de lo local y regional como componentes claves para alcanzar la competitividad. En este contexto, [lo territorial] juega un papel básico como factor de desarrollo, propiciando la organización de los sistemas productivos, la red de relaciones entre actores, y las dinámicas de aprendizaje, facilitando la construcción de ventajas competitivas sustentables, en las dimensiones económica, social y ambiental (...). Tradicionalmente la planificación del desarrollo tiende a realizarse separadamente del ordenamiento territorial, se concreta en los aspectos

sectoriales (económicos, sociales, ambientales e institucionales), sin tener en cuenta explícitamente manifestaciones y relaciones espaciales. En la práctica los planes de desarrollo se encuentran desvinculados de la organización [territorial]. En el mismo sentido, los planes de ordenamiento territorial y ambiental concentran la atención en los aspectos físicos, naturales y espaciales y generalmente no incorporan directamente los procesos de impacto de desarrollo económico, social y ambiental. (...) El desarrollo está focalizado en el ser humano y se refiere a la satisfacción de las necesidades materiales y sociales, al reconocimiento de los valores y capacidades de las personas, de la cultura y además contempla la participación activa de los actores del territorio en las decisiones que influyen en la calidad de la vida (COT, 2012: Elementos para la Formulación de la Política Territorial (pág. 7) Bogotá: MinInterior, DNP, Presidencia de la República)

Pues bien, estas posibilidades que son tan legítimas a nivel formal como el texto de la misma LOOT, anima a ponderar que hay herramientas de Estado para pensar, diseñar y adelantar el ordenamiento territorial en Colombia, asumiendo como sustrato el derecho al territorio, entendido como “un argumento cultural de la conducta socioespacial que da concepto, regulación y establecimiento a las relaciones sociales (...) que se inspira en la justicia de conocimientos situados para el *saber estar*” (Nates-Cruz, 2018: 1)³. Este Derecho al territorio como uno de los nuevos derechos humanos (Priscilla Claeys, 2016)⁴, debe ser la filosofía de todo ordenamiento territorial, puesto que, “el derecho al territorio es un poder explicativo que emerge desde la concepción y aplicación de la justicia. [Allí], el territorio [es un] medio explicativo práctico y discursivo para pensar y ejercer la justicia [como un] objetivo de la acción social democrática” (Nates-Cruz, 2018:16)⁵.

Uno a uno la estructura y los componentes de los capítulos del presente libro, tratan de este Derecho al Territorio en contenido. El trabajo de edición que ha hecho el **Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe** con base en los resultados del Proyecto *Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la*

3 El derecho al territorio como base de la justicia cognitiva. En prensa

4 The Right to Land and Territory: New Human Right and Collective Action Frame. Disponible en: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01316857/document>

5 Op. cit.

diversidad cultural, apuesta de manera directa por poner en evidencia este derecho desde su principio de conocimiento y actuación en todo el texto. Para ello, se abordan en el libro dos dimensiones centrales, la técnico-funcional y la estructural-epistémica en el ordenamiento territorial. Desde todos los contenidos los autores dan posibilidades conceptuales con datos *in situ* en lo fisiográfico, lo sociocultural y lo ecoambiental, para que “imaginemos” cómo se piensa y se modela el ordenamiento territorial en y desde la Guajira Colombiana.

Los pasos del proceso vuelto libro, dan cuenta de una postura conceptual y empírica sobre la consciencia global de la problemática marina y costera y de la puesta en evidencia de la necesidad de que los Estados Nacionales se acompañen de “efectivos procesos de concientización local y regional que aseguren la participación activa de los actores sociales a diferentes escalas, para que se haga evidente un verdadero compromiso que más allá del mar y la costa”⁶.

Dichas posturas comienzan por el texto sobre infografías técnicas que dan cuenta de “la importancia del uso de vehículos aéreos no tripulados en la gestión integrada costera de los entornos costeros”. La importancia de estas herramientas tecnológicas posibilitan en los Estudios Territoriales que lo que se diga o haga en materia de ordenamiento territorial pueda tener constatación fisiográfica para la gestión, en este caso, costera para, como se dice en el libro, “desarrollar acciones de manejo a corto, mediano y largo plazo mediante la generación de datos actualizados y precisos”.

La naturaleza y la cultura como ejes del ordenamiento territorial, siguen el paso segundo de la obra, enmarcando la discusión en los grupos étnicos, particularmente de la Guajira. Conecta con ello, pero desde del tono de la gobernanza, el agua (dulce) como concepto y como gestión política y elemento de vida. Esta lectura está dada en el marco de la ecología política en la perspectiva de cómo las “diferencias culturales y las relaciones desiguales de poder, pueden perjudicar la gobernanza local del agua, pero también, conducir a nuevas estrategias de adaptación para garantizar el futuro acceso a fuentes de agua limitadas”.

6 Las líneas entre comillas de aquí en adelante se toma del mismo libro.

El paso siguiente o capítulo del libro, está presentado más en tono de dato empírico desde la relación dimensión económico-cultural y ordenamiento territorial. Se da cuenta en esa relación de “los principales sitios de pesca en comunidades de pescadores afrocaribeños y grupos étnicos wayúu, en varios de los municipios costeros del Caribe Continental e Insular colombiano, con el fin de evaluar y de comparar los métodos y los resultados de estas experiencias para ser aplicados con sus respectivas correcciones y adiciones” a los resultados finales del proyecto de investigación que da vida a la presente obra.

Estos abordajes que van desde las infografías de modelados con datos aéreos hasta lo económico-cultural, se complementan a renglón seguido con los datos y análisis de otro tipo de infografía territorial: los caudales de concesión para un sistema de recursos hídricos a nivel de cuenca, desde un enfoque metodológico basado en opciones de modelación matemática.

Finalizan los pasos del proceso para dar apertura al avizoramiento de posibilidades y conclusiones, el texto denominado *Palaajimarü* (mar de abundantes peces), que desde un estado del arte de fundamentación antropológica y de etnociencias, busca construir a partir de literatura sobre los wayuu y la Península de la Guajira, una especie de línea base del conocimiento sobre la cosmovisión, saberes y prácticas de los *apalaainshi*, asociado a la construcción de su territorialidad.

Con el contenido innovador geo-socio-histórico de este libro, los invito a entrar a la *diferencia que el espacio hace*: Los Territorios Semiáridos del Caribe en La Guajira Colombiana. Bienvenidos.

Beatriz Nates-Cruz
ICSH-DET-GIT, ANTROSOC UCALDAS/RETEC
Manizales, mayo de 2018

Introducción

Las costas se reconocen entre los ecosistemas más importantes en relación con la población humana y los recursos marinos, más aún, la reflexión sobre este espacio de interacción de los mundos acuático y terrestre se hace determinante en momentos en que la zona considerada vientre de la vida se encuentra en peligro. Hoy se reconoce que tanto los impactos en altamar como los de tierra firme y costas, afectan la masa de los océanos; sobrepesca, contaminación, deforestación y sobrepoblación entre muchos otros factores, ponen en riesgo la vida en el mar y con ello, la vida en el Planeta.

Si bien es cierto, la conciencia global de la problemática marina va en ascenso, también lo es, que las políticas de los organismos multilaterales y los estados nacionales deben acompañarse de efectivos procesos de concientización local y regional que aseguren la participación activa de los actores sociales, a diferentes escalas, para que se haga evidente un verdadero compromiso que más allá del mar y la costa es con la vida misma.

Dentro de esta búsqueda de compromisos locales y regionales, desde la universidad de la Guajira, hemos planteado el desarrollo del proyecto de investigación *“Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural”* código 114574859311 de Colciencias, con el que, entre otros aspectos, pretendemos reconocer desde la diversidad cultural, tanto las formas de relacionarse con el medio costero y marino

como las estrategias culturales para la protección del mar, las problemáticas que enfrentan estos pobladores y las potencialidades que identifican desde la acción local para preservar y hacer sostenible una relación que puede tranquilamente datar de siglos o milenios.

En este orden de ideas, en estas páginas **Jairo Escobar** y **Alcides Daza**, nos hacen un recorrido por las Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) consideradas como una herramienta apropiada y necesaria en los procesos de gestión costera, que permiten en tiempo real conocer el estado actual de un área costera específica, para desarrollar acciones de manejo a corto, mediano y largo plazo mediante la generación de datos actualizados y precisos. Explican que estas tecnologías también permiten la modelación ante ausencia de datos, el diseño de escenarios de simulación para la gestión de alternativas previa a la intervención ingenieril. Estas capacidades hacen de este recurso tecnológico un gran aliado para el manejo de las costas guajiras. Los investigadores señalan que, cuando se trata de áreas amplias, el tiempo de procesamiento y postratamiento de datos (extracción de curvas de nivel, e índices de teledetección) pueden inviabilizar esta tecnología. Otra limitación es definida por las restricciones tanto de seguridad y legales, como computacionales.

Alexis Carabalí pone la reflexión en la relación naturaleza y cultura ejes del ordenamiento territorial, con base en la relación de los grupos étnicos y su reconocimiento del orden natural, y con él, un constante esfuerzo por mantener armónicas relaciones con la naturaleza; mientras en el modelo institucional, la relación con la naturaleza se convierte en un asunto de trámites, requisitos y permisos. Se reconoce la reflexión sobre el orden natural desde diversas culturas en las que dicho orden trasciende la naturaleza misma y constituye la expresión de lo sobrenatural. El investigador concluye que en la costa guajira cohabitan los tres paradigmas identificados por Palsson, orientalista de explotación expresa en las empresas explotadoras de recursos naturales; paternalista de protección manifiesta en las instituciones ambientales mediadoras con la naturaleza, empresas y comunidades; y comunalista que reconoce una relación especial no dicotómica entre humanos y no humanos con sus formas de naturaleza sacralizada entre los grupos de la Sierra Nevada de Santa Marta y los wayuu. El ordenamiento territorial del litoral guajiro plantea, por lo tanto, el reto de articular los tres paradigmas en un esfuerzo por mantener las identidades culturales, la dinámica económica

y la normatividad institucional en un territorio o suma de territorios con particularidades evidentes.

La investigadora **Martha Ligia Castellanos** resalta el papel de los Estudios de Suelos, también llamados Levantamiento de suelos, para el ordenamiento territorial porque constituyen soportes técnicos establecidos normativamente en Colombia, para definir los usos del territorio. Considera la profesora, que si fuesen tenidos en cuenta en toda su dimensión, se reducirían los conflictos entre los grupos humanos. El suelo es un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y orgánicos), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultados de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural. Los Estudios de Suelos, dice la profesora Castellanos, implican trabajo de campo y elaboración cartográfica, cuya fuente de información es variada, desde planchas topográficas y cartográficas, fotografías aéreas e imágenes satelitales, e información de los habitantes e instituciones de la zona de estudio, y permiten determinar la morfología de los suelos, clasificarlos de acuerdo a sus propiedades, mostrar su distribución en mapas y ayudan a decidir qué terrenos son apropiados para establecer cultivos u otras actividades económicas.

Un aspecto fundamental en la realidad guajira lo constituye el agua y especialmente entre los wayuu, se hace necesaria la reflexión sobre el significado del agua y su gobernanza, tema que aborda **David Robles**, para quien en la actual era de calentamiento global, el reto de la gobernanza mundial, nacional y local del agua consiste en manejar de manera sostenible una creciente demanda de un suministro cada vez menor de agua dulce. Ante este panorama, las diferentes escalas y formas de gobernanza del agua se han encontrado en la Península de La Guajira, en el norte de Colombia, territorio ancestral del pueblo Wayuu. Para Robles una multitud de organizaciones locales, nacionales e internacionales han convergido en esta región semidesértica para proporcionar ayuda a la inseguridad hídrica y alimentaria, hasta ahora superada durante siglos por este pueblo indígena. Los wayuu, dice Robles, siendo una sociedad pastoril y de pesca artesanal, han mantenido un medio de subsistencia distinto al de la sociedad dominante que los abarca, aunque su manejo del agua se ha visto debilitado por su marginalización. Este análisis

de la gobernanza del agua parte desde la ecología política y subraya cómo las diferencias culturales y las relaciones desiguales de poder pueden perjudicar la gobernanza local del agua, pero también conducir a nuevas estrategias de adaptación para garantizar el futuro acceso a fuentes de agua limitadas.

Continuando con el tema del agua, **Adrián Radillo** nos presenta el panorama general de las aguas marinas en la costa guajira develando la relación existente entre los factores de contaminación microbiológica en las aguas marinas y sus impactos de importancia epidemiológica sobre la salud de las comunidades costeras. En general, establece el investigador, la calidad bacteriológica del agua marina en las diferentes zonas de la costa guajira, presenta niveles de contaminación por *E. coli* que indican un preocupante estado de la calidad de las playas en todas las zonas de la costa guajira. El investigador considera importante continuar las labores investigativas encaminadas a la articulación de estudios epidemiológicos y de salud pública con los sistemas de clasificación de playas adecuados al contexto local, para ofrecer eficaces alternativas de mejora a la calidad de playas.

La preocupación por el manejo de los recursos costeros la expone **Francisco Avella** con una síntesis de cuatro trabajos realizados para el estudio de las Prácticas de Manejo Litoral y la formulación de lineamientos para el Ordenamiento Territorial de algunos de los principales sitios de pesca en comunidades de pescadores afrocaribeños y grupos étnicos wayúu, en varios de los municipios costeros del Caribe continental e insular colombiano, con el fin de evaluar y comparar los métodos y los resultados de estas experiencias para ser aplicados con sus respectivas correcciones y adiciones al Proyecto “Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural”, (CT- 073-2017). Considera el profesor Avella que mientras el Ordenamiento Territorial Marítimo y Costero no sea parte de una Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (LOOT), la protección de los inmensos recursos marítimos y costeros del país, así como la defensa de los valores culturales de los pueblos que viven del mar, no está asegurada. Mediante la aplicación de su metodología de trabajo, el profesor Avella logra demostrar que la mayor parte del litoral que está relativamente protegido y en un mejor estado de conservación y se garantiza el uso del espacio público del litoral, son las zonas donde hay resguardos indígenas actuales (caso reserva Wayuú en la Guajira), o resguardos de tradición como Taganga (cerca de Santa Marta), o Barú e Islas del Rosario

(cerca de Cartagena) y las de ocupación tradicional del litoral por parte de comunidades afroguajiras como sucede en Camarones y Dibulla (cerca de Riohacha) y en Mayappu en el litoral sur de la Guajira o afrocaribes entre San Antero y Puerto Escondido en el Departamento de Córdoba. En general el profesor Avella concluye en que se hace necesaria una “rotación de la perspectiva”, que permita a las instituciones y al Estado mismo, salir de los “sentidos comunes” institucionales, para comprender de una mejor manera los “sentidos comunes” de las comunidades, representados en sus creencias, sus expresiones, sus historias y sus formas de interpretar y transformar el mundo.

La relación con las cuencas hidrográficas es tratada por **Andrea Nardini, Jhonny Pérez M. y Yair Movil Fuentes** mediante la simulación, al analizar la forma de determinar caudales de concesión para un sistema de recursos hídricos a nivel de cuenca, de acuerdo con los lineamientos de los Planes de Ordenamiento del Recursos Hídrico (PORH) en Colombia. Se plantea para ello un enfoque metodológico basado en la modelación matemática, destacando y aclarando los aspectos fundamentales. El problema abordado es primero elaborar un cuadro claro de quién, cuánto y dónde usa el recurso hídrico (superficial) en la cuenca en términos de extracciones y vertimientos. Luego, se trata de determinar la disponibilidad de recurso para cada usuario y la prestación global actual del sistema (satisfacción de los usuarios, como también del ecosistema fluvial). El problema de planificar la gestión con este enfoque de programación matemática consiste justamente en definir la familia de políticas a considerar (con base en la clase de planteamiento matemático del problema y el esquema informativo supuesto) y dentro de ella buscar el vector de parámetros que optimiza las prestaciones del sistema global. En general el enfoque presentado por los investigadores permite determinar restricciones de manejo que brindan un “blindaje” del sistema contra eventos extremos (sequías, inundaciones). Es posible resolver este problema a través de una serie de simulaciones organizadas oportunamente, llegando a determinar un conjunto de parámetros que determinan cuando hay que empezar a reducir o incrementar la entrega.

La investigación sobre los pescadores wayuu es abordada por el profesor **Jorge Luis González** mediante el estado del arte de esos estudios, que logra un inventario preliminar, desde una visión antropológica soportada en la etnoecología y la antropología marítima. González propone diversas

fuentes para construir una especie de “línea base” del conocimiento sobre la cosmovisión, saberes y prácticas de los *apalaainshi*, asociados a la construcción de su territorialidad. Considera el aporte de diversas disciplinas como la tradición oral y cosmovisión wayuu, la arqueología, etnohistoria, lingüística, antropología visual y los estudios antropológicos propiamente dichos. Concluye que muchos aspectos de la vida social de las comunidades *apalaainshi* y sus mecanismos de control territorial han sido insuficientemente documentados. El profesor González se propone reconocer la ciencia nativa, es decir, los procesos de percepción, cognición, conocimientos, praxis y sistematización de los saberes nativos, así como la cosmovisión del mundo costero marino forjada por estas comunidades a lo largo de su historia, a fin de develar las prácticas de ocupación y uso del espacio del cual derivan su sustento y organizan su vida cotidiana.

Alexis Carabalí Angola

Comité Editorial, Grupo Territorios Semiáridos del Caribe

**Nuevas tecnologías geomáticas de apoyo
cartográfico a la gestión de zonas costeras:
experiencias con aeronaves remotamente pilotadas
RPAS (drones) en la península de La Guajira**

**New geomatic technologies of cartographic support to the
management of coastal zones: experiences with remotely
piloted aircraft rpas (drones) in the peninsula of La Guajira**

Jairo Escobar Villanueva¹; Alcides Rafael Daza Daza²

1 Grupo de Investigación GISA, Universidad de La Guajira, Km 5 Vía a Maicao, Riohacha-Colombia.
jrescobar@uniguajira.edu.co

2 Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Universidad de La Guajira, Km 5 Vía a Maicao,
Riohacha-Colombia. adaza@uniguajira.edu.co

Resumen

La gestión de las zonas costeras (GZC) es de suma importancia dado los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas que alojan y su relación con actividades económicas como el turismo. La escasez de información cartográfica para la gestión de costas es aun hoy en día una limitante mucho más marcada en países en vías de desarrollo. Las Aeronaves remotamente pilotadas (por su acrónimo en inglés *Remotely piloted aircraft RPAs*) junto con la Robótica, Visión Artificial y la fotogrametría digital, han irrumpido drásticamente la industria e investigación, democratizando el acceso a la información geoespacial. El presente trabajo tiene como objeto realizar un análisis de la importancia del uso de vehículos aéreos no tripulados en la gestión integrada costera de los entornos costeros de La Guajira Colombiana. Se puede concluir que el uso de Drones en zonas costeras permite de una manera económica y a corto plazo obtener información útil para la toma de decisiones. Igualmente, suministran en tiempo real datos de las condiciones ambientales de un área específica mejorando la sostenibilidad de los ecosistemas marinos costeros.

Palabras clave: aeronaves remotamente pilotadas, gestión integrada costera, drones.

Abstract

The management of coastal zones (GZC) is of utmost importance given the environmental services offered by the ecosystems they host and their relationship with economic activities such as tourism. The scarcity of cartographic information for coastal management is even today a much more marked limitation in developing countries. The remotely piloted aircraft (by its acronym in English *Remotely piloted aircraft RPAs*) along with Robotics, Artificial Vision and digital photogrammetry, have drastically broken the industry and research, democratizing the access to geospatial information. The purpose of this work is to analyze the importance of the use of unmanned aerial vehicles in the integrated coastal management of the coastal environments of La Guajira Colombiana. It can be concluded that the use of Drones in coastal zones allows in an economical and short term way to obtain useful information for decision making. Likewise, they provide real-time data on the environmental conditions of a specific area, improving the sustainability of coastal marine ecosystems.

Keywords: remotely piloted aircraft, integrated coastal management, drones.

Introducción

La tecnología “drones” o técnicamente la irrupción de las Aeronaves Remotamente Tripuladas RPAs (*Remotly Piloted Aircraft*), son hoy día una de las plataformas más democratizadas para integrar los sistemas de teledetección aérea satelital y tripulada. Su aparición como sistema de fotografías móviles y de alta resolución complementa los vacíos que pueden tener las imágenes satelitales debido a los factores meteorológicos (nubosidad) y coberturas temporales limitadas. Igualmente, han adquirido importancia en el monitoreo de espacios de difícil acceso con relación a los sistemas aéreos tripulados, producto de las limitaciones logísticas y humanas que estos presentan (Ezequiel *et al.*, 2015).

Actualmente los RPAs se han utilizado para un sinnúmero de estudios y procesos de investigación (Srikudkao, *et al.*, n.d.). El uso de vehículos aéreos remotamente tripulados ha demostrado ser útiles en los procesos de valoración, manejo, planificación y gestión integral de las zonas marinas costeras (Gonçalves, & Henriques, 2015). En este sentido, la implementación de los RPAs para la generación de imágenes, lo convierten en una herramienta de bajo costo de gran exactitud con mejores detalles en comparación con las fotografías aéreas que durante varias décadas se han utilizado. Igualmente, genera imágenes que pueden ser utilizadas para el monitoreo de las zonas costeras (Ventura, *et al.*, 2016).

De igual forma, las experiencias con aeronaves remotamente tripuladas permiten disminuir los tiempos de análisis y me-

joran la fiabilidad del trabajo, producto de la generación de imágenes con mejores resoluciones tanto espacial y temporal (Samiappan *et al.*, 2016). En este sentido, el uso de RPAs en zonas costeras facilita la toma de decisiones, mejorando la sostenibilidad de los ecosistemas marinos y costeros, mediante la generación de datos derivados multitemporales de los fenómenos naturales y antrópicos que en esta se puedan presentar (Lomax, n.d.). Así ofrecen nuevas estrategias para el seguimiento de las áreas costeras, son eficientes, y demandan una experiencia mínima (Moloney *et al.*, 2015).

Por otra parte, la unión de la tecnología con la amplia oferta de software fotogramétricos digitales por Vision Artificial e instrumentos de análisis de manera integrada, brindan la automatización de la producción de información significativa para la toma de decisiones relacionadas con la dinámica de los ecosistemas costeros, así como aportan técnicas e instrumentos que se pueden adaptar a otras zonas (Yoo *et al.*, 2016). Investigaciones en estas temáticas demuestran que la combinación de imágenes aéreas por RPAs, observaciones terrestres y el intercambio colaborativo con especialistas en geomática, da como resultado un compendio de información más completo y un sistema de apoyo en la toma de decisiones más eficaz (Ezequiel *et al.*, 2015). En este sentido, la gestión sostenible en los ambientes marinos y costeros, debe buscar el empleo de metodologías y sistemas de evaluación rápidos y seguros que proporcionen medidas acertadas de gestión y planificación de los recursos naturales (Hansen & Hansen, 2016).

Partiendo de lo anterior, el presente artículo pretende dar una mirada de los avances que se han dado en los últimos años en el mundo científico sobre el uso de Drones en las temáticas de gestión integral de las zonas costeras y marinas, con el fin, de aportar fundamentos teóricos que permitan avanzar en las estrategias de sostenibilidad de estos espacios. Se mostrarán los resultados parciales de los productos derivados de la tecnología aplicados a la gestión de zonas costeras con base al caso de estudio de dos zonas del litoral del caribe colombiano (Riohacha y Manaure, La Guajira, Colombia) para evaluar su viabilidad bajo condiciones locales de operación y procesamiento.

Metodología

Para el desarrollo del artículo se realizaron búsquedas por título utilizando la base de datos bibliográficos Scopus, y el buscador Google Académico. Para

esto, se trabajó con las frases gestión costera con el uso de drones, aeronaves remotamente tripuladas y cartográficas con drones en áreas costeras. Igualmente, se seleccionaron solo artículos científicos y tesis publicadas en los últimos 10 años relacionadas con las temáticas de gestión costera, Drones, geomática y zonas marinas y costeras (Santos, 2010). Por otra parte, en lo referente al flujo de trabajo con los RPAs para la obtención de productos cartográficos en el presente estudio sigue una correcta planificación que se deriva de los objetivos del levantamiento (resolución de pixel, altura de vuelo, solapamiento entre imágenes, etc.), seguido de la ejecución segura del vuelo para finalizar con el procesamiento de imágenes en oficina y su postratamiento a las aplicaciones de gestión costera. La explicación del flujo de trabajo detallado y su aplicación al estudio de la topografía para zonas inundables puede ser consultado en los trabajos de Escobar *et al.*, (2017).

Desarrollo y Discusión

Conceptualización de los Sistemas Aéreos Remotamente Tripulados

A lo largo de la historia, los RPAs han tomado diferentes definiciones y acrónimos que son propios de las funciones que estos desempeñan. En este aspecto, están las siglas UAV definidas por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (2010) como una aeronave que no transporta a ningún ser humano como operario y que es capaz de volar con la presencia o ausencia de un control remoto. Por otra parte, el Ministerio de Defensa del Reino Unido (2015) las cataloga como un vehículo aéreo que no es maniobrado por una persona, controlado por control remoto y que presenta la capacidad de transportar cargas mortales o no letales. Actualmente, sobresalen los términos Aeronave pilotada por control remoto - RPA y Sistema aéreo pilotado por control remoto - RPAS indicado para sus usos civiles con ciertas reglamentaciones (Citado por Cuerno-Rejado & García, 2014). A partir de lo anterior, se puede señalar que independientemente de su principio de vuelo o herramienta de propulsión la conceptualización es la misma (Pinzón, 2015). En la sociedad geomática, los acrónimos UAS (*Unmanned Aircraft System*) y RPAS se utilizan a menudo de forma equivalente (Koeva *et al.*, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que los Drones/RPAs son vehículos aéreos manipulados a distancia para el desarrollo de actividades de observación, reconocimiento, medición, salvamentos entre otros aspectos.

En términos generales la manipulación de los RPAs se compone de una estación en tierra y los componentes aéreos. Son aeronaves de bajo costo en comparación con los aviones convencionales; además, su tamaño varía dependiendo de las necesidades. Los mayores usos los han tenido en el campo militar; aunque en la actualidad se destacan sus aplicaciones civiles y recreativas (Santos, 2010).

Expresado lo anterior, para el caso de Colombia y sus regulaciones, se tiene que a pesar de los años de historia que tiene el uso de Drones en el mundo, son muchos los vacíos que existen en su regulación, más en naciones subdesarrolladas como la nuestra. En este aspecto, las mayores preocupaciones están dadas por las amenazas que este tipo de vehículos aéreos pueda generar sobre las instituciones estatales y militares del país. Las regulaciones actuales en Colombia están orientadas a ciertos aspectos relacionados con su peso, altura, diseño, zonas y distancia de vuelo (Chinchilla, 2017). Con relación a esto, Watts, *et al.*, (2012) considera que las ventajas de un sistema aéreo remotamente tripulado dependen de ciertos aspectos como el tipo de vehículo aéreo, características de los sensores, finalidad del trabajo y la normativa actual presente en cada país.

La cartografía con el uso de drones

El trabajo cartográfico con los RPAs demanda una serie de procesos y actividades de planificación y ejecución que se deben desarrollar antes, durante y después de la ejecución de un vuelo fotogramétrico. La tabla 1 representa de manera esquemática las etapas que se deben contemplar y los cuidados a tener, con el fin de generar información precisa y fiable.

Los drones y la gestión de zonas marinas y costeras

La gestión costera se define como el conjunto de procesos orientados a la planificación, organización, dirección y control de los recursos marinos y costeros, con el objeto de garantizar su sostenibilidad. Este último aspecto, permite entender el desarrollo sostenible desde una visión ecológica, donde se plantean acciones y procesos de manera integral que garanticen las necesidades de las generaciones presentes y futuras. La gestión debe permitir desde el concepto de la integralidad establecer los límites del desarrollo económico a favor del sostenimiento de los ecosistemas (Barragán & de Andrés, 2016).

Tabla 1. Fases de la cartografía con el uso de Drones.

Fases	Factores que se consideran
Plan de Vuelo	Escala final de la fotografía aérea Traslape longitudinal y transversa Velocidad de vuelo Características de la cámara fotográfica Líneas de vuelo Longitud media de las líneas de vuelo
Apoyo topográfico de vuelo	La toma de datos Procesamiento de los puntos de apoyo Tolerancias tanto planimétricas como altimétricas
Adquisición de fotografías	Actividades a realizarse al momento de ejecutar la misión de vuelo Preparación del equipo Movilización a la zona de despegue y aterrizaje Procedimientos de seguridad necesarios para realizar la actividad Procesos de calibración y ajustes básicos de la cámara

Fuente: Tomado y adaptado de Claros *et al.*, (2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, la información geoespacial juega un papel importante dentro de los procesos de gestión de las áreas costera, más cuando los datos que esta generan se convierten en información decisiva para la toma de decisiones. El uso de imágenes aéreas como herramienta de seguimiento espacio temporal de los procesos de crecimiento y explotación de las áreas costeras pueden proporcionar información base para los modelos de ordenamiento y manejo de las zonas costeras (Koeva *et al.*, 2016).

Se puede señalar en este sentido, que los sistemas aéreos pilotados a distancia (RPAS) representan nuevas oportunidades para el seguimiento de los fenómenos naturales presentes en las áreas costeras; un ejemplo práctico, es su uso en el monitoreo de dunas mediante su cuantificación por fotogrametría RPAS (Gonçalves & Henriques, 2015). Investigaciones realizadas en la temática, concluyen que el uso de Drones en estudios morfológicos de zonas costeras son más efectivos, en aquellas áreas descubiertas de vegetación, que en los terrenos poblados por estas, lo que hace necesario que a futuro se incorporen sensores de bajo costo que permitan el monitoreo bajo estas condiciones (Moloney *et al.*, 2015). Lo anterior, hace evidente la necesidad

de realizar estudios tecnológicos adicionales en las áreas de la geomática que permitan conseguir mejores resultados con pocos recursos económicos (Colomina & Molina, 2014).

En términos de la aplicabilidad de los Drones, Delacourt *et al.*, (2014) considera que las fotografías aéreas tomadas de RPAS presentan un gran uso dentro de los estudios de gestión costera, como por ejemplo su utilización en la evaluación de los cambios morfodinámicos de la línea de costa, el transporte de sedimentos y el modelamiento hidrodinámicos de los ecosistemas lagunares. Por lo que se refiere a los estudios en las áreas playas, las investigaciones se orientan a valorar la variabilidad temporal de los cambios topográficos de las franjas de playas, con el objeto de lograr ortofotos y modelos digitales de elevación. Casella *et al.*, (2016) afirma que los RPAS se pueden utilizar para actividades de evaluación de playas aportando nuevos conocimientos sobre los cambios naturales que estas zonas puedan presentar. Por su parte Apostolos *et al.*, (2016) considera que el seguimiento de los fenómenos naturales en las áreas costeras es una labor substancial en el cuidado del ambiente, mientras que los procesos de detección de la costa son esenciales para la gestión integral de las zonas marinas y costeras. Igualmente, concluye que el manejo integrado costero demanda la generación de datos actualizados y precisos, producto que las dinámicas costeras son de primordial importancia para valorar los procesos de erosión costera.

Otros de los usos de los drones orientado a la gestión de las zonas marinas están relacionado con su implementación en las zonas marinas; específicamente, en el levantamiento hidrográfico en aguas poco profundas, permitiendo la planificación de la morfología de los fondos marinos. Investigaciones en estas áreas, confirman que el uso de drones para estudios batimétricos en aguas marinas poco profundas implementando sistemas integrados en aeronaves marinas remotamente tripuladas mejoran los rendimientos de trabajo y la precisión de los resultados (Francesco *et al.*, 2016).

Caso de estudio: Playa Urbana de la ciudad de Riohacha, y rural de Mayapo, Manaure La Guajira-Colombia

Área de estudio

El área objeto de estudio se encuentra ubicada en el casco urbano del municipio de Riohacha, con una extensión aproximada de 2.8 km de playa (92

ha aprox.), $11^{\circ}33''$ Norte y Longitud $72^{\circ}54''$ Oeste (Figura 1, izquierda). Las Playas de Mayapo (figura 1, derecha) son conocidas por su gran oferta étnico cultural gastronómica y color de sus aguas (11.661694° Norte y -72.785511° longitud).

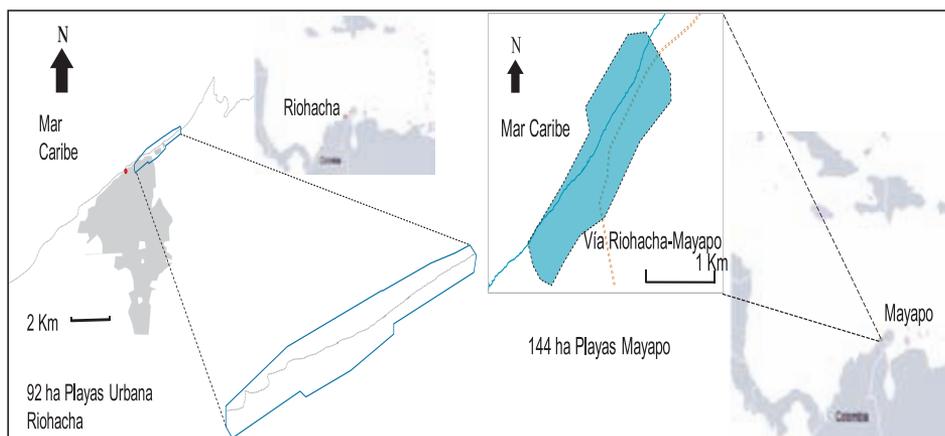


Figura 1. Área de estudio, Playas de Riohacha y Mayapo (Manaure), La Guajira (Colombia)

Descripción del trabajo de campo

Los vuelos se realizaron en febrero de 2017, y se realizaron con un vehículo aéreo remotamente tripulado, utilizando un Dron multirrotor Phantom 3 advanced cuyas características específicas se muestran en la tabla 2.

El plan de vuelo se diseñó con la herramienta DRONE DEPLOY (<https://www.dronedeploy.com/>) y el procesamiento utilizando el software fotogramétrico digital PIX4D Licencia Educacional (PIX4D., 2017). El RPAS voló autónomamente en el sector de la playa de Riohacha y Mayapo a una altura de 120 m sobre el suelo para un tamaño de pixel de 5.2 centímetros. Para el estudio se planificó un total de 379 imágenes (Riohacha) y 886 para la playa de Mayapo. Se realizaron en cada playa 3 vuelos cada uno con una duración promedio de 7 minutos con un recubrimiento longitudinal y frontal del 45%. Las imágenes se procesaron con el código fotogramétrico PIX4D alojado en una CPU: Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @ 2.60GHz RAM: 32GB GPU: Intel(R) HD Graphics 530 (Driver: 20.19.15.4300) y 8 cores de unidades de procesamiento.

Tabla 2. Características del RPA empleado.

Característica de la aeronave	
Peso (batería y hélices incluidas)	1280 g
Tamaño Diagonal (Propulsores Excluidos)	350 mm
Vel. Máx. de ascenso/descenso	5 m / s 3 m / s
Máxima velocidad	16 m / s (modo ATTI)
Ángulo máximo de inclinación	35 °
Velocidad angular máxima	150 ° / s
Max techo de servicio sobre el nivel del mar	19685 pies (6000 m)
Tiempo de vuelo máximo	Aprox. 23 minutos
Sistemas de posicionamiento satelital	GPS / GLONASS
Características de la cámara	
Lente FOV 94 ° 20 mm (formato equivalente a 35 mm) foco f / 2.8 en ∞	
Tamaño de la imagen	4000 × 3000
Modos de fotografía fija Un solo tiro, Disparo en ráfaga: 3/5/7 cuadros, Horquillado de la exposición automática (AEB): 3/5 cuadros entre corchetes a 0.7 EV Bias, Lapso de tiempo	
Modos de grabación de video 2.7K: 2704 x1520p 24/25/30 (29.97); FHD: 1920x1080p 24/25/30/48/50/60; HD: 1280x720p 24/25/30/48/50/60	
Max Bitrate de video	40 Mbps
Sistemas de archivos admitidos	FAT32 (≤32 GB); exFAT (> 32 GB)
Foto	JPEG, DNG (RAW)
Vídeo	MP4, MOV (MPEG-4 AVC / H.264)
Tarjetas SD compatibles Capacidad Micro SD Max: 64 GB; Clase 10 o calificación UHS-1 requerida	
Rango de temperatura de funcionamiento	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)

Fuente: <https://www.dji.com/phantom-3-adv/info#specs>.

Resultados preliminares

En la figura 2a y 2b se aprecian las imágenes generadas para las playas de Riohacha y Mayapo respectivamente. Se puede decir, a partir de los resultados encontrados, que es posible generar imágenes fotogramétricas a un bajo costo y de excelente calidad para los objetivos de los estudios de gestión costera.

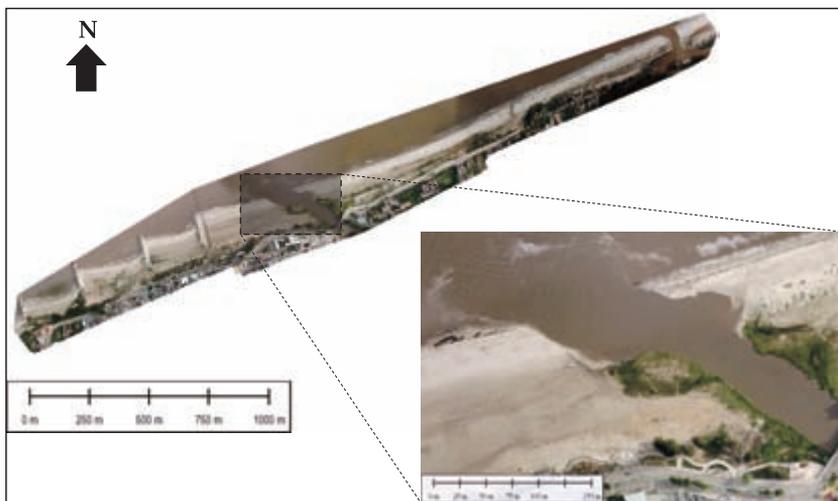


Figura 2a. Imagen generada con RPAS Zona Playa Urbana Riohacha (Fuente: propia).

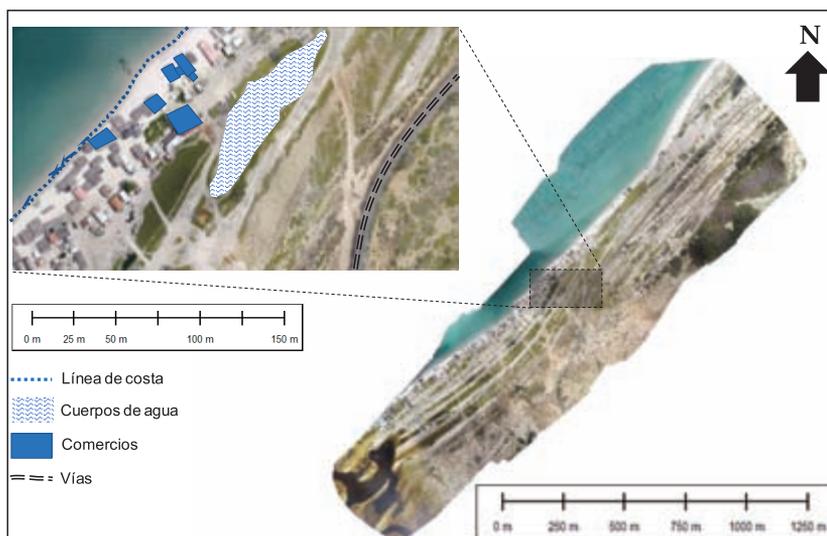


Figura 2b. Imagen generada con RPAS Zona Playa Rural Mayapo (Fuente: propia).

El nivel de detalle de la imagen permite identificar de manera clara en las playas urbanas de Riohacha con gran detalle de 5 cm/ pixel (ver desembocadura Río Ranchería Figura 2a). En los resultados de Mayapo, también se logra observar un gran nivel de detalle, suficiente para vectorizar elementos

cartografiables en diferentes usos y actividades económicas turísticas de enfoque étnico que ahí se desarrollan (Figura 2b línea de costa, vías, comercios, aspectos naturales), brindando así información útil para generar estrategias de zonificación y manejo. Si se compara el tiempo empleado con los sistemas fotogramétricos tradicionales, es posible ver claramente una ganancia en cuanto a producción y control del flujo de trabajo por parte de personal medianamente especializado. En este sentido, se establece una de las mayores ventajas en el uso de drones, su alta resolución espacial y temporal, además de la precisión posicional de los vuelos que puede ser mejorada con mediciones topográficas en el terreno. Así, se permitiría realizar seguimiento continuo a áreas específicas de manera sistemática cuando la estimación de detección de cambios sea precisión y prioritaria (Kršák, *et al.*, 2016; Mandujano & Mulero-pázmány, 2017).

La cualidad multitemporal del uso de los RPA permite ser un instrumento óptimo junto con la fotogrametría digital para la evaluación de fenómenos locales de la dinámica costera. Tal es el caso de la amplia generación de playa producto de obras de infraestructura de protección costera en la ciudad de Riohacha. Con la herramienta RPA se puede establecer un programa de seguimiento con una alta resolución temporal (frecuencia de tomas) y establecer una base de medición para registrar la dinámica de regresión y proyección de la línea de costa tanto como protocolo de medida. Esto es posible salvo las restricciones meteorológicas al momento de la toma, seguridad y normativos que limitan en cierto punto el uso de los RPAs en zonas urbanas u próximas a aeropuertos y militares. La figura 3 es un ejemplo grafico del caso de la variación en la línea de costa, en el cual se puede observar la ganancia neta de playa en el sector de la desembocadura del Rio Ranchería (Playa Riohacha). Mas sin embargo, regresiones y erosiones importantes se han observado en zonas adyacentes, lo cual convierte la tecnología en un apropiado instrumento para la medición progresiva del fenómeno y de insumo adicional de datos para la modelación de procesos costeros en aras de simular alternativas de solución.

Así, la información de espacial tipo topográfica es crucial. Uno de los productos principales de la fotogrametría digital por RPAs es la generación de información vectorial como de nubes densas de puntos. Esta información discretiza la realidad del terreno y los elementos sobre el mismo. Así por medio de estas nubes densas con información en las dimensiones X, Y y Z se

pueden derivar modelos digitales del terreno y de superficie ampliamente utilizados como entrada principal de datos espacial para la modelación de fenómenos ambientales como inundaciones costeras.



Figura 3. Cambios significativos locales en la línea de costa por artefactos (espigones, desembocadura Rio Ranchería). Izquierda, año 2009 justo después de su construcción (**Fuente:** Digital Globe). Derecha, seguimiento con RPAs Phantom año 2017/06/15 (**Fuente:** propia).

En la figura 4a, se observa una imagen oblicua de una nube de puntos vectorial (X, Y y Z) adquirida mediante detección por luz y distancia o LiDAR (Light Detection And Ranging) aerotransportado en un sector de la costa de Riohacha y parte de la zona urbana (DIMAR., 2008). LiDAR es una técnica activa de medición topográfica masiva y permite derivar modelos digitales de elevaciones de amplio uso en simulaciones ambientales (Mallet y Bretar., 2009).

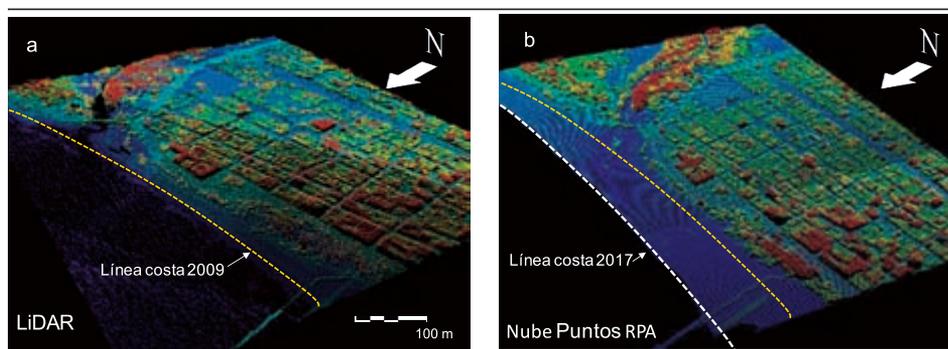


Figura 4. a) Imagen oblicua LiDAR de una parte de la playa de Riohacha para el año 2009 (**Fuente:** DIMAR, 2008). b) Nube de puntos adquiridos a partir de la fotogrametría de imágenes de un RPA ala fija (Escobar *et al.*, 2017). La escala de color azul profundo indica las cotas del terreno más bajas, mientras que las rojas las elevaciones de los edificios más altas.

La imagen fue adquirida por las campañas nacionales de la DIMAR (2008) con el fin de generar topografía de detalle de las zonas costeras del país. En la figura 4b se observa una nube de puntos fotogramétrico que es una nueva aproximación equivalente al LiDAR, pero adquirida pasivamente mediante correlación fotogramétrica de imágenes digitales tomadas por un RPA ala fija (Smith *et al.*, 2016; Escobar *et al.*, 2017). Si se logra observar detenidamente las nubes de puntos (figura 4), estas son prácticamente parecidas en diferentes años. Más sin embargo, hay diferencias notables en cuanto a la demarcación de la línea de costa entre 2009 (Figura 4a) y 2017 (Figura 4b) por la presencia de las obras de protección costera y deposición sedimentaria del Rio Ranchería. Visto en perspectiva, la comparación de los productos topográficos RPAs tomando como base el estado del arte LiDAR, ofrece una gran oportunidad para evaluación local de detección de cambios en zonas costeras. Estos cambios pueden suceder por la dinámica costera, como línea de costa, procesos de sedimentación y socavamientos, movimiento de masas de dunas, cobertura vegetal y simulaciones hidrodinámicas. Además, es factible la actualización de información costera por medio de RPAs con referencia al LiDAR costero de la DIMAR (2008). Esto abriría una ventana para la oferta de datos topográficos de soporte a la modelación de procesos dinámicos y detección de cambios en zonas costeras de Colombia a nivel local de actuación.

En esta línea, la información topográfica derivada de los RPAs, más su fuerte reacción y operación durante un evento adverso, pueden llegar a producir insumos importantes para la modelación de procesos en contextos donde la ausencia de datos es una constante.

Un caso a citar en la playa de Riohacha, fue el evento ocurrido el 27/10/2015 en el cual una crecida del río Ranchería sumado a una fuerte sedimentación en la línea de costa, impidió la descarga regular del rio al mar, generando una inundación lateral significativa en la zona urbana y en la amplia costa generada por las obras de protección costera (Espigones) construidas en 2008 (Figura 5a). La imagen del evento fue tomada por un Aero aficionado que divulgó en las redes sociales por su contenido visual excepcional. Esto permitió tener un referente empírico y visual para proyectar la máxima mancha de inundación sobre un modelo digital de elevaciones previo producto de las imágenes de un RPA ala fija (Figura 5b). La unión de imágenes oblicuas disponibles en Redes Sociales o desplegar una toma durante el evento, sumado

a herramientas de simulación numérica de fenómenos naturales, complementan el acervo de información para el estudio diseño de soluciones y de ordenamiento costero.

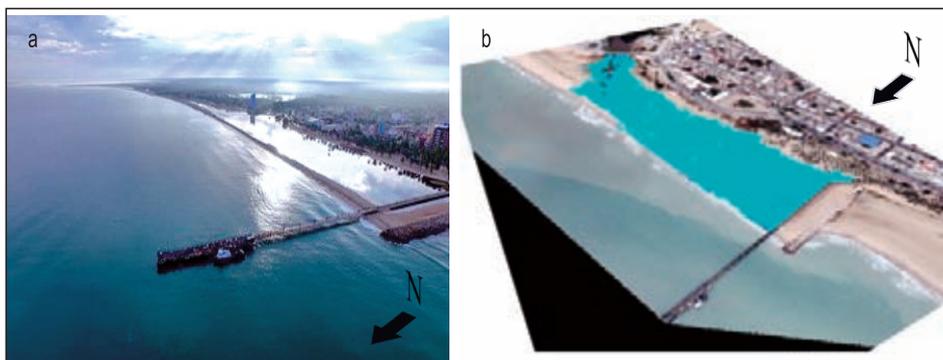


Figura 5. a) Imagen RPA durante un evento de inundación lateral del río Ranchería por la obstrucción a la descarga por la alta sedimentación en la línea de costa (27/10/2015). b) Simulación hidráulica empírica de la mancha de agua para el mismo evento estimada en 60 cm de profundidad máxima (Escobar et al., 2017).

El uso del Modelado espacial de inundaciones costeras con RPAs, son un soporte que permite la comparación de la salida proyectada de la simulación con respecto “Realidad” del mundo o fotografía adquirida con el RPA. Esta realidad adquirida se establece como nivel de “verdad” para fines de calibración ante la ausencia de datos hidrográficos de calidad óptima. La finalidad de la modelación ante condiciones de ausencia de datos permite el diseño de escenarios de simulación para la gestión de alternativas de solución antes de una intervención ingenieril. Estos trabajos modelación con apoyo de los RPAs, requieren más validación y estudio con datos reales y comparación exhaustiva con tecnología LiDAR para establecer sus bondades y metodologías que masifiquen la integración de nubes densas de puntos tipo LiDAR y fotogramétricas por RPAs.

Por otro lado, la divulgación de los productos derivados de los RPAs o salidas de simulación es crucial para la apropiación y correcta utilización de los expertos en gestión de zonas costeras. Tecnologías actuales como la realidad virtual y los modelos con texturas 3D son fácilmente divulgables en visores de modelos 3D por internet. Esto puede ayudar al estudio de las zonas costeras por parte de grupos de expertos para el diagnóstico y toma de decisiones. Ofrece una perspectiva complementado la percepción 2D de la realidad y

facilitando así la interpretación de la misma. Un caso a mostrar es el referenciado por la figura 6, en el cual se observa el punto de observación de un usuario empleando lentes estereoscópicas de Realidad Virtual (VR) para el caso de un modelo fotogramétrico texturizado 3D de las playas de Riohacha y parte de la zona urbana.

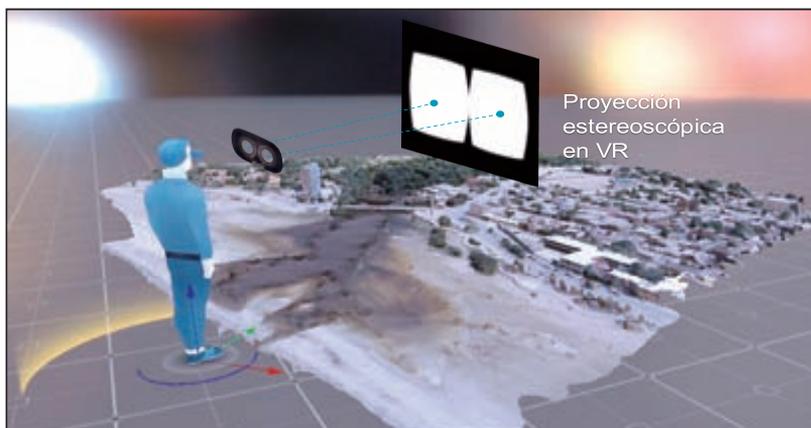


Figura 6. Aplicación al contexto local de la Tecnología de Realidad Virtual (VR) y visualizadores en red de un sector de la playa y desembocadura del Río Ranchería, playas de Riohacha (Visualizador Sketchfab). Para visualizar el modelo en VR se puede seguir la siguiente dirección en Sketchfab <https://skfb.ly/6pZJK>

Visores online como SketchFab (<https://sketchfab.com/>), son una útil herramienta para compartir contenido 3D online, además, dado el bajo costo y asequibilidad de los lentes de VR, es muy sencillo e intuitivo la evaluación del estado de un tramo de zona costera desde diferentes escalas y puntos de vista. La calidad de los modelos 3D derivados de los RPAs para fines visuales es suficiente y notablemente llamativo, como se ve en la figura 7.

En lo que respecta a la calidad del producto fotogramétrico, inicialmente se presentaron algunos errores en la imagen, generados tal vez por la ausencia de densidad en los puntos requeridos para la generación de una imagen de manera más precisa. Lo anterior, corrobora la necesidad de planificar de manera más rigurosa los vuelos, con el fin de obtener imágenes más precisas (Koeva *et al.*, 2016). Por otra parte, desde el ámbito de la gestión costera, la ortofoto generada permite identificar de manera exacta cuales son los usos presentes en el área de playa de la ciudad de Riohacha; lo anterior es producto, de la alta resolución de la ortofotografía RPAS. Ruiz & Hurlimann (2017)

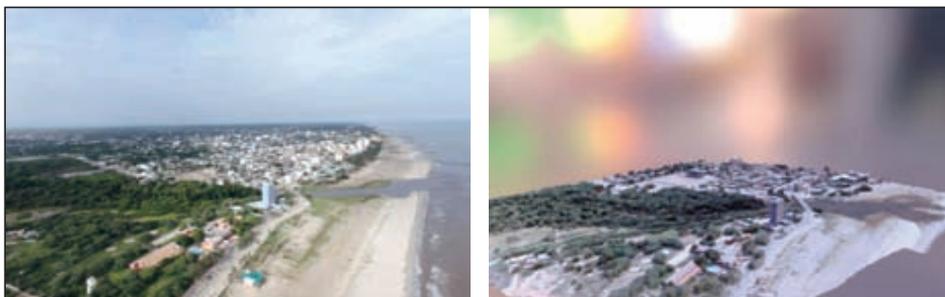


Figura 7. Vista oblicua playa Riohacha sector desembocadura Río Ranchería. Izquierda Foto adquirida desde el RPA Phantom 3. Derecha, imagen del modelo 3D visualizado en Sketchfab <https://skfb.ly/6pZJK>

concluyeron que el uso de Drones para la toma de imágenes y su posterior análisis con software de fotogrametría permiten la generación de ortofotografías de alta resolución.

Otro de los aspectos importantes encontrados está relacionado con los equipos informáticos utilizados para el procesamiento de la información. Dependiendo del flujo de trabajo y del nivel de detalle que se requiera si no se cuenta con un excelente procesador el trabajo puede durar entre horas o días. En este sentido, en el estudio se pudo corroborar que al trabajar con dos equipos de computadores con diferentes características, el tiempo de respuesta fue menor; teniendo en un equipo con especificaciones técnicas superiores: CPU Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @ 2.60GHz RAM: 32GB GPU: Intel(R) HD Graphics 530, obteniéndose productos cartográficos (nube de puntos, modelo digital de superficie y ortofoto) en un día de trabajo; mientras que en el unidad con menor capacidad (Intel(R) CoreTM i5-4210U CPU @ 1.70GHz 2.40GHZ RAM: 8GB), el tiempo de procesamiento fue de tres días. Partiendo de lo anterior, Vales & Vigil (2011) afirman que para disminuir los tiempos de ejecución en la generación de ortofotos es necesario la utilización de ordenadores con procesadores más potentes que provean de manera eficiente mejores rendimientos en los procesos cartográficos. Esto puede resultar en una desventaja importante si lo que se requiere son levantamientos de áreas considerables, el tiempo de procesamiento y postratamiento de datos (extracción de curvas de nivel, e índices de teledetección) pueden hacer la tecnología RPAs no viable para determinados objetivos. La alta cantidad de información a tratar es una limitante que condiciona la factibilidad de todo el flujo de trabajo con el RPA. En la etapa de procesamiento,

un proyecto en específico puede ser viable o no, tener en cuenta y muy claros los objetivos del vuelo es sumamente importante para la optimización de los recursos computacionales.

Conclusiones

Con el desarrollo del estudio, se pudo determinar que el uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) son una herramienta apropiada y necesaria en los procesos de gestión costera, que permiten en tiempo real conocer el estado actual de un área costera específica, pudiéndose de esta manera desarrollar acciones de manejo a corto, mediano y largo plazo.

La utilización de este tipo de tecnología, brinda la oportunidad de desarrollar trabajos de caracterización en las áreas costeras a un bajo costo y con un alto nivel de rigurosidad técnica equiparables a tecnologías avanzadas (LiDAR), producto de la precisión y la alta resolución de productos cartográficos derivados que se generan cuando no hay requerimientos extensos de área y escalas de trabajo de detalle. Su equivalencia tecnologías ya consolidadas permite ser una fuente de datos topográficos e imanes indispensables para la modelación de procesos dinámicos costeros.

Los RPAs al ser una tecnología en constante desarrollo, y ajuste normativo a nivel mundial, presentan ciertas limitaciones para el trabajo en grandes áreas por restricciones tanto de seguridad y legales, como computacionales; sin embargo, el desarrollo tecnológico y adaptación de la legislación aérea permitirá que en poco tiempo se solucionen los limitantes a los RPAs y asegure su masificación en los estudios del territorio, en especial en la gestión de zonas costeras.

Se puede concluir bajo la experiencia, que el flujo de trabajo es confiable y valido como una metodología que permite obtener imágenes de forma asequible para áreas pequeñas y análisis local de zonas costeras. Mas sin embargo, un mayor cubrimiento de área supone un incremento en gasto computacional y tiempo de proceso que limita el empleo de los RPAs para zonas costeras de mayor extensión.

Bibliografía

- Apostolos Papakonstantinou, K. T. & G. P. (2016). IJGI _ Free Full-Text _ Coastline Zones Identification and 3D Coastal Mapping Using UAV Spatial Data, 5(6), 75. <https://doi.org/10.3390/ijgi5060075>
- Barragán, Juan M.; de Andrés, M. (2016). Aspectos Básicos para una Gestión Integrada de las Áreas Litorales de España: Conceptos , Terminología, Contexto y Criterios de Delimitación. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 16((2)), 171–183. <https://doi.org/10.5894/rgci638>
- Casella, E., Rovere, A., Pedroncini, A., Stark, C. P., Casella, M., Ferrari, M., & Firpo, M. (2016). Drones as Tools for Monitoring Beach Topography Changes in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). <https://doi.org/10.1007/s00367-016-0435-9>
- Chinchilla, W. V. (2017). *El Impacto de la Tecnología Dron en la Seguridad Privada en Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada Especialización. Retrieved from <http://unimilitar-dspace.metabiblioteca.org/bitstream/10654/16424/1/VelasquezChinchillaWbeimar2017.pdf>
- Claros Zelaya, R. A., & Guevara Aguilar, Alex Enrique Pacas Cruz, N. R. (2016). *Aplicación de Fotogrametría Aérea en Levantamientos Topográficos Mediante el Uso de Vehículos Aéreos no Tripulados*. Universidad de El Salvador. Retrieved from <http://ri.ues.edu.sv/14218/1/50108282.pdf>
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing : A Review, 92, 79–97.
- Cuerno-rejado, C., & García, L. (2014). *Evolución Histórica de Los Vehículos Aéreos no Tripulados hasta la Actualidad*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6036/7781> La
- Delacourt, A. C., Allemand, P., Jaud, M., Grandjean, P., Deschamps, A., Ammann, J., & Suanez, S. (2014). An Unmanned Helicopter for Imaging Coastal Areas, 2(56), 1489–1493.
- DIMAR, Dirección General Marítima de Colombia. (2008). Sistema Web de Administración de Metadatos Interinstitucional SWAMI. [online] Available at: <http://sig.dimar.mil.co/swami/> [Accessed 18 Apr. 2016].
- Gonçalves, J. A., & Henriques, R. (2015). UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 104, 101-111.
- Escobar Villanueva, Jairo & Iglesias Martínez, Luis & Perez, Jhonny. (2017). Experiencias investigativas con tecnologías de aeronaves remotamente pilotadas RPAs (Drones) de soporte a la modelación de inundaciones urbanas. Caso de estudio: Distrito de Riohacha (Caribe Colombiano). 10.13140/RG.2.2.26481.28005.

- Ezequiel, C. F., Tangonan, G. L., Ezequiel, C. A. F., Cua, M., Libatique, N. C., & Tangonan, G. L. (2015). UAV aerial imaging applications for post- disaster assessment, Environmental Management and Infrastructure Development, (August). <https://doi.org/10.1109/ICUAS.2014.6842266>
- Francesco, G., Gaia, Mattei, Claudio, P., Francesco, P., & Raffaele, S. (2016). Sensors _ Free Full-Text _ Integrating Sensors into a Marine Drone for Bathymetric 3D Surveys in Shallow Waters. *Sensores 2016*, 16, 41. <https://doi.org/10.3390/s16010041>
- Hansen, A. S., & Hansen, A. S. (2016). Applying Visitor Monitoring Methods in Coastal and Marine Areas – Some Learnings and Critical Reflections from Sweden Areas – some Learnings And Critical Re Fl Ections From Sweden, 2250(June). <https://doi.org/10.1080/15022250.2016.1155481>
- Koeva, M., Muneza, M., Gevaert, C., Gerke, M., Nex, F., Koeva, M., Nex, F. (2016). Using UAVs for Map Creation and Updating . A Case Study in Rwanda Using Uavs for Map Creation and Updating . A Case Study In Rwanda. *Survey Review*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/00396265.2016.1268756>
- Kršák, B., Blišťan, P., Pauliková, A., Puškárová, P., Kovanič, L., Palková, J., & Zelizňaková, V. (2016). Use of low-cost UAV photogrammetry to analyze the accuracy of a digital elevation model in a case study. *Measurement*, 91, 276-287.
- Lomax, A. S. (n.d.). Employing Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) as an Element of the Integrated Ocean Observing System, 1–7.
- Mallet, C., & Bretar, F. (2009). Full-waveform topographic lidar: State-of-the-art. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 64(1), 1-16.
- Mandujano, S., & Mulero-pázmány, M. (2017). Drones: Una Nueva Tecnología para el Estudio y Monitoreo de Fauna y Hábitats Drones: A New Techn Drones: *Agroproductividad*, 10(10), 74–84.
- Moloney, J. G., Hilton, M. J., Sirguey, P., & Simons-smith, T. (2015). Coastal Dune Surveying Using a Low-Cost Remotely Piloted Aerial System (RPAS). <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-17-00076.1>
- Pinzón, M. C. P. (2015). *La Regulación de Aeronaves Remotamente Tripuladas con Fines Comerciales y Civiles*. Universidad de los Andes. Retrieved from http://derecho.usc.edu.co/files/Derecho_espacial_ultraterrestre/Tesis/t_maria_cami-la_perez.pdf
- PIX4D (2017). Manual – Support. [online] Available at: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/sections/200591059-Manual#gsc.tab=0> [Accessed 7 Apr. 2017].
- Ruiz Carulla, R., Corominas Dulcet, J., & Hurlimann Ziegler, M. (2017). Experiencias con Drones para el Estudio de Movimientos de Ladera. In IX Simposio Nacional

- Sobre Taludes y Laderas Inestables. *International Centre for Numerical Methods in Engineering (CIMNE)*, 581–592.
- Samiappan, S., Turnage, G., Hathcock, L., Casagrande, L., Stinson, P., & Moorhead, R. (2016). Using Unmanned Aerial Vehicles for High- Resolution Remote Sensing To Map Invasive Phragmites Australis In Coastal Wetlands. *International Journal of Remote Sensing*, 0(0), 1–19. <https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1239288>
- Santos, A. P. P. y M. A. R. de los. (2010). *Monitoreo y Control en Tiempo Real de un Vehículo Aéreo no Tripulado*. ESIME Unidad Azcapotzalco. Retrieved from http://oa.upm.es/40803/1/INVE_MEM_2015_203893.pdf
- Srikudkao, B., Khundate, T., So-in, C., & Horkaew, P. (n.d.). Flood Warning and Management Schemes with Drone, 107–116. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19024-2>
- Smith, M. W., Carrivick, J. L., & Quincey, D. J. (2016). Structure from motion photogrammetry in physical geography. *Progress in Physical Geography*, 40(2), 247–275.
- Vales, M. R., & Vigil, J. L. M. (2011). Control de Calidad de Ortofotos Avanzado : *Mapping*, 145, 78–91.
- Ventura, D., Bruno, M., Jona, G., & Belluscio, A. (2016). Estuarine , Coastal and Shelf Science a Low-Cost Drone Based Application for Identifying And Mapping Of Coastal Fi Sh Nursery Grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 171, 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.030>
- Watts, A. C., Ambrosia, V. G., Hinkley, E. A., & Field, M. (2012). Remote Sensing, 1671–1692. <https://doi.org/10.3390/rs4061671>
- Yoo, C. I., Oh, T. S., & Change, B. V. (2016). Beach Volume Change Using Uav Photogrammetry Songjung Beach , Korea, *XLI*(July), 1201–1205. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B8-1201-2016>

Naturaleza y cultura: ejes fundamentales de ordenamiento territorial

**Nature and culture:
fundamental issues of territorial order**

Alexis Carabalí Angola¹

1 Doctor en Antropología, profesor de la Universidad de La Guajira, miembro del grupo de investigación Territorios Semiáridos del Caribe y de la Red Internacional de Estudios sobre Territorio y Cultura, RETEC. Riohacha, La Guajira. acarabali@uniguajira.edu.co

Resumen

La vida de los seres humanos siempre ha transcurrido en relación con los entornos naturales que ofrecen los bienes necesarios para los procesos vitales y la dinámica social. Las condiciones de los espacios expresan un orden natural atribuido, por muchos grupos, a un nivel trascendental en el que los espíritus y seres sobrenaturales son los regentes y con quienes los seres humanos deben negociar para armonizar las relaciones con esa naturaleza de la que al tomar sus bienes se le vulnera el orden. Ese proceso de usar-aprovechar los elementos naturales conlleva el desarrollo de la capacidad representadora humana, el espacio se convierte en algo más que lo percibido, se tejen relaciones afectivas con él y así se hace territorio, éste a su vez, constituye una representación para los miembros de las comunidades, y en el caso de las sociedades tradicionales, cada componente natural tiene un dueño con quien se debe armonizar para aprovechar los beneficios que ofrece. Mientras en la sociedad de cultura occidental, la relación con la naturaleza esta mediada por las instituciones, al igual que su cuidado, convirtiéndose estas en representantes de la naturaleza y sus beneficios. Estos modelos de relación con la naturaleza constituyen el contexto de la costa guajira y la base para pensar el ordenamiento territorial de esta franja del territorio guajiro.

Palabras clave: ordenamiento, naturaleza, cultura, territorio.

Abstract

The life of human beings has always passed in relation to natural environments that offer the necessary goods for life processes and social dynamics. The conditions of the spaces express a natural order attributed, by many groups, to a transcendental level in which spirits and supernatural beings are the rulers and with whom human beings must negotiate to harmonize relationships with that nature from which when taking his property is violated the order. This process of using-taking advantage of the natural elements entails the development of the human representational capacity, the space becomes something more than what is perceived, affective relationships are woven with it and thus territory becomes, this in turn, constitutes a representation for the members of the communities, and in the case of traditional societies, each natural component has an owner with whom it must be harmonized to take advantage of the benefits it offers. While in the society of western culture, the relationship with nature is mediated by institutions, as well as their care, becoming these representatives of nature and its benefits. These models of relationship with nature constitute the context of the Guajira coast and the basis for thinking about the territorial ordering of this fringe of the Guajiro territory.

Keywords: ordering, nature, culture, territory.

Introducción

El Proyecto de investigación lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de la guajira desde la diversidad cultural, ha permitido conocer las formas de concebir el territorio costero por los actores de la diversidad cultural costera guajira. En la costa guajira cohabitan concepciones territoriales que consideran la sacralidad del espacio y su connotación sobrenatural, con los modelos de la sociedad llamada occidental en la que la naturaleza está constituida por todo aquello que la cultura no es, en lo que se ha denominado antropocentrismo (Descola, 2011, pág. 94) por ello se concibe como una serie de recursos apropiables mediante las directrices institucionales de permisos y licencias. En general, existe un orden natural del que parte el orden cultural para generar territorialidad, pero no en el sentido de poner lo natural por debajo y lo cultural por encima, dicha territorialidad plantea una relación directa con la naturaleza en la que los grupos perciben la importancia de mantener relaciones armónicas con el entorno porque protegiéndolo se protegen a sí mismos. Sobre este orden inmediato se plantea el orden institucional que mediatiza la relación con la naturaleza y la convierte en un asunto de trámites, requisitos y permisos, pero que no se compromete en la relación vital que definen las comunidades. Las perspectivas de relación de los pobladores e instituciones de la costa guajira coincide con los tres paradigmas identificados para explicar la relación con la naturaleza, el orientalismo, el paternalismo y el comunalismo (Palsson, 2001).

Materiales y Métodos

El trabajo de investigación se desarrolla en su primera fase de campo que consiste en reuniones comunitarias en las que se desarrollan entrevistas, se aplican encuestas, se trabaja cartografía social para conocer las formas en que representan el territorio inmediato y distante en relación con sus actividades; se hace recorrido por la comunidad ubicando los sitios de importancia; además se hace registro fílmico. Tanto las encuestas como las entrevistas se procesan mediante el software NVIVO para su análisis. La cartografía social se lleva a un sistema de información geográfica para generar los mapas necesarios para el proyecto. El registro fílmico servirá para un par de documentales del trabajo. Además se hace análisis de suelos y aguas para conocer las condiciones del agua de consumo y el agua marina inmediata a las comunidades, al igual que los suelos, se analizan los suelos del manglar, de las zonas de cultivo y de los sectores de uso de las comunidades; también se analiza la vegetación y su condición actual.

Teóricamente, la argumentación se apoya en las ideas sobre la naturaleza (Descola, 2011) más allá de la dicotomía cultura-naturaleza (Ulloa, 2011) y hacia la idea de paradigmas de relación con la naturaleza (Palsson, 2001) apoyados en las concepciones religiosa cristiana (Sacheri, 2008) la concepción oriental de orden natural (Lao Tsé, 2008) y las ideas sobre el territorio (Carabali, 2014), ordenamiento territorial (Massiris, 1998) y vocación territorial (De la Vega Clara, 2007).

La naturaleza y su orden

Al analizar la naturaleza como fuente de ordenamiento se hace necesaria la pregunta ¿existe un orden natural?

Tratar de responder este interrogante obliga a revisar el concepto de naturaleza, como el conjunto de fenómenos que forman parte del mundo físico y han logrado su existencia sin la intervención humana (Real Academia de la Lengua Española, 2017), ahora bien, ese mundo creado sin la intervención humana ¿permite inferirle un orden, supuesto o evidente?

Al hablar de orden natural se hace referencia no al iusnaturalismo jurídico que considera la existencia de un marco suprallegal basado en leyes o derechos naturales, a lo que se accede racionalmente y descansa en la moral,

entendida como costumbre (Marcano "*et al*", 2017); se considera el orden natural en términos de la fe católica y otras formas de concepción:

“Hay un orden natural y hay un orden sobrenatural. Ambos exaltan y revelan la íntima unidad de Dios, tanto ad intra como ad extra. Es por esto que el cosmos, el universo, siente en sí mismo una metafísica exigencia de orden y de unidad.

El orden natural no es un submundo o un orden de emergencia. No es tampoco obra de la libre determinación humana. El orden natural es anterior al hombre. Se fundamenta en Dios y participa del recóndito misterio del mismo Dios, cuyo orden divino y eterno se refleja en el orden natural” (Sacheri, 2008).

Según este autor, el orden natural al igual que el orden sobrenatural precede al hombre dentro de la metafísica necesidad de orden universal que hace parte del cosmos. Todo este orden hace parte del misterio divino del que el orden natural es reflejo.

En concordancia con lo anterior el orden natural es reflejo del orden sobrenatural divino y eterno que tiene como fundamento la divinidad. El orden natural aparece según Sacheri como emanación e imagen de lo sobrenatural. Continúa diciendo Sacheri:

Pero este orden natural se proyecta de una manera múltiple: orden moral, orden social, orden económico, orden político. Distintos aspectos y distintos fines de un mismo orden natural, con sus leyes propias (Sacheri, 2008).

El orden natural ofrece diversas dimensiones un orden natural en lo moral, social, económico y político, todo obedeciendo a leyes propias. Sin embargo, dice Sacheri:

Este orden lamentablemente está siempre jaqueado. Es fácil vulnerarlo, máxime que en su realización el hombre interviene con todo lo que es suyo. Por otra parte, la luz de la razón no basta por sí misma –o se le hace muy difícil– para abarcar todo el orden natural y definir, siempre en concreto, las líneas maestras de este orden (Sacheri, 2008).

La intervención del hombre ha jaqueado el orden natural por su incapacidad de comprenderlo debido a las limitaciones de la razón. Aquí radica la principal diferencia con el iusnaturalismo que considera que la razón es suficiente para develar el orden natural.

Finalmente, el orden natural pese a su vigor intrínseco, a su fundamento en Dios, a su participación en las leyes eternas, necesita sin embargo de la defensa del hombre. Y viceversa. El orden defiende al hombre y el hombre al orden (Sacheri, 2008).

Esa creación divina plantea al hombre como defendido y defensor, en otras palabras, se consideran complementarios orden natural y hombre en un proceso recíproco de protección.

¿Además del catolicismo existen otras aproximaciones a algo como el orden natural de Sacheri?

Entre los indígenas Kogui de la Sierra Nevada de Santa Marta hablan de la ley de origen que definen de la siguiente manera:

“Para nosotros existe una sola ley –sagrada, inmutable, preexistente, primitiva y sobreviviente a todos y a todo–. Podría el mundo existir o dejar de existir, sin que esto alterara en lo más mínimo la esencia de dicha ley, la cual constituye el pensamiento universal de lo no manifiesto, único origen de la vida.(....)

Este pueblo considera una ley sagrada, inmutable, preexistente y primitiva, autosuficiente constituida por el pensamiento universal de lo no manifiesto y de donde mana la vida. Aparece otra vez la dimensión espiritual de la ley de origen:

Esta ley de origen halla expresión en el universo. Se da entonces una hermosa asociación entre ley y pensamiento, que, a compás con el entorno, se transforma en ley natural. Esta ley natural da origen a la creación de la materia y a su evolución, equilibrio, preservación y armonía. Ellos constituyen los objetivos fundamentales del mamó, su razón de ser. El hecho es, no obstante, que el hermanito menor viola el orden inmutable de esta ley y lleva a la Madre Tierra (Séineken) y a todos los seres vertiginosos al despeñadero” (Fundación de sabiduría ancestral, 2017).

Aparece de nuevo pensamiento y ley asociados, dando origen a la creación de lo material y su evolución, y aparece el mamó como el que la tiene como objetivo y los no indígenas o hermanitos menores quienes violan la ley y ponen, con ello, en peligro a la madre tierra. Continúan diciendo:

“El agua es como nuestro espíritu, pues nunca cambia su esencia y aunque adopte múltiples formas: nube, lagunas y ríos, rocío en los árboles,

humedad en el ambiente. En el ámbito de sus múltiples manifestaciones, la esencia de nuestro espíritu permanece inalterable.

Nuestra ley es la ley del agua, es la ley del sol, la ley del rayo. No admite reformas, no conoce decretos, no acepta constituciones ni políticas, porque nuestra ley que rige la vida permanece en el tiempo. Para que la armonía vuelva a nuestras vidas, es necesario que la ley creada por los hombres respete y acate la ley de origen, la ley natural, la ley de la vida, la suprema ley de los Mamos” (Fundación de sabiduría ancestral, 2017).

Establecen una similitud entre el agua y el espíritu por mantener su esencia a pesar de sus diversas manifestaciones y la ley es la ley de la naturaleza, del agua, del sol, del rayo, es la ley de la vida que no se transforma en el tiempo, consideran que la armonía radica en que la ley humana respete y acate la ley de origen.

Desde oriente aparece otro texto que trata este tema, es el Tao Te King de Lao Tsé que en su primer enunciado plantea:

1. No se puede conocer a Tao sólo hablando de Tao. No se puede denominar con nombre humano este Origen del cielo y de la tierra que es la Madre de todo.

Sólo aquel que se liberó de las pasiones terrenales puede verlo. Pero aquel que todavía tiene estas pasiones puede ver sólo Su Creación. Por otra parte, aunque sean llamados por nombres diferentes, Tao y Su Creación son, en sustancia, Uno. Ambos son sagrados. Y el paso que existe entre éstos es la puerta a todo lo verdaderamente milagroso (Lao Tsé, 2008).

Aparece la incognoscibilidad del Tao como madre de todo y pone como condición para verlo, la liberación de las pasiones terrenales, de otra manera, solamente se percibe su creación, sin embargo, el Tao y su creación son uno en sustancia, ambos sagrados y lo que existe entre los dos, es puerta a lo milagroso.

Estos ejemplos de diferentes sociedades, entre muchos otros, permiten ver que existe la idea de un orden natural que emana de un contexto sobrenatural algunas veces asociado con una divinidad o una fuerza invisible que solamente puede ser percibida por personas que buscan más allá de las apariencias. También es evidente que la ruptura de ese orden natural, tejido con hilos invisibles para la mayoría, pone en peligro no solo a los seres humanos sino a la misma vida.

Vocación territorial

Existe la idea de que los espacios tienen características que los definen y dichas características son apropiadas por los grupos humanos como base de organización, esas características propias se denominan vocación territorial definida por de la Vega y otros en de la manera siguiente:

“Puede decirse que vocación territorial es el conjunto de aptitudes, disposiciones y potencialidades de un territorio, considerado este como el medio físico socialmente construido, sobre una naturaleza ya dada, del sistema de soporte materiales de una sociedad concreta, como expresión y síntesis históricamente fechada, cambiante, dinámica, contradictoria, de múltiples determinaciones económicas, sociales, políticas y culturales.”
(De la Vega, 2007).

Los diferentes sectores del territorio tienen vocación en virtud de su conformación física y de lo que ofrecen a las personas y la sociedad, esa oferta define los usos, y la suma de los diferentes sectores con sus respectivas vocaciones generan un ordenamiento quizá inconsciente pero efectivo del territorio, dicho ordenamiento es producto de la capacidad de los humanos de reconocer las características de su ambiente, representarlas y transmitir dicha representación a otras generaciones (Carabali, 2014), por lo tanto, todo territorio es ya un ordenamiento, una representación de las discontinuidades que identifican en el espacio y con base en las cuales organizan la acción los individuos y grupos.

La franja intersticial mar-tierra evoca una representación ambigua, acuática y terrestre y con ella el doble potencial de recursos y la carga simbólica de dos mundos que se encuentran en un incesante avance y retroceso.

Como se aprecia a continuación, en el caso de la costa guajira los pobladores han identificado las diferentes zonas del territorio y realizado su vocación:

Los sitios míticos que recuerdan la historia de los seres sobrenaturales entre los wayuu:

“*Pulowi*, un espíritu que come los hombres y que se encuentra en diversas zonas de La Guajira. Según Perrin 1976, todas estas criaturas son esposas de *Juya*, las hay de mar y de tierra; la de mar es dueña de las tortugas, los pescados y todos los otros alimentos del mar, además de poseer joyas de todas las clases. La de tierra es pobre, solo tiene venados, corzos, zorros y

los otros animales. La figura de *Pulowi* aparece también como controlador ecológico, pues define las zonas de abundancia en las que se debe tener cuidado con lo que se toma; más aún, el éxito en labores como la caza y la pesca hace del hombre exitoso un candidato para ser devorado por *Pulowi* quien, al permitirles el éxito, sobre los animales que son suyos, los enamora hasta que llega el día en que no regresan más: “fueron devorados por ella; solamente aquellos que no reciben de ella nada de lo que les ofrece ni copulan con ella, pueden regresar y evitar ser devorados

Juya es el personaje mítico masculino que representa al Señor de las Lluvias, quien además tiene el rayo como arma. Se opone a los reptiles y, en algunos mitos, es considerado el padre de la *Borunka*, mujer de la vagina dentada.

Wanülü es pariente de *Pulowi*. Es invisible, no habla, solo es visto por aquellos que van a morir, parece a los *alijuna* (no wayuu) tiene sombrero brillante, revolver y anillos, la oscuridad les pertenece, son peligrosos al alba y al caer la noche, es como un cazador que mata los venados con sus flechas, cuando *wanülü* flecha no hay remedio. Dicen que nos ven como venados. También se puede transformar en serpiente, zorro, conejo, perro o pájaro.

Los *Yoluja* son muertos recientes conocidos que frecuentan a los vivos en los sueños o cuando vuelven a la tierra. Después del segundo velorio, los *yoluja* parten a *Jepirra*, de donde retornan en forma de *wanülü* o de lluvia; no obstante, para evitar su retorno no se les debe nombrar” (Perrin, 1976).

Estos seres habitan a lo largo de la costa en diversas zonas. Además, está en el Cabo de La Vela, *Jepirra*, donde, según los sueños, van los wayuu muertos con sus rebaños que, siendo criados por la familia, han sido sacrificados durante su velorio. Allí habitan con sus predecesores en una vida que, para los wayuu, es continuidad de la vida en la tierra: hay pobres y ricos, pero nunca se pasa hambre; se reconstruyen series de parientes y se participa de actividades económicas, y donde los roles de hombres y mujeres se invierten: las mujeres pueden negar a sus esposos y toman parte activa en el acto sexual con otros hombres mientras los esposos tienen que quedarse tranquilos. En *Jepirra* las mujeres se vuelven móviles y enérgicas, contrario a los hombres, quienes se tornan pasivos e inmóviles (Goulet, 1981).

Un caso especial de este ordenamiento sobrenatural lo constituyen los cuatro grupos de la Sierra Nevada de Santa Marta, quienes aunque no ocupan la

franja costera ni penetran el mar, han territorializado esta zona estableciéndola como parte de su ordenamiento espiritual, Línea Negra, y comprende una franja desde la localidad de Palomino hasta Riohacha. Esta franja contiene 7 sitios sagrados para dichos pueblos (Dirección de poblaciones, 2010).

Las rutas, caminos y trochas que comunican los diferentes sectores del territorio, estas rutas constituyen los conectores que los grupos humanos han definido para acceder a los sitios de importancia como los mencionados a continuación, jagüeyes, zonas de pastoreo, zonas de pesca y vías principales entre otros.

Las rutas de pesca que conducen a los caladeros, son rutas marinas que los pescadores han establecido tradicionalmente y que siguen durante el día o la noche sin que, en condiciones normales, sufran desvíos.

Las zonas de pesca que son los caladeros propiamente dichos, zonas marinas donde reconocen la presencia de peces y demás recursos del mar localizados a lo largo de la costa y reconocidos por los pobladores que consideran que el mar es abierto y permite la trashumancia de pescadores más allá de sus poblados de origen. Según el Atlas Marino Costero de la Guajira los sitios Punta Gallinas, Cabo de La Vela, frente a Manaure y Dibulla constituyen las zonas con mayor disposición de peces demersales del Caribe colombiano. También se considera en esta publicación que el producto de la pesca artesanal se destina al consumo doméstico local, otra parte se vende los restaurantes y la otra se transporta a Riohacha y Santa Marta. Las otras zonas de pesca son las lagunas costeras de Navío Quebrado, Salá, La Raya, Ciénaga Mamavita y Ocho Palmas (Corpoguajira-Invemar, 2012).

Las rutas de pastoreo que conducen los rebaños a las zonas de alimentación, son de gran importancia porque desde muy tempranas hora de la madrugada los rebaños recorren estos senderos para llegar a las zonas de pastoreo, posteriormente los recorren para arribar a los jagüeyes y por último a los corrales donde pasan la noche los animales.

Las zonas de pastoreo donde los rebaños se alimentan. En la Alta Guajira, cuyas condiciones climáticas no facilitan la ganadería bovina, predomina la ovina y caprina. Este tipo de ganadería es la actividad fundamental de la población indígena wayuu, y en torno a ella giran las labores cotidianas de las comunidades especialmente atendida por la población masculina. Mientras en la Baja Guajira predomina el ganado bovino, representado en el año 2007

por 79.452 cabezas, equivalentes al 26,7 % de la producción total del departamento y al 12,2 % del hato nacional. Los ganaderos en esta región del país practican la actividad en áreas inundables en épocas secas, y en zonas altas en temporadas de lluvia. La ganadería que se explota en un 47 % es de propósito múltiple y hace falta tecnificar y especializar la actividad (Corpoguajira-Invemar, 2012).

Se pudo constatar que en la Alta Guajira se han menguado los rebaños por los largos periodo de sequía que ha desecado los reservorios de agua tradicionales como el de Parajimarú.

Los cuerpos de agua hacia la Alta Guajira, están constituidos básicamente por jagüeyes, casimbas (pequeños pozos donde emerge agua dulce) y depósitos de agua que abastecen a las comunidades y a los rebaños. En algunas comunidades cuentan con desalinizadores de agua y en otras el agua es transportada mediante carrotanques de los pozos profundos más cercanos. Hacia el sur existen los ríos y fuentes permanentes de agua dulce y los centros poblados cuentan con acueductos en casos como Dibulla, Palomino, Riohacha y Camarones.

Zonas de cultivo, en la Alta Guajira, los pobladores mantienen espacios separados, cuidadosamente cercados, llamadas rosas, que durante las épocas lluviosas son sembradas con yuca, maíz y ahuyama entre otros cultivos transitorios, se pudo constatar las condiciones deplorables de estos terrenos debido a la carencia de lluvias. Hacia la zona sur desde Riohacha hasta Palomino, debido a mejores condiciones pluviométricas, existen cultivos arroz, sorgo, maíz, coco, piña, plátano, banano, palma de aceite, café, frijol, ajonjolí, yuca, frutales y hortalizas (Corpoguajira-Invemar, 2012).

Los cementerios, espacios fundamentales que contienen los restos de los ancestros, en caso de los wayuu hasta el segundo velorio, y luego los cementerios claniles donde reposan todos los antepasados muertos naturalmente. Constituyen el primer paso en el camino a *Jepirra*, entre los wayuu, en el caso de los otros grupos de población, existen cementerios en las comunidades y en los centros urbanos como Riohacha, Manaure, Palomino, Dibulla y Camarones entre otros.

Comunidades, las zonas de habitación de las comunidades, hacia la Alta Guajira existen centros poblados pequeños como Warpana, Parajimarú, Punta Espada, Puerto Estrella entre otros, que cuentan con una estructura

urbana incipiente y gozan de algunos servicios públicos. Mientras las comunidades se asientan en las rancherías que constituyen pequeño núcleos de población conformados por grupos familiares donde se intercalan las viviendas con los corrales de los caprinos. Los centros poblados más importantes como Riohacha, Manaure, Cabo de la Vela, Camarones, Dibulla, Palomino constituyen núcleos alrededor del cual se organizan comunidades. El Atlas Costero plantea que

“El municipio con mayor cantidad de población es Riohacha, donde se concentra el 84% de los habitantes en el área urbana, sobre la zona costera. El resto de municipios presentan una menor proporción de población urbana; sin embargo, sus cabeceras municipales también se encuentran ubicadas en la zona costera, a excepción de Uribía que tiene su casco urbano fuera de este límite. Es de resaltar que el 50,56% de la población costera de La Guajira corresponde a población indígena, pertenecientes principalmente a la etnia wayuu” (Corpoguajira-Invemar, 2012).

Zonas mineras, en algunas comunidades se explota el yeso y talco, especialmente en la zona de Cardón Carrizal, en Manaure se explota sal, industrial y artesanalmente. En periodos secos en sectores como Camarones y Perico, se realiza explotación de sal en la Laguna Grande.

Según el Atlas marino costero:

“En la zona rural del municipio de Dibulla se desarrolla una interesante actividad artesanal y minera para la extracción de oro. Los “cateadores”, como comúnmente se les reconoce, extraen el preciado mineral en múltiples corrientes de aguas que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta, entre las cuales se encuentran los ríos: Jerez, María Mina, Tapia, Río Ancho, Cañas, Negro, Palomino; y quebradas como: las de El Lagarto, Salamanca y el arroyo Mamaise. De igual manera, en el corregimiento de Palomino se extraen materiales aluviales que son empleados básicamente para la construcción de edificaciones y carreteras. La empresa minera Agregados Río Negro se encarga de la explotación técnica e industrial de las rocas presentes en las riberas de las fuentes hídricas de la zona, convirtiendo el material extraído en pequeñas partículas (agregados, arenas, gravilla, recebo, etc.) mediante su procesamiento” (Corpoguajira-Invemar, 2012, pág. 130)

Zonas de turismo, espacios donde los turistas disfrutan del paisaje, playas y recorridos por sitios de gran atractivo, son sitios turísticos emblemáticos

de la Guajira, el Cabo de la Vela con un turismo de tipo comunitario en el que los wayuu, dueños del territorio, son los principales beneficiarios de la actividad turística. Palomino con un turismo de corte internacional en el que los pobladores han perdido el control de las actividades turísticas y estas se concentran principalmente en inversionistas extranjeros o del interior del país. Las playas de Riohacha son también importantes en la actividad turística y funciona como base para el ingreso a sitios como el Cabo de la Vela; Además, están zonas de turismo interno, de fin de semana como Mayapo y Camarones.

Se requiere mayor atención institucional para apoyar a las comunidades en capacitación y organización para que puedan articularse ventajosamente en la actividad turística.

Para el Atlas Marino costero:

“La Guajira es una región con un gran potencial turístico. Sus paisajes contrastantes y variados, su idiosincrasia y su identidad histórica y cultural, la convierten en un área importante para desarrollar el eco y etnoturismo. Entre los principales sitios de interés y de afluencia turística en la actualidad, se encuentran las playas de las áreas urbanas de Dibulla, Riohacha y Manaure; Boca de Camarones, el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, el Santuario de Fauna y Flora los Flamencos, el Cabo de La Vela y el Pílon de Azúcar; así como las minas de sal de Manaure, las rancharías, las dunas de la laguna de los Patos, Punta Gallinas, el parque eólico Japirachi, entre otros.

Bajo este contexto, la Agenda Interna para la Competitividad de La Guajira, ubica al turismo en el primer renglón de los sectores estratégicos, como apuesta para fortalecer el desarrollo local y regional. A pesar de las evidentes ventajas comparativas que tiene la zona costera de La Guajira para el turismo etno-ecológico, su desarrollo actual es muy limitado, por no decir precario” (Corpoguajira-Invemar, 2012,).

Zonas con riesgo de desastre, generalmente las zonas bajas en las que la marea entra inundando las viviendas y los vientos destrozan los techos. Se constató directamente que el principal problema y amenaza es la sequía en la parte de la Alta Guajira, lugares sin precipitaciones durante 4, 5 o 6 años han reducido la base económica de la población y deteriorado el tradicional sistema de subsistencia.

Otro riesgo para la población ante la crisis son las aeronaves que derriban los aviones de la fuerza aérea, porque se pudo conocer un caso en que un avión derribado amenazaba con caer encima de automotores que se movilizaban en la zona alta de la península y los conductores en su desespero se accidentaron dejando un saldo de varios heridos y la pérdida de algunas vidas.

Hacia la zona sur los incendios forestales son el principal problema por ser tierra ubicada en cercanías de las faldas de la sierra Nevada de Santa Marta.

Zonas de contaminación especialmente en los centros poblados en los que los residuos sólidos al igual que las aguas servidas, ocupan amplios sectores o afectan las aguas marinas.

“Durante el 2009, los cuatro ríos principales de La Guajira (Cañas, Jerez, Palomino y Ranchería) arrojaron cerca de 60 m³/s de aguas cargadas de diversos contaminantes, lo que permitió calcular cómo a la zona costera llegaron cerca de 26,215 t/a de sólidos, 212 t/a de nitrógeno inorgánico, 67 t/a de fosfatos y del orden de 918 NMP de microorganismos de contaminación fecal” (Corpoguajira-Invemar, 2012).

También afecta el suministro de agua en las comunidades cuando los jagüeyes no están adecuadamente cercados y el ganado toma directamente el agua y hace sus deposiciones en ella.

La cultura y el ambiente

Las sociedades de acuerdo a sus preferencias establecen un orden para los diferentes espacios que conforman su territorio, de esta forma el territorio es una expresión de la cultura que lo habita y vivencia y una representación del espacio.

Cada cultura construye culturalmente su territorio, como hemos apreciado, asignando significado y función a los espacios que lo conforman y desde ahí se convierte en asidero de la historia, no como documento escrito sino como marcas territoriales, cementerio, sitios sagrados, caminos, zonas de habitación, rutas de pesca etc.

El ambiente mismo deja de serlo y se convierte en representación y por ello en territorio, adquiere significado más allá de sí mismo y en función del grupo que lo representa, por ejemplo, entre los grupos de la Sierra Nevada de Santa Marta:

“La Sierra es considerada un lugar sagrado y la geografía serrana es comparada con un cuerpo humano. Los cerros y montañas son masculinos y son personajes místicos que dan origen a la vida. Las fuentes de agua son consideradas la sangre que irriga todo el cuerpo y la Sierra en sí es considerada el centro del mundo” (Dirección de poblaciones, 2010).

El espacio deja de serlo y se convierte en representación en territorio, esa territorialización ya no habla de montañas ni de ríos, habla del centro del mundo y lugares sagrados donde se originó la vida.

Entonces los grupos humanos toman las características físicas de los espacios, las cargan de sentido cultural y las convierten en territorio y ese territorio se hace uno con las personas y se habitan mutuamente, y es esa cohabitación la que permite comprender que los grupos humanos se preocupen por sus ambientes y por otros ambientes, porque son entre otras cosas, su vida misma. Desde esta perspectiva la preocupación por el ambiente es una condición propia de los grupos humanos y sus territorios, porque reconocen que existe continuidad entre sociedad y territorio, son uno mismo y no realidades de diferente nivel.

En este sentido, la dualidad naturaleza/cultura, de las ciencias sociales tradicionales, no abarca las dimensiones de las relaciones que muchos grupos humanos entablan con su entorno natural, como plantea Ulloa (2011):

“La naturaleza es un ente con capacidad de acción y con un dinamismo propio que replantea la visión de una naturaleza pasiva o prístina. Así mismo, la naturaleza y la cultura se plantean como construcciones sociales que implican que los humanos no son determinados por el medio ambiente y a su vez que la naturaleza no es determinada por los intereses individuales” (Ulloa, 2011).

En este orden de ideas Palsson (2001) propuso el paradigma comunalista como forma de superar el pensamiento dicotómico planteando que el comunismo:

“Rechaza la separación naturaleza y sociedad y los conceptos de certeza y monólogo, destacando en cambio la contingencia y el diálogo. El comunismo, según ella, indica reciprocidad generalizada, un intercambio que a menudo se representa metafóricamente en términos de relaciones personales íntimas” (Palsson, 2001).

Ordenamiento y naturaleza

Dentro de las formas de representar la naturaleza se pueden identificar dos tendencias, la tradicional de los pueblos nativos, indígenas, campesinos, generalmente ágrafos, cuya forma de transmisión de saberes es la tradición oral y un basamento en las tradiciones; y los llamados occidentales con una visión en la que predomina un arraigo a la herencia griega con su fundamento racional (Formen, 2011), una base jurídica romana, una base religiosa monoteísta de origen judeocristiano y su pensamiento sociológico enraíza en la ilustración francesa (Enciclopedia de Características, 2017).

En el contexto de la sociedad llamada occidental el ordenamiento del territorio es definido como sigue:

“El ordenamiento territorial constituye, en este sentido, una política de desarrollo integral del estado para armonizar los intereses productivos de la sociedad con las necesidades de conservación ambiental, bienestar social y equilibrio espacial del desarrollo. Todo ello sobre la base de la concertación Estado-comunidad y la participación activa de las comunidades en la ejecución de los planes de desarrollo a nivel regional y local. Bosque, ríos, planicies y colinas, la franja costera, bosque de manglar, suelo, clima, centros urbanos, recursos pesqueros y minería” (Ortiz y Massiris, 1993).

La zona costera recibe atención especial por las características que presentan y por ello requieren un enfoque particular de manejo (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) como es evidente a continuación:

“Las áreas costeras son zonas de anchura variable situada a ambos lados de la línea donde la tierra se encuentra con el mar. Las costas constituyen, también, áreas estratégicas para la seguridad del país y, además, en éstas se localizan ecosistemas muy importantes como los manglares, los cuales requieren de un manejo especial.

Al igual que las áreas marinas, las zonas costeras requieren también de ordenamiento, cuya base sería una zonificación de las costas para identificar en ellas las áreas de potencial portuario, turístico, zonas francas y áreas de manejo especial como los deltas fluviales, áreas estuarinas, manglares, etc. Asimismo, los departamentos y municipios costeros deben adoptar un plan de manejo sostenible de las playas y los recursos naturales que las integran” (Massiris, 1998).

Para las sociedades tradicionales, todo lo que existe en el territorio tiene dueño (Correa, 1990) (Bolom, 2015), y esos dueños son tratados como iguales, así la naturaleza no está desprotegida, tiene especie de representantes que la defienden de las agresiones humanas y con los que se debe pactar y hacer acuerdos para el uso de los bienes que la conforman.

Las formas de hacer efectivo ese pacto con los dueños de la naturaleza son los rituales y pagos, estrategias para reconocer la importancia de estas entidades y la forma de armonizar con ellos la constante toma de sus elementos, en otras palabras formas de mantener el orden.

Entonces, para estas sociedades, el orden de la sociedad y la ausencia de situaciones negativas dependen de la armonía de los humanos con el orden de la naturaleza y los dueños de sus componentes.

Para la sociedad occidental, la problemática ambiental se maneja desde lo que para Palsson es un paradigma mezcla de orientalismo y paternalismo, el orientalismo con sus características de domesticación fronteras y expansión que significa exploración, conquista y explotación del medio ambiente, para los diversos fines de producción, consumo, deporte y exhibición. Dentro de este paradigma la administración o manejo del medio ambiente se trata de una empresa técnica de la aplicación racional de la ciencia al mundo natural; el paternalismo, por su parte, con sus características relaciones de protección y no explotación, la pericia científica, los humanos, considera Palsson, tienen una responsabilidad particular no sólo hacia los otros humanos sino también hacia los miembros de otras especies, nuestros cohabitantes del mundo animal, y el ecosistema global (Palsson, 2001).

Asistimos a dos formas culturales de atender la relación con el medio ambiente o con el territorio, una en que la naturaleza es un igual y la otra en la que la naturaleza se somete como algo sobre lo que se opera, situándola a un nivel de objeto.

Ordenar el territorio costero guajiro bajo estas dos perspectivas constituye un reto de especial significado porque se debe tratar de integrar coherentemente los paradigmas orientalista (empresas privadas), paternalista (institucionalidad ambiental) y comunalista (comunidades), evidentes en la realidad costera de modo que se articulen a diversos niveles permitiendo tanto la protección como la sobrevivencia de los modelos tradicionales de relación territorial y la calidad de vida de los pobladores.

Resultados y Discusión

La costa es afectada por las condiciones variadas de la península, zona alta, seca y desértica, zona media menos rigurosa climáticamente, pero aún seca y zona baja, lluviosa influenciada por la Sierra Nevada de Santa Marta. Estas condiciones plantean sus respectivas adaptaciones económicas, zona alta sin agricultura la pesca principal actividad económica al igual que la artesanía y el pastoreo de ganado caprino, principalmente, con un turismo muy localizado.

La zona media con mayores posibilidades a nivel comercial que se intercala con la pesca, la artesanía y actividades incipientes como el mototaxismo y la actividad turística. Hacia el sur se mantiene la pesca, con mayor presencia de la agricultura y ganadería al igual que la actividad comercial y el turismo.

La actividad principal de la costa guajira es la pesca con márgenes decrecientes hacia la zona media y baja, por la presión sobre el recurso y los desarrollos empresariales, puertos, explotación de gas y energía; hacia la zona alta, la poca presencia institucional carencia de acompañamiento a las comunidades y la poca infraestructura para las actividades, mantiene alto potencial en un mar bravío.

La convivencia de los paradigmas orientalista, paternalista y comunalista de percepción y relación con el ambiente permiten mantener estrategias propias para la recuperación y conservación de los recursos marinos y costeros, es el caso de las tradiciones wayuu según las cuales, cuando un pescador tiene una pesca muy buena difícilmente regresa al sitio porque considera que *Pulowi* lo está enamorando, esto permite que los sitios de abundante pesca gocen de protección sobrenatural mediatizada culturalmente.

En los grupos mestizos bajo los paradigmas orientalista y paternalista del modelo institucional, se hace evidente que cada día la pesca requiere más cantidad de esfuerzo con rendimientos decrecientes. Dentro de este esquema se ubica la situación de localidades como Manaure y Riohacha, con la competencia por la entrada de pescado venezolano, a menores precios, lo que dificulta la ya complicada vida de los pescadores.

Este paradigma también se evidencia hacia la zona media de la Guajira con el uso de redes con medidas prohibidas porque atrapan peces de mínima talla poniendo en riesgo la provisión futura del recurso pesquero.

En la zona media y baja se hace necesario promover actividades económicas complementarias a la pesca para permitir la recuperación del recurso pesquero.

Conclusiones

Diferentes sociedades han percibido un orden natural que se basa en las características de los espacios y sus contenidos, algunas ven dicho orden como expresión de lo sobrenatural, como una emanación de lo divino o como su reflejo. Este orden natural constituye la base del reconocimiento de los espacios y su territorialización o apropiación humana en términos físicos y simbólicos. Para muchas sociedades el espacio sigue siendo sagrado y presenta unos protectores o dueños con los que se negocia la intervención humana en una relación de iguales.

En el caso de la costa guajira cohabitan los tres paradigmas de Palsson, orientalista de explotación expresa en las empresas explotadoras de recursos naturales; paternalista de protección manifiesta en las instituciones ambientales mediadoras con la naturaleza, empresas y comunidades; y comunalista que reconoce una relación especial no dicotómica entre humanos y no humanos con sus formas de naturaleza sacralizada entre los grupos de la Sierra Nevada de Santa Marta y los wayuu.

El ordenamiento territorial del litoral guajiro plantea el reto de articular los tres paradigmas en un esfuerzo por mantener las identidades culturales, la dinámica económica y la normatividad institucional en un territorio o suma de territorios con particularidades evidentes.

Bibliografía

- Dirección de poblaciones. (13 de Agosto de 2010). *Ministerio de Cultura*. Recuperado el 29 de Enero de 2018, de <http://www.mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/Poblaciones/PUEBLO%20KÁGGABA%20%28KOGUI%29.pdf>
- Bolom, P. M. (2015). *Unam articulos revistas*. Recuperado el 25 de Febrero de 2018, de <http://enp3.unam.mx/revista/articulos/5/tsotsil.pdf>
- Carabali, A. (2014). *Por una Antropología del territorio, dinámicas territoriales, morfologías sociales y configuraciones culturales entre los wayuu de la Guajira colombiana*. Mérida, Venezuela: Tesis doctoral.

- Corpoguajira-Invemar. (2012). *Atlas marino Costero de La Guajira* (1° ed.). Santa Marta: Invemar.
- Correa, F. (1990). *La Selva Humanizada ecología alternativa en el trópico húmedo colombiano* (1° ed.). Bogotá: Instituto Colombiano de antropología_ Fondo FEN.
- De la Vega Clara, V. E. (2007). *Study Lib*. Recuperado el 18 de Marzo de 2017, de <https://studylib.es/doc/3425083/de-la-vega--c.%3Bvargas--e.-y-otros>
- Descola, P. (2011). Más allá de la naturaleza y la cultura. En L. M. Martínez (Ed.), *Cultura y Naturaleza* (págs. 75-98). Bogotá: Jardín Botánico José Celestino Mutis.
- Enciclopedia de Características*. (2017). Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de <https://www.caracteristicas.co/cultura-occidental/>
- Formen, E. (2011). *Valle de los caidos.es*. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de <http://www.valledeloscidos.es/files/Forment%20-%20FSB%209%20de%20julio%20de%202011.pdf>
- Fundación de sabiduría ancestral. (2017). *Naturagente*. Recuperado el 22 de Marzo de 2017, de <https://sabiduriaancestral.org/naturagente/la-ley-de-origen/>
- Goulet, J. G. (1981). *El universo social y religioso guajiro* (1° ed.). Caracas, Venezuela : Biblioteca Corpozulia y Universidad Católica Andrés Bello.
- Lao Tsé. (2008). *Tao Te Ching*. Bancroft, Ontario: New Atlanteans.
- Marcano "et al". (2017). *Filosofía del derecho*. Recuperado el 25 de febrero de 2018, de <http://filosofiaderechosaia.blogspot.com.co/p/iusnaturalismo.html>
- Massiris, C. A. (1998). Determinantes de los Planes de ordenamiento territorial. *Perspectiva Geográfica*(2), 7-70.
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de Abril de 2017). *Guía zona costera-res*. Recuperado el 28 de Mayo de 2017, de <http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20zona%20costera-res%20768%20de%202017.pdf>
- Ortiz y Massiris, A. P. (1993). *Bases para el ordenamiento territorial*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Palsson, G. (2001). Relaciones humano-ambientales: orientalismo, paternalismo y comunalismo. En P. D. Palsson (Ed.), *Naturaleza y sociedad: Perspectivas antropológicas* (págs. 80-100). México: Siglo veintiuno.
- Perrin, M. (1976). *El camino de los indios muertos* (1° ed.). Caracas: Monte Ávila.
- Real Academia de la Lengua Española. (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. (R. A. Española, Ed.) Recuperado el 26 de Febrero de 2018, de <http://dle.rae.es/?id=QHIB7B3>

Sacheri, C. A. (2008). *El orden natural* (1° ed.). Buenos Aires: Vórtice. Recuperado el 2 de junio de 2017.

Ulloa, A. (2011). Concepciones de la naturaleza en la antropología actual. En L. M. Martínez (Ed.), *Cultura y Naturaleza* (1° ed., págs. 25-48). Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

El significado del agua y su gobernanza en territorio Wayuu, La Guajira, Colombia

**The meaning of water and it's governance
in Wayuu territory, La Guajira, Colombia**

David Robles Chávez¹

¹ Grupo de investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Universidad de La Guajira, Km 5 Vía Maicao, Riohacha, Colombia, drobleschavez@gmail.com

Resumen

En la actual era de calentamiento global, el reto de la gobernanza mundial, nacional y local del agua es manejar de manera sostenible una creciente demanda de un suministro cada vez menor de agua dulce. Ante este panorama, las diferentes escalas y formas de gobernanza del agua se han encontrado en la Península de La Guajira, en el norte de Colombia, territorio ancestral del pueblo Wayuu. Una multitud de organizaciones locales, nacionales e internacionales han convergido en esta región semi-desértica para proporcionar ayuda a la inseguridad hídrica y alimentaria, hasta ahora superado durante siglos por este pueblo indígena. Siendo una sociedad pastoril y de pesca artesanal, los Wayuu han mantenido un medio de subsistencia distinto al de la sociedad dominante que los abarca, aunque su manejo del agua se ha visto debilitado por su marginalización. Este análisis de la gobernanza del agua desde la ecología política subraya cómo las diferencias culturales y las relaciones desiguales de poder pueden perjudicar la gobernanza local del agua pero también conducir a nuevas estrategias de adaptación para garantizar el futuro acceso a fuentes de agua limitadas.

Palabras claves: gobernanza del agua, seguridad hídrica, wayuu, pueblos indígenas, ecología política

Abstract

In the current era of global warming, the challenge of global, national and local water governance is to sustainably manage a growing demand for a diminishing supply of fresh water. With this panorama, different scales and ways of water governance intersect on the Guajira Peninsula in northern Colombia, the ancestral territory of the Wayuu people. A multitude of local, national and international organizations have converged on this semi-desert region to provide help and solutions for the water and food insecurity that this indigenous people have so far been able to overcome for centuries. Being a pastoralist and artisanal fishing society, the Wayuu have maintained an indigenous livelihood different from that of the dominant society that encompasses them, although their water management has been weakened by their overall marginalization. This analysis of water governance uses a political ecology approach to contribute to the guidelines of the coastal and marine territorial ordering in the Department of La Guajira by highlighting how cultural differences and unequal power relations can undermine local water governance but can also lead to new adaptation strategies to ensure future access to limited water sources.

Key words: water governance, water security, wayuu, indigenous peoples, political ecology

Introducción

Para ser claros, nuestra identificación de la escasez como un concepto hegemónico no niega que la escasez de agua sea persistente y consecuente para muchas personas y lugares del planeta; más bien, nuestro objetivo es destacar cómo tales carencias se construyen conjuntamente tanto por las condiciones materiales como por las relaciones de poder que definen los límites del control y el acceso al agua (Goldin et al., 2013).

Este capítulo propone una revisión de la literatura sobre la gobernanza del agua en territorio Wayuu, utilizando un enfoque ecológico político para subrayar cómo las diferencias culturales y las relaciones desiguales de poder pueden perjudicar la gobernanza local del agua o conducir a nuevas estrategias de adaptación para garantizar el futuro acceso a fuentes de agua limitadas. Los Wayuu, con más de 700.000 miembros¹, son la única sociedad de pastoreo extensivo en Colombia y la primera de las sociedades indígenas en asimilando el ganado del Viejo Mundo en las Américas, proceso iniciado en el siglo XVI (Polo Acuña, 2005; Wilbert, 1976;

1 Si bien la mayoría del territorio de los Wayuu se encuentra en Colombia, aproximadamente el 40% de la población vive en Colombia y el 60% en Venezuela según el censo de Colombia de 2005 y el censo de Venezuela de 2011. El territorio Wayuu abarca varios municipios del departamento de La Guajira en Colombia, principalmente Uribia, Manaure, Maicao y Riohacha y el distrito de Páez en la región noroeste del estado de Zulia en Venezuela. En Colombia, los Wayuu representan el 20.5% de la población indígena nacional y menos del 1% de la población del país. En el departamento de La Guajira, Colombia, representan el 48% de la población total.

Castellanos, 1955). En medio siglo esta actividad económica se hizo tan ubicuo entre los Wayuu que se convirtió en la mayor expresión de su identidad cultural y desde ese entonces está estrechamente ligada a su organización social, sistema normativo, cosmología y modo de vivir (Cruz, 1960; Guhl, 1963; Watson, 1968; Goulet, 1978). Debido al alto consumo de agua de los animales, el medio ambiente semi-árido, la baja precipitación y las altas temperaturas, la gobernanza local del agua en el territorio Wayuu se fundamenta en las prácticas, saberes y relaciones sociales, ambientales y sobrenaturales establecidos por el pueblo Wayuu. Sin embargo, desde el siglo pasado y con mayor intensidad actualmente, esta relación con el agua está siendo alterada por intervenciones nacionales e internacionales en la península destinadas a mitigar las crisis hídricas y alimentarias relacionadas con la sequía, la escasez y la calidad del agua.

Este capítulo explora cómo la gobernanza formalizada mundial y nacional del agua ha impactado al pueblo Wayuu de la Península de La Guajira desde el pasado hasta el presente utilizando la ecología política como enfoque. El capítulo está organizado en tres secciones, comenzando con una discusión de los múltiples significados del agua –resaltando como los Wayuu representan y se relacionan con el agua– que contrastan con la hegemonía actual de lo que Linton llama el "agua moderna" (2010). La segunda sección describe la gobernanza del agua de lo global a lo local, centrándose en la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y la seguridad hídrica como los paradigmas generales que dominan todos los demás paradigmas hídricos locales. La tercera sección describe la relación compleja entre los Wayuu y el estado colombiano y como sus intervenciones ha impactado la gobernanza y el manejo del agua en el territorio indígena. La conclusión retoma la perspectiva de la ecología política, resaltando las desigualdades de poder y las divisiones culturales profundas que existen en los grupos marginados como las sociedades indígenas y pastoriles.

La multiplicidad del agua

La vitalidad, materialidad, conectividad y necesidad para la vida, ha elevado al agua dentro de las ciencias sociales como una "máquina de la teoría" (Helmreich, 2011), entendido como una sustancia y como un símbolo, haciendo que la vida humana sea literal y metafóricamente impensable sin ella (Krause y Strang, 2013). La relación del agua y la sociedad es descrita por

Orlove y Caton como el "hecho social total" de Mauss, donde todos los dominios de la vida social están conectados con el agua y dependen de ella (2010, p. 402). El agua impregna todos los aspectos de la sociedad y el medioambiente, ya sea de forma discreta a través del agua virtual (la huella hídrica de un producto) o abiertamente como los cuerpos de agua a los que las sociedades confieren sentido y al mismo tiempo dan sentido a las relaciones sociales y a las relaciones con la naturaleza. Los pueblos que habitan bosques, montañas, humedales, sabanas, tundra, islas pequeñas, etc., han desarrollado relaciones con el agua únicas que cristalizan en múltiples ontologías de agua o mundos de agua (Hastrup, 2009; Barnes y Alatout, 2012). Académicos han expresado que el agua y las sociedades humanas forman un conjunto de realización mutuo, como se evidencia en los espacios acuáticos dentro de las comunidades negras en la costa del pacífico colombiano (Oslender, 2016), el manejo ceremonial del agua en los templos de Bali (Lansing, 1991) y las creencias y prácticas alrededor del agua incorporando seres no humanos en los Andes (Stensrud 2016), por nombrar solo algunos.

En cuanto a la sociedad Wayuu, la forma de interactuar con el agua es testimonio de una adaptación milenaria transmitida desde los primeros ancestros hasta los habitantes indígenas actuales de la Península de La Guajira. Una amplia gama de representaciones, conceptos, creencias y costumbres sobre el agua influyen en la atención que reciben las fuentes, la regulación de su acceso y definen los usos del agua.

Juyá, el señor de la lluvia, y *Pulowi*, la representación femenina de la tierra, son los dos seres míticos más importantes dentro de la cosmología Wayuu, cuyas acciones son factores determinantes en las vidas de los Wayuu de manera positiva y negativa. Ambos forman parte del mundo natural y sobrenatural, están íntimamente relacionados con el agua y reflejan los roles de género en la sociedad Wayuu. El antropólogo francés Michel Perrin, luego de recopilar los mitos que contaban los Wayuu sobre *Juyá* y *Pulowi*, describió a *Juyá* como "hipermasculino", móvil y único, insuperable en la seducción de mujeres y en la caza de presas. Vive en el cielo blandiendo truenos y relámpagos como su arco y flecha, viajando por el territorio Wayuu trayendo la lluvia cuando copula con *Pulowi* (1980). Como se puede apreciar en el epígrafe de esta sección, la relación entre *Juyá* y los Wayuu se rige por el sistema normativo Wayuu, aunque en una escala que trasciende lo normal al plano mitológico con implicaciones de vida o muerte para los miembros de

este grupo indígena. Paz Ipuana en *Ale'eya* Tomo II describe más de 20 tipos de Juyá, la lluvia, asociados a los cambios de tiempo según las condiciones meteorológicas o ecológicas (2016).

En contraste, Pulowi la describió como "hiperfemenino", fijo y múltiple con el poder de seducir a los hombres mortales con solo una mirada. Las Pulowi viven en espacios subterráneos o bajo el agua y representan fuerzas opuestas: sequía y muerte por un lado, fertilidad y procreación por otro (Perrin, 1980). Los Wayuu atribuyen la capacidad que tienen algunas fuentes de retener agua por períodos muy largos a la presencia de una Pulowi. También ha sido acusada como culpable de muertes y desapariciones de hombres Wayuu que visitan estas fuentes inagotables durante la noche. Con sus poderes, las Pulowi protegen la tierra y los ecosistemas acuáticos de los cazadores, los pescadores y aquellos que abusan de sus capacidades para sobreexplotar los recursos naturales, incluidas las fuentes de agua.

Mientras se considera que las figuras míticas son capaces de intervenir en actividades humanas, los Wayuu también pueden penetrar en el mundo sobrenatural a través de sueños, rituales y trances. A través de los sueños, los Wayuu creen que los espíritus revelan la ubicación ideal para cavar en busca de agua subterránea. Las peticiones hechas por el espíritu una vez que se ha encontrado la fuente deben llevarse a cabo; una *yonna* (baile ritual), carne cocinada y licor son algunas de las ofrendas que da la gente en agradecimiento por una donación tan prodigiosa.

Las *ouutsü* son chamanes Wayuu, la mayoría mujeres, especializadas en mediar entre el mundo espiritual y el natural por su capacidad para comunicarse con los *aseyuu* (espíritus) que les proporcionan los medios para encontrar y curar las enfermedades que aquejan a los miembros de la comunidad. El agua juega un papel preponderante en el tratamiento de pacientes afectados, purificando y protegiendo su cuerpo y alma. Una anciana de la zona de Cardón explicó, "cada vez que tenemos sueños perturbadores, usualmente tomamos un baño con abundante agua para que no ocurra nada, dado que el agua expulsa la pesadilla y aleja lo malo que podría ocurrir. Al no hacerlo, podría haber muerte o consecuencias graves" (Comunicación Personal, 8 de marzo de 2012).

En otros ámbitos de la vida, el agua también se usa como agente purificador y protector. Guerra (2002, p. 118) afirma que las *ouutsü* bañan a los hom-

bres que salen a la batalla con totumos de agua fría y tragos de licor para hacerlos más fuertes y más resistentes a los ataques del enemigo. Cuando se encierra a una *majayut* (doncella Wayuu) durante su rito de transición, se la baña y se le da agua mezclada con *kasuushi* (tierra blanca) para beber a diario. Este brebaje se considera purificadora; al bañarse con él y beberlo, su salud se fortalecerá y su piel se mantendrá firme. Aquellas mujeres que exhuman los restos de los difuntos durante los entierros secundarios también deben someterse a baños rituales con abundante agua durante tres días para descontaminar su cuerpo del contacto con los muertos. La escritora Wayuu Vicenta Siosi explica que en las comunidades Wayuu las mujeres tienden a arrojar agua sobre las huellas del *putchipü'ü* (palabrero, mediador) que se va caminando para que los problemas no vuelvan. En el caso de un pretendiente no deseado, la joven Wayuu arrojará agua sobre la silla donde se sentó y a lo largo del camino por donde caminó, impidiendo su regreso (2010, p. 54). Como se puede evidenciar, el agua para los Wayuu tiene propiedades que van más allá de las consideradas naturales según los estándares occidentales. Estas representaciones del agua demuestran el conocimiento, la valoración, el respeto y la reciprocidad que existe entre los humanos, la naturaleza y lo sobrenatural.

Sin embargo, esta pluralidad de significados y relaciones hidro-sociales entre los Wayuu e innumerables sociedades indígenas y rurales alrededor del mundo ahora se vuelven invisibles por lo que Linton (2010, pp. 14, 19) ha descrito como la hegemonía del agua moderna. Él define el agua moderna como,

(...) la forma dominante, o natural, de conocer y relacionarse con el agua, originaria de Europa occidental y América del Norte, y que opera a escala mundial en la última parte del siglo XX... [Caracterizado por] su abstracción intelectual, especificación científica, contención material y la alienación de la sociedad y del resto de la naturaleza no humana... una entidad objetiva, homogénea y ahistórica desprovista de contenido cultural (...)

La ciencia occidental ha defendido la idea del agua como unidad mensurable (una molécula de H₂O) y un elemento que viaja a través de, y se mantiene temporalmente en varias formas dentro de, el ciclo hidrológico (Linton, 2010). Con el agua moderna consolidada como un recurso, los estados emplean la ingeniería como el aparato para apropiarse del agua de la naturaleza y de las sociedades más débiles cuyas demandas se convierten en objeciones mudas reprimidas por la tecnopolítica y la hegemonía (Bakker,

2012b). El agua moderna se convierte en un objeto de contestación, produciendo paisajes de agua desiguales en todo el mundo (Chen *et al.*, 2013; Budds y Sultana, 2013). La gobernanza del agua y la creciente literatura dedicada a documentar su complejidad están caracterizadas por los conflictos de intereses, las poblaciones en crecimiento, una mayor demanda de agua y un recurso cada vez menor -temas desarrolladas más a fondo en la próxima sección (Swyngedouw, 2004; Bakker, 2007; Goldin *et al.*, 2013; Sneddon, 2013; Goldman, 2007).

Gobernanza mundial y nacional del agua

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) caracteriza la gobernanza del agua como "los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos vigentes que influyen en el uso y la gestión del agua -esencialmente, quién recibe qué agua, cuándo y cómo, y quién tiene derecho al agua, sus servicios relacionados, y sus beneficios" (Water Governance Facility). Considerando la visión de Mollinga sobre la gestión del agua como "un proceso de uso de recursos políticamente cuestionado" (2008), y adaptando el marco analítico de gestión de recursos de Karen Bakker (2007), entiendo la gobernanza del agua como las prácticas, procesos e instituciones entre organizaciones formales e informales que rigen el uso del agua. La gobernanza del agua es puesta en práctica en diferentes escalas que son anidadas, jerárquicas, complementarias y en competencia (Figura 1).

A nivel mundial, la gobernanza del agua está liderada por poderosas organizaciones internacionales como las Naciones Unidas (ONU), la Asociación Mundial del Agua (GWP), el Consejo Mundial del Agua (WWC) y el Banco Mundial que diseñan e implementan marcos tales como la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) y la seguridad hídrica (WWC, 2015; GWP, 2016). A nivel nacional, la legislación y la reforma agraria informadas por estos puntos de vista y otros sobre la propiedad privada y el progreso alteran las relaciones entre los pueblos y las tierras de las comunidades locales. Esta visión del progreso desde el colonialismo, la formación del estado-nación y la era neoliberal actual ha marginado a grupos como los pueblos indígenas y pastoriles (Fratkin, 1997). Los Wayuu, como otras sociedades pastoriles, son una minoría dentro de las naciones que habitan y, como ocurre con la mayoría de los pueblos indígenas, ocupan los escalones más bajos de la estratificación social de las sociedades nacionales.

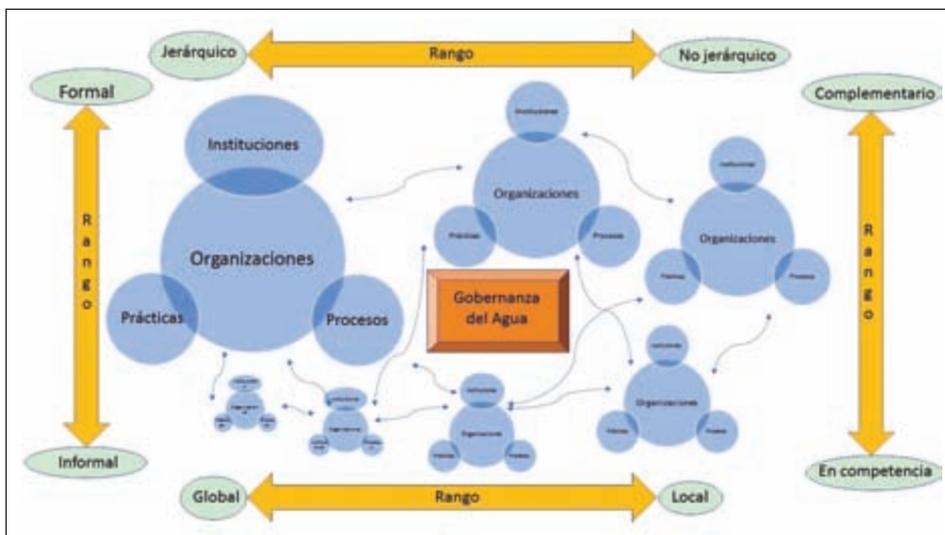


Figura 1. La gobernanza del agua en un lugar dado es el resultado del conjunto de instituciones, prácticas y procesos de organizaciones humanas, considerando cuatro rangos: Formal/Informal, Global/Local, Complementario/En competencia, y Jerárquico/No jerárquico.

Históricamente, el nacionalismo y la búsqueda de la modernización entre muchas naciones en desarrollo impulsaron intentos de asimilación centrados en la incorporación de grupos nativos dentro de América Latina (Assies *et al.*, 2000; Clifford, 2013; Sherzer y Urban, 1991). Por ejemplo, en Colombia, que declaró la independencia en 1810, proclamó el mantra dominante hasta la constitución de 1991: Colombia es una nación de un solo idioma, el castellano, una sola religión, el catolicismo y una sola cultura, la colombiana (Padilla, 1996, pp. 80-81). Sin embargo, a nivel local, los líderes comunitarios, los ancianos, las mujeres y los líderes espirituales no han dejado de influencia y dirigir la gobernanza del agua a través del conocimiento ecológico tradicional (TEK), las creencias locales y las relaciones sociales humanas y no humanas de larga data. En todo el mundo, estas prácticas y normas informales del agua y los significados múltiples del agua otorgados por cada sociedad coexisten con la administración formalizada y la comprensión científica dominante del agua, con diversos grados de resistencia y aceptación.

El manejo convencional del agua ha sido criticado debido a su distribución no equitativa que favorece la agricultura a gran escala, la industria y la energía hidroeléctrica (Goldin *et al.*, 2013; van Koppen *et al.*, 2016; Linton, 2010). La

gestión del agua en todo el mundo ha favorecido estos sectores, dominando la naturaleza a través de soluciones de ingeniería que han levantado más de 50,000 grandes represas y han producido 280 millones de hectáreas de regadío en el siglo XX (Molle 2008, p. 1). Esto ha llevado a situaciones trágicas en todo el mundo donde los pequeños agricultores, pescadores, pastores y forrajeadores se han visto privados de agua suficiente, continua y de calidad, y de los servicios ambientales que brinda para mantener sus actividades de subsistencia y modo de vivir. En respuesta a esta creciente desigualdad de agua entre los grupos dominantes y de las minorías, el derecho al agua se ha abordado a nivel internacional en los Principios de Dublín (1992), los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU (2000), la Declaración de Cochabamba (2000), la Declaración de Brisbane (2007), la Declaración sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (2008) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (2015), entre otros, que han promovido la protección del acceso equitativo al agua de calidad para el bienestar humano y de los ecosistemas. Las naciones han interpretado e incorporado estas proclamações a través de su legislación y política, principalmente a través del marco de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).

La GIRH fue propuesta por los planificadores globales de desarrollo de agua como la solución para el desarrollo sectorial desarticulado de los problemas ambientales interrelacionados. En 1987, la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo publicó *Nuestro futuro común*, un informe que reconocía las "dificultades" de los esfuerzos de desarrollo rural del pasado con un "historial de desempeño con fallas" en la gestión sostenible del medio ambiente (The World Bank 1992; Brundtland 1987). Este documento fue influyente para establecer el desarrollo sostenible como una de las principales prioridades y enfocarse en la pobreza como un gran obstáculo para la sostenibilidad ambiental. La GIRH también fue influenciada por los cuatro Principios de Dublín, el último de los cuales declaró que "el agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe reconocerse como un bien económico" (Linton, 2010, p. 218). Este principio fue interpretado por sus partidarios como la legitimación de la transferencia de control sustancial al sector privado para mejorar la gestión del agua (Bakker, 2007). El Consejo Mundial del Agua y la Alianza Mundial del Agua fueron creados por el PNUD, el Banco Mundial y otros expertos líderes en el sector del agua para promover e implementar el marco de la GIRH, centrándose en las asociaciones de multi-actores en todo el mundo, cuyos objetivos principales se conocen

como la equidad, la sostenibilidad ambiental y la eficiencia económica (van Koppen *et al.*, 2016; Linton, 2010). La GIRH también está diseñada para: 1) promover los valores culturales, ecológicos y económicos del agua, 2) utilizar un enfoque multisectorial, 3) integrar la gestión del agua local, nacional y transnacional y 4) enfatizar la participación de todos los actores relevantes en la gestión del agua (Linton 2010, pp. 216-217).



Figura 2. La gobernanza del agua en territorio Wayuu abarca las acciones de los gobiernos y entidades internacionales, nacionales, departamentales y municipales en este caso, Corea del Sur, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, la Cruz Roja Seccional Guajira, la Gobernación de La Guajira y la Alcaldía de Manaure respectivamente, inaugurando una planta desalinizadora en la zona rural de Manaure (izquierda, fuente: Noticias Presidencia de la República, 5 de abril de 2016) hasta los usuarios locales del agua recolectando agua de un reservorio en la Alta Guajira (derecha, fuente: fotografía tomada por el autor, julio 2015).

Los académicos críticos de este marco argumentan que estos intentos de controlar relaciones ecológicas complejas mantienen un enfoque de gestión convencional (de comando y control) y son consistentes con una agenda neoliberal capitalista (Lankford 2013; Goldin *et al.*, 2013; Scott *et al.*, 2013; Waughray, 2011; Norman *et al.*, 2013). Otras críticas de la GIRH señalan cómo está dominada por los intereses del gobierno (Goldin *et al.*, 2013), ofrece poco espacio para la participación de la comunidad más allá de las reuniones y talleres estandarizados que se consideran poco propicio para la participación real (Maganga, 2004), sino que concentran el poder aún más entre las redes privilegiadas (Goldman, 2007; Faysse, 2006). Estas deficiencias de la GIRH han llevado a la conclusión de que, de sus objetivos declarados –equidad, sostenibilidad ambiental y eficiencia económica– la equidad ha recibido la menor atención y no se ha logrado (van Koppen *et al.*, 2016, p. 588).

La seguridad hídrica se ha convertido en otro término preponderante en el siglo XXI en el discurso global y nacional de la gestión del agua (Lankford, 2013; Bakker, 2012a). La Iniciativa del Agua, escrita en 2011 por el multi-empresarial Foro Económico Mundial, considera la seguridad hídrica "la telaraña que vincula la red de alimentos, energía, clima, crecimiento económico y desafíos de seguridad humana que la economía mundial enfrenta en las próximas dos décadas" (Waughray, 2011). Esta declaración resume cómo el Foro y sus poderosos constituyentes han interpretado, apropiado y difundido globalmente su definición de seguridad hídrica, a saber, como un medio para asegurar la economía mundial. Sin embargo, Lankford espera que el término seguridad hídrica proporcione más coherencia en la investigación del agua que la GIRH y la gobernanza del agua al centrarse en las preguntas, *la seguridad del agua ¿para quién?* y *la seguridad del agua, ¿cómo?* (2013, p. 9). Este término puede vincularse con el creciente reconocimiento en los años 80 y 90 dentro de los estudios de la seguridad humana y ambiental, los cuales están interrelacionados de maneras complejas que no han sido consideradas en las políticas y ciencias convencionales centradas en el estado (Huysmans 1998). La seguridad hídrica invoca una mayor conciencia de un mundo cada vez más inseguro respecto al agua y manifiesta la necesidad de una acción urgente. Sin embargo, Massumi subraya la complejidad de proporcionar seguridad al afirmar que "la amenaza es tan omnipresente como el viento y su origen es imperceptible. Simplemente aparece. Estalla. Irrupta sin previo aviso, viniendo de cualquier dirección siguiendo cualquier camino a través de un mundo cada vez más complejo e interconectado" (2009, p. 160). En estas circunstancias, la seguridad nacional ya no se puede mantener simplemente mediante la participación diplomática, militar o institucional con amenazas percibidas al orden dominante: externos o internos. Tampoco se puede considerar la seguridad ambiental como una respuesta a los desastres "naturales" eminentes u ocurridos, las crisis y las emergencias independientes de la intervención humana.

Algunos autores han adoptado el término *Antropoceno* para enfatizar la era actual del cambio ambiental inducido por el hombre con un mundo físico susceptible a la acción de la humanidad. La era del Antropoceno también presenta la prueba definitiva para la supervivencia de la raza humana, que se enfrenta al calentamiento global que amenaza nuestros suministros de alimentos y agua a través de varios eventos biosféricos agudos y crónicos (IPCC, 2014; Dalby, 2009; Clark, 2014; Mann, 2012). Simon Dalby señala la ironía

de nuestra situación actual, donde "los sistemas sociales y políticos que supuestamente han hecho seguros al menos a los habitantes urbanos relativamente prósperos de los estados del 'Norte' se han basado en el uso de combustibles fósiles, que ahora están trastornando el ambiente que dio lugar a la civilización urbana en primer lugar " (2009, p. 3). Mientras que el advenimiento de la era del Antropoceno presenta una amenaza autoimpuesta a nuestra existencia colectiva, se considera más aguda entre las poblaciones desfavorecidas de los países más pobres. Ya sea de manera implícita o explícita, la seguridad hídrica y la gestión integrada de recursos hídricos abordan este elevado estado de vulnerabilidad.

Lankford también advierte que "si la seguridad hídrica se considera estrictamente y principalmente en términos de riesgos y amenazas, el único espacio para la política en la formación de políticas es a través de la 'política del miedo', que llevaría al retiro al aseguramiento y protección de 'nuestra' agua" (2013, p. 8). Por lo tanto, la seguridad hídrica y la seguridad militar son incongruentes y, más bien, los enfoques orientados a la acción que se centran en la sostenibilidad ambiental y la colaboración deberían ser los principios fundamentales de la seguridad hídrica.

La constitución actual de Colombia, establecida en 1991, proporciona un marco legal que enfatiza los derechos individuales y colectivos de los pueblos indígenas y afrodescendientes (Roa-García *et al.*, 2015). Estos derechos sin precedentes comienzan con el reconocimiento y protección de la diversidad étnica y cultural de la nación (Art. 7) e incluye lo siguiente: las lenguas nativas se convirtieron en idiomas oficiales (junto con el español) en sus resguardos (Art. 10), la libertad de religión (Art. 19), la educación intercultural (Art. 68), la asignación de dos representantes indígenas permanentes en el Senado (Art. 171) y la autonomía de sus territorios (Art. 287, Art. 329) entre otros. El gobierno también reconoció y reglamentó la formación de asociaciones indígenas formales y autoridades tradicionales.

Con respecto a la gestión de los recursos naturales y el agua, la legislación colombiana es ambivalente, evidenciada en el trato mixto hacia el manejo del agua. Promueve la descentralización y el neoliberalismo en su liberalización y privatización de los servicios de agua, al tiempo que mantiene el control sobre la distribución del agua mediante la asignación de concesiones de agua y tarifas a los usuarios del agua (Roa-García *et al.*, 2015, p. 274). La descentralización y la regionalización han sido una tendencia cre-

ciente en Colombia. A modo de ejemplo, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) proporcionan un claro ejemplo de la relación de Colombia con los recursos hídricos y naturales en general. Siguiendo el modelo de la Tennessee Valley Authority, las 33 CAR existentes son autoridades ambientales de Colombia que comenzaron a operar en la década de 1950 (Roa-García *et al.*, 2015). Sirven una doble función de gestión de inversiones y cumplimiento de las reglamentaciones de los recursos naturales a nivel regional. Esta institución de gestión gubernamental adquiere importantes recursos financieros del sector de la energía y los distribuye hacia la gestión de los recursos naturales y los esfuerzos de conservación. En 2006, el gobierno nacional creó los Planes Departamentales de Agua (PDA) con el objetivo de descentralizar aún más la gestión del agua y fortalecer la gestión comercial de las obras públicas (Useche Melo, 2012). En 2010, el gobierno nacional adoptó el marco de la GIRH, formulando el POMCA (Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas) como una guía técnica para orientar las Corporaciones Autónomas Regionales en la implementación de la estrategia de GIRH.

Bajo este régimen de gobernanza del agua y el progreso en los derechos indígenas no obstante, los Wayuu permanecen entre los 663 millones de personas en el mundo que viven sin acceso adecuado a fuentes de agua mejoradas (WHO/UNICEF, 2015). Hay una probabilidad de que la situación puede empeorar debido al calentamiento global y el continuo crecimiento de las poblaciones humanas y animales domésticos. El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) indica que la mayoría de las zonas desérticas se volverán más áridas con el aumento de la evapotranspiración debido al calentamiento global, es más, el aumento del nivel del mar ya está impactando las zonas costeras (IPCC 2014). Además, según la evaluación del IPCC, "los riesgos se distribuyen de manera desigual y, en general, son mayores para las personas y las comunidades desfavorecidas en los países en todos los niveles de desarrollo" (Ibid, p. 13). Lo anterior da razón para creer que los Wayuu tienen un riesgo mayor que la mayoría, ya que su territorio peninsular incluye una extensa costa con condiciones ya desérticas. El aumento de los mares podría causar la intrusión de agua salada a las fuentes de agua dulce, obligar a las comunidades costeras a reubicarse y reducir el área total de la tierra dentro de su territorio. Además, el aumento de la temperatura y la disminución de las precipitaciones no solo afectarían negativamente a la agricultura estacional y los pastizales donde se alimenta el ganado, sino también sus

fuentes de agua, principalmente los jagüeyes donde se represa el agua lluvia y el agua subterránea obtenida por pozos artesanales o modernos.

La gobernanza del agua en territorio Wayuu

La Alta Guajira, corazón del territorio Wayuu, es la región más árida de Colombia, su paisaje desértico recibe la precipitación anual más baja del país (125 mm-500 mm) y la temperatura promedio anual más alta (28° C), alcanzando 45° C durante los meses más calurosos (Aschmann, 1960, pp. 409-410; Unión Temporal Atlas, 2011, p. 66). Contribuyendo a la aridez de la Alta Guajira son los constantes y poderosos vientos alisios que causan erosión e inhiben la acumulación de nubes y la precipitación subsiguiente que producen. A partir de diciembre, *Jemiai*, la estación fría, se caracteriza por estos fuertes y constantes vientos alisios del noreste que soplan en la península hasta abril o mayo, cuando pierden fuerza permitiendo una temporada corta de lluvias, conocida como *Iwa*. Desafortunadamente, las lluvias de *Iwa* no siempre caen y la gente de la península debe soportar una temporada seca prolongada de diciembre a septiembre conocida como *Joutaleulu*. La principal estación lluviosa, *Juyapu*, ocurre entre octubre y diciembre, proporcionando suficiente lluvia para revitalizar la vegetación silvestre, estimular el crecimiento del cultivo y formar potentes corrientes que fluyen a través del paisaje llenando jagüeyes y recargando los acuíferos (Vergara 1990, Perrin 1980).

Además de estos factores climáticos, la falta de ríos perenes en esta región limita el crecimiento de la vegetación a especies de cactus (*Lemaireocereus griseus*, *Opuntia wendlana*), árboles caducifolios como el trupillo (*Prosopis juliflora*) -y otras plantas xerófitas y espinosas. Además, la proximidad del mar aumenta los niveles de salinidad de las fuentes de agua subterránea y superficial de la península, lo que limita aún más el suministro de agua dulce. Estas condiciones han hecho que la Península de La Guajira sea un lugar difícil para vivir, sin embargo, los Wayuu han demostrado que no es inhóspito, forjando una forma de vida única a pesar de las limitaciones medioambientales.

El pueblo Wayuu contemporáneo es el resultado del poblamiento de la península y su adaptación a las condiciones del desierto. El legado de la incorporación del pastoreo de sus antepasados les permitió subsistir y proliferar

en la zona árida de la Península de la Guajira, mientras que las comunidades pesqueras ocuparon la extensa costa, creando formas socioeconómicas complementarias y convirtiéndose en lo que hoy caracteriza a los Wayuu. Los Wayuu ahora están social y geográficamente organizados en toda la península en *apūshii* (familias extendidas matrilineales) viviendo en asentamientos dispersos. Estas familias a su vez forman parte de 36 *e'irukuu* (clanes matrilineales) asociados con tierras ancestrales (Paz Ipuana, 2016). Si bien los Wayuu poseen muchas características tribales, como un sistema político acéfalo, descentralizado, afiliación de clanes, una economía tradicional y un alto nivel de autonomía, también tienen una jerarquía social reconocida por diversos grados de riqueza, que se adquiere por la tenencia del ganado y los vínculos socioeconómicos con la sociedad occidental.

La inseguridad crónica alimentaria e hídrica en la Península de La Guajira en el norte de Colombia, agravada por la sequía persistente y la inestabilidad política en la región, ha producido una crisis humanitaria que se materializa en una tasa de mortalidad infantil desproporcionadamente alta debido a la desnutrición entre los Wayuu. El aumento de la cobertura mediática de la situación en los últimos diez años ha provocado la convergencia de numerosas agencias humanitarias internacionales, ONG, agencias gubernamentales y empresas privadas en la península para proporcionar ayuda humanitaria y diseñar soluciones permanentes a las precarias condiciones de vida de los habitantes indígenas de este territorio. La Guajira se ha convertido en un sitio de intereses y perspectivas contrapuestas sobre cómo mejor proporcionar y gestionar el agua para esta sociedad pastoril. Cada comunidad Wayuu destinataria de la ayuda en forma de servicios de agua, infraestructura y experiencia entabla relaciones con estas poderosas entidades externas con ciertas reservas, dado la historia controvertida del desarrollo del agua y otros encuentros significativos entre los Wayuu y los *alijuna* (no Wayuu).

Antes de esta ola de intervenciones de las organizaciones y expertos no Wayuu en la península, ha habido una larga historia de interacción entre los Wayuu y los de afuera, cuyos objetivos incluían la conquista, la pacificación, la evangelización, el comercio y la asimilación. La resistencia al sometimiento a través de la cooperación con aliados, la confrontación en sus propios términos y la adopción de artefactos y prácticas occidentales seleccionados -incluyendo el pastoreo- eran estrategias de adaptación que aseguraron la continuidad de la sociedad Wayuu. Sin embargo, su desafío y

alteridad también los marginaron de los sistemas de gobierno regionales y nacionales, obligándolos a soportar un largo abandono por parte del Estado que ha dejado a los Wayuu entre las poblaciones más pobres y vulnerables de Colombia.

En 1499, los primeros europeos llegaron a las costas de la península, trayendo consigo animales del Viejo Mundo, tecnología y una economía de mercado que cambiaría profundamente las estrategias de subsistencia a lo largo de los Wayuu. (Polo Acuña 1999). Dentro de cincuenta años de la llegada de los europeos, los indígenas habían adquirido el ganado a través de su compra o robo. Ya para el siglo XVIII el pastoreo se había convertido en la actividad económica dominante, minimizando la necesidad de la caza y la recolección, mientras que la pesca costera y la horticultura de temporada se mantuvieron (Ibid). Los Wayuu se convirtieron en una sociedad pastoril, incorporando la cría de animales en su organización social, marco legal, ceremonias religiosas y economía tradicional. La acumulación de ganado -incluyendo vacas, cabras, ovejas, burros, mulas y caballos- se convirtió en un indicador de prestigio y fuente de riqueza, permitiendo la redistribución de bienes entre las familias matrilineales, el pago de ofensas, herencia, precio de la novia, funerales, rituales chamánicos, celebraciones, ofrendas, trueques e intercambios monetarios.

Con anterioridad a la iniciativa del gobierno nacional en la década de 1920 de construir o renovar jagüeyes en toda la península, los Wayuu practicaban *o'onowaa* (trashumancia) cuando se agotaban los pastos y los jagüeyes se secaban. Familias enteras emigraban a tierras más fértiles que ofrecían comida y agua, lo cual se lograba a través de los lazos de parentesco para poder acceder y hospedarse en tierras ajenas hasta la siguiente estación de lluvias, cuando regresaban a sus propios territorios. Durante las primeras décadas del siglo XX, sequías recurrentes y la escasez de agua obligó a una migración masiva de los Wayuu de la Península de La Guajira al país vecino de Venezuela, principalmente a la ciudad de Maracaibo, donde se estima que 20.000 nativos se establecieron y fueron empleados como trabajadores no calificados (Aschmann, 1960, p. 415). Los líderes militares, políticos y religiosos de La Guajira consideraron el gran éxodo de los Wayuu a Venezuela como un problema de soberanía nacional e insistieron en que el gobierno central resolviera el problema de escasez de agua en el territorio Wayuu, considerando que traería progreso y demostraría la presencia del Estado en

la región. Así, en 1926, la Comisión del Agua del gobierno colombiano comenzó sus operaciones en la península, construyendo 29 pozos con molino de viento y dos represas entre 1928 y 1946 (Ibid, p. 9; Pichón, 2015:125) y a mediados de la década de 1950 realizando una campaña de construcción de reservorios en la península.

Estos hitos hidrológicos fueron vistos favorablemente por los viejos Wayuu, sin embargo, éstos y posteriores esfuerzos para proporcionar agua para los Wayuu no lograron resolver el problema de desabastecimiento de agua. Saller señala que la construcción de soluciones hídricas por parte del gobierno ha sustraído de la iniciativa local en la construcción y mantenimiento de sus jagüeyes y pozos tradicionales, ya que cada vez más optan por utilizar las obras públicas (1986, pp. 41-42). Su argumento resalta una mayor dependencia Wayuu de los actores externos con tecnología compleja y costosa y la pérdida de la agencia y conocimiento necesario para la gobernanza local del agua.

Conclusión

Este documento ha tomado una perspectiva crítica hacia la gobernanza formal del agua, que está intrínsecamente cargada de poder y a menudo perjudicial para las sociedades indígenas y pastoriles, como el pueblo Wayuu. Estas sociedades minoritarias han estado en la mira de los gobiernos ya que no siguen las normas establecidas de la modernidad, como el sedentarismo, la privatización de la tierra y la participación plena en la economía de mercado. Las contradicciones en las teorías y políticas demuestran puntos de vista polarizados hacia el pastoreo, otras actividades indígenas de subsistencia y la manera como la gobernanza del agua es altamente disputado por parte de diversos actores a todos los niveles: local, regional, nacional e internacional.

La perspectiva de la ecología política critica las acusaciones infundadas hacia los pobres rurales como los culpables de la degradación ambiental. Según esta perspectiva, centrar las críticas en los marginados desplaza el enfoque de cómo las historias coloniales, las instituciones estatales y un paradigma capitalista dominante han producido su marginación y, en consecuencia, la degradación ambiental (Neumann 2005). En este sentido, Robbins dice "los sistemas de producción inocuos para el medio ambiente experimentan una transición a la sobreexplotación de los recursos naturales de

los que dependen como respuesta a la intervención estatal de desarrollo y/o al aumento de la integración en los mercados regionales y mundiales" (2012, p. 159). Aquí, el pastoreo practicado por los Wayuu y otras sociedades pastoriles alrededor del mundo pueden considerarse históricamente como una estrategia de subsistencia bien adaptada que se ha vuelto cada vez más dañina para el medio ambiente debido al despojo de tierras, reduciendo las extensas áreas de pastoreo a las que tienen acceso los pastores, pero necesarias para que esta actividad sea sostenible.

Las desigualdades de poder y divisiones culturales profundas entre expertos occidentales y las comunidades indígenas y pastoriles ha dado lugar a la falta de comunicación, la incompreensión y las agendas incompatibles, lo que resulta en una historia de intentos fallidos de desarrollo sostenible entre estos grupos (Escobar, 2012; Ferguson, 1990; Scott, 1998; Fratkin y Roth, 2005; Gonin, 2015). En *La máquina anti-política*, Ferguson analizó el desarrollo rural en Lesotho y cómo confrontaba las relaciones incomprensibles que el pueblo Sesotho tenía con el ganado. La plétora de instituciones involucradas y sus constantes fracasos llevaron a Ferguson a concluir que, "cualesquiera sean los intereses que estén trabajando, y lo que puedan pensar que están haciendo, solo pueden operar a través de un complejo conjunto de estructuras sociales y culturales tan profundamente integradas y tan mal percibido de que el resultado puede ser solo una transformación barroca e irreconocible de la intención original" (Ferguson, 1990, p. 17).

Para Ferguson, la complejidad e ilegibilidad del modo de vida pastoril rural impide la estandarización del desarrollo y la homogeneización de las sociedades. Siglos han pasado desde que el colonialismo global se puso en marcha, produciendo la mayor amenaza para la diversidad cultural y lingüística, y devastando sociedades nativas en todo el mundo. La modernidad, en forma de capitalismo neoliberal y desarrollo, continúa desarraigando y extinguiendo las tradiciones nativas. Sin embargo, a medida que más personas se incorporan a la agenda modernizadora, muchos pueblos indígenas y pastoriles conservan y adaptan sus creencias, tradiciones, prácticas, relaciones y medios de vida para resistir la incorporación a la sociedad dominante y sirven como una crítica de sus prácticas insostenibles.

Movimientos sociales por el derecho al agua en Bolivia, Uruguay y Argentina en la década del 2000 han dado lugar a reformas constitucionales que proclaman el agua un derecho humano (Motta Vargas, 2010). Las protestas

en el siglo XXI dirigidos por los agricultores andinos en Bolivia, los pueblos amazónicos en Brasil y más recientemente los nativos americanos en Dakota del Norte en Estado Unidos, son ejemplos de la persistencia de las marcadas diferencias en la comprensión y la gobernanza del agua entre las comunidades indígenas y las naciones-estados que los abarca. Actualmente, la Península de La Guajira, como otros lugares del mundo, se ha convertido en un punto focal para una amplia gama de esfuerzos locales, nacionales e internacionales para promover (o socavar) la seguridad hídrica. Hasta el momento, este siglo ha sido un tiempo de intervenciones intensificados en su territorio y un aumento en la demanda de un recurso que se agota. Al mismo tiempo, existe una mayor apreciación de los sistemas de conocimiento indígena y una mayor apropiación de los derechos constitucionales y consuetudinarios de los pueblos indígenas.

Bibliografía

- Aschmann, H. 1960, "Indian Pastoralists of the Guajira Peninsula", *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 50, no. 4, pp. 408-418.
- Assies, W., Haar, G.v.d. y Hoekema, A.J. 2000, *The challenge of diversity: indigenous peoples and reform of the State in Latin America*, Thela Thesis, Amsterdam.
- Bakker, K. 2012a, "Water Security: Research Challenges and Opportunities", *Science*, vol. 337, no. 6097, pp. 914-915.
- Bakker, K. 2012b, "Water: Political, biopolitical, material", *Social Studies of Science*, vol. 42, no. 4, pp. 616-623.
- Bakker, K. 2007, "The "Commons" Versus the "Commodity": Alter-globalization, Anti-privatization and the Human Right to Water in the Global South", *Antipode*, vol. 39, no. 3, pp. 430-455.
- Barnes, J. y Alatout, S. 2012, "Water worlds: Introduction to the special issue of", *Social Studies of Science*, vol. 42, no. 4, pp. 483-488.
- Brundtland, G., Harlem 1987, *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, Oxford University Press.
- Budds, J. y Sultana, F. 2013, " Exploring political ecologies of water and development", *Environment and Planning D: Society y Space*, vol. 31, pp. 275-279.
- Castellanos, J.D. 1955, *Elegías de varones ilustres de Indias*, Editorial ABC, Bogotá.
- Chandler, D.A. 2014, *Resilience: the governance of complexity*, Routledge, Abingdon, Oxon; New York, NY.

- Chen, C., MacLeod, J., Neimanis, A., Trudel, E.G. y ebrary. 2013, *Thinking with water*, McGill-Queen's University Press, Montreal, Quebec.
- Clark, N. 2014, "Geo-Politics and the Disaster of the Anthropocene", *The Sociological review (Keele)*, vol. 62, no. 1_suppl, pp. 19-37.
- Clifford, J.A. 2013, *Returns: becoming indigenous in the twenty-first century*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Cruz, A.S. 1960, "Acquiring Status in Guajiro Society", *Anthropological Quarterly*, vol. 33, no. 2, pp. 115-127.
- Dalby, S. 2009, *Security and environmental change*, Polity, Cambridge.
- Escobar, A. 2012 [1995], *Encountering development: the making and unmaking of the Third World*, Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Faysse, N. 2006, "Troubles on the way: An analysis of the challenges faced by multi-stakeholder platforms", *Natural resources forum*, vol. 30, no. 3, pp. 219; 219-229; 229.
- Ferguson, J. 1990, *The anti-politics machine: "development," depoliticization, and bureaucratic power in Lesotho*, Cambridge University Press, Cambridge England; New York.
- Fratkin, E. 1997, "Pastoralism: Governance and development issues", *Annual Review of Anthropology*, vol. 26, pp. 235-261.
- Fratkin, E.M. y Roth, E.A. 2005, *As pastoralists settle: social, health, and economic consequences of the pastoral sedentarization in Marsabit District, Kenya*, Kluwer Academic Publishers, New York.
- Goldin, J., Harris, L. y Sneddon, C. 2013, *Contemporary water governance in the global south scarcity, marketization and participation*, Routledge, Abingdon, Oxon.
- Goldman, M. 2007, "How "Water for All!" policy became hegemonic: The power of the World Bank and its transnational policy networks", *Geoforum*, vol. 38, no. 5, pp. 786-800.
- Gonin, A. 2015, "Shift in herders' territorialities from regional to local scale: the political ecology of pastoral herding in western Burkina Faso", *Pastoralism: research, policy and practice*, vol. 5, no. 1, pp. 1-12.
- Goulet, J. 1978, *Guajiro Social Organization and Religion (Volumes I and II)* Tesis de Doctorado. Yale University.
- Guerra Curvelo, W. 2002, *La disputa y la palabra: la ley en la sociedad wayuu*, Ministerio de Cultura, Bogotá.
- Guhl, E. 1963, *Indios y blancos en la Guajira: estudio socio-económico*, Ediciones Tercer Mundo, Bogotá.

- GWP 2016, *Agenda 2030, GWP in Action: 2015 Annual Report*, Global Water Partnership.
- Hastrup, K. 2009, "Waterworlds: Framing the question of social resilience" in *The question of resilience: Social responses to climate change*, ed. K. Hastrup, Royal Danish Academy of Science and Letters, Copenhagen, Denmark, pp. 11-30.
- Helmreich, S. 2011, "Nature/Culture/Seawater", *American anthropologist*, vol. 113, no. 1, pp. 132.
- Huysmans, J. 1998, "Security! What do you mean? From Concept to Thick Signifier", *European Journal of International Relations*, vol. 4, no. 2, pp. 226-255.
- IPCC 2014, *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Krause, F. y Strang, V. 2013, "Introduction to Special Issue "Living Water".", *World-views: environment, culture, religion*, vol. 17, no. 2, pp. 95-102.
- Lankford, B.A. 2013, *Water security: principles, perspectives, and practices*, Routledge, Abingdon, Oxon.
- Lansing, J.S. 1991, *Priests and programmers: technologies of power in the engineered landscape of Bali*, Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Linton, J. 2010, *What is water? The history of a modern abstraction*, UBC Press, Vancouver.
- Maganga, F.P. 2004, "Implications of customary norms and laws for implementing IWRM: findings from Pangani and Rufiji basins, Tanzania", *Physics and chemistry of the earth. Parts A/B/C*, vol. 29, no. 15-18, pp. 1335-1342.
- Mann, M.E. 2012, *The hockey stick and the climate wars: dispatches from the front lines*, Columbia University Press, New York.
- Massumi, B. 2009, "National Enterprise Emergency Steps Toward an Ecology of Powers", *Theory, culture y society*, vol. 26, no. 6, pp. 153-185.
- Molle, F. 2008, "Water, Politics and Development: Introducing Water Alternatives", *Water alternatives*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6.
- Mollinga P.P. 2008, "Water, politics and development: Framing a political sociology of water resources management", *Water alternatives*, vol. 1, no. 1, pp. 7-23.
- Motta Vargas, R. 2010, "El derecho humano al agua en Colombia: Planes Departamentales y proceso de privatización", *Revista Republicana*, vol. 8, pp. 109-125.
- Neumann, R.P. 2005, *Making political ecology*, Hodder Arnold; Distributed in the United States of America by Oxford University Press Inc, London: New York.

- Norman, E., Dunn, G., Bakker, K., Allen, D. y Cavalcanti de Albuquerque, R. 2013, "Water security assessment: Integrating governance and freshwater indicators", *Water Resources Management*, vol. 27, no. 2, pp. 535-551.
- Orlove, B. y Caton, S.C. 2010, "Water Sustainability: Anthropological Approaches and Prospects", *Annual Review of Anthropology*, vol. 39, pp. 401-415.
- Oslender, U.A. 2016, *The geographies of social movements: Afro-Colombian mobilization and the aquatic space*, Duke University Press, Durham.
- Padilla, G. 1996, "La Ley y los Pueblos Indígenas en Colombia", *Journal of Latin American Anthropology*, vol. 1, no. 2, pp. 78-97.
- Perrin, M. 1980. *El camino de los indios muertos*. Caracas: Monte Ávila Editores.
- Pichón, F.D. 2015 [1947], *Geografía de la Península Guajira*, Editorial Orígenes, Riohacha.
- Polo Acuña, J. 2005, *Etnicidad, conflicto social y cultura fronteriza en la Guajira (1700-1850)*, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales-Ceso; Observatorio del Caribe Colombiano; Ministerio de Cultura.
- Polo Acuña, J. 1999, "Los Wayuu y Los Cosina: Dos caras diferentes a una misma moneda en la resistencia indígena en La Guajira, Siglo XVIII", *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, vol. 26, pp. 7-29.
- Paz Ipuana, R. 2016, *Ale'eya*, Fondo Editorial Wayuu Araurayu, Riohacha.
- Roa-García, M.C., Urteaga-Crovetto, P. y Bustamante-Zenteno, R. 2015, "Water laws in the Andes: A promising precedent for challenging neoliberalism", *Geoforum*, vol. 64, pp. 270.
- Robbins, P. 2012, *Political ecology a critical introduction*, 2nd ed. edn, J. Wiley y Sons, Chichester, U.K.; Malden, Mass.
- Saler, B. 1986, "Los Wayu (Guajiro) " in *Aborígenes de Venezuela*, ed. W. Coopens, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Instituto Caribe de Antropología y Sociología, Caracas.
- Scott, C.A., Meza, F.J., Varady, R.G., Tiessen, H., McEvoy, J., Garfin, G.M., Wilder, M., Farfan, L.M., Pineda Pablos, N. y Montaña E. 2013, "Water security and adaptive management in the Arid Americas", *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 103, no. 2, pp. 280-289.
- Scott, J.C. 1998, *Seeing like a state: how certain schemes to improve the human condition have failed*, Yale University Press, New Haven.
- Sherzer, J. y Urban, G. 1991, *Nation-states and Indians in Latin America*, 1st ed., University of Texas Press, Austin.

- Siosi Pino, V. M. 2010. "Agüeros milenarios se niegan a morir", *Revista Ranchería No. 12* [ebook]. Riohacha: El Libro Total, 50-59. Disponible en: http://www.llibro-total.com/ltotal/?t=1yd=5830_5712_1_1_5830 [Consultado 02-06-2018].
- Sneddon, C. 2013, "Water, Governance and Hegemony" in *Contemporary Water Governance in the Global South: Scarcity, marketization and participation*, eds. L.M. Harris, J.A. Goldin y C. Sneddon, Routledge, New York, pp. 13-24.
- Stensrud, A.B. 2016, "Climate Change, Water Practices and Relational Worlds in the Andes", *Ethnos*, vol. 81, no. 1, pp. 75-98.
- Swyngedouw, E. 2004, *Social power and the urbanization of water: Flows of power*, Oxford University Press, Oxford; New York.
- The World Bank 1992, *AFTEN Working Paper No. 4 Integrated Natural Resource Management*, Environmental Division, Africa Technical Department, The World Bank.
- Unión Temporal Atlas 2011, *Atlas Ambiental del Departamento de La Guajira*, MPX y Corpoguajira, Riohacha.
- Useche Melo, C. 2012, *Agua y saneamiento rural Oportunidades para la participación comunitaria en Colombia*, Banco Interamericano de Desarrollo.
- van Koppen, B., Tarimo, A.K.P.R., van Eeden, A., Manzungu, E. y Sumuni, P.M. 2016, "Winners and losers of IWRM in Tanzania", *Water alternatives*, vol. 9, no. 3, pp. 588-607; 607.
- Vergara González, O. 1990, "Los Wayu: Hombres del Desierto". En: Ardila, G. Ed, *La Guajira: De la memoria al porvenir, una visión antropológica.*, Bogotá: Centro Editorial Fondo FEN.
- Water Governance Facility. Water Governance. [online] Disponible en: <http://water-governance.org/water-governance/> [Consultado 02-06-2018].
- Watson, L.C. 1968, "The inheritance of livestock in Guajiro Society", *Revista Antropológica*, vol. 23, pp. 3-17.
- Waughray, D. 2011, *Water security: the water-food-energy-climate nexus: The World Economic Forum water initiative*, Island Press, Washington, D.C.
- WHO/UNICEF 2015, *Progress on Sanitation and Drinking Water – 2015 update and MDG assessment*, UNICEF and World Health Organization Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.
- Wilbert, J. 1976, "Kinsmen of Flesh and of Blood: A Comment on Possible Socio-economic Africanisms in Goajiro Indian Culture", *Afro-American Ethnohistory in Latin America and the Caribbean*, vol. 1, pp. 58-66.
- WWC 2015, *Bringing Water to Global Sustainability, World Water Council Activities: 2014 Annual Report*, World Water Council, Marseille, France.

Prácticas y lineamientos para el ordenamiento territorial de las comunidades de pescadores del litoral caribe colombiano

Practices and guidelines for the territorial ordering of the communities of fishermen of the colombian caribbean littor

Francisco Avella Esquivel¹

¹ Diploma de Estudios en Profundidad (D.E.A.), Profesor Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe. pachoavella@gmail.com

Resumen

Se presenta una síntesis de cuatro trabajos realizados hasta ahora para el estudio de las Prácticas de Manejo Litoral y la formulación de lineamientos para el Ordenamiento Territorial de algunos de los principales sitios de pesca en comunidades de pescadores afrocaribeños y grupos étnicos wayúu, en varios de los municipios costeros del Caribe continental e insular colombiano, con el fin de evaluar y de comparar los métodos y los resultados de estas experiencias para ser aplicados con sus respectivas correcciones y adiciones al Proyecto “Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural”, (CT- 073-2017).

Palabras clave: Ordenamiento territorial, prácticas de manejo costero, manejo integrado costero

Abstract

This is a synthesis of four works degree thesis about Coastal Management Practices and Land Policies Planning formulations, works done in important fishing sites, in some municipalities of Colombian Caribbean inland and insular areas; where Afro Caribbean fisher people and Wayuu ethnic groups have their territories. The aim here is to assess, compare methods and results, in order to correct, improve and prepare them, for the implementation stage in the project “ Cultural Diversity Based Guidelines of Coastal Land Policies of La Guajira Province. (CT- 073-2017).

Keywords: Territorial Ordering, coastal management practices, integrated coastal management

Introducción

El objeto de esta ponencia, en esta la primera parte del Seminario Permanente de Ordenamiento Territorial Costero, es el de comparar metodologías que fueron aplicadas en estudios anteriores sobre prácticas y lineamientos para el ordenamiento del territorio de comunidades costeras, con el fin de sacar algunas breves conclusiones para el desarrollo de la investigación, “Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural”, (Contrato CT-073-2017, COLCIENCIAS, Universidad de La Guajira).

Estos trabajos se han venido realizando desde el año 2000 en el marco de la Maestría de Estudios del Caribe de la Universidad Nacional de Colombia en donde el Manejo del Litoral y el Ordenamiento Territorial ocuparon una buena parte sus actividades, pero desafortunadamente por falta de un programa académico sobre el mar y de proyectos concretos sobre el manejo de los recursos no pudo seguir contribuyendo a formular una “Ley del Mar”, que era el objetivo en ese entonces y que sigue siéndolo actualmente.

Por lo tanto, mientras el Ordenamiento Territorial Marítimo y Costero no sea parte de una Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (LOOT), la protección de los inmensos recursos marítimos y costeros del país, así como la defensa de los valores culturales de los pueblos que viven del mar, no está asegurada . Y ello a pesar de que si bien la LOT fue expedida

desde el año 2011, no fue explícita en ninguno de los puntos que requería el ordenamiento costero y marino.

Así que el país seguirá dando palos de ciego en los diferendos internacionales como los que actualmente le ha planteado Nicaragua. Sabido es que la negación de los derechos de la comunidad isleña y la categoría de Reserva Mundial de la Biósfera de un organismo internacional como la UNESCO hubieran podido ser decisivas en el fallo de la Corte Internacional de Justicia de La Haya, si se hubiera descargado el peso de la defensa de la Zona Económica Exclusiva, sobre los derechos del pueblo raizal.

Mientras tanto, después de trabajos realizados desde hace más de 17 años, y actualmente a partir del esfuerzo del Grupo de Investigación “Territorios semi áridos del Caribe”, hoy se persiste en el mismo esfuerzo académico a través del contrato entre COLCIENCIAS y la Universidad de la Guajira, generando lineamientos para el ordenamiento territorial costero desde las mismas comunidades, pues su supervivencia y su futuro desarrollo sostenible, dependen de la manera como estos recursos sean manejos desde hoy, por ellas mismas.

Prácticas de manejo litoral en la isla de San Andrés (Colombia)²

La primera experiencia es la tesis “Prácticas de Manejo Litoral en la isla de San Andrés (Colombia)”, que fue realizada por el Ingeniero Ambiental Tomás Guerrero como requisito de grado en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira en el año 2000. Sin lugar a dudas, este trabajo fue pionero en el estudio de las prácticas de Manejo Litoral, desde el punto de vista del manejo de los ecosistemas litorales, y aunque, no insistió en los aspectos específicos de la pesca artesanal, si analizó en detalle las prácticas que se llevaban a cabo las playas y los manglares, dada su amplia utilización por el turismo, que con el comercio, son las principales actividades productivas de la isla. En síntesis lo que hizo fue fundamentar estas prácticas en la cultura, pues, como señala Guerrero, desde tiempos ancestrales el hombre se ha valido de herramientas y mejoramientos tecnológicos para sacar provecho de los recursos, en muchos casos manteniendo un cierto equilibrio con el ambiente, por lo

2 Guerrero, Tomás (2003) “Estudio de las prácticas de manejo tradicional y su nivel de adecuación a los recursos del borde litoral de la isla de San Andrés (Colombia)

que se las puede catalogar como prácticas de manejo adecuadas. En otras, se causa un deterioro progresivo sobre los recursos y en general sobre los ecosistemas. Por lo tanto el el trabajo de tesis hace una descripción general de algunas de las practicas más representativas que se han evidenciado sobre el borde litoral de la isla de San Andrés y los recursos de playas y manglares, que son los más utilizados, pues no se pudieron adelantar trabajos sobre los arrecifes en donde se adelanta la pesca artesanal.

Basado en el decreto 1504 de 1998 que desarrolla la Ley 388 de 1997, y que establece que el “espacio público es el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados destinados por naturaleza, usos y afectación de las necesidades urbanas colectivas que trascienden los límites de los intereses individuales de los habitantes”, estudia el borde litoral en donde, “Dada la condición insular del territorio, su inevitable interacción con el mar, en las actividades cotidianas, en las actividades productivas, en la recreación y el turismo; resulta contradictorio el manejo que se hace de este espacio de imponente valor paisajístico”³, con la absoluta ignorancia del POT sobre la problemática de las ciudades litorales que se estaba discutiendo en ese momento, como se verá más adelante con la Tesis de Maestría de Elizabeth Parra.

Programa de manejo litoral en el Caribe continental Colombiano⁴

Posteriormente en el año 2005 el Programa de Manejo Litoral de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe (Grupo de Investigación “Manejo Litoral”), buscó probar la metodología de “Evaluación Rápida” anteriormente planteada por Guerrero, en condiciones más amplias como se verá a continuación.

Aplicación de la Metodología de Evaluación Rápida

Lo que se quiso mostrar es cómo estas comunidades indígenas, negras y mestizas, desarrollan sus prácticas, mediante su descripción en primer lugar.

3 Plan de Ordenamiento territorial Insular, 2001-2009

4 Avella, et.al. (2006) Memoria del Grupo de Manejo Litoral. Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe (sin publicar)

En segundo lugar determinar el nivel de adecuación de estas prácticas a las condiciones de los recursos litorales que explotan (playas, ciénagas, manglares, arrecifes, praderas marinas). En tercer lugar se evaluó la “Metodología de Evaluación Rápida” elaborada por Guerrero.

Para adelantar este trabajo se seleccionaron varios sitios que representaban los diferentes tipos de manejo, escogidos de acuerdo a la facilidad de acceso, en zonas representativas, pues era muy difícil abarcar los 1300 kms., que tiene el litoral en el Caribe colombiano de una manera sistemática como lo planten las distintas teorías del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) de acuerdo a la metodología de INVEMAR. Estos trabajos mucho más costosos y con fines de aplicación de las normas de manejo costero de las diferentes Corporaciones Regionales y desde la dirección de mares y costas de la Armada Nacional (DIMAR), buscando aplicar normas de arriba hacia abajo (“down on”), para que las comunidades las acepten. Una vez seleccionado el sitio se hablaba con la gente, se tomaban las fotos de los puntos clave y se analizaban los aspectos más importantes de lo que llamó “el punto”, para deducir las prácticas que permitieran un manejo costero de abajo hacia arriba (“blow up”), por ejemplo delimitando zonas turística, de pesca artesanal, o de explotación de manglares y piedra de coral fósil por ejemplo de manera racional por parte de las comunidades mismas.

Todo lo anterior se hizo constar en varias Fichas de Campo que expresan en términos generales y como una primera aproximación, la manera como se desarrollan dichas prácticas en cada sitio seleccionado.

Posteriormente una vez recogido el material en el campo, se “valoraron” estas prácticas a través de una matriz con el fin de saber su nivel de adecuación.

Valoración

La valoración del nivel de adecuación de las prácticas de manejo litoral a las condiciones del recurso litoral, se hizo a partir del siguiente esquema:

Prácticas de manejo
----- = nivel de adecuación
Estado del Recurso

Para ello se describió en esa época el medio ambiente como un conjunto de **factores**. Las prácticas de manejo se evaluaron como un conjunto de **acciones**.

Y para saber los niveles de adecuación ya fueran positivos o negativos se hizo **ponderación** cualitativa de cada acción, sobre cada factor medioambiental. Finalmente, para obtener el indicador cualitativo, se analizó la **importancia** global de la actividad sobre el medio, utilizando para ello la suma ponderada de las importancias individuales de cada uso.

Nivel de adecuación

El nivel de adecuación depende de las prácticas desarrolladas de acuerdo a las condiciones ambientales, económicas, sociales y culturales. Así se estableció que, si en el sitio analizado las actividades de esas prácticas (por ejemplo pesca artesanal o ecoturismo) son adecuadas, se le puso al sitio una bandera verde. Y si no fueron tan adecuadas, se le puso una bandera amarilla. Pero si no hubo información suficiente para saberlo (en caso de duda), una bandera naranja. Y si definitivamente la ponderación de su importancia mostraba que eran inadecuadas se les señaló con una bandera roja.

De acuerdo a la valoración de las unidades (importancia ponderada), se obtuvieron los siguientes rangos que mostró la matriz utilizada.

Compatible: $0 \leq I < 25$ Verde

Moderadamente adecuada: $25 \leq I \leq 50$ Amarillo

Poco adecuada: $50 \leq I \leq 75$ Naranja

Inadecuada: $75 \leq I$ Rojo

Resultados

Los resultados se presentan en un mapa que señala las cuatro categorías seleccionadas como representativas del nivel de adecuación de las prácticas adelantadas en cada uno de los puntos estudiados:

Zonas compatibles con las prácticas

En los sitios, que la mayor parte del litoral está relativamente protegido y en un mejor estado de conservación y se garantiza el uso del espacio público del litoral, son las zonas en donde hay resguardos indígenas actuales (caso reserva Wayuú en la Guajira), o resguardos de tradición como Taganga (cerca de Santa Marta), o Barú y Islas del Rosario (cerca de Cartagena) y las

de ocupación tradicional del litoral por parte de comunidades afroguajiras como sucede en Camarones y Dibulla (cerca de Riohacha) y en Mayappu en el litoral sur de la Guajira o afrocaribes entre San Antero y Puerto Escondido en el Departamento de Córdoba.

Zonas moderadamente adecuadas

Los sitios en donde hay más banderas amarillas y relativamente pocas banderas rojas son los urbanizados con ciudades grandes, con altos precios del suelo litoral, con difícil acceso o por lo menos acceso regulado al espacio público.

Estas zonas también coinciden con los conflictos de uso a pesar de que los proyectos adelantados (nuevos puertos, desarrollos turísticos, urbanización intensa en borde de mar, etc.), tienen sus estudios de impacto ambiental en regla, lo que parece una aparente paradoja.

Zonas de prácticas poco adecuadas e inadecuadas:

Anaranjadas y rojas se debe principalmente a falta de aseo en las zonas de playas, o prácticas de tala y quema de mangle, y sobre pesca en algunos humedales, practicada por estas poblaciones, pues la variable contaminación ambiental del Estado de las playas y zonas costeras del INVEMAR, no pudo ser utilizado pues no se conocían los sitios en donde se adelantaban los muestreos de contaminación marina, para esa época.

El Ordenamiento Territorial costero en el Caribe colombiano⁵

Esta tesis de la arquitecta Elizabeth Parra presentada en el 2009 como tesis de Maestría en Estudios Regionales Urbanos en la Universidad Nacional de Colombia, Sede de Medellín, muestra a través del caso de Coveñas (Sucre) y San Andrés, isla (Archipiélago de San Andrés), las directrices con las que el Estado busca ordenar el territorio costero, sin ningún éxito a pesar de las numerosas normas, leyes y regulaciones vigentes de todo tipo. Es un modelo de

5 Parra, Elizabeth (2009) "Ordenamiento Territorial Costero. Las directrices del Estado en dos casos de estudio de Coveñas y San Andrés (Isla). Tesis de Maestría en Estudios Urbano-Regionales, Universidad Nacional de Colombia (Sede de Medellín)

estudio de cómo las diferentes disposiciones sobre ordenamiento territorial costero no pueden funcionar por falta de una clara distribución de los roles que tienen que desempeñar un sinnúmero de instituciones que no tienen ninguna coordinación entre sí y lo que es peor, no tienen objetivos definidos y precisos en el manejo del litoral.

El objetivo de la investigación buscaba la manera “cómo puede mejorarse el desempeño de las directrices del Estado que inciden en el ordenamiento territorial de las zonas costeras”. Para lo cual se tomaron, se tomaron dos casos ilustrativos en la costa del Caribe de la problemática de ordenamiento territorial costero en el país. Para alcanzar este objetivo se estudian en primer lugar “las relaciones que se presentan en las costas entre sistema natural y sistema social que son los sustentos básicos de todo territorio-recurso”.

En segundo lugar se identificaron las directrices en Colombia del tema del ordenamiento territorial que involucran las diferentes variables y componentes territoriales de las zonas costeras. Estas variables se analizaron a partir de los planes propuestos para su ordenamiento, definiendo sus objetivos, vigencias, guías competencias y jurisdicciones territoriales.

Para analizar cómo se concretan estos planes en la realidad se tomaron en tercer lugar, dos ejemplos diferentes: uno en el Caribe continental (Coveñas) y otro en el Caribe insular (San Andrés, Isla), en donde se realizó una observación en campo para la identificación de problemas del ordenamiento territorial, vinculados específicamente a las costas.

Finalmente con estos problemas identificados en el campo “se verificó la forma en que los planes asumían la resolución de estas situaciones conflictivas y si estas soluciones estaban acordes con las directrices generales del Estado”.

Para encontrar, luego de un largo trabajo de análisis con mucho nivel de detalle, que la “administración y ordenamiento del territorio-recurso en Colombia no se encuentra soportada por bases firmes”, puesto que un planteamiento interescalar necesita claras reglas acerca de las competencias y jurisdicciones. En primer lugar la legislación presenta vacíos, que han tratado de solucionar las directrices de segundo orden sin mucho éxito, pues el resultado es que hay una sobre saturación de instituciones que hacen, o deberían hacer el ordenamiento territorial, y una sobre posición de jurisdicciones, que dan como resultado una desatención de las zonas costeras.

Señala además que el principal problema tal vez sea el de no existir una Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (que para la fecha de la elaboración de la tesis se esperaba que tuviera respuestas específicas), para la creación de una autoridad que se encargara del manejo costero, pero que posteriormente, cuando fue formulada en el año 2011, no tuvo prácticamente ningún artículo sobre el tema específico de mares y costas. Pero plantea que “A pesar de los tantos intentos fallidos en la formulación y aprobación de esta Ley Orgánica⁶, es importante no desistir de esta posibilidad”. Sin embargo muestra que lo que sí es indispensable en la formulación de esta política es la participación de actores con incidencia en las zonas costeras, tanto del sector público como del privado. En los del sector público los que tienen incidencia en la administración del Estado, buscando la descentralización a nivel Estatal tanto en su dimensión horizontal como, y especialmente, en la vertical. Y del sector privado, con los representantes de las agremiaciones de diferente naturaleza.

Finalmente, la autora presenta una serie de posibles soluciones a los problemas que se observaron en las zonas costeras y que a su vez fueron consignados en las fichas para cada caso de estudio. Para contribuir a la solución de esta problemática se organizaron paquetes de soluciones, en los casos en que se requerían más estudios para entrar a tomar decisiones.

Lineamientos para la elaboración de una Política de Manejo de los Recursos naturales para las comunidades Indígenas y Afrocaribes⁷.

La última experiencia analizada fue el Contrato 246/2013, entre el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y La Universidad Nacional de Colombia que tenía por objeto fue “entregar los lineamientos para elaborar una política de manejo de los recursos naturales para las comunidades étnicas y afrocolombianas del Caribe litoral colombiano”

Para su realización se utilizó una metodología basada en la caracterización de las relaciones entre la base natural y el uso de los recursos por parte de

6 Las leyes orgánicas son complejas en tanto su aprobación pues estas requieren que todos los votos sean a su favor.

7 Avella, *et al.* (2013) Informe Final. Contrato Interadministrativo 246/2013 Universidad Nacional de Colombia-Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

18 comunidades analizadas en cuanto a la manera como manejaban sus recursos (Matriz 1) para producir sus medios de existencia (Matriz 2). Estas matrices se expresaban a través de una Data Base en la cual se pudieron actualizar los diferentes elementos estudiados para formular una Línea de Base que permita hacer comparaciones en el futuro para saber si se manejan sosteniblemente los recursos naturales de estas comunidades, o por el contrario se deterioran, haciendo insostenible su explotación con los métodos con los que se hizo la investigación en el año 2014.

Los lineamientos para la formulación de una política de manejo de los recursos naturales se estudiaron a partir de una serie de encuestas hechas en las 18 comunidades analizadas que se sintetizaron en las matrices 3, 4 y 5, cruzando la información recolectada sobre los principales mecanismos de acción comunitaria (urbanización, demanda de derechos y consecución efectiva de los mismos entre los mecanismos utilizados por las comunidades, con la información recogida sobre los usos dados a los recursos naturales (nivel de dependencia de la comunidad del recurso, nivel de organización comunitaria y nivel de participación efectiva de las comunidades).

Análisis general

Para mayor ilustración se sintetiza en un cuadro para cada grupo, las principales relaciones entre usos (a través de las estrategias recolectadas en la información de la línea de Base) y mecanismos (a través de las caracterizaciones de los asentamientos). Esto, para concretar las estrategias que permitan ofrecer lineamientos a los ministerios encargados de tutelar los derechos de las comunidades étnicas consagrados en la Constitución Política de 1991.

La Matriz 2 se implementó también de manera cualitativa a partir de:

1. Una caracterización general de cada sitio a partir de la información secundaria existente, de las tesis sobre prácticas de manejo litoral adelantadas ente los años de 2005 y 2007
2. Una Encuesta de Información General a personas de la comunidad y otra de Información Específica los líderes comunitarios que contribuyeron a formar los grupos focales de cada uno de los 18 lugares caracterizados y encuestados.

A partir de esta primera síntesis y sobre la información recogida en la Data-base, se realizó una encuesta a líderes y a personas de la comunidad identi-

ficaron los principales lineamientos propios de la comunidad para realizar la explotación de los recursos naturales en las 18 comunidades estudiadas.

A partir de la información contenida en las matrices, se establecieron los lineamientos generales para el manejo de los recursos costeros de las 18 comunidades analizadas de manera general, cruzando los mecanismos de acción comunitaria con las estrategias de orientación colectiva, a través de los cuales las comunidades gestionaban el uso de los recursos naturales que explotaban.

Los mecanismos de acción comunitaria muestran de forma sintética la capacidad de la comunidad de actuar por sí misma, de acuerdo a:

1. El nivel de dependencia (alto, medio o bajo), que cada comunidad tiene de los recursos naturales para su existencia. Los indicadores utilizados para analizar cualitativamente este mecanismo de acción comunitaria muestran que entre más alta sea la dependencia de los recursos naturales para la existencia de una comunidad en un medio en el que el uso los deteriora o es inadecuado, la posibilidad de supervivencia de la comunidad se ve afectada en un plazo relativamente corto. Por el contrario si el mecanismo no se basa en la dependencia de los recursos y habían logrado conseguir otras formas de subsistencia (trabajo asalariado, turismo, vuelta a la agricultura), las comunidades se analizaban como poco dependientes del recurso natural y habrían conseguido vivir de otros recursos diferentes a los naturales, luego su nivel de dependencia sería bajo y estaría en menos riesgo si se manejaran inadecuadamente los recursos naturales.
2. El nivel de organización comunitaria indicaba la capacidad de auto organización (alta, media o baja) encargadas del manejo de los recursos naturales y el nivel de organización que les permitiera utilizar adecuadamente estos recursos. Esta capacidad organizativa se analizaba como alta si tenían las respectivas juntas de Acción Comunal, de Pescadores, de agricultores o de Organizaciones comunitarias para los grupos afrocolombianos o resguardos debidamente inscritos ante las autoridades correspondientes.
3. El nivel de participación efectiva se analizaba en forma cualitativa de acuerdo a la capacidad de la comunidad de gestionar recursos externos a la propia comunidad de acuerdo a su nivel de organización (alto en el

caso de haber conseguido el manejo de recursos como estrategia para mediar entre las instituciones del Estado o de otras organizaciones de apoyo al desarrollo social (ONG's, Cooperación Técnica de otros países, etc) y bajo en el caso de que a pesar de existir una organización comunitaria no hubiera logrado conseguir recursos como estrategia de acción comunitaria.

Las estrategias de orientación colectiva, se cruzaron con los mecanismos de acción para tratar de entender qué dirección toman las comunidades afrocolombianas y los grupos indígenas en el esfuerzo de aprovechar los recursos especialmente cuando hay serios deterioros del recurso natural. Estas estrategias van desde evitar depender de un recurso en deterioro hasta reclamar derechos fundamentales como el derecho al trabajo, al agua a la libre asociación, a la afro reparación. Estrategias usadas para no tener que depender de los recursos naturales o al menos minimizar sus efectos negativos (sobrepesca, baja explotación del bosque de mangle especialmente, evitar la sobrecarga de turistas en las playas, etc.). Pero cuando no son suficientes estas medidas tomadas en forma comunitaria para garantizar el uso de los recursos naturales, la única posibilidad es recurrir a la migración⁸.

Las principales estrategias de orientación colectiva analizadas en dicho estudio a través de las repuestas aleatorias obtenidas en las encuestas (pues no se preguntaron directamente en la encuesta), son:

1. La urbanización, que en casi todos los casos es la única manera de no depender de los recursos naturales, buscando empleos o diversificando las actividades (frecuentemente por un crecimiento exponencial de la población ante las dificultades de emigrar a las ciudades a buscar un futuro incierto), o haciendo negocios que eviten la dependencia total del recurso natural. Esta estrategia es alta cuando buena parte de los entrevistados manifiestan su deseo de encontrar otro trabajo que no sea el de la pesca o el del turismo estacional y busquen más bien un empleo. Si una parte considerable se orienta por esta estrategia se analiza la orientación hacia la estrategia de urbanización como alta. Así mismo si la población manifiesta su aceptación con la manera de vivir de los recursos naturales esta estrategia es baja. El problema apa-

8 Hay que anotar que la migración ha sido la única estrategia posible en los períodos de violencia que sufrieron estas comunidades litorales del Caribe continental, entre los años de 1886 y 2006

rece cuando la población a pesar de la poca oferta de los recursos naturales persiste en su orientación de seguir viviendo en su comunidad, a pesar de la baja orientación a adoptar la estrategia de irse a la ciudad o conseguir un empleo urbano.

2. Otra de las estrategias más relevantes captadas en las encuestas realizadas es la de la demanda de derechos al Estado principalmente para resolver sus problemas de falta de medios para la subsistencia especialmente en el caso de las pescas declinantes, en donde la mayoría de encuestados buscan que el Estado les ayude a resolver los problemas pues en general estas poblaciones han sido victimizadas por la violencia o tratadas como colaboradores de narcotraficantes y otros grupos de contrabandistas principalmente.
3. La consecución efectiva de derechos es la manera de concretar las demandas y es el indicador que permite entender si esta orientación es adecuada (alta) o si no se ha conseguido muy poco de los derechos demandados (por ejemplo reconocimiento como comunidades afrocolombianas o indígenas), sería media o baja. Esto porque la sola demanda de derechos, aunque es una estrategia que puede ser altamente valorada, es la consecución efectiva de estos derechos la estrategia que indica que la orientación realmente sirve a la comunidad.

Todas estas estrategias que se pudieron focalizar, a partir de las encuestas a comunidades y líderes, en la mayoría de los casos fueron realizadas por los grupos focales de cada una de las 18 comunidades tanto indígenas como afrocolombianas.

Análisis Específico

Estas combinaciones se sintetizaron en tres grupos de asentamientos litorales encuestados, para proponer los lineamientos que permitieran elaborar una política de manejo de los recursos naturales para las comunidades étnicas y afrocolombianas del Caribe litoral colombiano.

En los cuadros siguientes, las estrategias de orientación colectiva, se cruzaron con los mecanismos de acción para entender qué hacen las comunidades afrocolombianas y los grupos indígenas en el esfuerzo de aprovechar los recursos, especialmente cuando hay serios deterioros del recurso natural.

GRUPO 1
Tolú (Centro), Cartagena (La Boquilla), Santa Marta
(Bahía de Santa Marta, Pozos Colorados, Taganga)
2013

Mecanismo Estrategias	Dependencia de los recursos naturales	Organizaciones sociales de base	Participación comunitaria
Urbanización	Alta	Baja	Baja
Demanda de derechos	Baja	Media	Media
Derechos Efectivos	Baja	Alta	Alta

Fuente: Informe Final (2013) Contrato Interadministrativo 246/2013 Universidad Nacional de Colombia-Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

GRUPO 2
Santa Catalina (Loma de Arena), Coveñas (Isla Gallinazo, El Reparó, Boca de la
Ciénaga, Puerto Viejo, Punta de Piedra, La Coquerita).
2013

Mecanismos Estrategias	Dependencia de los recursos naturales	Organizaciones sociales de base	Participación comunitaria
Urbanización	Baja	Baja	Baja
Demanda de derechos	Media	Media	Media
Derechos Efectivos	Baja	Alta	Alta

Fuente: Informe Final (2013) Contrato Interadministrativo 246/2013 Universidad Nacional de Colombia-Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

GRUPO 3
San Antero (Playa Blanca y Cispatá), Riohacha (Boca de Camarones),
Moñitos, Pueblo Viejo (Cristo Rey).

Mecanismos Estrategias	Dependencia de los recursos naturales	Organizaciones sociales de base	Participación comunitaria
Urbanización	Baja	Baja	Baja
Demanda de derechos	Baja	Baja	Baja
Derechos Efectivos	Baja	Baja	Baja

Fuente: Informe Final (2013) Contrato Interadministrativo 246/2013 Universidad Nacional de Colombia-Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Estas estrategias van desde evitar depender de un recurso en deterioro hasta reclamar derechos fundamentales como el derecho al trabajo, al agua a la libre asociación, a la afro reparación, al reconocimiento de los resguardos indígenas costeros. Estrategias aparentemente usadas para no tener que depender de los recursos naturales, o al menos minimizar sus efectos negativos (sobrepesca, poca explotación del bosque de mangle, evitar la sobrecarga de turistas en las playas (caso Playa Blanca (Barú, Cartagena), Johnny Cay (San Andrés, Isla), etc.). Pero cuando no son suficientes estas medidas tomadas en forma comunitaria acordadas con las entidades encargadas de la conservación de los recursos naturales, la única posibilidad finalmente es recurrir a la migración⁹. En este punto fue evidente que los problemas focalizados en distintos estudios sobre los litorales (Guerrero, 2003, Avella *et. al.* 2006, Parra, 2009), se están agravando en el estudio realizado en 2013. Lo que se debe en gran parte al deterioro de los recursos naturales¹⁰, al cambio de trabajo hacia los empleos informales y al abandono de trabajos tradicionales como la pesca y posiblemente un regreso a la agricultura¹¹.

Finalmente al cruzar estrategias y mecanismos a partir de los tabulados se generaron tres grupos, relativamente diferentes, a pesar de estar todos en la misma situación de deterioro de los recursos, pero algunos más afectados que otros como se verá a continuación

Grupo 1: Este grupo corresponde a los municipios de Tolú, Cartagena (La Boquilla), Santa Marta (Bahía de Santa Marta, Pozos Colorados, Taganga), en los cuales se encontró un bajo nivel de dependencia del uso de los recursos por parte de las comunidades afrocolombianas¹², por lo cual las comunidades del grupo han pasado de depender de la utilización de los recursos naturales para la subsistencia, a depender de empleos formales en los servicios domésticos, o informales especialmente en el turismo, en lo cual ha incidido el relativamente alto nivel de urbanización próximo a estas comunidades. En este grupo también se identificó un nivel medio de organización comunitaria

9 Hay que anotar que la migración ha sido la única estrategia posible en los períodos de violencia que sufrieron estas comunidades litorales del Caribe continental, entre los años de 1986 y 2006.

10 Se señala sin haberlo podido cuantificar, pues no se pudo hacer el control de área en los sitios encuestados.

11 Este regreso es posible que se deba a que han empezado a funcionar los reclamos de tierras para muchas comunidades que fueron desplazadas durante el dominio paramilitar entre 1986 y 2006 como se señaló más arriba.

12 La de Taganga se identifica como de origen indígena, aunque no ha sido reconocida como resguardo.

y un alto grado de participación social para hacer efectivos sus derechos étnicos, por la vía de reclamos al Estado, como medida de compensación de la pérdida paulatina de sus recursos naturales. Y aunque han logrado la consecución de Derechos como comunidades afrocolombianas (caso de La Boquilla en Cartagena, con la visita del presidente Obama de los Estados Unidos), y en las islas del Rosario, los avances en otros sitios cercanos a las ciudades son bajos.

Grupo 2 : Este grupo compuesto por los municipios de Santa Catalina (Loma de Arena), y Coveñas (Isla Gallinazo, El Reparo, Boca de la Ciénaga, Puerto Viejo, Punta de Piedra, La Coquerita), la dependencia de los recursos naturales es alta, pero no han habido cambios significativos hacia otras actividades. Apenas se están reclamando tierras ancestrales para la agricultura (especialmente en el caso de Coveñas), pero que al no estar reconocidas como comunidades afrocolombianas, no ha sido posible obtenerlas. Por lo tanto no hay estrategias de adaptación al escenario de la pérdida de los recursos. Su organización solo muestra un nivel medio en términos generales y sus procesos participativos aunque son altos en el reclamo, no los son en la consecución efectiva de los mismos, lo que puede parecer contradictorio. Sin embargo, muchos de esos derechos conseguidos se han logrado con un nivel medio de organización, pero muy efectiva en los procesos de negociación, especialmente con las transnacionales, que a pesar de sus equipos de abogados, antropólogos y economistas, no han podido negar los derechos a la consulta previa al cual han accedido las comunidades afrocolombianas para negociar la mitigación de los efectos previsibles de la explotación de recursos mineros, especialmente.

Grupo 3: A este grupo pertenecen los municipios de San Antero (Playa Blanca, Cispatá), Riohacha (Boca de Camarones), San Bernardo del Viento (Paso Nuevo, Las Playas del Viento), Moñitos (La Rada), Puerto Escondido (Puerto Rey), Pueblo Viejo (Cristo Rey), en donde claramente se ve un alto nivel de dependencia de los recursos naturales, sin mayores perspectivas de cambios o de posibilidad de conseguir nuevas actividades, por lo que no se han generado sistemas adaptativos. De acuerdo a estos resultados, si se pierden o se deterioran los recursos especialmente los pesqueros, se presentaría la crisis, al no existir organizaciones comunitarias con buena participación social que demanden derechos y los hagan efectivos. Este es el escenario catastrófico, que se está configurando, pues la población vivía prácticamente de la pesca

y el turismo y los empleos precarios como prácticamente toda la población de los asentamientos costeros.

De la situación de los anteriores grupos, se puede deducir que los lineamientos a formular serían el resultado del cruce de los mecanismos y las estrategias utilizadas por las comunidades étnicas y los afrocolombianas del Caribe, según las capacidades organizativas desarrolladas, y su nivel de dependencia de los recursos naturales por cada tipo de comunidad. Por lo tanto para contribuir a mejorar la organización, la participación y la gestión del conocimiento tradicional de las minorías étnicas en el manejo de los recursos marinos, costeros e insulares en el Caribe colombiano, estos lineamientos no podrían ser genéricos, sino tendrían que ser específicos para cada sitio, y que además puedan ser socializados con cada tipo de comunidad estudiada como lo muestran los Cuadros 1, 2 y 3, a los cuales se redujo la diversidad observada en las encuestas realizadas.

Conclusiones

De acuerdo a la información obtenida en las encuestas y la observación en campo en las caracterizaciones de los 18 sitios específicos, en los 11 municipios del Caribe continental estudiados, se evidenció la actividad pesquera como la principal¹³, a pesar del deterioro continuo de los recursos (“cada vez se pesca menos...”). Con menor frecuencia la agrícola y la turística. Esta situación puede estar indicando que se está frente a una pesca de subsistencia en la cual las comunidades están consumiendo especies fuera de toda talla comercial, precisamente porque es lo único que les queda para comer. A lo que habría que agregar que es lo que justifica el uso generalizado de artes de pesca como en trasmallo o redes agalleras usadas normalmente para la pesca de sardinas (machuelo) que atrapan las especies más pequeñas e inmaduras que todavía no han ovulado. Es decir que el futuro de esta pesca

13 El total estimado de esta población con base en los datos del Censo de Población y Vivienda del DANE de 2005, pasa de las 20.000 familias de pescadores o/y agricultores (unos 100.000 habitantes, aproximadamente, de los cuales más del 60% son niños menores de 12 años; DANE, 2007). Pero su importancia reside en que también aportan indirectamente la proteína básica a más de 100.000 habitantes de estas mismas poblaciones costeras, (la mayoría de los cuales viven en el mismo estado de pobreza), con los excedentes del pescado vendido a bajo precio. Estos asentamientos además tienen una alta tasa de necesidades básicas insatisfechas (NBI), pues muy pocos tienen servicios de agua, alcantarillado, salud o educación que alcancen siquiera la media nacional.

decreciente es prácticamente la extinción del recurso como está sucediendo en la Ciénaga Grande de Santa Marta actualmente (Carrillo, Wendy. Información personal)

Para responder a la pregunta planteada es obvio que en la mayoría de sitios (Grupos 1 y 3), el deterioro de la pesca es creciente y podría ser irreversible. En el Grupo 2 es posible que haya condiciones más favorables debido a condiciones particulares de manejo, especialmente en el caso de la represa de El Totumo (Lomita Arena, Municipio de Santa Catalina).

Sin embargo esta sería solo una tendencia que habría que comprobar con otros enfoques distintos al puramente territorial que se ha venido empleando en prácticamente todas las investigaciones anteriormente señaladas.

Para cambiar esta situación, se propone ampliar el marco de análisis de tal manera que permita un enfoque intercultural, entendido como que las comunidades costeras no están “aisladas en un zoológico humano” (tal como las hemos estado estudiando en los “sitios”), sino dispuestas a reconocer las diferencias y a negociar las condiciones del manejo de los recursos con el Estado (que es el encargado de tutelarlos), para preservar su propia identidad como derecho humano, porque los contextos en los cuales se desarrollan sus actividades pesqueras, turísticas, agrícolas, etc., son diversos y complejos.

Por ejemplo en casos como el de Boca de Camarones (Santuario de Fauna y Flora de los Flamencos del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en donde dos comunidades con particularidades culturales han coexistido en el tiempo y el espacio, se precisa una observación que supere los códigos binarios (indígena/afro), y por el contrario dé cuenta de la actualidad de los conflictos, las negociaciones y los acuerdos, cuando el MADS busca cobrar la entrada a los turistas que los habitantes rechazan.

De igual manera, si se comprende el papel que ha venido teniendo el turismo, como actividad productiva que estimula desordenadamente el crecimiento de las ciudades costeras, las comunidades pesqueras y de pequeños agricultores han tenido que adaptarse, más que “modernizarse”, conservando los “modos de vida” de las comunidades analizadas en el presente informe, en medio de condiciones urbanas a las cuales no se adaptan fácilmente (caso La Boquilla (Cartagena), Pozos Colorados, Gaira, Taganga (Santa Marta), y Tolú y Coveñas.

La interculturalidad entonces, posibilita un reconocimiento y una validación que no solamente incluya a las minorías étnicas y raciales, sino que además replantea los sistemas sociales, económicos y culturales sobre los cuales se han estructurados las políticas multiculturales en el país, fuera de las miradas folcloristas.

De otro lado, la interculturalidad no puede ser exclusivamente las relaciones que se dan entre comunidades o grupos relativamente distintos. La interculturalidad también le compete, principalmente, a las relaciones del Estado y sus instituciones con el resto de la sociedad. La lógica de planear el territorio del “otro”, sin el “otro”, ha despertado verdaderos malestares entre las comunidades frente a las políticas gubernamentales y a la presencia institucional. La ausencia de una interculturalidad profunda y sincera para planear, no solo se expresa en la insatisfacción de las comunidades, sino también en el fracaso de muchos proyectos adelantados por el Estado, (especialmente en la pesca), que carecen de apropiación de los actores y de las comunidades en sus respectivos territorios.

Por lo tanto, en dicho estudio se propuso como lineamiento básico de una política de manejo de los recursos naturales para las comunidades étnicas y afrocolombianas del Caribe litoral colombiano, una “rotación de la perspectiva”, que permita a las instituciones y al Estado mismo, salir de los “sentidos comunes” institucionales, para comprender de una mejor manera los “sentidos comunes” de las comunidades, representados en sus creencias, sus expresiones, sus historias y sus formas de interpretar y transformar el mundo. Además de los lineamientos específicos ya señalados, en cada uno de los cuadros anteriores

Lo enriquecedor de la práctica intercultural, es que las comunidades están en la posibilidad de comprender el discurso del Estado, desde un plano más horizontal y propositivo.

Y actuar en consecuencia.

Anotaciones sobre geografía y ordenamiento territorial

Finalmente vale la pena una mirada crítica sobre el material analizado en esta ponencia, con el fin de que estas experiencias puedan ser aplicadas a la metodología que se utilizará para formular los “Lineamientos para el orde-

namiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira, desde la diversidad cultural”, (Contrato CT-073-2017, COLCIENCIAS, Universidad de La Guajira).

1. La primera lección de estas experiencias en su conjunto es saber cómo está organizado el espacio costero: cómo se distribuye la población, cómo se organizan los asentamientos de acuerdo a los oferta de recursos de los cuales han vivido, o si estos recursos naturales ya no son suficientes y deben pasar a vivir de otros medios, como por ejemplo del trabajo asalariado. Todo ello para saber, qué hacer, pues si no se sabe cómo las comunidades organizan su espacio, es muy difícil interesarlas en propuestas para organizar su territorio, es decir para apropiárselo como medio de existencia, pues sin territorio, no hay comunidad que pueda ser socialmente sostenible.
2. Aunque es clara la contribución de los diferentes trabajos expuestos sobre las prácticas de manejo, no es suficiente para formular una línea de base que permita conocer la organización del espacio desde el punto de vista de su sostenibilidad, y aunque el nivel de adecuación de la práctica puede ser un buen indicador, no es suficiente para hacer apreciaciones sobre el estado de los recursos con los usos que actualmente tiene y que van cambiando de acuerdo a las técnicas que se utilizan en las diferentes prácticas.
3. Los trabajos sobre ordenamiento territorial basados en la aplicación de la legislación existente, entran en contradicción con lo que sucede en la realidad, por lo que se requiere saber con urgencia qué tipo de legislación estarían las comunidades costeras dispuestas a adoptar dentro de sus Planes de Vida para las comunidades indígenas, o sus Proyectos de Desarrollo Comunitario para las Comunidades Afrocolombianas, para evitar el deterioro de sus recursos naturales.
4. Los lineamientos a formular deben ser pensados desde lo que la gente, no solo esté dispuesta a hacer, sino especialmente sobre los acuerdos entre el estado y la comunidad para co-administrar los recursos, ya que las instituciones encargadas del manejo costero se han visto desbordadas por los conflictos de uso que no pueden dirimir.
5. El ordenamiento del territorio costero solo puede ser posible si de antemano se conocen cosmovisiones de los pueblos que viven del mar, no de los que solamente lo habitan.

Bibliografía

- Avella F. 2001. "Islas: Espacios y territorio" En: Montañez *et al.* (Eds.). Espacio y territorios, razón, pasión e imaginarios. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, p. 687-698
- Avella, *et.al.* 2006 Memoria del Grupo de Manejo Litoral. Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe (sin publicar).
- Avella, F. (2010). "Los Puertos del Caribe occidental: del "mare nostrum" al "mare clausum". En: Jorge E, Elías Caro y Antonino Vidal (Ed.) *Ciudades Portuarias en la Gran Cuenca del Caribe. Visión Histórica*. Barranquilla (Colombia): Universidad del Magdalena, Universidad del Norte, p. 515-530.
- Avella, F. 2010. "De la guerra de la droga, a la droga de la guerra". *Cátedra Juan Bosch, Universidad de La Habana*. La Habana, Diciembre 7 al 9 de 2010
- Avella, F. 2003. "Espacio y Territorio en la construcción de una visión marítima". En: REMAR, *El mundo Marino de Colombia: investigación y desarrollo de los territorios olvidados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR.
- Avella, F. 2004. Bases para el Manejo del litoral Caribe colombiano, en, REMAR, *Contribuciones en ciencias del mar en Colombia. Investigación y desarrollo de territorios promisorios*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR, pgs: 41-54.
- Avella, Francisco; Mahecha, Nathaly 2012. "El Manejo Litoral, un problema cultural". *Memorias II Simposio Taller "Las ciencias del mar"*. CECIMAR, Universidad Nacional de Colombia, Santa Marta, diciembre de 2012
- Gurrero, Tomás. 2003. "Estudio de las prácticas de manejo tradicional y su nivel de adecuación a los recursos del borde litoral de la isla de San Andrés (Colombia)". Tesis de Grado, Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Colombia
- Parra, Elizabeth, 2009. "Ordenamiento Territorial Costero. Las directrices del Estado en dos casos de estudio de Coveñas y San Andrés (Isla)". Tesis de Maestría en Estudios Urbano-Regionales, Universidad Nacional de Colombia (Sede de Medellín).
- Rengifo, Milton, 2003. "Exportaciones de atún; ¿Ayuda para enfrentar el narcotráfico?". En, REMAR, *El mundo Marino de Colombia: investigación y desarrollo de los territorios olvidados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR.

Estudios de suelos y ordenamiento territorial

Soil studies and territorial ordering

Martha Ligia Castellanos Martínez¹

¹ Ing. Agrónoma; Doctora en Ciencias Agropecuarias. Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Universidad de La Guajira, Km 5 Vía a Maicao, Riohacha-Colombia. mlcastellanosm@uniguajira.edu.co

Resumen

El presente documento tiene como objetivo presentar un abordaje conceptual sobre cómo los Estudios de suelos, o Reconocimiento y Levantamiento de Suelos, aportan en el ordenamiento territorial en Colombia, y por qué son instrumentos de interés en el ordenamiento territorial marino y costero para el departamento de La Guajira. Inicialmente se presentan los conceptos relacionados con los Estudios de suelos a nivel global y en Colombia, considerando un estudio de caso particular para la región como el delta del río Ranchería, aspectos metodológicos generales y sus alcances, los cuales se articulan a los procesos de ordenamiento territorial, contemplados en la normatividad colombiana, para finalmente presentar una reflexión sobre la necesidad de que los actores institucionales que se encargan de elaborar los planes de ordenamiento territorial y ambiental, conozcan y apliquen las recomendaciones que emanan de estos estudios.

Palabras clave: levantamiento de suelos, reconocimiento de suelos, mapeo de suelos, ordenamiento territorial.

Abstract

The objective of this document is to present a conceptual approach on how Soil Studies, or Soil Survey, contribute to territorial planning in Colombia, and why they are instruments of interest in marine and coastal territorial planning for the department of La Guajira. Initially, the concepts related to Soil Studies at a global level and Colombia are presented, considering a particular case study for the region such as the Ranchería river delta, general methodological aspects and their scope, which are articulated to territorial ordering processes, contemplated in the Colombian normativity, to finally present a reflection on the need for the institutional actors that are in charge of elaborating territorial and environmental planning plans, to know and apply the recommendations that emanate from these studies.

Key words: soil survey, soils recognition, soils mapping.

Introducción

Para la elaboración de los planes de ordenamiento territorial, sean determinantes ambientales como los Planes de Ordenamiento y Manejo de Unidades Ambientales Costeras, (POMIUAC) o Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas, (POMCA), (Decreto 1076 de 2015) o Planes de Ordenamiento Territorial, (POT), se tiene como base los estudios de suelos elaborados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, y la cartografía respectiva, no obstante, desde la perspectiva de las ciencias sociales y humanas, “el ordenamiento territorial es un proceso social complejo, más por las características de los grupos humanos que por las del espacio en particular” (Hernández Peña, 2010). Desde el punto de vista institucional, hay dos perspectivas convencionales sobre el ordenamiento, una que le otorga un carácter político-administrativo, asociado principalmente con los entes territoriales y la regionalización de la función pública sectorial y una segunda que está vinculada con la planeación y ordenamiento ambiental del territorio, correspondiéndole las acciones que pretenden orientar el uso y destino de las tierras (Cárdenas, Mesa, & Riascos, 1998). La definición sobre ordenamiento territorial que dio Fals Borda en su momento, recoge esta perspectiva: “el ordenamiento territorial es el conjunto de acciones concertadas para orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando su desarrollo socioeconómico, teniendo en cuenta las necesidades e intereses de la población, las potencialidades del territorio considerado y la armonía del medio ambiente”.

En este sentido, este escrito pretende resaltar el papel de los Estudios de Suelos, también llamado Levantamiento de suelos (Kellogg, 1937), que son uno de los soportes técnicos establecidos normativamente en Colombia para definir los usos del territorio, que si fuesen tenidos en cuenta en toda su dimensión, posiblemente habrían menos conflictos entre los grupos humanos, independiente de su filiación étnica, política, administrativa, cultural. Estos estudios en Colombia son liderados por el IGAC; el IDEAM recomienda a los entes territoriales, ambientales, institucionales y sociales, que éstos sean considerados en la elaboración de los diferentes instrumentos de planeación territorial.

Estudios de suelos

Es importante comprender de dónde viene el suelo y qué es el suelo, para dimensionar la importancia de los estudios de suelos y sus usos. El suelo es “un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y orgánicos), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultados de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural” (Soil Survey Staff, 2014) el cual es producto de la pedogénesis (Buol, Hole, & McCracken, 1983), por la interacción de los factores naturales: material parental, relieve, organismos, clima y edad (Cairo Cairo & Fundora Herrera, 1994) (IGAC, 1995). De manera que los suelos son producto de los factores ambientales, y su unidad básica para la descripción, el pedón, nos cuenta cómo ha sido su evolución.

Los Estudios de Suelos o Reconocimiento de los suelos implican trabajo de campo y elaboración cartográfica, cuya fuente de información es variada, desde planchas topográficas y cartográficas, fotografías aéreas e imágenes satelitales, e información de los habitantes e instituciones de la zona de estudio, y permiten determinar la morfología de los suelos, clasificarlos de acuerdo a sus propiedades, mostrar su distribución en mapas y ayudan a decidir qué terrenos son apropiados para establecer cultivos u otras actividades económicas (Kellogg, 1937) (IGAC, 1995) (IGAC, 2009) (IGAC, 2012), también proporcionan precisión en los mapas de suelos sobre estos aspectos, que son la base para los programas de uso de la tierra rural, tanto para agencias públicas o privadas como para particulares. Este reconocimiento pro-

porciona un inventario de los recursos edáficos, lo cual permite agrupar de acuerdo a sus características y realizar recomendaciones sobre el uso de los mismos, considerando el entorno geográfico y su relación con los habitantes considerando intereses económicos y sociales (Kellogg, 1937), aspectos que se constituyen en antecedentes del ordenamiento del territorio a partir de los estudios de suelos.

El origen de este planteamiento se remonta al siglo XIX, de acuerdo a la Historia de la Ciencia del Suelo (Buol, Hole, & McCracken, 1983). Cairo y Fundora (1994) registra que en 1838 en Rusia se iniciaron trabajos de evaluación de suelos, y que en 1851, Vesielevsky confirmó y publicó el mapa de la Rusia europea. Posteriormente, se documenta otro hecho sobre el uso de información edáfica para la planificación espacial de la agricultura en Rusia entre 1873 y 1875, debido a una gran sequía que afectó la producción de cereales y luego de varios intentos fallidos, llevaron a la Sociedad Económica Imperial de San Petersburgo en 1877 a la creación de una comisión investigativa sobre los Chernozem (tierras negras), bajo la dirección de Dokuchaiev (IGAC, 1995). Se sabe que a partir de estos resultados, a Dokuchaiev se le considera como el Padre de la Pedología, gracias a los aportes realizados tanto en la definición del Suelo, el origen y evolución del mismo, como las bases para su descripción, clasificación y sistematización científica.

De otro lado, en Kellogg (1937) se menciona que el Reconocimiento de suelos es de los que más aporta al campo de la Ecología, porque sobre los suelos se desarrollan las plantas y obviamente, estos estudios permiten conocer la relación suelo-planta. Los mapas de suelos también proporcionan información valiosa para sectores como militar, sanitario, ingenieril, forestal, entre otros, pues representan particularidades del terreno y sus posibilidades de uso de manera más precisa.

En la década de 1960, los ajustes se dieron por la evolución tecnológica y científica, que permitió ampliar el uso de los estudios de suelos (Ministerio de Agricultura y Cría. República de Venezuela, 1965). En 1960 el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos a través del Soil Survey Staff presentaron la séptima aproximación taxonómica de suelos, que luego de revisiones nacionales e internacionales dio origen al sistema taxonómico de suelos de Estados Unidos (1975), que es utilizada en numerosos países del mundo, entre ellos Colombia (fig. 1) (IGAC, 1995).

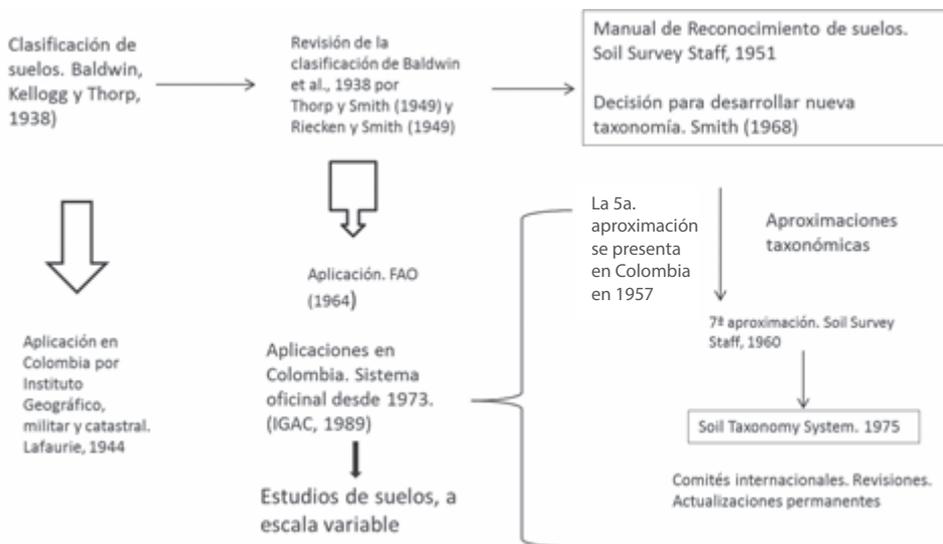


Figura 1. Desarrollo en la aplicación de conceptos edáficos en Colombia. Fuente: (IGAC, 1995).

Aspectos metodológicos en los Estudios de suelos

Los estudios de suelos implican el análisis de la morfología de los suelos, cuyo objetivo principal es su caracterización en su ambiente geográfico y natural, de manera que considera aspectos desde la escala de geoestructura (megamorfología), relacionado con la geomorfología, pasando por las categorías de paisaje, tipo de relieve y forma del terreno (fig. 2) (Zink, 2012), y llegar a la escala de Macromorfología de suelos, con la descripción del pedón y sus partes (fig. 3), hasta aproximaciones microscópicas comprendiendo lo inorgánico y lo orgánico (micromorfología).

A nivel de paisaje, se establecen relaciones suelos-geoformas, que permiten la comprensión de su pedogénesis y representación geográfica (cartografía), considerando distribución y variabilidad de los suelos, reflejadas en unas categorías, cuyos niveles de abstracción, operacionabilidad y estructura, se pueden correlacionar con el sistema taxonómico de suelos aplicado en Colombia. A nivel de pedón se analizan los factores de evolución de los suelos a partir de su caracterización integral y se establecen sus potencialidades y limitaciones, aspectos que se estudian en profundidad con análisis micromorfológico.

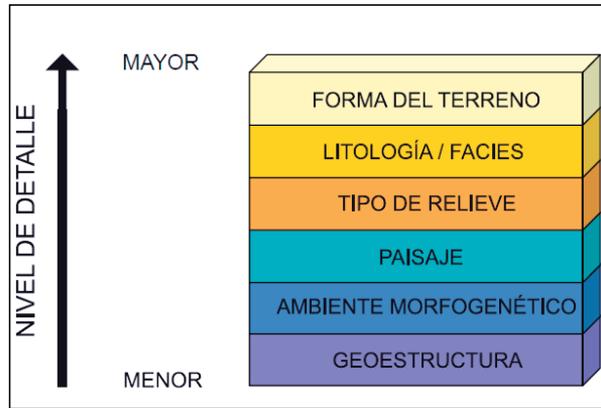


Figura 2. Esquema de las escalas de detalles para análisis de la Geomorfología aplicado a suelos, modificado por Zinck, 1987. **Fuente:** (IGAC, 2005).

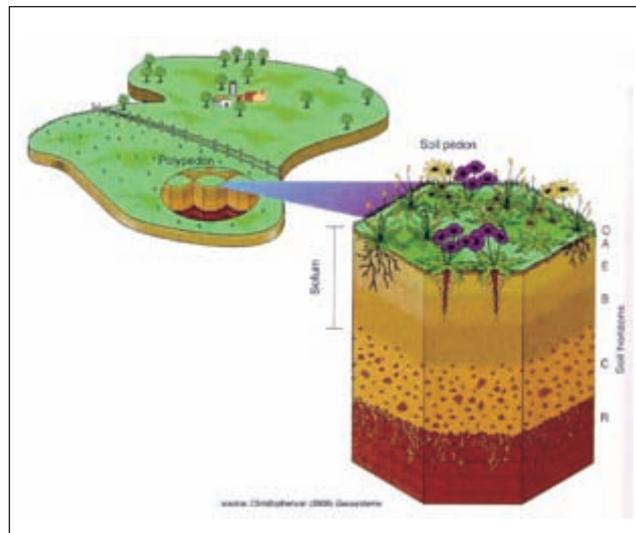


Figura 3. Esquema de la relación del pedón y polipedón en unidad de paisaje. **Fuente:** (Christopherson, 2000).

A continuación se presentan resultados parciales de estudio de suelos realizado en el delta del río Ranchería (Castellanos Martínez, Tensores edafológicos que condicionan la disponibilidad de nutrientes para mangle en ambientes semiáridos, 2009) (Castellanos Martínez & Carabalí Angola, 2014), límite establecido por el Ministerio del Medio Ambiente (2001) de la República de Colombia entre las Unidades Ambientales Costeras, UAC, presentes en el

departamento de La Guajira (UAC Alta Guajira y UAC vertiente norte de la Sierra Nevada de Santa Marta) (CORPOGUAJIRA, 2013), que han persistido hasta el momento. La figura 4 presenta uno de los perfiles sedimentológicos (García, López Torres, & Robles Julio, 2006) realizados para definir el perfil modal, las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 presentan resultados de la descripción del perfil modal, de tipo pedológico, químico, físico, mineralógico (Castellanos Martínez, 2009) y la figura 5 corresponde al mapa sobre la distribución espacial de especies de mangle en el delta del río Ranchería (Fuentes Padilla & Fernández Naranjo, 2007), cuya información partió del trabajo de campo y la fotointerpretación de fotos aéreas (2003). La información que presenta sirve de referencia para análisis multitemporales de la cobertura de los mangles en la parte baja de la cuenca del río Ranchería, como también para definir las acciones de planificación en este territorio.

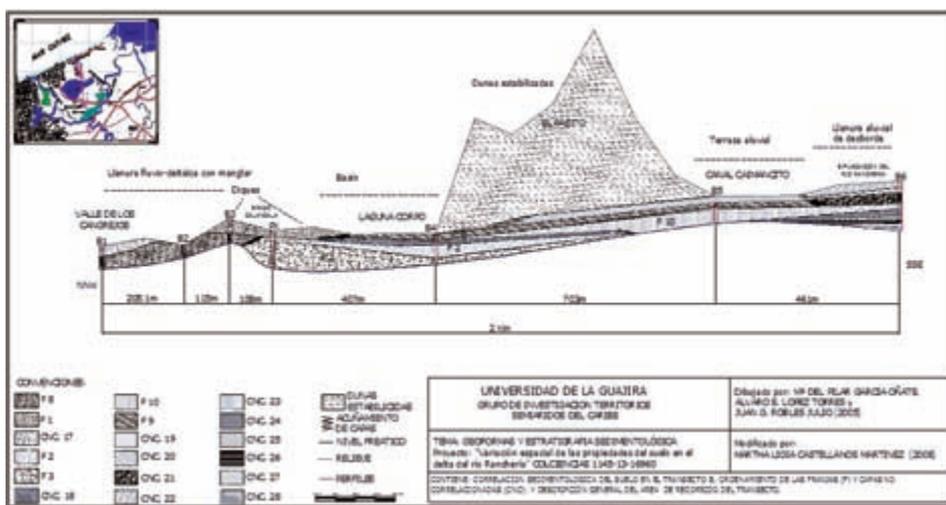


Figura 4. Perfil geomorfológico y sedimentológico con orientación norte-sur, desde bifurcación del río Ranchería hasta desembocadura del brazo Calanca, La Guajira. **Fuente:** adaptado de García, López Torres, & Robles Julio, 2006. (Castellanos Martínez, 2009)

Tabla 3. Identificación perfil modal de suelos

Localización	11°33'17" N 72°54'14,5" W
	Riño margen derecha
Descrito por:	Martha L. Castellanos M.
Fecha	26 agosto de 2006
Nivel freático	Fluctuante (92 – 104 cm)

Temperatura	> 25 °C
Pendiente	< 3 %
Relieve	Plano
Evidencias de erosión	Laminar ligero
Material subyacente	Sedimentos fluviomarinos de origen holocénico
Cobertura vegetal	Manglar (en ese sector, R. mangle, L. racemosa y A. germinans)
Uso Actual del suelo	Humedal con intervención antrópica, pastoreo chivos y corte de leña
Material parental	Sedimentos fluviomarinos, construidos desde el Holoceno
Régimen de humedad	Ácuico
Profundidad efectiva	Moderadamente profundo
Limitante de profundidad	Capa endurecida y lámina de agua
Drenaje natural	Superficial lento, interno lento
Posición geomorfológica	llanura aluvial de manglar
Observaciones adicionales	Se estimó el valor n (Soil Survey Staff, 2006), cuyo resultado fue 1,0.
Horizontes	Descripción
0 – 10 cm An	Color pardo oscuro, 7.5YR3/2 en seco (aunque hay agregados con humedad), arcillo-limoso, estructura bloques subangulares y angulares, muy fino a fino, fuerte; muy duro, pegajoso, plástico; límite gradual ondulado, presencia de raíces finas y gruesas, reacción ligera HCl, pH 7,8. Carbono orgánico: 0,44%
10 - 27 cm Ang	Color pardo, 7.5YR4/2 (70%) con moteados comunes gruesos débiles, color 7.5YR5/2 (30%) en húmedo, arcillo-limoso, estructura bloque angulares, menos subangulares, muy fino, fuerte, concreciones férricas, poco pegajoso, plástico, límite difuso ondulado, presencia de raíces gruesas en mayor cantidad, no reacción al HCl, pH 7,8. Carbono orgánico: 0,24%
27 – 66 cm Bwgn	Color pardo 7.5YR4/2 (80%) con moteados de color pardo fuerte 7.5YR5/8, pardo 7.5YR5/2 (20%), muy húmedo, moteados comunes, gruesos, débiles; arcillo-limoso, sin desarrollo estructural (demasiado húmedo), muy pegajoso, plástico; límite claro ondulado, no reacciona con HCl; pH 7,9. Carbono orgánico: 0,41%

Fuente: Castellanos Martínez, 2009

Tabla 4. Mineralogía de arenas por difracción de rayos X (%) de suelos de napa de desborde en el brazo Riño, delta del río Ranchería, agosto 2006.

Capa	Cuarzo	feldespato	anfíbol	piroxeno	epidota	alterados	opacos	moscovita	biotita	clorita	circón	calcita
An	69	29	-	tr	tr	9	tr	-	-	-	-	-
Ang	61	22	tr	tr	tr	15	tr	-	-	-	-	-
Bwgn	49	28	tr	-	2	18	3	-	-	-	-	-

Fuente: Castellanos Martínez, 2009

Tabla 5. Mineralogía de arcillas por difracción de rayos X (%) de suelos de napa de desborde en el brazo Riño, delta del río Ranchería, agosto 2006.

Capa	montmorillonita	clorita	vermiculita	micas	gibsitita	cuarzo	feldespato	metahalosita	caolinita	Interestratificados	calcita
An	++	¿?	¿?	+	tr	tr	tr	-	+	tr	-
Ang	++	-	¿?	+	tr	tr	tr	-	+	tr	-
Bwgn	++++	-	tr	+	¿?	tr	tr	-	+	tr	-

tr: trazas (< 5%) ¿?: dudoso Fuente: Castellanos Martínez, 2009

Tabla 6. Análisis de granulometría por método de pipeta, de suelos de napa de desborde en el brazo Riño, delta del río Ranchería, agosto 2006.

Capa	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	A	L	Ar
	(mm)								%		
An	0,01	0,02	0,05	1,55	2,24	18,71	37,06	40,36	3,87	55,77	40,36
Ang	0,01	0,04	0,07	1,75	2,26	16,73	36,47	42,67	4,13	53,20	42,67
Bwgn	0,04	0,07	0,09	1,56	1,83	16,38	39,48	40,55	3,59	55,86	40,55

Fuente: (Castellanos Martinez, 2009)

Tabla 7. Determinaciones de salinidad de suelos de napa de desborde en el brazo Riño, delta del río Ranchería, agosto de 2006.

Capa	pH	CE	PSI	Ca	Mg	K	Na	NH ₄	CaCO ₃	SO ₄	Cl	Bicarbonatos	CIC	Na int
		dS.m ⁻¹	%	Cmol(+).l ⁻¹								Cmol(+).kg ⁻¹		
An	7,6	2,3	20,4	1,2	1,5	0,4	19,0	2,0	-	4,9	13,9	3,9	21,1	4,3
Ang	7,6	1,7	18,8	0,8	1,1	0,3	15,9	3,6	-	4,8	12,3	3,0	21,8	4,1
Bwgn	7,5	3,3	18,2	1,2	2,2	0,5	25,8	1,0	-	5,9	24,6	1,6	22,0	4,0

Fuente: Castellanos Martinez, 2009

Ranchería aporta a la “agradación” del mismo gracias a la sedimentación (en cantidad y en calidad, expresado en la composición mineralógica y de otros materiales de los sedimentos), fenómeno que es común en todos los deltas del mundo; pero si no hay retenedores de estos sedimentos transportados por el río hacia el mar, como es el rol de los manglares en el delta, pues se pierden estos materiales con efectos en los ciclos de vida marinos. De igual manera, al estar en la desembocadura de un río, es natural esperar procesos de inundación periódicos, tanto por ascenso de las aguas intersticiales como por el escurrimiento superficial, de manera tal que si pensamos en el manejo sostenible económica, social y ecológicamente, lo más adecuado es pensar cómo nos adaptamos a estas circunstancias, antes de continuar derribando los manglares, depositar desechos de toda índole, construyendo y estableciendo infraestructura o alterar el curso del río, entre otras acciones antrópicas.

Con base en estos elementos, que implica la construcción de bases de datos en las diferentes escalas y la elaboración de mapas temáticos para un determinado lugar con información que cambia en poco tiempo, como cobertura vegetal, uso del suelo, entre otros, sobre la base de geomorfología, sin

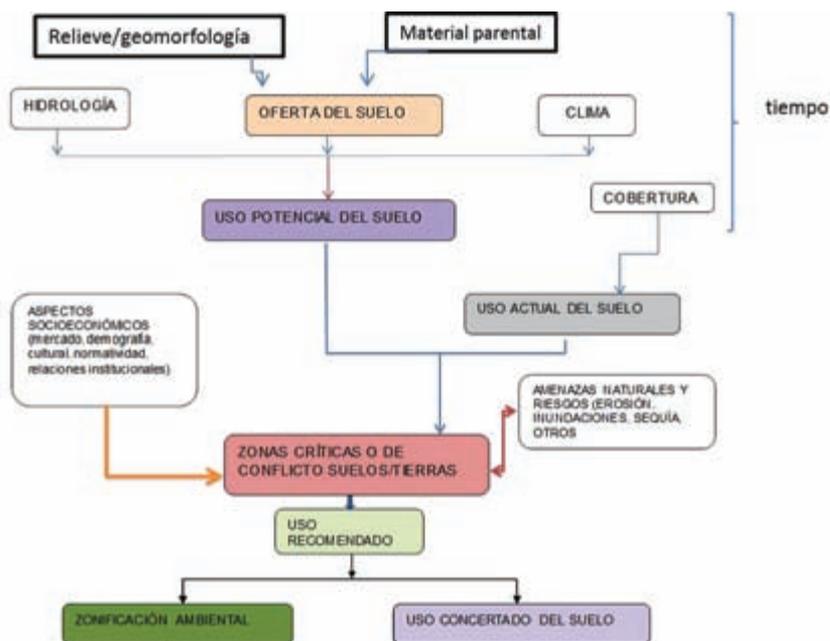


Figura 6. Esquema conceptual de la construcción de mapas temáticos en suelos.

perder de vista que todos hacen parte de un solo sistema (unidad de paisaje), se procede a evaluar la aptitud de los suelos con propósitos específicos, con base en instrumentos desarrollados por Soil Survey Staff (1983), (IGAC, 1995) (IGAC, 2012); es ideal que estas evaluaciones sean multidisciplinarias para apoyar procesos de planificación y ordenamiento territorial, los cuales son perentorios actualmente en el país, en lo político-administrativo, productivo y ambiental. Un modelo aproximado del uso de esas bases de datos para generar mapas de suelos de interés para planes de ordenamiento territorial se presenta en la figura 6.

La utilidad de los mapas de suelos atrae mucho por su uso en ingeniería y en planeación, entre ellos, la planeación en el uso de los suelos o tierras. También son prácticos para la toma de decisiones, pues en una sola imagen se recogen diferentes conceptos y categorías que describen un territorio, como se presenta en la figura 7.

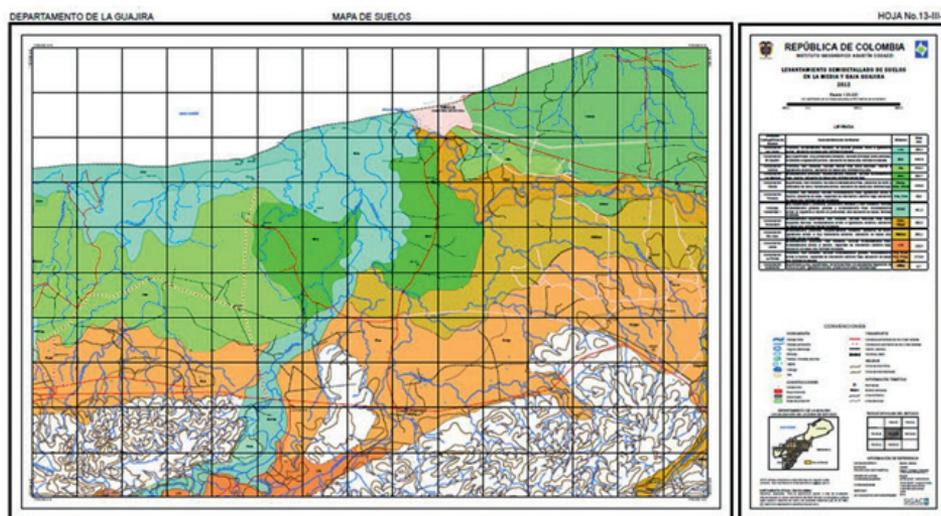


Figura 7. Mapa de suelos, hoja No. 13 III B. Fuente (IGAC, 2012)

Categorías en los mapas de uso del suelo

Entre las categorías que se plantearon para el reconocimiento de suelos en 1937, (Kellogg, 1937), se tienen: cultivos, pastizales, uso forestal, recreación, minería, preservación de vida silvestre, protección y zona urbana. También se contempló combinación de estas categorías. Usualmente la elaboración

de estos mapas iba acompañada de trabajo de los técnicos en campo (levantamientos topográficos, descripción del terreno) y recolección de información a la población, mediante diferentes estrategias (encuestas, entrevistas), que luego eran analizadas en oficina, y plasmadas en forma sintética a través de los mapas. Es necesario viajar en el tiempo y recordar los instrumentos técnicos con que se contaba a principios del siglo XX, y reconocer los enormes esfuerzos realizados para representar el territorio y proponer las técnicas que consideraban idóneas en el manejo del territorio. Con base en lo anterior, no sólo se consideraron categorías para uso agropecuario sino para otros sectores de interés económico y ambiental, propuestas que se trasladaron a otros países como Colombia, a través de la formación y entrenamiento de profesionales en estas técnicas.

En años posteriores, las categorías evolucionaron hacia el detalle, es decir, en la medida que la captura de imágenes se fue perfeccionando (planchas topográficas y cartográficas, fotografías aéreas, imágenes satelitales, con verificación de campo en todos los casos), pues la oferta de información también, y en el caso colombiano esta información era, adicionalmente, muy diversa, por lo cual hubo la necesidad de establecer unas categorías uniformes, pero que incluyeran todas las posibilidades de coberturas sobre el terreno. La Constitución de 1991 dio relieve al ordenamiento territorial, dado que se proponían cambios en lo político-administrativo, y se impulsó el sector ambiental. Esto obligó el afinamiento de los instrumentos para el ordenamiento, tarea que quedó bajo el liderazgo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, que sufrió transformaciones institucionales y tecnológicas para responder a los diferentes retos del país. La mayoría de los departamentos cuentan con Estudios de suelos actualizados, en escalas de general (1:100.000) a semi-detallado (1:25.000), y algunas ciudades a escala detallada (1:10.000). Y se introdujo el Corine Land Cover (Coordination of information on the Environment), CLC, que es una base de datos sobre la cobertura y uso del suelo en la Unión europea, y tiene una propuesta de categorías de coberturas, cuya implementación en Colombia llevó al ajuste de las leyendas de los mapas temáticos de cobertura (tabla 6), uso actual del suelo y vocación de uso del suelo (tabla 7), las cuales fueron incorporadas posteriormente como categorías de zonificación. Se conserva para la producción de los mapas de suelos la descripción de las unidades cartográficas, cuyas categorías se presentan en la tabla 8, que involucra la clasificación taxonómica de los suelos según USDA (Soil Survey Staff, 2014).

Tabla 8. Leyenda nacional (Colombia) de coberturas de la tierra.

<i>Territorios artificializados</i>
Zonas urbanizadas
Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
Zonas de extracción minera y escombreras
Zonas verdes artificializadas
<i>Territorios agrícolas</i>
Cultivos transitorios
Cultivos permanentes
Pastos
Áreas agrícolas heterogéneas
<i>Bosques y áreas seminaturales</i>
Bosques
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
<i>Áreas húmedas</i>
Áreas húmedas continentales
Áreas húmedas costeras
<i>Superficies de agua</i>
Aguas continentales
Aguas marítimas

Fuente: IDEAM, 2010

El IGAC ha adaptado para el sector agropecuario un sistema de clasificación y zonificación agroecológica de tierras (Land capability), desarrollado por el USDA (1941), que permite establecer las zonas aptas para la producción agropecuaria en sus diferentes expresiones, que por el nivel de escala, se sigue actualizando (Castellanos M., 2012). De acuerdo al IGAC (1995), el propósito es evaluar características y propiedades de manera permanente, para conocer el grado de sus **limitaciones** y conformar **clases**, acerca de las cuales se definen usos más adecuados, de manera que conserve o incremente su calidad en el tiempo. Este sistema está conformado por ocho clases (I a VIII), que representan el incremento de limitaciones de acuerdo al incremento en su valor numérico, es decir, los suelos de clase I tienen cero o pocas limitaciones, y los VIII son los de mayor limitación para la producción agropecuaria (IGAC, 1995). Estas limitaciones no se refieren sólo a condiciones de pendiente o fertilidad, sino a condiciones ambientales, de manejo y disponibilidad de agua.

La clasificación por capacidad de uso de la tierras y zonificación agroecológica está integrada por clases, subclases, grupos de manejo y unidades de capacidad, los cuales se aplican a Levantamiento de suelos de acuerdo a su escala: exploratorio, general, semidetallado y detallado, respectivamente (IGAC, 1995) (IGAC, 2002). En la tabla 9 se presenta la descripción de las Clases Agrológicas.

Tabla 9. Categorías cartográficas para Vocación de uso del suelo (IGAC, 2002)

Vocación de uso	Uso principal	Símbolo
Agrícola	Cultivos transitorios intensivo	CTI
	Cultivos transitorios semiintensivos	CTS
	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSI
	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSS
Agroforestal	Silvoagrícola	SAG
	Agrosilpastoril	SAP
	Silvopastoril	SPA
Ganadera	Pastoreo intensivo y semiintensivo	PSI
	Pastoreo extensivo	PEX
Forestal	Producción	FPR
	Protección-producción	FPP
Conservación	Forestal protectora	CFP
	Recursos hídricos	CRH
	Recuperación	CRE

Tabla 10. Descripción general de las unidades cartográficas.

Unidad cartográfica	Definición
Asociaciones	Es una agrupación de unidades taxonómicas asociadas geográficamente en un patrón regular definido, de manera que se puedan separar en un levantamiento más detallado. Las relaciones pueden ser de origen (material parental) o de posición topográfica. Las asociaciones permiten inclusiones limitativas y no limitativas, que en ningún caso pueden exceder al menor de los componentes principales. De acuerdo con la escala del mapa, pueden formarse asociaciones de grandes grupos, familias, series, tipos, fases.
Consociaciones	En esta unidad el 75% o más de los suelos que la constituyen pertenecen a una clase taxonómica y pueden ocurrir inclusiones de suelos diferentes en pequeñas proporciones. Se admite hasta un 25% de suelos diferentes, si éstos no son limitantes para el uso y hasta un 15% si son limitantes.
Grupo no diferenciado de suelos	Se refiere a la agrupación en una unidad de mapeo de dos o más unidades taxonómicas similares, que no están geográficamente asociados, pero que se representan en una misma unidad por tener una misma aptitud o grado de limitación para uso y manejo; es posible también que las diferencias no sean importantes para el objetivo del levantamiento. Tales unidades se nombran usando las denominaciones de sus constituyentes, conectándolas con la conjunción "Y". Ej.: dos series de suelos tienen una misma fase por pendiente escarpada, característica esta sobresaliente sobre las características propias de cada serie, entonces se nombran por ejemplo: Cabrera y Páramo, Franco y Franco Limoso.
Complejo	Es una asociación cuyos componentes taxonómicos no se pueden separar individualmente en un estudio detallado. Las unidades taxonómicas constituyentes del complejo pueden ser fases de tipos, tipos de la misma serie, tipos de diferentes series y aún de dos o más series. Los nombres van ligados por un guión, dando el porcentaje en que interviene cada uno.
Tierras misceláneas	Las áreas que no tienen suelo y si existe, tiene un desarrollo incipiente o está afectado por la presencia de materiales que no son considerados como de la masa del suelo. Entran en esta categoría tierras aluviales, tierras de conchicua (conchas), tierras pedregosas, tierras rocosas, etc.

Fuente: (IGAC, 1998)

Tabla 11. Clasificación agrológica. Fuente: (Suarez de Castro, 1982)

CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA

Las clases agrológicas sirven para ordenar la selección de alternativas de uso y de manejo que mejor se adapten a las características de cada porción de la finca. Se dividen en 3 grupos:

1. Terrenos apropiados para establecer en ellos cultivos anuales que exigen limpieza periódica.
2. Terrenos para establecer vegetación permanente (potreros, cafetales, bosques, otros).
3. Terrenos inapropiados para cualquier actividad agropecuaria.

PRIMER GRUPO. Incluye las clases I, II, III, IV

Clase I. Terrenos de pendiente muy suave, fáciles de trabajar, profundos. Productividad moderada, protegidos de los agentes erosivos. Buen drenaje, no inundables. No necesitan prácticas especiales de conservación de suelos.

Clase II. Terrenos apropiados para cultivos limpios continuos mediante el uso de prácticas sencillas de conservación de suelos. Pendiente moderada, mediana profundidad horizonte A, productividad moderada, exposición moderada a agentes erosivos. Se siguen prácticas como cultivos en contorno, en fajas, barreras vivas, acequias, terrazas.

Clase III. Terrenos apropiados para cultivos limpios mediante el uso de prácticas intensas de conservación de suelos. Mediana pendiente, mediana a poca profundidad hzte A, productividad por lo menos moderada, gran susceptibilidad a erosión severa. Prácticas como las anteriores, más bancales, terrazas, etc.

Clase IV. Terrenos apropiados para cultivos limpios ocasionales mediante el uso de prácticas intensas de conservación de suelos. Pendiente entre mediana y fuerte, hzte A delgado o moderadamente profundo, condiciones físicas desfavorables para la retención de humedad, productividad por lo menos moderada y alta susceptibilidad a la erosión severa. Transición a los del grupo 2.

SEGUNDO GRUPO. Clases V, VI, VII

Clase V. Terrenos para vegetación permanente (potrero, bosque, semibosque) con pocas limitaciones para este uso y sin prácticas especiales de conservación. Tiene poca pendiente, no sujetos a erosión apreciable. Pueden tener problemas de excesiva humedad y pedregosidad. Prácticas como regulación del pastoreo.

Clase VI. Su pendiente en general es fuerte o el suelo, que es poco profundo, ofrece muy escasa resistencia a la acción erosiva. Se pueden usar en vegetación permanente con ligeras limitaciones. Prácticas como caballones y acequias de contorno. En los bosques no debe haber pastoreo.

Clase VII. Terrenos propios para vegetación permanente. Pendiente fuerte, escasa profundidad, poco resistente a la acción erosiva. Vegetación de bosque.

TERCER GRUPO. Clase VIII. No se pueden usar ni en agricultura ni en ganadería. Quedan incluidos pantanos, playones, zonas de cárcavas, áreas muy escarpadas, abruptas, rocosas, derrumbes que exigen protección especial, entre otros sitios.

Las subclases agrupan, dentro de la clase, suelos con limitaciones generales o globales, sea del suelo (s), topografía (t), drenaje (h), erosión (e), clima (c). Los grupos de manejo incluyen suelos que tienen limitaciones específicas similares dentro de una subclase (IGAC, 1995).

A manera de reflexión

Los Estudios de Suelos implican trabajo de campo, procesamiento de imágenes (fotografías aéreas, imágenes satelitales) y elaboración cartográfica, que permiten determinar la morfología de los suelos, clasificarlos de acuerdo a sus propiedades, mostrar su distribución en mapas y ayudan a decidir qué terrenos son apropiados para actividades agropecuarias, u otras actividades económicas, la extensión y ubicación de estas áreas, por lo cual se constituyen en insumo valioso para los planes de ordenamiento territorial y ambiental, tanto para agencias públicas o privadas, o para particulares. Es una información con una inversión importante de recursos y conocimiento, que dan respaldo a cualquier uso que se dé sobre la misma.

Se hace necesario visibilizar y reconocer el suelo, como soporte de los ecosistemas terrestres (es muy usual encontrar que a pesar del uso de la información edáfica, no se da reconocimiento al recurso suelo) y masificar la interpretación de los resultados de estos estudios. Como se presentó a lo largo de este escrito, el suelo es producto de los factores como el material parental, relieve, actividad de los organismos, clima, a lo largo del tiempo, por lo cual, sus características y propiedades dan indicio de esas condiciones ambientales.

Bibliografía

- Buol, S., Hole, F., & McCracken, R. (1983). *Génesis y clasificación de suelos* (Vol. Primera reimpresión.). México, México: Trillas.
- Cairo Cairo, P., & Fundora Herrera, O. (1994). *Edafología* (2da, corregida y ampliada ed.). Ciudad de La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Cárdenas, M., Mesa, C., & Riascos, J. (1998). *Planificación ambiental y ordenamiento territorial. Enfoques, conceptos y experiencias*. Bogotá, Colombia: DNP, CEREC, FESCOL.
- Castellanos M., M. L. (2012). *Algunos criterios de descripción de suelos*. Informe final. Documento inédito, Universidad de La Guajira, Riohacha.
- Castellanos Martinez, M. (16 de junio de 2009). *Tensores edafológicos que condicionan la disponibilidad de nutrientes para mangle en ambientes semiáridos*. Recuperado el 15 de julio de 2018, de Universidad Nacional de Colombia: <http://bdigital.unal.edu.co/15580/1/9101001.2009.pdf>
- Castellanos Martinez, M., & Carabali Angola, A. (2014). *El delta del río Ranchería: una mirada biofísica y social antes de la represa*. Riohacha, La Guajira, Colombia: Universidad de La Guajira.
- Christopherson, R. (2000). <http://geog.uoregon.edu/shinker/geog101/lectures/lec11/lec11.htm>. Recuperado el 12 de abril de 2018, de <http://geog.uoregon.edu/shinker/geog101/lectures/lec11/lec11.htm>
- CORPOGUAJIRA. (23 de junio de 2013). *Corpoguajira Noticias*. Recuperado el 15 de julio de 2018, de CORPOGUAJIRA: <http://corpoguajira.gov.co/wp/corpoguajira-e-invenmar-presentaran-el-plan-de-manejo-de-la-zona-costera-de-la-peninsula/>
- Fuentes Padilla, G., & Fernandez Naranjo, A. (2007). *Incidencia del pH del suelo en la estructura y distribución espacial de las especies de mangle en el delta del río Ranchería*. Informe final trabajo de grado de Ingeniería Ambiental, Universidad de La Guajira, Riohacha.
- García, M., López Torres, Á., & Robles Julio, J. (2006). *Distribución espacial de algunas propiedades físicas del suelo en el delta del río Ranchería*. Riohacha: Universidad de La Guajira.
- Griego Pinto, A., & Gutierrez Vergara, D. (2014). *Evaluación de zonas potencialmente adecuadas para el cultivo de *Jatropha curcas* en La Guajira, enmarcada en la normatividad ambiental*. Informe final de trabajo de grado, en pregrado, Universidad de La Guajira, Riohacha.
- Hernández Peña, Y. T. (2010). El ordenamiento territorial y sus construcción social en Colombia: ¿un instrumento para el desarrollo sustentable? *Cuadernos de Geografía*(19), 97-109.

- <https://encolombia.com/medio-ambiente/normas-a/hume-acuerdo38897/#sthash.fnZ6EUlp.dpuf>. (s.f.).
- IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia. Escala 1:100.000*. Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IGAC. (1995). *Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. (D. Malagón Castro, C. Pulido Roa, R. Llinas Rivera, C. Chamorro Bello, & J. Fernández Lamus, Edits.) Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- IGAC. (1998). *Principios básicos de cartografía temática*. Santafé de Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- IGAC. (2002). *Vocación de uso de las tierras de Colombia (medio magnético, CD-3)*. Bogotá, Colombia: IGAC.
- IGAC. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras* (2da. ed.). (H. Villota, Ed.) Bogotá, Colombia: IGAC.
- IGAC. (2009). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Escala 1:100.000. Departamento de la Guajira*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Imprenta Nacional.
- IGAC. (2012). *Estudio semidetallado de suelos y zonificación de tierras en la media y baja Guajira: escala 1:25.000*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Kellogg, C. (1937). *Soil Survey Manual* (Vol. Miscellaneous Publication No. 274). Washington, D.C., U.S.A.: United States Department Agriculture.
- Lacerda, L., Conde, J., Kjerfve, B., Alvarez León, R., Alarcón, C., & Polania, J. (2001). American mangroves. En L. Lacerda, *Mangrove ecosystem function and management* (págs. 1-62). Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hong Kong: Springer-Verlag.
- Ministerio de Agricultura y Cría. República de Venezuela. (1965). *Manual de levantamiento de suelos. (trad.)*. (J. Castillo, Trad.) Caracas, Venezuela: República de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de Recursos Naturales Renovables, División de Protección y parques nacionales. Sección de Conservación de suelos.
- Ministerio del Medio Ambiente, MMA. República de Colombia. (2001). *Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia*. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio del Medio Ambiente. Dirección General de Ecosistemas.

- República de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS. (26 de Mayo de 2015). *Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015*. Recuperado el 20 de Abril de 2018, de MADS: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/81-normativa/2093-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30#decreto-%C3%BAnico-hipervinculos>
- Soil Survey Staff. (1983). *Guide for interpreting engineering uses of soils*. (S. C. Handbook, Ed.) U.S.A.: USDA.
- Soil Survey Staff. (2014). *Keys to Soil Taxonomy* (12a. ed.). United States Department of Agriculture, USDA. Natural Resources Conservation Service, NRCS.
- Suarez de Castro, F. (1982). *Conservación de suelos*. San José, Costa Rica: IICA.
- Zink, A. (2012). *Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales*. Ensechede, The Netherlands: Faculty of Geo-information Science and Earth Observation. ITC Special Lecture Notes Series.

Calidad bacteriológica de aguas marinas en el departamento de La Guajira: un elemento del ordenamiento del territorio

Bacteriological quality of marine waters in the department of La Guajira: an element of the order of the territory

Adrian Radillo Cotes¹

1 Microbiólogo, Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Universidad de La Guajira, Riohacha (Colombia). adrianradillo@uniguajira.edu.co

Resumen

En este capítulo se exponen los resultados microbiológicos de calidad sanitaria de aguas marinas en diferentes zonas del departamento de la Guajira, realizado en el marco del proyecto financiado por COLCIENCIAS “*Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural*” con el fin de contrastar los resultados obtenidos con reportes históricos y la normatividad nacional vigente, partiendo de las propuestas de la Organización Mundial de la Salud sobre la importancia de vigilar los factores de contaminación microbiológica en las aguas marinas debido a sus impactos de importancia epidemiológica sobre las comunidades costeras. Para esto se analizaron muestras de agua marina de 17 zonas de trabajo distribuidas en los municipios costeros del departamento de La Guajira con una técnica de sustrato definido cromo fluorogénica de lectura rápida. Los resultados mostraron que la mayoría de las zonas de muestreo del departamento poseen niveles sanitarios inseguros para el desarrollo de actividades primarias y secundarias según los límites permisibles del decreto 1594 de 1984. Lo cual hace necesaria la atención integral de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos de todas las comunidades que residen en la zona costera del departamento de La Guajira y que hacen uso de los recursos marinos, avanzando en la construcción de lineamientos base que pongan la salud pública de los ciudadanos como su prioridad.

Palabras clave: Coliformes, ordenamiento marino y costero, tecnologías de diagnóstico rápido, calidad de agua marina.

Abstract

This chapter presents the microbiological results of sanitary quality of marine waters in different areas of the department of La Guajira, which was carried out within the framework of the project financed by COLCIENCIAS “*Guidelines for coastal and marine territorial planning of the department of La Guajira from cultural diversity*” with the purpose of contrasting the results with historical reports and current national regulations, based on the proposals of the World Health Organization on the importance of monitoring the microbiological contamination factors in marine waters due to their impacts of epidemiological importance on coastal communities. For this, seawater samples from 17 work zones distributed in the coastal municipalities of the department of La Guajira were analyzed with a fast-reading fluorogenic chromium substrate technique. The results showed that most of the sampling areas of the department have unsafe sanitary levels for the development of primary and secondary activities according to the permissible limits of Decree 1594 of 1984. This makes necessary the integral attention of the wastewater treatment systems and solid waste from all the communities that reside in the coastal area of the department of La Guajira and that make use of marine resources, advancing in the construction of basic guidelines that make the public health of the citizens as their priority.

Keywords: coliforms, marine and coastal planning, rapid diagnostic technologies, marine water quality.

Introducción

El concepto “*Calidad*” ha trascendido en diversas áreas del conocimiento, dotando de idealidad los aspectos más importantes de las ciencias básicas y aplicadas. Los estudios ambientales y de los ecosistemas han sido pioneros obligados a comprender el estado natural e ideal de los sistemas ambientales con el fin de poder establecer puntos de referencias que les permita medir el impacto humano a diferentes niveles de interacción: Directa, Indirecta e Intrínseca (Boyd & Banzhaf, 2007) (Zhang, *et al.*, 2018).

Siguiendo estas consideraciones, los océanos han sido objeto de estudios durante cientos de años, y en el último siglo se ha trabajado intensivamente por protegerlo de la presión antrópica, la cual representa su principal amenaza desde diferentes frentes, aun cuando estos representan el 71 % del agua del planeta (Rodríguez, 2010) (Acosta & Lodeiros, 2004) (Li, *et al.*, 2018). Las playas, como parte de los océanos, son áreas claves para la sostenibilidad funcional de los ecosistemas costeros, los cuales se encuentran bajo una creciente presión, derivada de las diversas actividades humanas que aumentan los niveles de emisión de contaminantes e influyen en cambios físicos y químicos de los factores bióticos (Mallin, *et al.*, 2000).

Sin embargo, por ser zonas atractivas para el desarrollo de actividades turísticas, muchos países invierten esfuerzos que les permitan aprovechar las playas con vocación turística como una importante fuente de ingresos económicos, articulándolas a los planes de ordenamiento de los territorios y políticas de desarrollo (Zhang, *et al.*, 2015) (Castaño-Isaza,

et al., 2015). En Colombia, desde el año 2016 se avanza en el programa de certificación de playas “Bandera Azul en Colombia” (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2016) con lo cual, el Departamento de La Guajira, que cuenta con más de 360 km de playas en el mar Caribe, asume el reto de certificar una de sus playas como piloto para asumir este gran reto nacional, lo que a su vez, pone en evidencia algunas realidades que se deben superar antes de cumplir con esta meta, como la calidad bacteriológica del agua marina para actividades de contacto primario y secundario (Guerrero, 2017)

La organización mundial de la salud (2003), estableció una guía para el uso seguro y recreativo de aguas ambientales, en la cual resalta la importancia de vigilar y reducir los factores de contaminación microbiológica en las aguas marinas debido a los impactos de importancia epidemiológica sobre las comunidades costeras. Esto implica un esfuerzo de las naciones por implementar modelos de vigilancia eficaces que respondan a la realidad ambiental de las zonas costeras y que también permitan actuar de manera oportuna frente a situaciones que deterioren el estado ideal de uso de las playas. Una alternativa surge con el uso de tecnologías de detección rápida de organismos indicadores de contaminación, dentro de los que resaltan el grupo de bacterias Coliformes, *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis*, las cuales indican contaminación de aguas y sedimentos por contacto con materia fecal.

En Colombia, el Decreto 1594 (Ministerio de Agricultura, 1984) reglamenta los usos del agua y algunas disposiciones, donde define los valores microbiológicos que debe tener el agua para usos de carácter primario como la natación o el buceo, o contacto secundario como la pesca y/o deportes náuticos.

En este trabajo se presentan resultados de calidad microbiológica de algunas playas del Departamento de La Guajira en el marco del proyecto de investigación financiado por COLCIENCIAS “*Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural*” con el fin de contrastar los resultados con reportes históricos y la normatividad nacional vigente.

Metodología

Trabajo de Campo

El proyecto de investigación definió 17 zonas de trabajo distribuidas en la zona litoral de la Península de La Guajira correspondiente a Colombia. En es-



Figura 8. Área de trabajo y zonas de muestreo en el Departamento de La Guajira, Colombia.

En los lugares se identificaron los puntos estratégicos para recolección de datos y toma de muestras para análisis posterior en Laboratorio.

Tabla 12. Descripción de los tipos de de muestra tomados para análisis microbiológico y algunos parámetros fisicoquímicos in-situ.

Tipo de Muestra	Subtipos	Descripción
AGUA	Agua de Mar	Muestra tomada en las zonas de playa, en las cuales se desarrolla actividades primarias y secundarias, con una distancia no mayor a 1 Km desde la zona continental.
	Río- Desembocadura	Mezcla de Agua de Mar y Agua de Río

Se realizó un muestreo simple para análisis microbiológicos siguiendo recomendaciones del Instituto De Investigaciones Marinas Y Costeras “José Benito Vives De Andrés” –INVEMAR (2003) vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; y el Instituto Nacional de Salud (2011).

Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico se adoptaron diferentes metodologías de trabajo de campo en función de las posibilidades de trabajar en campo o tener que desplazarse al Laboratorio:

- A. Se tomaron muestras puntuales en campo y se guardaron en neveras de icopor con hielo o refrigerantes para ser transportadas al Laboratorio de Ciencias Ambientales de La Universidad de La Guajira.
- B. Se tomaron muestras en campo y se procesaron en un lugar cerrado, limpio y que garantizara las condiciones mínimas de asepsia, al cual se lograron llevar todos los equipos, materiales y reactivos necesarios para el análisis.

Las muestras para ambos casos fueron tomadas en Botellas plásticas estériles, aforadas a 100 ml que contenían Tiosulfato de Sodio.

Tabla 13. Detalles de la forma en que se tomaron las muestra para análisis Microbiológico.

Subtipos de muestras de Agua	Forma de toma de muestra
Agua de Mar	La muestra se tomó a una distancia de la orilla en la cual el agua de mar alcanzara la altura del pecho. Se purgó la botella tres veces con el agua de mar y luego se tomó la muestra superficialmente (Hasta 30 cm de profundidad). Se cerró la tapa y se coservó en nevera de Icopor.

Trabajo de Laboratorio

En el Laboratorio de Ciencias Ambientales de La Universidad de La Guajira se realizaron los análisis de Microbiología de Agua. Las muestras fueron analizadas con un método de sustrato enzimático o sustrato definido. La tecnología utilizada se denomina Colilert-18 con bandejas de cuantificación Quanti-Tray2000, aprobado por la EPA (*United States Environmental Protection Agency*) y ha sido validado por la AFNOR (Organización Nacional Francesa Para La Estandarización) como método alternativo para el estándar ISO-9308-3 para la detección y enumeración de *Escherichia coli* β -glucuronidasa positiva.

Se llevó a cabo el siguiente protocolo de trabajo.

- 1. Preparación de materiales de trabajo:** Para desarrollar el procedimiento se requirió de los elementos descritos en a Tabla 14.
- 2. Procesamiento de la muestra:** Desinfectar el área de trabajo y encender el mechero. Colocar las muestras en el área desinfectada por 15 minutos para atemperarlas un poco. Se rotularon los frascos estériles aforados con la dilución que contendría. Se homogenizó la muestra. Con una Micropipeta y puntas estériles, se agregaron porciones de la muestra en frascos estériles de acuerdo a cada dilución que se realizaría ($10 \text{ ml} = 10^{-1}$; $1 \text{ ml} = 10^{-2}$; $0,1 \text{ ml} = 10^{-3}$) y se completaron hasta el aforo con agua destilada estéril. Se llenó un frasco solamente con agua destilada estéril para descartar posible contaminación por el diluyente. Luego se adicionó el reactivo Colilert-18®. Con la tapa cerrada se homogenizó la muestra y se dejó reposar hasta que se diluyera por completo el reactivo y se viera completamente una solución traslucida. Luego se vertieron las muestras en Bandejas de cuantificación Quanti-Tray2000® y se pasaron por el Sellador para distribuir la muestra en los pozos de cuantificación y se incubaron a $36 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 18 horas.

Tabla 14. Equipos, Materiales y Reactivos utilizados en el trabajo de investigación.

Equipos	Materiales	Reactivos
Incubadora (Ajustada a $36 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$)	Muestra tomada en frasco estéril (Rotulada)	Colilert-18®
Sellador Quanti-Tray2000	Bandejas de cuantificación Quanti-Tray2000®	Alcohol Etilico (Grado Industrial)
Cabina de Flujo laminar	Micropipeta 100-1000 μl	Agua destilada estéril
Lámpara UV de 365 nm	Micropipeta 10-100 μl	
	Puntas para Micropipeta	
	Mechero de Alcohol	
	Frascos estériles aforados a 100 ml	
	Fósforos	
	Algodón	
	Guantes (Látex o Nitrilo)	
	Marcador permanente	
	Tabla de Número Más Probable (NMP)	
	Comparador de Color	

- 1. Lectura e interpretación de los datos:** Pasadas 18 horas de incubación y con la ayuda de un comparador de color, se contaron los po-

zos grandes y pequeños que viraron a color amarillo (Positivos) y se cruzaron los valores en una Tabla de NMP para obtener el valor de Coliformes totales en 100 mL de muestra, este valor se multiplica por el factor de dilución correspondiente para obtener la estimación real. Luego, en un cuarto oscuro se ilumina la bandeja con la lámpara UV para revelar la fluorescencia de las bacterias β -glucuronidasa positiva (*E. coli* positivo). Se hizo el mismo procedimiento de registro y cálculo por el factor de dilución para determinar el NMP de *E. coli* en 100 ml de muestra.

Resultados y Discusión

El Decreto 1594 (Ministerio de Agricultura, 1984), define los límites permisibles para el agua de uso recreativo en Colombia (ríos, playas, piscinas, entre otros) y con los cuales se contrastaron los resultados obtenidos. Estos valores también son tenidos en cuenta por la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia “RED-CAM”, la cual también referencia recomendaciones hechas por la Organización Mundial de la Salud (2003).



Figura 9. Izquierda: Playa del Cabo de La Vela, La Guajira. Derecha: Playas de Carrizal, corregimiento del municipio Uribia, La Guajira.

En general, la calidad bacteriológica del agua marina en las diferentes zonas presenta niveles de contaminación por *E. coli* que indican un preocupante estado de la calidad de las playas en todas las zonas de costa. En la Figura 10 podemos ver que los resultados muestran valores muy por encima del límite permisible para el desarrollo de actividades primarias por presencia de *E.*

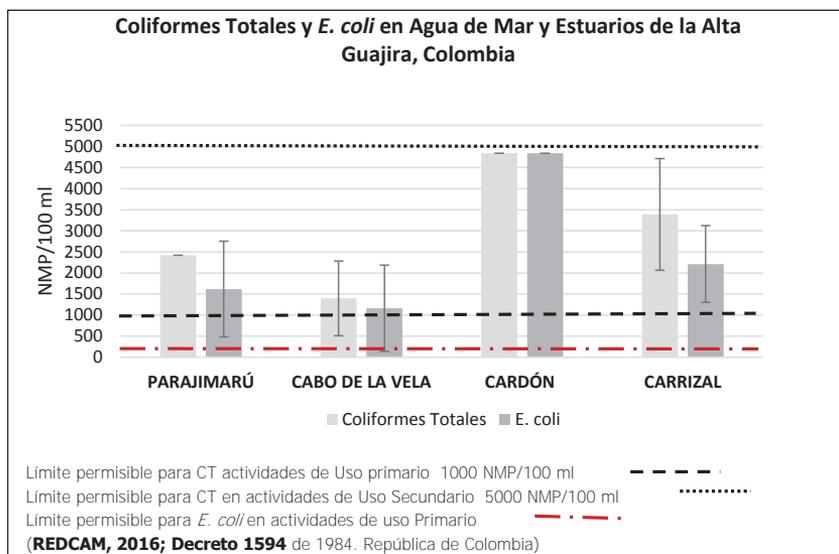


Figura 10. Resultados de Coliformes Totales y *E. coli* en Muestras de Agua marina de Zonas costeras de la Alta Guajira: Parajimarú, Cabo de la Vela, Cardón y Carrizal durante los meses Agosto- Diciembre de 2017.

coli, pero todas las zonas mostraron valores dentro de lo permisible para actividades como la pesca y los deportes náuticos. De esta parte del departamento de La Guajira, solo el Cabo de la Vela y sus alrededores es visto como gran referente Turístico costero y por lo tanto ha tenido un mayor acompañamiento institucional (público y privado) en gestión de playas y manejo de residuos. Aunque los datos muestran valores por encima de lo permisible, los valores medios Ubican las playas del Cabo de la Vela como el de menor impacto por Coliformes.

Las playas de Cardón y Carrizal se encuentran a pocos kilómetros del Cabo de la Vela pero sus resultados muestran una mayor concentración de bacterias coliformes y *E. coli* lo cual coincide con la poca infraestructura de tratamiento de aguas residuales.

Por otro lado, las zonas de playa de la parte baja de la costa Guajira mostraron resultados de coliformes totales más bajos y dentro de los límites permisibles para el desarrollo de actividades primarias y secundarias (Figura 11). La abundancia de *E. coli* en las muestras fue menor y permisible en la zona de Dibulla. Esta parte del departamento contrasta en gran varios aspectos con la zona norte debido a su cercanía con la Sierra Nevada de Santa Marta,

lo que le confiere una mayor abundancia de ríos y actividad agrícola de las zonas aledañas, generando un mayor aporte de materia orgánica al mar a través de las cuencas.

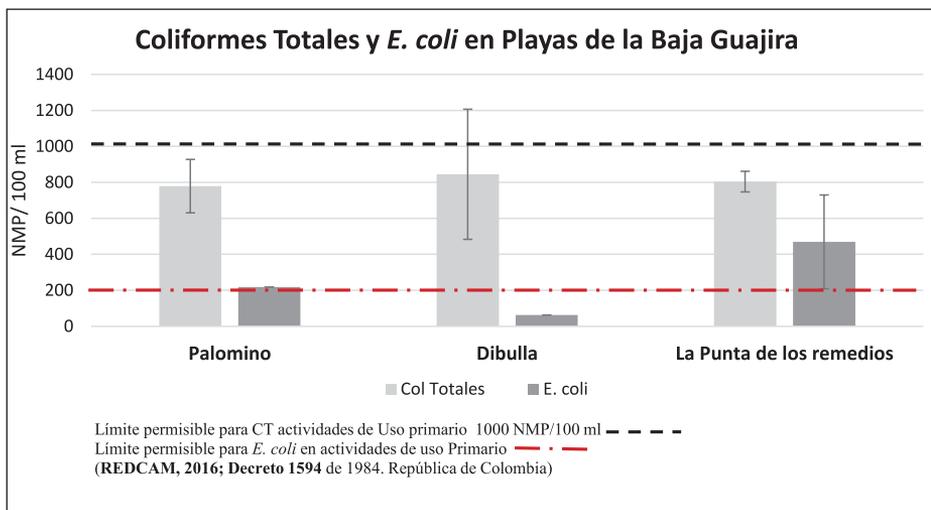


Figura 11. Resultados de Coliformes Totales y *E. coli* en Muestras de Agua marina de Zonas costeras de la Baja Guajira (Colombia): Palomino, Dibulla y La Punta de Los Remedios durante los meses Noviembre-Diciembre de 2017.

La Figura 12 muestra los resultados obtenidos de las playas de las zonas Manaure, El pájaro Mayapo y Camarones. Todos los municipios mostraron resultados insatisfactorios para desarrollo de actividades de carácter primario por valores elevados de *E. coli* y Coliformes totales. Solo Mayapo y Camarones presentan resultados ideales para actividades de pesca y deportes náuticos. Esto podría deberse a la creciente presión turística, que durante la última década ha forzado la prestación de servicios en áreas que no cuentan con el acceso suficiente a redes de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos y líquidos. Todas las zonas presentan problemáticas similares de erosión costera, lo cual ha ocasionado en Mayapo pérdida de playa y mayor cercanía del mar con la zona de estancia de los visitantes, baños y parqueaderos conllevando todos los residuos que se pueden producir; en el Pájaro, el área de la Comunidad San Tropel tiene un basurero a cielo abierto junto a una construcción de laguna de oxidación en desuso y próximo a un área de inundación, representando un foco de contaminación de alto riesgo para las comunidades aledañas, las cuales se han ido despla-

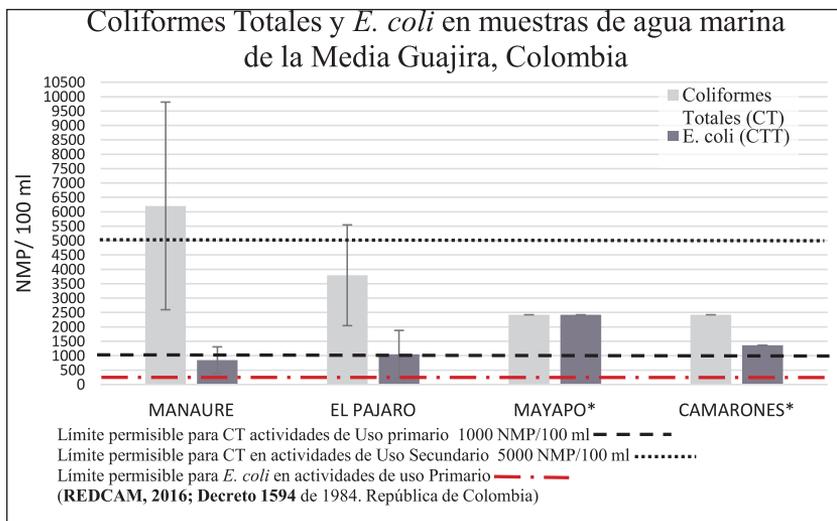


Figura 12. Resultados de Coliformes Totales y *E. coli* en muestras de agua marina de zonas costeras de la Media Guajira: Manaure, El Pájaro, Mayapo y Camarones, durante los meses Agosto-Noviembre de 2017.

zando a otros espacios por las enfermedades, malos olores y abandono de la actividad pesquera en estos sitios. Figura 13.



Figura 13 (De izquierda a derecha) Arriba: Laguna de Oxidación en desuso en cercanías a botadero a cielo abierto en la comunidad San Tropel, corregimiento El Pájaro; botadero a cielo abierto en el Pájaro-comunidad San Tropel. Abajo: Playa de Mayapo, playa adentrada en zona de descanso e inexistencia de zona de transición; Laguna costera Navío Quebrado en corregimiento de Camarones.

Así mismo, el municipio de Manaure presenta otras problemáticas que han sido reportadas en prensa y denunciadas por pescadores y líderes sociales como la aparición de peces contaminados cuyo consumo ha afectado la salud de los consumidores ocasionándoles diarrea, dolores de cabeza y brotes en la piel (Guerrero, 2017). Aunque posee un sistema de tratamiento de aguas residuales, la calidad sanitaria de las playas se ve afectada significativamente por las descargas realizadas en la parte norte del municipio. Figura 14.



Figura 14. Descarga de aguas residuales al mar. Zona norte del municipio de Manaure, La Guajira.

En la Zona media de La Guajira se encuentra su capital, Riohacha, cuyas playas han sido incluidas recientemente en el programa de certificación de playas “Bandera Azul en Colombia” del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2016) (Guerrero, 2017) (Guerrero, 2018), con el objetivo de lograr la certificación con ayuda del estado colombiano. Los resultados mostrados en la Figura 15 muestran un panorama preocupante para el cumplimiento de los requisitos que exige la certificación a corto plazo. Es necesario contar mínimo con 20 registros de análisis microbiológicos durante los últimos 10 meses para caracterizar el estado sanitario de la playa en la primera certificación, debe soportarse documentalmente los focos potenciales de contaminación y no debe haber descargas de aguas residuales ni de alcantarillados que afecten la zona de playa certificada. Por lo cual las instituciones deben insistir en la construcción de un sistema de tratamiento de las aguas resi-

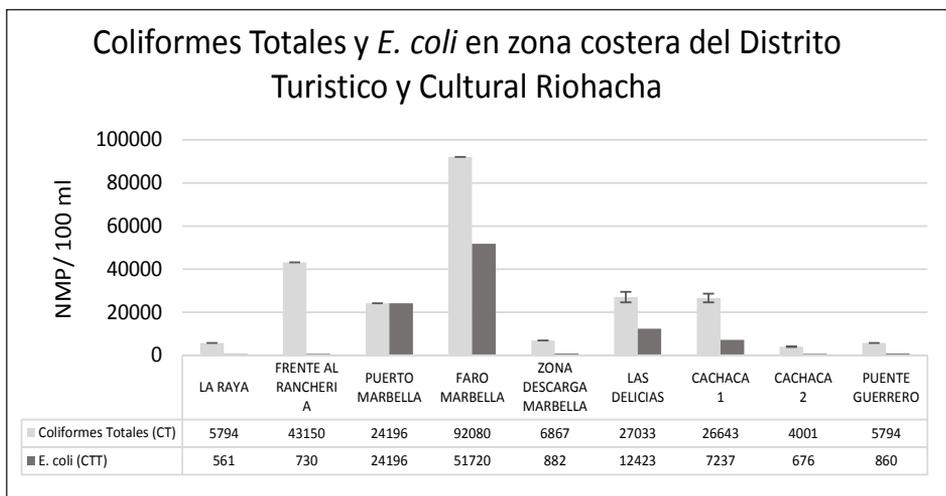


Figura 15. Resultados de Coliformes Totales y *E. coli* en muestras de agua marina de zonas costeras de Riohacha. Noviembre de 2017.

duales municipales eficiente que reduzca de manera importante todos los residuos líquidos que se producen en el Distrito.

Estos valores no son novedad, los reportes de REDCAM han puesto en evidencia el impacto permanente que generan las aguas residuales domésticas, cuya producción está estimada por encima de 40.000 m³/día y de las cuales se vierten cerca de 12.000 m³ diarios directamente al mar, por lo cual no es coincidencia que en el Distrito de Riohacha que desde el 2013 prevalezcan entre el 38-80% de las playas en estado inadecuado (INVEMAR, 2017).

Por otro lado, en la figura 14 podemos ver que la zona de descarga ubicada en el sector Marbella es el punto de mayor concentración de coliformes, los cuales se reducen a medida que los lugares de muestreo se distancian. Esta zona comprende tres áreas: El puerto Marbella, Faro y el Punto de descarga. La mayor concentración de *E. coli* en el puerto de Marbella y el Faro podría estar influenciada por el arrastre permanente de la corriente por los barcos que entran a la zona de puerto, en la cual el retorno de la marea se encuentra parcialmente obstruida por la construcción de un espolón con barrera frontal, paralela a la línea de costa (Figura 16) que detiene el choque directo de las olas contra la playa para reducir la erosión costera, pero que también disminuye el tiempo de recirculación del agua circundante y a su vez podría



Figura 16. Riohacha- Zona de Muestreo Marbella. Se observa el espolón de con barrera paralela a la línea de costa y que funciona como puerto de pequeñas embarcaciones pesqueras. **Fuente:** Google Earth.

estar reteniendo material contaminante favoreciendo la concentración de bacterias coliformes en esta área.

Valores de Referencia y Técnicas de diagnóstico

Está claro que los valores de referencia nacional tienen más de 30 años de haber sido establecidos y con los cambios en la dinámica de las costas del país en términos de aprovechamiento turístico, desarrollo industrial, explotación y extracción para el sector minero energético, pesca artesanal versus pesca industrializada, entre otros, ameritarían estudios más profundos para establecer si estos límites requieren de un ajuste o si están respondiendo de forma veraz a los riesgos asociados a las actividades desarrolladas fuera de los límites permisibles, soportados con investigación epidemiológica y reportes de salud pública.

En el año 2003 la Organización Mundial de la Salud publicó dos volúmenes de la Guía para la seguridad de ambientes acuáticos recreativos, cuyo Volumen 1 está dedicado a las aguas costeras y agua dulce, clasificándolas en cuatro categorías según los riesgos de contraer enfermedades gastrointestinales o cuadros respiratorios febriles (Organización Mundial de la Salud,

2003). Este documento ha sido tomado como lineamiento base para definir algunas políticas de manejo de playas en muchos de los países que integran la Organización de Naciones Unidas. Sin embargo, varios países han hecho el esfuerzo por tener sus propios indicadores de calidad para crear esquemas de clasificación adecuados a su contexto, como el sistema de clasificación de la Unión Europea (2006), los criterios de calidad de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2012) o el Sistema de Clasificación de Hong Kong (Thoe, *et al.*, 2018). Este último es un claro ejemplo del trabajo desarrollado por el Gobierno chino a partir de estudios epidemiológicos de hace más de 25 años y que han tenido continuidad suficiente para comparar su modelo con otros sistemas de clasificación que se encuentran comprometidos con ofrecer mejores condiciones sanitarias a los usuarios de sus playas (Thoe, *et al.*, 2018). En este estudio también concluyeron que *E. coli* resultó ser el organismo indicador más adecuado para determinar la condición sanitaria del agua en sus playas, reflejando la importancia de los estudios contextualizados para definir criterios en función de la salud pública local.

Es importante que estos estudios hagan uso de técnicas adecuadas de diagnóstico que sirvan a los propósitos de supervisión de las condiciones sanitarias del mar. Para cumplir con este objetivo, lo más adecuado sería promover el uso de tecnologías diagnósticas de lectura rápida por los entes de control y vigilancia. Esto contribuiría en gran medida con el cuidado de los ecosistemas del departamento de la Guajira, así como el mantenimiento de la oferta turística de calidad que no ponga en riesgo la salud de los bañistas, pescadores y todos los usuarios de las playas departamento. En este proyecto de investigación se optó por utilizar una técnica de sustrato definido cromófluoregénica de lectura rápida, que da resultados para Coliformes Totales y *E. coli* en 18 horas, mientras la técnica tradicional por tubos de fermentación requiere de por lo menos 5 días entre fases de enriquecimiento, pruebas presuntivas y de confirmación. En el mercado nacional se puede encontrar gran variedad de técnicas rápidas que pueden considerarse para incluirlos en las metodologías de trabajo aplicadas en el territorio guajiro.

Conclusiones

Es necesaria la atención integral de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos de todas las comunidades que residen en la zona costera del departamento de La Guajira y que hacen uso de los recursos

marinos, avanzando en la construcción de lineamientos base que pongan la salud pública de los ciudadanos como su prioridad.

Aunque las dificultad de vías de acceso, la escasa cobertura de la red de alcantarillados y las prácticas culturales contribuyen en gran medida a esta problemática, la falta de políticas públicas eficientes que consideren las necesidades actuales y los cambios en la dinámica de la gestión de playas promueven la insostenibilidad de los recursos oceánicos, sobre los que se evidencia una presión antrópica creciente.

Es importante continuar las labores investigativas encaminadas a la articulación de estudios epidemiológicos y de salud pública con los sistemas de clasificación de playas adecuados al contexto local, para poder ofrecer alternativas de mejora eficaces de la calidad de playas.

El uso de técnicas diagnóstica de lectura rápida sería una alternativa útil para los procesos de seguimiento a las distintas playas de la Guajira, ya que permiten responder de forma más oportuna ante problemas de contaminación por bacterias que ponen en riesgo la salud de las personas que hacen uso del espacio marino y costero.

Bibliografía

- Acosta, V. & Lodeiros, C., 2004. Metales pesados en la almeja *Tivela mactroides* Born, 1778 (Bivalvia: Veneridae) en localidades costeras con diferentes grados de contaminación en Venezuela. *Ciencias marinas*, 30(2), pp. 323-333.
- Boyd, J. & Banzhaf, S., 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63(2-3), pp. 616-626.
- Castaño-Isaza, J., Newball, R., Roach, B. & Lau, W. W. Y., 2015. Valuing beaches to develop payment for ecosystem services schemes in Colombia's Seaflower marine protected area. *Ecosystem Services*, Volumen 11, pp. 22-31.
- Guerrero, S., 2017. *El Heraldo*. [En línea] Available at: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/la-playa-de-riohacha-muy-cerca-de-obtener-la-certificacion-bandera-azul-413799> [Último acceso: 01 Mayo 2018]. Guerrero, S., 2017. *El Heraldo*. [En línea] Available at: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/la-crisis-de-los-apalaanchi-en-la-guajira-422586> [Último acceso: 15 Mayo 2018].
- Guerrero, S., 2018. *El Heraldo*. [En línea] Available at: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/playa-de-riohacha-mas-cerca-de-la-certificacion-internacional-bandera-azul-462858> [Último acceso: 1 Marzo 2018].

- Instituto Nacional de Salud, 2011. *Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio - Artículo 27 del Decreto 1575 de 2007*. Primera ed. Bogotá: Instituto Nacional de Salud.
- INVEMAR, 2003. *Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (Aguas, Sedimentos y Organismos)*. Santa Marta: INVEMAR.
- INVEMAR, 2017. *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombiano*. Santa Marta: INVEMAR.
- Li, L. y otros, 2018. Perfluoroalkyl acids in surface seawater from the North Pacific to the Arctic Ocean: Contamination, distribution and transportation. *Environmental Pollution*, Volumen 238, pp. 168-176.
- Mallin, M., Wiliams, K., Esham, C. & Lowe, P., 2000. Effect of human development on bacteriological water quality in coastal watersheds. *Ecological Applications*, pp. 1047-1056.
- Ministerio de Agricultura, 1984. *Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos..* Bogotá: Presidencia de La República.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2016. *El programa Bandera Azul en Colombia*. Bogotá: Gente Nueva.
- Organización Mundial de la Salud, 2003. *Guidelines for safe Recreational water Environments_ Coastal and freshwaters*, Geneva: World Health Organization.
- Rodríguez, J. P., 2010. Contaminación del agua. En: *Contaminación ambiental en Colombia*. Bogotá: s.n., pp. 255-300.
- Thoe, W. y otros, 2018. Twenty five years of beach monitoring in Hong Kong: A re-examination of the beach water quality classification scheme from a comparative and global perspective. *Marine Pollution Bulletin*, Volumen 131, p. 793-803.
- Union Europea, 2006. 7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. *Official Journal of the European Union*, p. L64.
- United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA), 2012. *Recreational Water Quality Criteria*. [En línea] Available at: <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/health/recreation/> [Último acceso: 15 Mayo 2018].
- Zhang, F, Hua-Wang, X., Nunes, P. A. L. D. & Ma, C., 2015. The recreational value of gold coast beaches, Australia: An application of the travel cost method. *Ecosystem Services*, Volumen 11, pp. 106-114.



Zhang, Z., Hao, Y., Lugh, Z.-N. & Deng, Y., 2018. How does demographic structure affect environmental quality? Empirical evidence from China. *Resources, Conservation and Recycling*, Volumen 133, pp. 242-249.

Metodología del PORH (plan ordenamiento recursos hídricos) del río Ranchería: una pauta útil para otros casos

Methodology of the PORH (water resources management plan) for the Rancheria river: a useful guideline for other cases

Andrea Nardini^{1*}; *Jhonny Pérez Montiel*²; *Yair Movil Fuentes*³

1* Ing. civil hidráulico, especialista en manejo de recursos hídricos (asesor internacional) – Fundación CREACUA, Calle 1A N° 1-109, Riohacha, Colombia. Email: creacua@gmail.com

2 Grupo de Investigación GISA, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Km 5 Vía a Maicao, Riohacha-Colombia. Email: jpemon@uniguajira.edu.co

3 Grupo de Investigación GISA, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Km 5 Vía a Maicao, Riohacha-Colombia. Email: ymovil2@hotmail.com.

NOTA: Este informe está basado en el trabajo desarrollado por la Fundación CREACUA en el 2012 para la Fundación PROSIERRA encargada por CORPOGUAJIRA (Riohacha) de la elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Ranchería.

Resumen

Se aborda la problemática de llegar a determinar caudales de concesión para un sistema de recursos hídricos a nivel de cuenca, de acuerdo con los lineamientos de los Planes de Ordenamiento del Recursos Hídrico (PORH) en Colombia. Se plantea para ello un enfoque metodológico basado en la modelación matemática, destacando y aclarando los aspectos fundamentales. Se ofrecen varias observaciones y sugerencias que ayudan grandemente a quien se apreste a elaborar un PORH considerando un punto medio ideal entre rigor científico y arte de la modelación. El énfasis principal está en definir las características de los modelos a utilizar, sin casarse con ningún software particular (aunque en la aplicación se haya adoptado Water Evaluation And Planning System “WEAP”), y en como traducir en esquema de modelación varias situaciones reales que generan complejidad. También, se aclara el rol de las campañas de terreno brindando criterios prácticos bien ligados a las exigencias teóricas, de gran importancia. Si bien el capítulo se desarrolla alrededor del caso de la cuenca del río Ranchería, los contenidos son de validez bastante general para abarcar muchos otros casos del mundo real.

Palabras claves: Modelación matemática, metodología, plan de ordenamiento del recurso hídrico (PORH), río Ranchería, Colombia, WEAP.

Abstract

This chapter approaches the problem of determining flowrate values to be assigned as concession of water use for a water resources system at the level of a river basin, in agreement with the indications of the *Planes de Ordenamiento del Recursos Hídrico* (PORH = Plans for Water Resources Management) in Colombia. A methodological approach is here proposed which is based on mathematical modelling, highlighting and clarifying some fundamental issues. A number of observations and hints is provided which may be of great help to whom is going to elaborate a PORH, considering a suitable balance between scientific rigor and the art of modelling. The main focus lies in the definition of the features of the model to be adopted, without choosing any particular software a priori (although in the application we utilized Water Evaluation And Planning System “WEAP”), and in how to translate into this modelling scheme several real situations that add complexity. On the other side, the role of field campaigns if clarified and practical criteria, well linked to theoretical requirements, are provided which may prove very important. Although the chapter is developed thinking of the Rancheria case study, its contents are sufficiently general to cover many other real world cases.

Keywords: Mathematical modelling, methodology, water resources management plan (PORH), Ranchería river, Colombia, WEAP.

Introducción

El significado del Plan de Ordenamiento de Recursos Hídricos (PORH)

El PORH según la legislación Colombiana en el decreto 3930 de 2010 (MAVDT, 2010) y luego ratificado en la guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico (MADS, 2014) está específicamente enfocado al ordenamiento de recursos hídricos superficiales considerando los usos agro-pecuarios, civiles principales (acueductos y vertimientos) e industriales (sustancialmente minería), pero centrado en los que se abastecen justamente de recursos superficiales (además de otros usos eventuales y complementarios como el subterráneo). Hay muchos más usos hídricos en la cuenca (el civil en las fincas consideradas, el agropecuario y civil de zonas no abastecidas por recursos superficiales) que se han considerado para asegurar el balance hídrico global y para determinar cargas contaminantes, pero de los cuales no se reglamentaron concesiones. El adoptado es un punto de vista de hidrología superficial.

El problema abordado es primero elaborar un cuadro claro de quién, cuánto y dónde usa el recurso hídrico (superficial) en la cuenca en términos de extracciones y vertimientos. Luego, se trata de determinar la disponibilidad de recurso para cada usuario y la prestación global actual del sistema (satisfacción de los usuarios, como también del ecosistema fluvial). Con este conocimiento, una vez establecidos los objetivos a lograr en términos de satisfacción de los usuarios por canti-

dad y calidad del agua y del ecosistema fluvial, se pasa a identificar posibles alternativas de solución y a evaluarlas, para llegar así a un plan bien definido y acorde con los objetivos a lograr.

Se habla de “Sistema de Recursos Hídricos” (SRH) para indicar a la vez el conjunto de recursos hídricos naturales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), el conjunto de usuarios y las infraestructuras que los conectan, justamente subrayando las interacciones mutuas existentes y en particular el hecho que cualquier acción realizada en un punto del sistema tiene repercusiones en el resto del sistema. Es un sistema dinámico, es decir que evoluciona en el tiempo y presenta un cierto grado de memoria, sobretodo porque existen volúmenes almacenados tanto en superficie (embalse) como a nivel subterráneo, cuya magnitud va cambiando en el tiempo inclusive con respuestas que se extienden a nivel de meses o años o más. La complejidad del sistema requiere por tanto un enfoque descriptivo “de sistema” basado en la modelación matemática, tanto para la disponibilidad de recurso (“cantidad”) como para su “calidad”.

El PORH aquí considerado se preocupa por los cuerpos de agua superficiales mirando extracciones, usos, régimen hídrico, calidad del agua con vertimientos y cargas contaminantes difusas y la capacidad real de auto-purificación del ecosistema fluvial. Para ello, genera información primaria con encuestas y campañas de campo (mediciones y muestreos). No considera las infraestructuras de abastecimiento y saneamiento. Identifica problemáticas y lineamientos generales de solución al aprovechamiento, sin llegar a definir proyectos específicos. Para cargas contaminantes: determina cuánto pueden ser y se deben disminuir y sobre qué tipos conviene actuar y cómo; referente a los caudales: reglamenta las extracciones (concesiones y regla de distribución en casos de escasez) y, de manera preliminar, el manejo del embalse El Cercado.

Los resultados esperados son las concesiones a los usuarios de agua (por fuentes superficiales) tanto por extracciones, como por vertimientos; también, la definición de la política de manejo del sistema hídrico (cómo manejar el embalse, como la represa EL Cercado en el río Ranchería, cómo comportarse en casos de escasez hídrica y que hacer para reducir en general la demanda a las fuentes naturales); y por último las medidas principales para reducir las cargas contaminantes.

Finalidad, alcance y aporte de este capítulo

En una frase, el problema abordado se podría resumir así: *Otorgar concesiones de extracción y vertimiento de las aguas superficiales asegurando que los usuarios estén satisfechos a un grado razonable y el ecosistema fluvial respetado, manteniendo una calidad y un caudal aceptables para la conservación del ecosistema fluvial y los demás usos.* Este capítulo presenta los aspectos metodológicos para enfrentar exitosamente este problema con el fin de brindar una guía para casos similares.

Este capítulo no agrega resultados de investigación, pero ofrece una pauta -razonada y fortalecida por la experiencia- para guiar la elaboración de POMCAs tratando de realizar el balance entre exigencia de rigor científico y de practicidad, identificando quizás un punto óptimo en el arte de la modelación. Estimamos por tanto que es un aporte valioso para los profesionales encargados de la elaboración de POMCAs y, más en general, de asesorar cuantitativamente en el manejo de recursos hídricos, como también de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), autoridades ambientales más directamente involucradas en este complejo asunto.

Cabe destacar que este capítulo presenta solo un enfoque metodológico, con consideraciones prácticas de gran importancia, pero no presenta, por límites de espacio, resultados de su aplicación. Tampoco aborda, por la misma razón, el tema calidad del agua. Ambos aspectos se encuentran plenamente desarrollados en el informe original del PORH elaborado por la Fundación CREACUA (CORPOGUAJIRA, 2012); el tema fijación de objetivos de calidad es ulteriormente desarrollado en (Pérez *et al.*, en revisión).

El Río Ranchería

La cuenca del río Ranchería, con un área aproximada de 4070 km², donde se ubican los municipios de San Juan del Cesar, Fonseca, Distracción, Barrancas, Hatonuevo, Albania, Riohacha, Manaure y Maicao parcialmente inscritos en el interior de la cuenca, se localiza en la parte baja del departamento de La Guajira, es decir desde la cabecera sur oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta, discurriendo por sus estribaciones hasta el corredor del Valle de Upar bordeando las estribaciones de la Sierra Nevada hasta bordear los Montes de Oca y de allí tomando rumbo norte hacia su desembocadura en el Caribe, concomitante con la ciudad de Riohacha. El río Ranchería es la principal

fuelle hídrica superficial del departamento de La Guajira con una longitud total de 284 km, nace en la Sierra Nevada de Santa Marta (CORPOGUAJIRA, 2012). El PORH se realizó desde aguas abajo de la represa El Cercado a $10^{\circ} 54' 30,06''$ latitud norte y $73^{\circ} 00' 36,94''$ longitud oeste hasta su desembocadura en el mar Caribe a N: $11^{\circ} 33' 16,1''$ latitud norte y $72^{\circ} 54' 10,5''$ longitud oeste, lo que representa 235,3km (Figura 1).

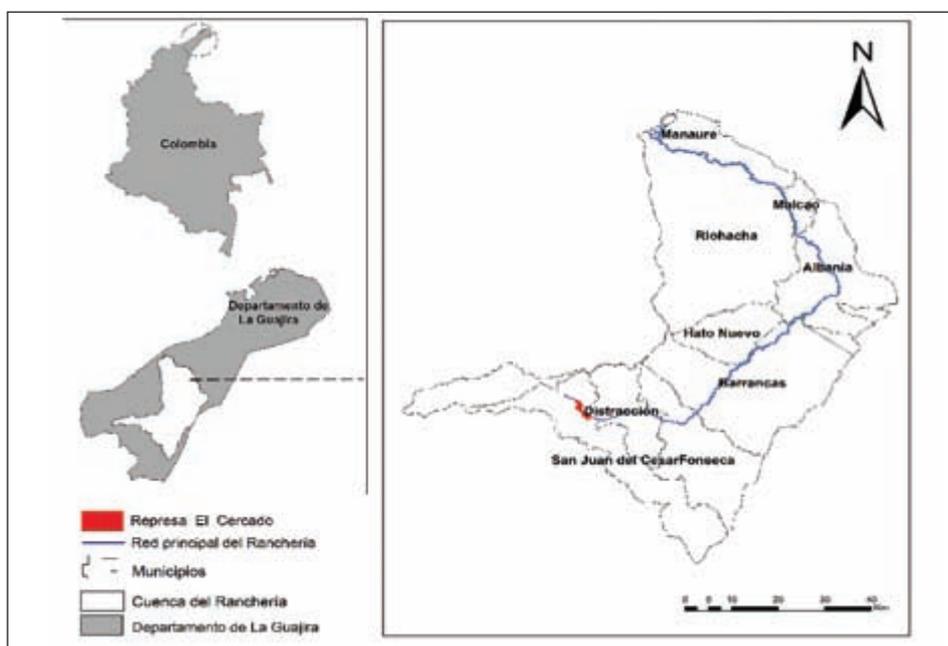


Figura 13. Ubicación de la cuenca del río Ranchería (La Guajira- Colombia) y las estaciones de monitoreo usadas en el PORH.

Modelación para otorgar concesiones hídricas: entre ciencia y arte

Enfoque general

Para solucionar en la realidad el problema planteado (capítulo 1 numeral 1.2 del PORH- CORPOGUAJIRA,2012), se puede operar sobre variables de control de tipo no estructural (como son los caudales de concesión -que pueden eventualmente reducirse con respecto a la demanda real a algunos o todos los usuarios- o la regla de manejo de las extracciones en casos de estiaje y, para el caso del río Ranchería, también la política de manejo del embalse) o de tipo estructural como la impermeabilización de los canales de riego para

reducir las pérdidas o la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para reducir las cargas contaminantes concentradas. Pero antes de llegar a la fase de actuación, se debe planear la configuración y el manejo del sistema. Se trata de buscar un compromiso aceptable, eventualmente aceptando una prestación parcialmente peor para algunos tramos del ecosistema o para algunos usuarios, o inclusive reducir las expectativas en algunos objetivos de calidad.

Este ejercicio de búsqueda el mejor punto medio, se puede conducir de manera consciente solo a través de herramientas que simulan el comportamiento del sistema real, o sea a través de la modelación matemática. En particular, solo un modelo hidrológico y el asociado modelo del Sistema de Recursos Hídricos (SRH) permiten determinar la disponibilidad (oferta) hídrica en sentido estadístico en cada bocatoma; la cual comparada con la demanda, permite medir la satisfacción esperada para ese usuario. Claramente, se trata de un “sistema” porque al entregar una cierta cantidad a un usuario se afecta la disponibilidad para los sucesivos. Decidir cuánto asignar a cada uno, por tanto, no es un problema que se puede resolver –en general- mirando un usuario a la vez, sino el conjunto de ellos.

Cabe aclarar desde ya que las herramientas principales en este ejercicio son dos tipos de modelos, aunque eventualmente integrados en un mismo software: a) el modelo hidrológico que se encarga de transformar las precipitaciones en escorrentías para cada “pedazo de territorio” (subcuenca); esto no sería necesario si se pudiera contar con una estación de medición para cada subcuenca, pero así no es, como resultara claro en lo que sigue; b) el modelo de gestión del SRH, que se encarga de realizar un balance hídrico a lo largo de la red hidrológica natural (ríos con sus afluentes) y artificial (las derivaciones, los canales principales y, al menos de forma agregada, la distribución hasta los predios) y de asignar, en cada paso de tiempo de la simulación, un caudal a cada usuario, además de representar el funcionamiento y la gestión del embalse.

La función del embalse en nuestro caso es claramente la de almacenar agua en los periodos de abundancia (“inviernos”) y entregar agua en periodos de demanda superior al aporte natural. La “demanda” incluye también el ecosistema fluvial que puede verse en este contexto como un usuario no consuntivo (devuelve lo que recibe, a menos de tramos con pérdidas por filtración).

Modelación de Sistema de Recursos Hídricos (SRH)

a) Alcances necesario y selección del software para modelar el SRH

El modelo a desarrollar para planificar la gestión cuantitativa del SRH debe permitir determinar las series de caudales en cada punto de interés (fuente hídrica, tramo de río y bocatoma) y calcular índices de prestación. Más específicamente:

- Este modelo debe ser capaz de describir el sistema de recursos hídricos con sus componentes naturales y antrópicos para llegar a determinar la satisfacción de los usuarios y discutir diferentes opciones de manejo (y concesiones). Debe por tanto basarse en una descripción de tipo arcos-nodos (Figura 2), para la porción

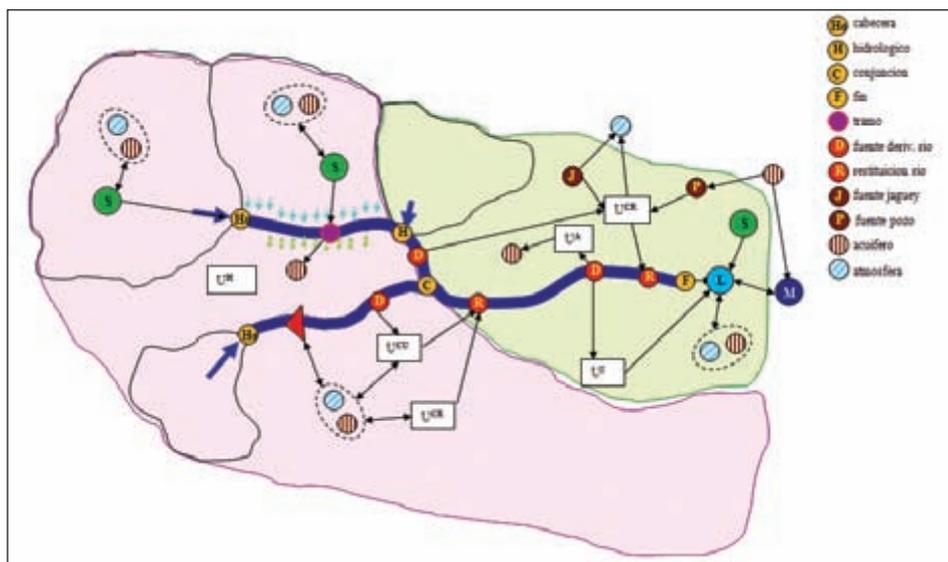


Figura 2. Esquematización arcos-nodos del sistema de recursos hídricos (SRH). El tipo de nodos en el esquema en cada aplicación puede ser diferente, por esta razón no se explica en detalle aquí; véase la explicación más abajo. La cosa importante es que solo parte de la red hidrológica natural se representa explícitamente como sistema de tramos conectados y orientados (en azul oscuro); es la parte donde interesa poder evaluar la disponibilidad hídrica (la serie de tiempo de caudales); el resto de la cuenca se representa como sistema de subcuencas que simplemente aportan un caudal transformando la precipitación en escorrentía. El sistema de usuarios extrae agua en algunos puntos (bocatomas de derivación) y la restituye en parte a la atmósfera (evaporación o evapotranspiración), al subsuelo o acuífero y a la misma red hidrográfica en alguna sección.

interesada por obras de regulación del régimen (embalses) y de explotación (bocatomas de derivación, pozos); en cambio, donde no hayan obras se puede describir como sub-cuenca hidrológica; y debe permitir determinar series de tiempo de caudales en distintos nodos de interés para luego calcular con ellas indicadores estadísticos (percentiles de superación) de prestación.

- Debe considerar las recuperaciones de aguas y las eventuales pérdidas por infiltración desde el lecho del río; cabe destacar que en sistemas donde la irrigación es importante, a menudo la misma agua se re-utiliza básicamente más veces porque luego de ser aplicada en un campo, parte retorna como drenaje o flujo sub-superficial al río y luego es derivada otra y otra vez. En algunos casos, estos flujos pueden ser muy relevantes. La única manera de determinarlos con suficiente confiabilidad es a través de una campaña de terreno de medición de caudales capaz de cerrar un balance de tramo (en condiciones hidrológicas-hidráulicas estacionarias)
- Se debe considerar –compatiblemente con la posibilidad ofrecidas por el proyecto conducido- la demanda del ecosistema fluvial (caudal ecológico) y posiblemente los efectos sobre la calidad del agua, para considerarlos en términos de impacto.

Entre las muchas posibilidades existentes (Cuadro 1. Revisión rápida de software candidatos), en la elaboración de este PORH se ha escogido el software de simulación WEAP por tener licencia libre para Países en Vía de Desarrollo bajo ciertas circunstancias, es relativamente detallado y permite pre y post proceso vía “keys y scripts” (ver la página dedicada del software www.weap21.org). WEAP representa el sistema hídrico (río, tributarios, derivaciones, restituciones y vertimientos, intercambios río-flujo sub-superficial; conexiones de aducción/distribución; sitios de demanda; dinámica de los acuíferos) y su balance hídrico a varios pasos de tiempo, incluido el mensual de nuestro interés. Tiene también limitaciones y debilidades que no hay que olvidar (Cuadro 2. Debilidades de WEAP).

b) Tributarios y subcuencas SRH

Para simular el régimen hidrológico se deben determinar los caudales de los tributarios y del resto del territorio partiendo de las precipitaciones (precipitación-escorrentía), dado que no se cuenta con registros de aforos

para todos esos aportes. Pero, para determinar caudal disponible en cada bocatoma se debe detallar la contribución de cada parte del territorio intermedia; idealmente se debería considerar las aportaciones de cada “pedazo de cuenca” que drene entre una bocatoma y la sucesiva, tanto en el río principal, como en sus tributarios: se definen así las “subcuenca SRH” que no coinciden, por definición, con las usuales subcuencas de la hidrología. Sin embargo, para no exagerar en el número de ellas (lo que complicaría mucho la modelación dado que para cada subcuenca se debe desarrollar un modelo precipitación-escorrentía), se adopta un criterio que permite reducir su número: el criterio de aportación unitaria significativa, es decir no vale la pena definir una subcuenca con área menor que la que aporta en promedio, en estiaje, menos que un umbral significativo, fijado ad arbitrio, tal como se describe en el capítulo 3, numerales 3.1 y 3.4 del PORH (CORPOGUAJIRA, 2012).

Cuadro 1. Revisión rápida de software candidatos

- El software HEC-HMS (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>) puede servir para estudios de balance hídricos con sus (pocos) métodos pensados para “continuous flow simulation”, pero a paso mensual no tiene mucho sentido el balance de humedad en el suelo superficial y suponer que la infiltración ocurre cuando se logra el umbral de capacidad de retención: eso ocurre a nivel de horas o minutos durante un evento lluvioso, información completamente ignorada en un estudio con paso mensual como el nuestro*. Por otro lado, sólo el método de cálculo de la precipitación efectiva “Soil Conservation

* NOTA operativa: todos los modelos implementados en HEC aceptan como máximo un paso diario; si se quiere trabajar con paso mensual se deben construir hietogramas ficticios transformando la precipitación mensual en diaria y al final de las simulaciones reagrupar a paso diario. Cabe destacar que, en este caso pseudo-mensual de “continuous simulation”, si, como recomendado, se utiliza para el “Metereologic model” la opción “Déficit and constant loss”, el modelo utiliza la evapotranspiración media mensual que hay que ingresar como dato exógeno (producto de mediciones o alguna fórmula); pero el algoritmo HEC asume cero evapotranspiración cuando hay lluvia (porque ha nacido para simular eventos transitorios en los cuales es razonable asumir que evapore sólo cuando termine el evento...)...lo que significa que si se trabaja a paso mensual, en general todos los días ficticios tienen algo de precipitación y nada de evaporación → hay que ficticiamente distribuir la lluvia en días lluviosos y días secos posiblemente con base en datos de real distribución.

NOTA HEC para WR system simulation: el software permite representar un sistema con derivaciones y sus eventuales retornos (con pérdidas o ganancias) y se puede introducir una regla de derivación en función del caudal ingreso a la derivación con lo que se puede inclusive imponer el respeto de un Caudal Mínimo Ecológico (aun cuando resulte engorroso porque hay que cambiar la regla de derivación cada vez); pero, esta regla es constante en el tiempo, así que no se puede tratar el caso de caudal mínimo ecológico (CME) periódico. Sobre todo, no se pueden introducir reglas de repartición (“asignación”) del recurso más inteligente (ej. equitativas) y la descripción de un sistema complejo con múltiples usuarios y fuentes se hace muy engorrosa tanto de resultar sustancialmente inmanejable.

Service Curve Number Loss (SCN CN loss)” considera características físicas de la cuenca (y es así aplicable a las subcuencas sin datos de caudal), pero es apto para simular eventos, no condiciones de largo plazo; el método más cercano a tratar continuous simulation es más bien el “Soil Moisture Accounting Loss” que, sin embargo, acoplado con un modelo de tipo embalse conceptual para el flujo de base, compone un modelo conceptual que necesita ser calibrado y cuyos parámetros no tienen explícita relación con las características físicas de la cuenca y por tanto no se pueden extrapolar tout court a las demás subcuencas. El “Deficit and Constant Loss” puede servir (aun cuando a paso mensual no tiene mucho sentido), pero no explicita las características físicas y por tanto no es extrapolable a subcuencas sin mediciones.

- Pero hay otro argumento que hace todos estos métodos (a excepción del “Soil Moisture Accounting Loss”) prácticamente inaplicables para nuestros fines: ellos necesitan la determinación del flujo de base (“base flow”) lo que básicamente necesita un submodelo dedicado con sus parámetros a calibrar. Sin flujo de base, en un cualquier mes sin lluvia (posible en las zonas de interés), los métodos entregarían escorrentía nula, lo que no corresponde a la realidad.
- modelos tipo IHACRES en el Toolkit del e-Water centre Australiano (<http://www.toolkit.net.au/ihacres>) es pensado para paso diario y sobretodo determina la precipitación efectiva con base en parámetros a calibrar, pero tampoco tiene relación explícita a características físicas de la cuenca. Sobre todo, modela sólo subcuencas y no sistemas de recursos hídricos.
- otros software comerciales bien conocidos y afirmados, sobre todo gracias a intensos programas de cooperación internacional gubernamental, son RIBASIM (DELFT Hydraulics, Holanda) y MIKEBASIN (DHI, Dinamarca). Estos no se comentan aquí porque son sustancialmente equivalentes al WEAP escogido con la diferencia esencial que tienen costos elevados y obligan a interactuar con los desarrolladores debido a su complejidad y diseño de interfaz poco intuitivo.
- cabe mencionar también que existen varios software inclusive libres en la web que presentan potenciales importantes. Entre ellos, tal vez el más interesante es el WaterBASE (<http://www.waterbase.org/>) que es fruto de una iniciativa de la Universidad de las Naciones Unidas y está dirigido a brindar apoyo justamente a Países en Vía de Desarrollo. El punto fuerte de este software es que muchas personas están acercándose a él y todas sus inquietudes, dificultades y observaciones encuentran respuesta por el equipo de apoyo permanente y, al tiempo, el software va mejorando. El punto débil es que se trata de una máquina muy compleja de base hidrológica físicamente basado que requiere una enorme cantidad de datos y es muy engorrosa al utilizarse y no es apta para realizar muchas simulaciones de horizontes temporales largos.

Cuadro 2. Debilidades de WEAP

La organización conceptual de sus elementos tiene algunas debilidades; por ejemplo, confunde en cierta medida la información base (parametrización, estado inicial del sistema) con variables decisionales y las verdaderas variables de escenario (en el sentido del Análisis Decisional, es decir cosas que no se pueden escoger en sentido preferencial, pero que sí afectan la prestación del sistema, y sobre las cuales sólo es posible hacer conjeturas) en la conformación de sus “escenarios”. La definición conceptual de algunos elementos –en particular los “catchments”- se presta a cierta confusión porque mezcla la demanda sin definir verdaderos usuarios. Siendo un modelo “demand-driven”, no permite modelar bifurcaciones que deriven una fracción del caudal entrante al mismo paso de tiempo. No permite modelar el comportamiento real de las bocatomas con su real eficiencia (ver más adelante). Es complicado en el manejo de input y output, aun cuando se nota que mucho trabajo ha sido desarrollado para permitir el manejo de los numerosos output, lo que sin duda constituye una herramienta valiosa. Tiene muchos parámetro a calibrar, lo que hace muy probable no lograr una buena calibración y no llegar a sacarle el máximo provecho a los datos; además, el algoritmo de calibración automática (PEST) parece ser asociado externamente de manera que PEST corre cada vez todo el programa (que parece escribir también sus archivos de outputs) haciéndolo tan lento que es casi imposible de utilizar en sistemas complejos con series de tiempo significativas (20-30 años), como el nuestro. Es limitado en el tipo de modelos permitidos para modelar subcuencas (en particular no permite modelos de tipo auto-regresivos y redes neurales que se comportan en general muy bien); la forma de la ecuación que determina el flujo saliente de los dos estanques que representan una subcuenca es supuesta cuadrática en función de la fracción de capacidad embalsada en ellos, respectivamente, cosa no necesariamente apropiada para todas las situaciones (debería tratarse como parámetro a calibrar). La conceptualización del intercambio superficial-subterráneo de tramos no considera el desnivel variable entre cota de la lámina en el río (variable a su vez) y cota de la superficie piezométrica del acuífero (también variable); la simulación de embalses contiene un pequeño error conceptual (porque sólo utiliza la precipitación al neto de la evaporación, cosa imposible de efectuar a priori a menos que no se trate de un embalse cilíndrico, aun cuando tenga el requisito de ingresar su curva ipsométrica); el manejo de embalses no permite incluir esquemas de retro-alimentación por parte del volumen embalsado, de la demanda del sistema de usuarios, ni de otras variables.

Desde el punto de vista de la calidad tiene limitaciones quizás aún más serias: tiene un modelo DBO-DO incorporado que no se puede calibrar y por tanto no se puede utilizar; no ve otras relaciones sino DBO-DO, es decir no permite por ejemplo modelar las relaciones entre las distintas formas del nitrógeno N; declara tener una interfaz con el conocido software QUAL2K, pero en realidad necesita de pasos manuales complicados que hacen más fácil usar QUAL2K directamente (aun cuando se pierda la posibilidad de simular las condiciones variables según el régimen hidrológico del cual, sin embargo, es prácticamente casi imposible definir las cargas, por tanto la ventaja perdida es más teórica que práctica).

Rol de los Distritos agrícolas: cada distrito (ver definición más adelante) es una subcuenca hidrológica especial representada con un uso del suelo particular (la mezcla de cultivos agrícolas presentes) y con un balance hídrico específico porque se abastece no sólo de agua lluvia, sino también de fuentes superficiales y subterráneas a través de un sistema artificial y drena no necesariamente al tributario de esa subcuenca. En el software WEAP, el usuario agrícola se esquematiza como un “Captación agrícola” (con método FAO precipitación-escorrentía); en realidad, cada finca tiene también una parte civil pero es despreciable (ver detalles más abajo)⁴. En cambio, el aporte de cada “verdadera” subcuenca SRH se representa con un modelo más elaborado precipitación-escorrentía de tipo “doble tanque” (ver www.weap21.org).

Para cada subcuenca es necesario determinar la serie de tiempo de datos de precipitación y demás variables climáticas (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, horas de insolación) utilizadas en el cálculo de la escorrentía y evapotranspiración. En hidrología hay muchas metodologías para realizar esta importante tarea. En el Cuadro 3 se presenta esquemáticamente una de ellas particularmente útil porque muy sencilla y flexible y capaz de superar las típicas faltas de datos; el esquema incluye también la parte adoptada para la definición de subcuencas del SRH.

c) Conexiones e Intercambios tramos

Conexiones

En el esquema arcos-nodos, los arcos representan las conexiones físicas entre elementos de interés; pueden ser tramos de ríos o conducciones artifi-

4 Se podría pensar que los distritos agrícolas, en WEAP, se pueden incorporar en los catchment hidrológicos (nuestras subcuencas). Es técnicamente posible, pero no lo adoptamos por las siguientes razones: i) complica mucho porque, para poder responder bien hidrológicamente, hay que adoptar un modelo rainfall-runoff suficientemente refinado, es decir el “soil-moisture” que contiene muchos parámetros a calibrar y muchos de ellos se deben especificar para cada uso del suelo, es decir también para cada cultivo (dificultad irrelevante si se adopta un modelo más simple tipo FAO, que sin embargo limitaría mucho la prestación hidrológica). ii) No permite ver el nodo bocatoma en el mismo tributario representado por el catchment, lo que crea confusión visual en el esquema (aun cuando, se puede indicar en el mismo nombre, pero no es lo mismo). iii) Calcula una sola demanda hídrica para toda la subcuenca, sin distinción de la parte realmente agrícola y por tanto no permite calcular indicadores de déficit relativos a la sola parte agrícola (el catchment puede ser mucho más grande). iv) Precipitación: el ve un solo valor para toda la subcuenca que puede abarcar territorios hasta de montaña mientras que el distrito agrícola está en el valle con valores bien diferentes (en cambio, si el distrito se modela con un catchment agrícola específico se le puede asignar la precipitación más real de esa zona). v) La subcuenca sólo restituye a la confluencia del tributario, mientras que un Distrito puede tener una red de drenaje que lleva el agua a otro lado. En conclusión: conviene modelar el Distrito agrícola con nodo catchment agrícola específico con método rainfall-runoff FAO simplificado.

ciales (canales o tuberías) tanto por el caso de una fuente que abastece a un sitio de demanda, como de un retorno de agua desde un usuario agrícola a la red natural de drenaje.

Estas conexiones (o “enlaces”) en general tienen pérdidas mayores cuanto mayor es la distancia recorrida. Pero, en el caso de tramos de la red natural, es también posible que hayan adquisiciones de caudales por aportes superficiales distribuidos (no identificados como tributarios) o por intercambios con el flujo de subálveo a menudo ligados a retornos de riego (hay ríos que se secan completamente por pérdidas de infiltración o, al contrario, nacen de manantiales debido a la emergencia de aguas sub-superficiales infiltradas más arriba). Es muy importante determinarlos porque pueden alterar significativamente la disponibilidad hídrica real a las bocatomas sobretodo en época de estiaje, lo que es particularmente relevante en relación al asunto de otorgar concesiones porque en una dada sección puede que hidrológicamente sí haya disponibilidad, pero en los hecho gran parte del agua viaja en sub-álveo y por tanto no es aprovechable.

También la calidad del agua es influenciada por esta variable tanto por dilución como por la presencia de cargas justamente vehiculadas por los aportes (intercambios positivos) puntuales y difusos. Nótese además que el resultado de cualquier modelo de simulación de la calidad del agua basado en un balance de masa depende en gran medida justamente del balance hídrico que por tanto es el elemento central.

Cuadro 3. Metodología sencilla para planificar subcuencas SRH y reconstruir series de tiempo de variables climáticas en ellas

Se parte de las series de tiempo disponibles en las estaciones de medición relevantes de la cuenca y se extrapola espacialmente construyendo así las series temporales de precipitación media de cada subcuenca SRH*.
Lamentablemente, las estaciones no cuentan en general con series de tiempo continuas. Por ello se plantea primero reconstruir los datos faltantes.
En la Figura C3.1 se presenta el esquema que detalla los pasos a seguir para determinar la precipitación media específica para cada subcuenca SRH.
En particular aquí desarrollamos los puntos B (Series temporales continuas de precipitación para cada estación específica significativa) y C (Bandas de iso-precipitación).

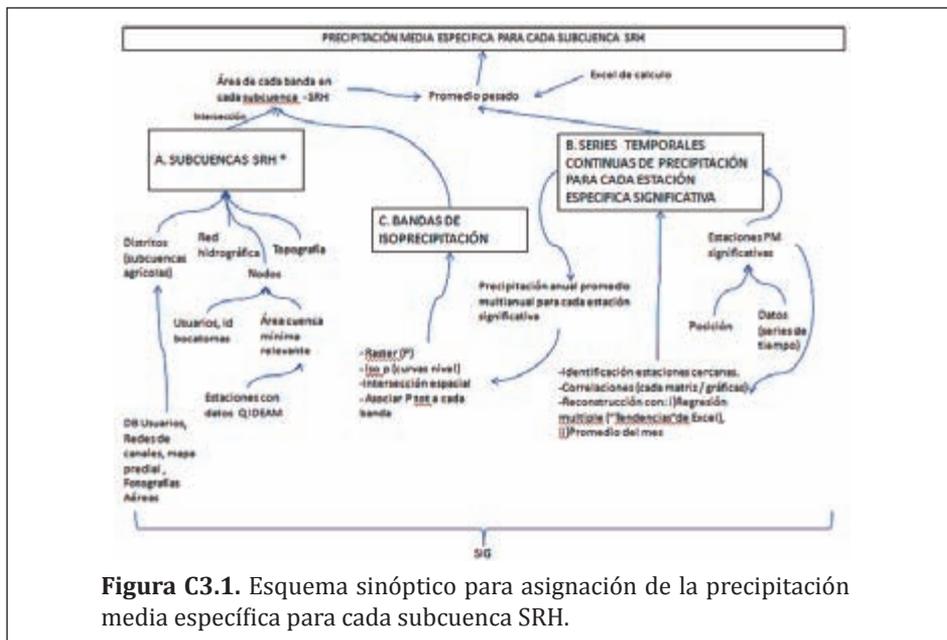


Figura C3.1. Esquema sinóptico para asignación de la precipitación media específica para cada subcuenca SRH.

Intercambios

Hay varias formas de representar el fenómeno. La más detallada, en el ámbito de la modelación de SRH, es utilizando una ecuación de filtración tipo Darcy que determina el caudal de intercambio por cada tramo de río como una función de la permeabilidad y de la carga hidráulica, es decir la diferencia entre cota del agua en el río y cota de la superficie freática subterránea (el flujo puede ser positivo o negativo dependiendo de la posición recíproca). A su vez, la cota de agua en el río es una función de la hidráulica del mismo pero, en sustancia, depende de manera unívoca del caudal (a menos que no haya obras hidráulicas maniobrables) y de la forma de la sección y de la pendiente y rugosidad del tramo. Por otro lado, la cota de la superficie freática depende, en general, de muchas cosas, siendo en sustancia un embalse que se alimenta, almacena y entrega agua con los elementos adyacentes. Modelar esta variable requiere por tanto en rigor modelar cabalmente todo el acuífero y su relación con el río, una tarea seguramente de proporción de por sí sola análoga a la modelación del SRH.

Otra manera, más simplificada, es construir una relación matemática entre caudal de intercambio y caudal presente en el río, generalmente suponiendo que un porcentaje del caudal entrante al tramo se pierda por infiltración, o,

en cambio, una cantidad fija se gane. Esto es seguramente poco realista en general, pero puede ser suficientemente certero para un período específico, particularmente aquel de estiaje de mayor interés en este tipo de análisis.

Para ambos casos, no se puede pensar de obtener valores razonables sin basarse en una adquisición de datos de campo originados en un cabal balance hídrico de tramos en donde se mida realmente todo lo que entra y sale superficialmente y, por diferencia, se determine el intercambio. Es este el enfoque adoptado en nuestra modelación.

Para realizar el balance hídrico se necesita:

- Definición de tramos hidrogeológicos en el río
- Localización secciones de medición de caudales en el río, afluentes, efluentes, y derivaciones en las campañas hidrológicas y de calidad del agua a realizar
- Definición de pautas operativas para las mediciones en campo hidrológicas y de calidad
- Instalación, si necesario, de limnímetros “artesanales” y calibración de la curva de descarga (aforos en situaciones hidrológicas diferentes)
- Campaña de medición hidrológica (lectura de niveles y algunos aforos) en temporada seca (y posiblemente también en la húmeda)
- Análisis de los datos
- Balance y determinación de los aportes o pérdidas hídricas de cada tramo. En la Tabla 15 muestra un ejemplo hipotético de un balance hídrico.

NOTA: es recomendable aprovechar la misma campaña para realizar un muestreo de calidad del agua que complemente los datos ya existentes y ejecutar los correspondientes análisis de laboratorio.

d) Demanda de agua

La demanda de agua neta (volumen o caudal de agua necesario para satisfacer un determinado uso a nivel del usuario, en un dado intervalo de tiempo que en nuestro caso es el mes, o su equivalente en caudal instantáneo promedio mensual) se determina: para el usuario civil como población*dota-

Tabla 15. Ejemplo hipotético de modelo de balance hídrico de tramo.

TRAMO	12	Tipo Nodo	N	A	A	D	...	N	BALANCE
De Pasupiello a Canicatti	ID GIS		T1_N1	T1_A1	T1_A2	T1_D34		T1_N2	
	Nombre		valle Pasupiello seccherello fontina		Idromonte			monte Galline	
	Orilla		S		D		D		
	Coord : latitudine		34° 45' 23.4" ecc		ecc		ecc		ecc
	Coord : longitudine		ecc		ecc		ecc		ecc
	Coord : cota [mslm]		657		620		548 ecc		ecc
	Q [l/s]		580 *				154 200		450 -84
	Metodo		M		L		V		M
	Limnometro				P				
	Fecha		16/5/1876		ecc		ecc		ecc
	hora				7.15 ecc		ecc		ecc
	ID foto aguas arriba		23_T1_M		25_T1_M		ecc		ecc
	ID foto aguas abajo		24_T1_V		27_T1_V		ecc		ecc
	Observaciones:		turbia		talvez seco		dicen que normalmente llueve mas		capacidad canal mucho mayor
							irregular, duda sobre caudal		

ción hídrica; para el pecuario, de forma análoga (suma cabezas por dotación per cápita, para cada tipo de ganado). Para el agrícola (en cada finca o Distrito) se puede determinar con varios enfoques; aquí se presenta el adoptado basado en un balance simplificado porque no considera la dinámica de almacenamiento de agua en el suelo ni la dinámica de crecimiento efectivo de las plantas; o sea se reduce a “evapotranspiración potencial del mix de cultivos presentes, menos precipitación efectiva”, como se plantea en la ecuación 1.

$$d(k,t)=[(\sum_i (K_i^c(\tau(t)) * ET_0(k,\tau(t)) * A_i(k))) - a(k)*A(k,t)* P(k,t)] / 1000 \quad (1)$$

Donde:

$d(k,t)$ [m^3/mes]: demanda neta (del usuario k en el mes t), en el sentido de WEAP (luego es modificada por pérdidas, reúso, etc.)

$K_i^c(k,\tau)$ [adimensional]: coeficiente específico del cultivo i , en el Distrito k en el mes τ (periódico de 12 meses) (en nuestra aplicación se asumió independiente de k)

$K_i^c(k,\tau) > 0$; 0 de otra forma

$a(k)$ [adimensional]: fracción aprovechable de la precipitación (lo que determina la precipitación efectiva) (parámetro a calibrar)

$\tau(t)$: relación univoca entre el tiempo absoluto t (mes progresivo desde el inicio de la simulación) y el tiempo periódico τ

$ET_0(k,\tau)$ [mm/mes]: evapotranspiración "cero" (o de referencia), en el Distrito k en el mes τ (cambia según el Distrito porque cambian las condiciones climáticas y es

periódica de 12 meses); es la misma adoptada para los “Catchment hidrológicos” que caigan en la misma zona climática

$A_i(k)$ [m^2]: área cultivada con cultivo i en el Distrito k , supuesta periódica en el tiempo⁵

$A(k,t)$ [m^2]= suma $_i [\delta_i(k,\tau(t))*A_i(k)]$: área total cultivada en el mes t ; con $\delta_i(k,\tau) = 1$, si

$P(k,t)$ [mm/mes]: precipitación del mes t

$[x]^+$: operador que entrega la parte positiva de x ; equivale a: $\max [0, x]$

A posteriori se determina el módulo de consumo implícitamente adoptado.

Para otros usuarios se asume el valor de medición directa (en el caso de la mina El Cerrejón tenemos reportes periódicos “auto-declarados”).

Este valor de demanda se disminuye por el eventual re-uso interno o mejor manejo a nivel de demanda (*demand-side-management*, que sin embargo es sustancialmente ausente hoy en día a excepción de la mina El Cerrejón para el cual, sin embargo, no se estima directamente la demanda, sino la extracción y por tanto el tema es in-influyente), y se incrementa en cambio por las distintas pérdidas y por cumplir con necesidades técnico-operativas de la conducción (ver a continuación) determinando así el Requerimiento hídrico bruto a nivel del usuario y de la fuente (bocatoma o pozo). Las pérdidas consideradas son:

- de distribución y conducción calculadas paramétricamente con base en el tipo (c) de conducción registrado en el levantamiento de terreno y un parámetro de pérdida unitaria ($\alpha(c)$, fracción del caudal entrante, por unidad de longitud de conducción) de literatura, luego refinado vía calibración (parámetros “grises” de calibración) → eficiencia de conducción η , tanto para la aducción propiamente tal (de la bocatoma al Distrito), como para la distribución interna a la finca (de la captación al uso)
- de riego (para los agrícolas) dependiendo, siempre de forma paramétrica, del método de riego (m) → eficiencia ξ .

5 Un mismo predio puede ser cultivado más veces durante un dado año y ser considerado así más veces en la sumatoria; es correcto porque son los coeficientes $K_i^c(k,\tau)$ los que controlan cuando el cultivo se da y aseguran que no hayan superposiciones. Es por esto que la suma de las áreas cultivadas puede superar el área cultivable.

Demanda neta, demanda bruta (o requerimiento), requerimiento efectivo

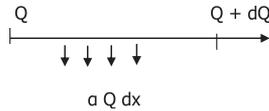
Aplicando los criterios anteriores (Cuadro 4. simplificaciones y equivalencias) se transforma la *demanda neta* en *demanda bruta*. Pero falta aún un paso. Se observa que hay muchísimos distritos con área de riego o número de animales extremadamente bajos que producen, con todos los cálculos agronómicos normales, demandas de ni siquiera 0.1 L/s incluso en el mes de máximo consumo, dado su patrón de cultivos. Por otro lado, como ya observado, para realizar el volumen digamos mensual requerido, en efecto basta un caudal muy chico; pero desde el punto de vista operativo, el riego no es continuo, sino ocurre en dados momentos (ej. una vez a la semana o al mes....o algunas horas en el día cuando se prende la motobomba...) y entonces con un caudal más alto, pero por un tiempo más corto. Si el distrito es grande, el problema no se pone porque prácticamente todo lo derivado se reparte a las distintas fincas, de modo que en promedio en efecto se utiliza todo prácticamente de manera constante. En cambio, el problema se da para distritos pequeños donde quizás haya un solo dueño: la realidad es que se extrae mucho más de lo estrictamente necesario para brindar el volumen requerido en un tiempo mucho más corto del “continuo” (24 h/día); además físicamente en varios casos no sería posible conducir el agua sin un caudal suficiente y finalmente hay ineficiencias. En definitiva, estos usuarios necesitan por tanto un módulo más alto.

Cuadro 4. Simplificaciones y equivalencias

Se enfrenta aquí la problemática de tener que simplificar el sistema representado en WEAP para evitar “atorarlo”. Para ello se introducen los siguientes artificios:

- se desprecia el uso civil de las fincas (pocas personas; mientras se considera el de los acueductos)
 - se trata todo el resto del territorio de la cuenca no capturado por los Distritos o fincas abastecidas por fuentes superficiales como nodos de demanda ficticios (“usuarios externos”) sin extensión territorial definida, pero con valores de áreas de cultivos reales. De esta forma, el balance hídrico global es correcto (a nivel de acuíferos que son las fuentes que abastecen, además de la lluvia directa, este tipo de usuario), a condición de sustraer a las cuencas hidrológicas externas a los Distritos el área asociada a estos “usuarios externos” (de otra forma se contaría dos veces la precipitación: a nivel de demanda agrícola y a nivel de aporte a la subcuenca correspondiente)
-

- se agrupan fincas asociadas en Distritos como si fuera un solo sitio de demanda. Para ello se deben aplicar criterios de equivalencia detallados a continuación (los primeros dos, i y ii, sirven también para usuarios no agrícola; los demás sólo para el agrícola; para los agropecuarios se puede aproximar uniformándolos con los agrícolas o ganaderos según la prevalencia de la demanda).



Cuál es la eficiencia de conducción de un tramo de longitud L sabiendo que la fracción de pérdida por unidad de longitud es α ? Un esquema se muestra en la Figura C4.1

Con un balance de masa del tramo infinitésimo (ecuación C4.1):

$$Q(x) = \alpha Q(x) dx + Q(x) + dQ \quad (C4.1)$$

Figura C4.1. Esquematación del cálculo de la eficiencia de conducción debido a pérdidas distribuidas.

y despejando:

$$dQ/dx = - \alpha Q$$

se obtiene una clásica ecuación diferencial total del primer orden a coeficientes constantes, cuya solución es:

$$Q(x) = Q_0 e^{-\alpha x}$$

Por tanto la fracción de pérdida en el tramo de longitud finito L es:

$$\lambda = (Q_0 - Q_0 e^{-\alpha L})/Q_0 = 1 - e^{-\alpha L}$$

y la eficiencia de conducción buscada está dada por la ecuación C4.2:

$$\eta' = 1 - \lambda = e^{-\alpha L} \quad (C4.2)$$

Sin embargo, la eficiencia así determinada para conducciones largas puede llegar a valores exageradamente bajos, quizás no realísticos sobre todo si el canal cuenta con un cuidado especial o incluso recibe aportes distribuidos; necesita en general de una corrección. No se dispone de mediciones reales de esta eficiencia; por tanto, se ha supuesto que su límite inferior $\eta_L(c)$ esté ligado al tipo de conducción (c) y a la longitud total a través de una correspondencia empírica cualitativa expresada en la Tabla C4.1.

Se ha entonces adoptado finalmente la ecuación C4.3 para la eficiencia final $\eta(c)$:

$$\eta(c) = \max [\eta' ; \eta_L(c)] \quad (C4.3)$$

Tabla C4.1. Eficiencia de conducción y distribución supuesta (%) en función de la tipología constructiva c.

Tierra	1. Tierra	2. Tierra	3. Tierra
	85	75	60
Manguera	Manguera	Manguera	Manguera
	95	85	80
Turbo	1. Tubo	2. Tubo	3. Tubo
	100	90	85

Longitudes: 1) menor que 500 m; 2) entre 500 m y 2 km; 3) superior a 2 km

Valores más precisos necesitan de un proyecto específico con mediciones en campo. Con este concepto se procede a las siguientes operaciones:

- i) para toda conducción: obtener la longitud equivalente de conducción de referencia (canal en tierra): es la longitud L_E del canal de tipo de referencia (asumiendo canal en tierra) que produce la misma eficiencia de la real longitud L de tipo c (ecuación C4.4):

$$\eta = e^{-\alpha c L} = e^{-\alpha_0 L_E} \rightarrow \alpha_c L = \alpha_0 L_E \rightarrow L_E = L \alpha_c / \alpha_0 \quad (C4.4)$$

- ii) para fincas con más fuentes: obtener la longitud L^* equivalente, es decir tal de producir una eficiencia resultante η_F que determine un requerimiento total a una sola fuente ficticia, que sea igual a la suma de los requerimientos reales tanto superficiales como subterráneos (Figura C4.2)

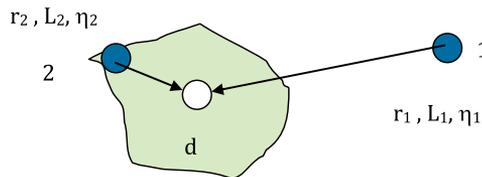


Figura C4.2. Esquemmatización de una finca con más captaciones.

$$\begin{aligned} d &= r \eta_F \\ r &= r_1 + r_2 \\ p_1 d &= r_1 \eta_1, \quad p_2 d = r_2 \eta_2 \\ r &= d / \eta_F = r_1 + r_2 \\ \rightarrow \eta_F &= \eta_1 \eta_2 / (p_1 \eta_2 + p_2 \eta_1) \end{aligned}$$

Y, generalizando, para muchas captaciones (ecuación C4.5):

$$\eta_F = \Pi \eta_i / [p_1 (\Pi_{i \neq 1} \eta_i) + p_2 (\Pi_{i \neq 2} \eta_i) + \dots + p_n (\Pi_{i \neq n} \eta_i)] \quad (C4.5)$$

Ahora el problema es transformar esta situación en una ficticia con una sola captación, pero con igual eficiencia; utilizando la (*) se puede imponer la condición (para el caso de Figura C4.2 con 2 captaciones):

$\eta_F = e^{-\alpha L^*} \rightarrow \eta_1 \eta_2 / (p_1 \eta_2 + p_2 \eta_1) = e^{-\alpha L^*}$ donde L^* se expresa de acuerdo a la ecuación C4.6.

$$L^* = - (1/\alpha) \ln [\eta_1 \eta_2 / (p_1 \eta_2 + p_2 \eta_1)] \quad (C4.6)$$

NOTA: no se puede simplemente sumar las longitudes equivalentes de las fincas del Distrito y aplicar a este total las fórmulas C4.1 y C4.2) de pérdida de conducción ya introducida, para obtener la eficiencia equivalente de conducción η_c para el Distrito; es preciso aplicar un criterio de agregación imponiendo de verdad la equivalencia, como sigue:

iii) buscamos la eficiencia equivalente global η_G del distrito en que cada finca i tiene su método de riego m con eficiencia $\xi_i(m)$ y la respectiva longitud equivalente de conducción L_i (calculado anteriormente).

Procediendo de manera análoga, se puede escribir:

$$\begin{aligned} r &= (d_1/\xi_1)/\eta_1 + (d_2/\xi_2)/\eta_2 \\ d &= d_1 + d_2 \\ r &= d/\eta_G \rightarrow \eta_G = d/r = (d_1 + d_2) / [d_1/(\xi_1 \eta_1) + d_2/(\xi_2 \eta_2)] \end{aligned}$$

y asumiendo que la demanda hídrica d_i de cada finca i sea proporcional a su área cultivada A_i , se obtiene (ecuación C4.7):

$$\eta_G = (A_1 + A_2) / [A_1/(\xi_1 \eta_1) + A_2/(\xi_2 \eta_2)] \quad (C4.7)$$

(generalizable al caso múltiples fincas)

iv) el último paso es determinar las preferencias equivalentes p_k^S y p_k^B a nivel de Distrito k en el sentido que determinen un requerimiento global desde el conjunto de fuentes superficiales (S) y desde el conjunto de subterráneas (B) igual a la suma de los reales.

Se puede asumir de forma simplificada como promedio ponderado sobre los requerimientos brutos as u vez, análogamente a cuanto ya hecho, asumidos proporcionales a las áreas totales cultivadas en cada finca (ecuación C4.8):

$$\begin{aligned} p_k^S &= \text{suma}_i [(\text{suma}_{j \in S_i} p_{ij}) A_i / \eta_{Fi}] / \text{suma}_i [A_i / \eta_{Fi}] \quad (C4.8) \\ p_k^B &= 1 - p_k^S \end{aligned}$$

y las preferencias ordinales requeridas por WEAP se pueden finalmente determinar de acuerdo a las ecuaciones C4.9 y C4.10:

$$\pi_k^S = 1 \text{ y } p_k^B = 2, \text{ si } p_k^S > p_k^B \quad (C4.9)$$

$$\pi_k^S = 2 \text{ y } p_k^B = 1, \text{ si } p_k^S \leq p_k^B \quad (C4.10)$$

Esta consideración general en realidad no es del todo demostrada por nuestros datos donde en el levantamiento de terreno se ha medido la capacidad de la obra de extracción (canal, motobomba...) y el caudal realmente extraído (al momento de la campaña de medición). La razón "capacidad obra de extracción/requerimiento hídrico estimado a la bocatoma" resulta en realidad muy variable oscilando entre 1 y hasta más de 300 veces y de manera no claramente asociada al tamaño de las derivaciones (véase la Tab.3.5.1, en el Cap.3.5 del PORH en CORPOGUAJIRA (2012). Sólo un conocimiento detallado de cada situación puede permitir llegar a determinaciones realmente correctas; tampoco es esperable lograrlo a nivel de este primer intento de reglamentación de todo el sistema en la cuenca. Finalmente, el controlador (CORPOGUAJIRA en este caso) tampoco puede estar gastando más recursos financieros para controlar una derivación de lo que obtiene a través del cobro.

Para determinar el *requerimiento efectivo* de cada usuario en términos de CAUDAL instantáneo (que no se puede superar en ningún caso) a entregarle se procede en definitiva como sigue:

- Clasificamos las demandas (y derivaciones) en:
 - "chicas" : las con demanda bruta < umbral (puesto en 10 l/s)
 - "grandes": las con demanda bruta > 100 l/s
 - "medianas": las intermedias

Donde con *demanda bruta* nos referimos a la demanda agro-climática, inflada con las (in)eficiencias debidas al método de riego y a los sistemas de conducción dentro el Distrito (según los criterios de agregación enunciados más arriba); o a la demanda de otros usuarios inflada por la ineficiencia de conducción.

- Para las derivaciones "chicas", si la razón "E extracción medida o C capacidad canal/demanda bruta (D)" es razonable (es decir menor que 10), el requerimiento efectivo es la misma capacidad (C [L/s]), sino es 4 veces la demanda bruta ($r \cdot 4$), para considerar cuanto se dijo acerca de las exigencias operativas (suponiendo que el riego ocurra sólo 6 horas de las 24 supuestas por el cálculo teórico, se daría un coeficiente de inflado f_p de $24/6=4$). Si la demanda resulta así demasiado pequeña (menor que 0.1 L/s) se pone 0.1 L/s en la ecuación 2

$$d \text{ [L/s]} = \max [0.1; (C, \text{ en el caso } 1; r \cdot 4, \text{ en el caso } 2)] \quad (2)$$

- Para las demás derivaciones ("medianas" y "grandes"), el requerimiento efectivo es el máximo entre la extracción real (q) y la demanda bruta (r) incrementada -para dar flexibilidad- con un "factor de incremento" así definido: para las grandes: $f_G = 1$; para las medianas: $f_M = 2$. Si la demanda resulta así mayor que la capacidad de la obra de extracción (C) se limita sin embargo a esa capacidad (ecuación 3):

$$d = \min [C ; \max (r * f ; q)] \quad (3)$$

NOTA: entre el nodo de demanda, caracterizado por el requerimiento efectivo calculado como recién explicado, y la(s) bocatoma(s) que lo abastecen existe un sistema de aducción que también tiene pérdidas que hay que considerar en la respectiva conexión y que incrementan finalmente el caudal solicitado a la red hídrica natural.

e) Modelo de la bocatoma

La extracción por uso antrópico desde una bocatoma en rigor requiere un "modelo" de comportamiento que, como mínimo, necesita especificar el "tope" y la "eficiencia de extracción" (Figura 3).

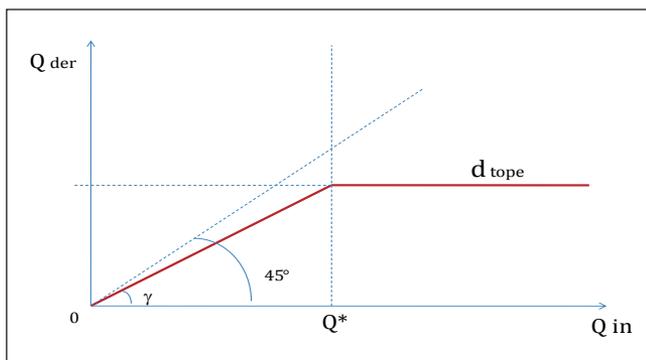


Figura 3. Esquema derivación tipo: si el caudal entrante (Q_{in}) es superior al umbral Q^* , el caudal derivado Q_{der} puede igualar el máximo requerido d_{tope} ; en cambio, si es menor, puede sacar sólo una fracción del entrante según la eficiencia γ específica de la bocatoma (al máximo, puede ser 100% lo que corresponde a una recta a 45° ; es decir, saca todo lo que llega).

En nuestro caso, sin embargo, no se puede aplicar por limitación del software WEAP que sólo permite una restricción de tipo "fracción*caudal del paso de tiempo anterior" (es decir: $\text{extracción} \leq \alpha * Q(t-1)$) lo que no tiene sentido

para nuestros fines¹⁴. Esto es porque WEAP está basado en un algoritmo “por demanda” que determina los flujos en la red empezando justamente por los caudales requeridos en los nodos de demanda, sin conocer aún cuál es el caudal en el río antes de la bocatoma y por tanto no puede considerar el comportamiento de las obras de toma.

No considerar esta restricción implica simplemente asumir que la eficiencia sea siempre máxima (la bocatoma puede extraer siempre todo el caudal del río, si lo desea). Es esta simplificación que WEAP nos obliga a introducir.

NOTA IMPORTANTE: Hay que distinguir la exigencia de reproducir lo más fielmente posible el comportamiento del sistema real actual, por cuanto inequitativo o ineficiente sea, de la exigencia, por otro lado, de simular la aplicación de nuevas reglas de manejo del sistema SRH, en el intento de optimizar su prestación.

- i) La primera exigencia es la que surge en fase de calibración del modelo; se trata de un ejercicio que pretende obtener una simulación del comportamiento del SRH lo más cercano posible a su real comportamiento histórico. Por tanto, se debe construir una representación del SRH real en que sólo hay bocatomas que extraen de acuerdo a un “modelo de extracción” del tipo representado arriba e ignorando la demanda objetiva ligada a las características físico-técnicas del sistema artificial, porque el comportamiento actual puede ser muy diferente del objetivamente esperado. En este caso, es razonable que la simulación ocurra según un esquema *supply driven* (comandado por la oferta), es decir se empieza sumando los aportes de las subcuencas y, a medida que se encuentra una bocatoma, se extrae el caudal según el “modelo de extracción” obteniendo como resultado el caudal que procede hacia aguas abajo. La incógnita es cómo fijar el “TOPE” de cada extracción. Hay sustancialmente dos opciones: igualarlo a la capacidad de la obra de extracción (ej. canal) o a la extracción medida durante el levantamiento de terreno (claramente siempre inferior a la capacidad). Optamos por esta segunda porque más realista.
- ii) La segunda exigencia se presenta en la fase de planificación cuando se quiera analizar el funcionamiento del sistema en escenarios hipotéticos.

14 Esta limitación se debe a que, de otra forma, el algoritmo adoptado para repartir el caudal disponible de forma equitativa entre usuarios de igual prioridad se hace implícito e irresoluble.

Implica modelar los nodos de demanda como indicado arriba partiendo de las exigencias agro-climáticas (y de ganadería, poblados, etc.) objetivamente más cercanas a las reales exigencias asociadas a las características físico-técnicas del sistema artificial. Es razonable simularlo con un esquema *demand driven* o sea “comandado por la demanda”; mejor aún, sin embargo, es adoptar un algoritmo de optimización acorde a algún criterio de repartición del recurso en el espacio (usuarios) y tiempo (manejo de embalse)

f) *Distritos*

Se denomina “distrito” a una zona del territorio que se abastece de agua procedente de una o, en algunos casos, más bocatomas de derivación desde el río principal o un tributario del mismo (además de eventuales otras fuentes locales) y contiene un sistema de repartición del recurso entre las fincas que lo constituyen. Normalmente las fincas tienen captaciones en los canales-acequias derivados de estas bocatomas. Los distritos se ubican espacialmente en el mapa como polígonos. Una finca aislada no constituye un distrito y se trata de forma simplificada sin ubicarla espacialmente como polígono.

La determinación territorial de los distritos agrícolas no es una operación simple porque no se cuenta con un mapa predial actualizado, sobretodo porque muy a menudo el nombre del dueño registrado no coincide con el actual identificado al momento de la encuesta; en algunos casos, además, han cambiado los límites de las fincas debido a procesos de venta. Por esta razón, se procede de manera empírica con los siguientes criterios:

- identificar todas las fincas que se abastecen de un mismo conjunto de bocatomas (en el caso más simple, una sola bocatoma) y ubicarlas al menos a nivel de punto en la cuenca (se conoce un punto representativo correspondiente con la casa donde se realizó la encuesta)
- analizar el mapa predial, sin pretender una coincidencia definitiva por lo dicho
- examinar la red de canales asociada a las bocatomas en cuestión
- analizar fotografías aéreas o imágenes satelitales para identificar zonas homogéneas creíblemente servidas por esa red de canales
- traer conclusiones.

g) Recursos locales

En el territorio de un distrito (o inclusive dentro una finca aislada) típicamente hay otras fuentes de abastecimiento como pozos, aljibes, manantiales o pequeños arroyos que no se tienen marcados como tributarios. ...estos se tratan todos como si fueran pozos porque no es necesario detallar cada uno dado que sólo se va a determinar concesiones para los recursos superficiales identificados. Es necesario de todos modos especificar las "preferencias" de uso tanto en términos de porcentajes (%) como de prioridad de utilización (se puede preferir el recurso pozo más limpio y cercano, pero extraer la mayoría de un río): si uno de los recursos resulta tener asociada una prioridad mayor que los demás, es necesario imponer una restricción de máxima extracción desde él, de otra forma, el modelo de simulación basado en demandas trataría de satisfacer toda la demanda sólo desde ese recurso ignorando el otro; esta restricción es supuesta igual justamente a la preferencia % (aun cuando conceptualmente no sería correcto confundir la preferencia con el uso prevaleciente). El recurso subterráneo en sí, en cambio, se supone de capacidad ilimitada porque en este enfoque no se modelan los acuíferos, sino sólo se plantea hacer una verificación de que la extracción no supere la recarga.

Se dan los siguientes casos:

- bocatoma "acueducto y": esta es de uso potable no más ("P") y no tiene asociado ningún distrito)
- bocatoma "finca x": esta es en su mayoría de irrigación/ganadería y solo una pequeña fracción para uso potable local de la finca: para simplificar, se trata como exclusivamente Agrícola ("A") y se llena la fila de celdas del Distrito en el DB
- Si se diera un caso diferente...la única opción es duplicar la bocatoma (Bxy→Bxy_a y Bxy_b) tratando luego los dos o más ítems (potable y agrícola) separadamente.

h) Definición de concesiones

Considerando lo dicho anteriormente para la demanda, la solución adoptada para otorgar concesiones es articulada y se basa en:

- considerar el *requerimiento efectivo operativo* que en general es mayor que la *demanda bruta*, según la clasificación de las derivaciones por magnitud descrita más arriba

- otorgar la concesión en términos de caudal máximo extraíble instantáneo igual al requerimiento efectivo, si es compatible con las demás concesiones o menor en caso contrario, según un criterio socio-económico declarado (ver a continuación), de manera que no se vea afectada la situación general
- imponer a todas también un límite en términos de volumen máximo extraíble, calculado con base en la demanda bruta estimada, de manera que la derivación, incluso si pequeña, quede de alguna forma reglamentada.

Existen diferentes criterios para la asignación y repartición de concesiones hídrica, porque varios puntos de vista pueden ser considerados en relación a:

- el aspecto de la prestación que se pretende considerar (qué es? que se quiere maximizar u obtener?), como por ejemplo preocuparse de un buen abastecimiento hídrico o, en cambio, llegar a ver el beneficio económico que eso genera. O más banalmente, limitarse a aplicar lo que dice la legislación vigente (criterio *legal*).
- la agregación de las prestaciones entre los distintos usuarios: el criterio *equitativo*: repartición equitativa del déficit (que sin embargo requiere de contar con organización, acuerdos e infraestructuras suficientes para realizarlo en la práctica); el *solidario*: evitar que el más débil se vea perjudicado (o al menos ninguno debajo de un umbral fijado a maximizar, “criterio *max-min*”); el *desarrollista*: asegurar espacio para futuros actores (es decir considerar también un potencial para los venideros); el *histórico*: respetar el orden de llegada histórica al sistema de los usuarios (dando prioridad a los más antiguos); el *oportunistista*: dar prioridad así como se da espontáneamente en ausencia de una reglamentación (el más arriba saca lo que puede, sin preocuparse de los demás abajo; así que en general el último es el más desafortunado, a parte situaciones espaciales de aportes o intercambios particulares río-subálveo)
- la variabilidad estocástica del régimen hidrológico: considerar una o más estadísticas representativas de la prestación como, típicamente, un percentil de déficit de no superación (o el déficit promedio); el déficit máximo (en el período); etc.¹⁵

15 La manera más elegante de resolver esta problemática es a través de la maximización del valor esperado de una Función de Utilidad (véase Keeney and Raiffa, 1976); pero se trata de un enfoque particularmente complicado.

- el respeto de las demás condiciones como típicamente los objetivos de calidad y el régimen sostenible para el ecosistema fluvial.

El criterio adoptado aquí puede definirse “oportunista-solidario” con estas especificaciones:

- concesión = caudal mensual máximo tal que -con seguridad del 75 % - no se produzca a ningún usuario un déficit (es decir, sólo una vez de 4 años, en promedio, no se satisface en pleno el requerimiento a la bocatoma), además de
- cumplir con el requerimiento del ecosistema fluvial (caudal ecológico) y los objetivos de calidad

NOTA 1: Esto puede implicar que el caudal otorgado sea sólo una fracción α del requerimiento efectivo (mensual) a la bocatoma.

NOTA 2: En la práctica, se busca por tanteo vía simulación el valor de la fracción α_i para cada usuario i (o grupo de) tal que respete el criterio descrito para la pareja Escenario y Alternativa considerada. Una vez encontrado, es posible que en algunos tramos más “afortunados” la disponibilidad sea mayor y así la fracción de la demanda puede ser más alta del α determinado: nuevamente por tanteo se busca el máximo valor α_i^* a asignar a esa derivación (sin empeorar a los demás) y así sucesivamente.

Cabe destacar que, de esta forma, para cada pareja “Escenario-Alternativa” (ver párrafo siguiente) queda automáticamente fijado el valor de caudal otorgable; por tanto la decisión posible (una vez aceptado el criterio declarado) es simplemente: “concesionar o no”.

Otra observación importante es que las concesiones obtenidas con esta definición dependen también de la regla de repartición adoptada: por ejemplo “orden natural” (el primer usuario aguas arriba se satisface primero) llevará a concesiones diferentes de “equidad”, porque aun cuando ambos respeten el caudal mínimo ecológico (CME) local, con el primer criterio se puede llegar a conceder más al primero perjudicando los demás.

Derechos “eventuales”

El caudal de concesión determinado, de acuerdo a lo explicado arriba, es “firme” en el sentido que la Autoridad Ambiental está asignando un derecho

sobre una cantidad con la que se puede contar con seguridad. Por un lado esto limita la libertad del usuario (normalmente verá asignada una cantidad menor a la con que contaba en el uso consuetudinario), pero por otro le da una herramienta de gran valor legal para poder defender sus necesidades a futuro cuando el recurso será aún más escaso debido al desarrollo del sistema antrópico. Esto no quita que el usuario tal vez pueda aprovechar el recurso aún más de esta cantidad concesionada, pero “a su riesgo”, es decir sólo en los períodos en que sí hay agua, y sin afectar a los ya concesionados en el resto del sistema.

Se le puede entonces asignar un “derecho eventual”. Esta cantidad, adicional a la concesión propiamente tal, se puede determinar en principio de nuevo vía simulación buscando por tanteo (para cada Usuario, si se opera con repartición “orden natural”, o para todos a la vez, si se opera con repartición “equitativa”) el valor adicional de demanda que se puede satisfacer, respetando el CME local, SIN empeorar la prestación del resto del sistema en términos de respeto de CME y de déficit a los demás Usuarios (según los indicadores de prestación adoptados).

Cabe notar que el derecho eventual es lo que el usuario puede extraer en promedio sin afectar al resto del sistema, pero sólo verificando constantemente de no producir déficit a los demás. Esto significa contar con un sistema de tele-medición y control.

Por esta razón, y para evitar confusiones en la situación actual, se deja la idea de determinar y aplicar derechos eventuales para una fase sucesiva.

Escalas espaciales en la definición de concesiones

Hay que aclarar que tenemos que abordar dos distintos niveles de decisión diferentes, como se ilustra en la Figura 4.

- “asignación” (*allocation* en Ingles): repartición del recurso (concesión c_i) a los distintos Nodos de demanda (“Usuario” en este informe) servidos por una aducción asociada a una o más bocatomas; y a las mismas bocatomas en la red hídrica natural de donde se abastece la aductora (decisiones u_i tanto en término de concesión como de repartición entre bocatomas) y
- “distribución”: repartición del caudal (q_{ij}) desde el punto de entrega i de la aductora a los distintos elementos j (Fincas o poblados)

servidos por la red de riego (artificial) conectada a ese punto de entrega.

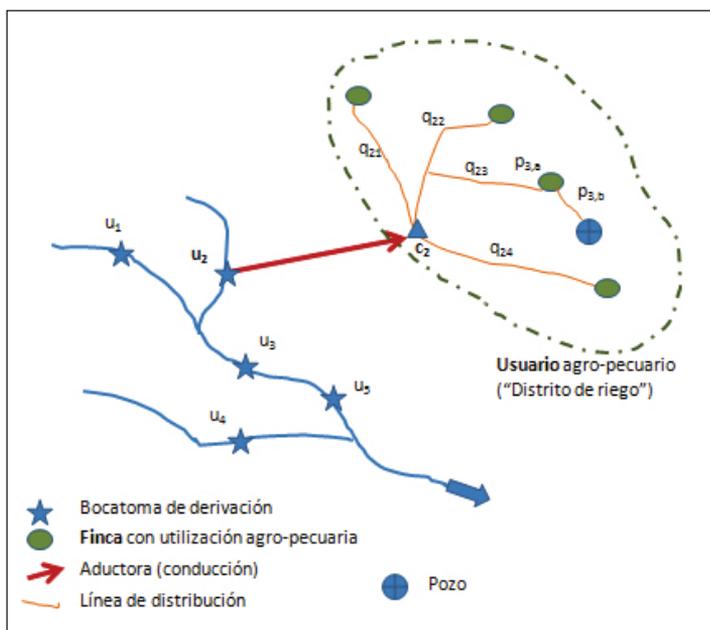


Figura 4. Esquemización de distintos niveles donde se determinan caudales de concesión: la bocatoma (u_i), el "Usuario" (c_i) (Distrito o poblado), las distintas Fincas que constituyen el Distrito (q_{ij}) (en el caso agrícola), y las eventuales múltiples captaciones con sus preferencias ($p_{i,x}$).

En este proyecto, nos concentramos con el enfoque de modelación en el problema de la "asignación" (enfrentado con el método de las prioridades y el esquema "demand-driven" implementados en el software WEAP); luego, dado el caudal u_i concedido para derivación en una bocatoma, se determinan los caudales de repartición q_i a cada Finca ("usuario" en el sentido de la guía MinAmbiente) simplemente con un criterio de proporcionalidad (con base en la demanda hídrica). Finalmente, se reparte su caudal de concesión entre sus distintas captaciones en razón de las preferencias asignadas a ellas (p_a, p_b, \dots).

El modelo implementado ve sólo el Nodo de demanda (llamado en lo que sigue Usuario, Distrito de riego o pecuario o Poblado), pero a no confundir con el "usuario" definido en la guía del MinAmbiente, porque este segundo

tiene una personalidad jurídica, mientras el nuestro puede ser una agregación de estos. En cambio, el sistema interno de elementos presentes en un Nodo de demanda se considera a priori en el cálculo de su demanda que por tanto siempre es “bruta” (*Supply Requirement* de WEAP) en el sentido que ya incorpora las ineficiencias debidas a la distribución desde cada captación a cada finca y a los métodos de riego adoptados en cada finca.

Coherentemente, en lo que sigue se habla de *pérdidas de conducción* (o aducción) refiriéndonos al trayecto bocatoma hasta el punto de alimentación del Usuario (Distrito), y *pérdidas de distribución* en la red artificial interna, entre este punto y cada finca o entre cada fuente adicional (pozos o pequeños arroyos) y la misma finca. Además, en cada Finca se dan pérdidas de aplicación, ligadas al método de riego adoptado.

En práctica, el caudal de concesión c_i otorgado a las bocatomas de un Distrito i con el criterio descrito más arriba en términos de máximo caudal mensual (y volumen anual) se reparte a cada una de las fincas (“usuario”) según El Manual del Usuario para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (MADS e IDEAM, 2011) que lo conforman en proporción a la demanda real de cada finca a fuentes superficiales, obteniéndose una concesión en términos de volumen anual (naturalmente, cada finca podrá en realidad recibir temporalmente un caudal bien superior al correspondiente fracción del caudal máximo mensual que le toque, en función del sistema de turno adoptado; además, no será imposible que algún usuario utilice un caudal superior en períodos de mayor abundancia, pero estos detalles sólo se verían a través de una modelación de mayor detalle y con un sistema de tele-medicación y control puesta en marcha).

Finalmente, la concesión otorgada a un usuario se distribuye entre sus eventuales y distintas captaciones superficiales en proporción a sus mismas preferencias ($p_{i,x}$ en la Figura 4).

i) Necesidad de calibración del modelo SRH

Independiente de que modelo o software se adopte, para obtener respuestas confiables es necesario efectuar la “calibración” del modelo, es decir encontrar el valor de los coeficientes numéricos (“parámetros” en el lenguaje de Análisis de Sistemas) específicos para el sistema considerado y obtener una respuesta del modelo lo más cercana a la realidad vista a través de las mediciones realizadas.

Son muchísimos los parámetros que necesitan en rigor de calibración, sobre todo cuando el modelo hidrológico adoptado es complejo; en particular, para subcuencas (con referencia al modelo adoptado descrito más adelante), los de evapotranspiración potencial, precipitación efectiva, fracciones de escoorrentía y de infiltración superficial y profunda, tasa de evacuación por los embalses conceptuales superficial y profundo, volumen embalsado al tiempo cero, etc. Para algunos de estos parámetros existe algún tipo de referencia de literatura y por tanto se puede partir de una base inicial; esto no quita que en principio se deberían calibrar, pero para reducir el número total es razonable tratarlos con menor prioridad: se definen aquí como parámetros “grises” (un buen criterio para identificarlos es un análisis de sensibilidad del modelo); a este grupo le pertenece por ejemplo los parámetros que definen las pérdidas de conexiones (véase la lista completa en el Anexo 1.1 Datos para alimentar WEAP: criterios y supuestos, en CORPOGUAJIRA, 2012).

Calibración y estructura física del SRH

Si las estaciones de medición histórica de caudales involucran subcuencas donde existen usos del agua (obras de regulación-explotación de recursos hídricos), en rigor, sólo se puede proceder construyendo y calibrando el modelo completo (hidrológico acoplado al de gestión del sistema de recursos hídricos-SRH) porque es el SRH que describe las modificaciones antrópicas! En la práctica, en algunos casos se puede depurar la serie histórica; pero primero hay que ver dónde están las obras que modifican el régimen natural, qué características tienen (cuánto inciden), y cuál fue su comportamiento pasado (ej. extracciones) y asumir varias hipótesis. En lo posible es mejor evitarlo.

De todos modos, se realiza la calibración por partes en lo posible, es decir se calibra primero el sistema cerrado a la primera estación de medición (asignando a todas las subcuencas pertinentes los mismos valores de parámetros) y luego se procede, con los valores de parámetros hallados, a calibrar los de las siguientes partes del sistema aguas abajo.

Niveles de refinamiento

Cabe destacar que a menudo el término “parámetro” es utilizado de forma ambigua, en particular cuando el supuesto “parámetro” es en realidad una función explícita de otras variables y verdaderos parámetros (por ej. el coeficiente de re-oxigenación en un modelo DBO-DO se puede tratar como un

verdadero parámetro, pero si se incluye su dependencia desde variables físicas como por ejemplo la profundidad de la corriente y/o su velocidad, etc., los verdaderos parámetros a calibrar son los coeficientes que determinan unívocamente esta relación). Retomando el caso de las subcuencas (y de sus respectivos modelos precipitación-escorrentía), en principio se puede asignar un conjunto de parámetro diferente a cada una de ellas; pero esto aumenta enormemente el número total y hace inmanejable la calibración y poco confiable el modelo. Una Alternativa, es asumir que todas tengan el mismo conjunto de valores, lo que sin embargo puede constituir una simplificación excesiva. Otra solución intermedia consiste en modular el parámetro en función de características físicas conocidas de las subcuencas (ej. cobertura vegetal, pendiente de las laderas, elevación, litología y geología,...), definiendo para ello una dependencia explícita. En la práctica, se plantea proceder en dos pasos sucesivos:

- todas las subcuencas arriba de una estación de caudales tienen los mismos valores del conjunto de parámetros;
- se efectúa una modulación territorial (definiendo criterios ad hoc y realizando elaboraciones SIG).

Criterios de calibración

Finalmente, cabe notar que para nuestros fines (concesiones y calidad del ecosistema fluvial) es razonable concentrarse en situaciones de estiaje (caudales bajos). Coherentemente, es razonable medir la bondad de la respuesta del modelo definidos justamente para este rango de caudales y no para todo el abanico de posibles valores. Esto implica que el modelo finalmente puede resultar bueno (o al menos aceptable) para nuestros fines, mientras se comporta mal desde el punto de vista de una reconstrucción del régimen completo. Esto en realidad es cierto para el sistema de usuarios aguas arriba del embalse; para el sistema aguas abajo del embalse, vale el mismo criterio con la diferencia que la calibración del sistema que aporta recurso al mismo embalse debería, hacerse, tratando de reproducir lo mejor posible el volumen promedio anual (y ojala' su modulación en el tiempo) porque de otra forma se estaría obteniendo una respuesta distorsionada del embalse mismo. Los indicadores de prestación adoptables para conducir la calibración son los clásicos presentados en el Cuadro 5:

Caudal mínimo ecológico

El concepto de Caudal Mínimo Ecológico (CME) es hoy en día superado por el concepto de régimen hídrico sustentable porque se ha descubierto que lo que necesita el ecosistema fluvial no es no bajar de un valor mínimo de caudal, o, peor, mantener un valor constante mínimo, sino sustancialmente no ser sometido a un patrón de caudales demasiado lejano del natural que sigue siendo...el mejor patrón posible para él. Esto implica no sólo no bajar de algún umbral mínimo (que para algunos ríos puede ser incluso cero, si naturalmente se secan), sino evitar sequías prolongadas y en general mantener una variabilidad que incluye también los eventos de crecida en su numerosidad, magnitud y distribución temporal (Dyson, 2003).

Por otro lado, la Directiva Europea Marco para el Agua (DIR/2000/60/CE) ha introducido el concepto de visión integrada del estado ecológico de los ríos y demás cuerpos hídricos que aclara que hay que considerar al menos tres componentes:

- Calidad del agua
- Calidad biológica (macro-invertebrados, peces, micrófitos, etc.)
- Calidad hidro-morfológica, donde se considera justamente el régimen hídrico (incluyendo el tema del CME), además de las formas y proceso geomorfológicos típicos de un ecosistema fluvial.

Es por ello, que en los capítulos relativos a los ríos tratados, el asunto de CME se ve en paralelo al asunto de calidad del agua.

La aplicación de estos conceptos está sin embargo lejos de ser simple y sobretodo necesita de una información que en Colombia, y particularmente en La Guajira, es totalmente ausente es decir la definición del *estado de referencia* (EdR), el estado ecológico propio de cada tipología fluvial en condiciones no alteradas por el hombre. Es con respecto a este EdR que se puede medir la calidad actual. Por ejemplo, no tiene sentido decir que la calidad es mala porque la concentración de sólidos suspendidos es muy alta...depende del tipo de río: si naturalmente es muy alta, ese es su estado natural y está muy bien (mientras que para fines de utilización por supuesto no es deseable).

Como primera aproximación, no queriendo de todos modos despreciar el tema del caudal ecológico, se ha aplicado aquí la metodología simplificada

propuesta por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución 0865 de 2004 (MAVDT, 2004), es decir limitarnos al concepto de CME y asumir que el CME se determine con un enfoque hidrológico simplificado como se muestra en la ecuación 4:

$$Q^E(i) = \min [0.25 Q(i); Q^*(i) = Q: s^E_0(i) > \underline{s}^E(i)] \quad (4)$$

Siendo $Q(i)$ el caudal promedio anual del tramo i , $Q^*(i)$ el caudal umbral de ese tramo que garantiza que, en régimen natural (sin derivaciones), el índice de satisfacción $s^E_0(i)$ del ecosistema fluvial (tramo i), elegido para evaluar la prestación de las Alternativas de manejo¹⁶, sea no inferior a un umbral $\underline{s}^E(i)$ de satisfacción mínima. Este detalle es necesario porque, en su ausencia, es perfectamente posible que ni siquiera en el régimen natural se logre respetar la condición de CME establecida, lo que sería un contrasentido.

Cuadro 5. Indicadores de prestación adoptados para la calibración
(Ver ecuaciones C5.1- C5.8)

Definición de error (absoluto):	$e_k \equiv y_k - y^*_k$	(C5.1)
Error promedio:	$\bar{e} = \text{suma}_k e_k / n$	(C5.2)
Error máximo:	$e_M = \max_k \text{abs}(e_k)$	(C5.3)
Raíz del error cuadrático promedio:	$e_{\text{RMSE}} = [1/n \text{ suma}_k e_k^2]^{1/2}$	(C5.4)
Coefficiente de correlación:	$\rho = \sigma_{yy^*} / [\sigma_y \sigma_{y^*}]$	(C5.5)
Desviación estándar de los errores:	que expresa cuánto el patrón simulado es parecido al medido	
Varianza explicada:	$\sigma_e = [1/n \text{ suma}_k (e_k - \bar{e})^2]^{1/2}$	(C5.6)
Razón datos/parámetros:	que expresa cuán variables son los errores	
	$v = 1 - \sigma_e^2 / \sigma_{y^*}^2$	(C5.7)
	(nota: si < 0 el modelo banal que dice $y = \text{promedio}$ es mejor!)	
	$r = n / n_\theta$	(C5.8)
	orientativamente, si menor de 10, la confiabilidad del modelo es baja	

16 Se trata típicamente de un percentil de superación multianual, del orden del 90 % para el mes crítico. Índices más articulados que implementan el concepto de cercanía del régimen hidrológico al régimen natural pueden también ser utilizados, como por ejemplo el IAHRIS (http://www.ecogesfor.org/IAHRIS_en.html ; visitado el 8 Junio 2012) o el desarrollado en el proyecto TWOLE (<http://baobab.elet.polimi.it/TwoLeWiki/TwoLeWiki:Website:home/it> , visitado en el Junio 2012); en este caso, sin embargo, ya no tiene sentido hacer referencia a un CME, sino más directamente al régimen completo.

donde:

y_k : k-esimo valor de la variable simulada y; más precisamente, debería escribirse

$y(t_k; \theta)$, siendo t_k el instante de tiempo correspondiente a la k-esima medición y

θ : el vector de parámetros del modelo que entrega el valor simulado

y_k^* : valor de la k-esima medición (correspondiente al mismo instante de tiempo t_k)

σ_{yy^*} : covarianza de los valores simulados y medidos

σ_y : desviación estándar de los valores de la variable simulada

σ_{y^*} : desviación estándar de las mediciones

σ_e^2 : varianza de los errores

n: número de mediciones

n_θ : número de parámetros a calibrar (dimensión del vector θ)

NOTA: en la práctica se ha utilizado un criterio de ajuste visual porque WEAP permite la calibración automática sólo con la extensión PEST y esta utiliza implícitamente un índice de desviación cuadrática media con el cual la respuesta es incoherente.

En la práctica: se calibra el modelo, se hace una simulación eliminando el sistema antrópico (es decir: sin embalse, con extracciones nulas y ausencia de transvases, retornos, etc.) y se determina así el “régimen natural” $Q(i)$; con este se determina la base 0.25 $Q(i)$ para el CME simplificado hidrológico; luego se asegura el respeto de la condición expresada en la ecuación 4 reduciendo el CME simplificado hidrológico (esto se obtiene multiplicando por un factor de reducción k ($0 < k < 1$) la base hidrológica 0.25 $Q(i)$ y buscando el máximo valor k° que satisface la condición): se obtiene así el CME indicado en la ecuación 5.

$$Q^E(i) = 0.25 Q(i) k^\circ \quad (5)$$

No obstante esta sea una primera herramienta operativa, utilizada de hecho en este estudio, no se debe olvidar, como anticipado, que de acuerdo a los nuevos lineamientos relativos a los caudales ambientales, es indispensable considerar también requerimientos de variaciones intra e inter anuales con caudales inclusive altos (crecidas e inundaciones). A paso mensual no tiene mucho sentido tratar de incluirlos porque los eventos se diluyen en el tiempo, mientras que imponer un caudal alto mensual significaría “empeñar mucha agua cuando tal vez no sea necesario”; por tanto se deja para futuras profundizaciones (véase sin embargo el capítulo específico al Ranchería) e indicaciones gestionales de acuerdo a las indicaciones del EIA; queda sin embargo la interrogante: cuánto largas deben ser las crecidas? Con qué caudal? En qué período?

Y, por otro lado, la conciencia que las evaluaciones relativas al ecosistema basadas únicamente en el CME quedan sin duda muy parciales y hasta distorsionadas (véase las conclusiones).

Escenarios y Alternativas

a) Escenarios

El análisis de la situación actual es obviamente el paso de partida. Sin embargo, es también necesario considerar lo que pasaría al darse un dado escenario de desarrollo futuro. Las variables a considerar en la conformación de un escenario son aquellas sobre las cuales el PORH no tiene influencia decisional y que, sin embargo, sí pueden influir sobre la prestación del sistema. Las principales son:

- desarrollo de infraestructuras y grandes proyectos: para el Ranchería:
1) implementación del “plan de transición” y asociada nueva configuración del sistema SRH con nuevos Distritos, bocatomas y red de aducción/conducción; 2) Implementación del proyecto de desviado de un tramo sustancial del río para permitir la extracción de carbón por parte del Cerrejón debajo del actual cauce fluvial
- evolución en general del patrón de cultivos y áreas cultivadas
- crecimiento de la población
- cambio climático.

Hacer predicciones de población y de cambios agrícolas es muy difícil y aleatorio; para las primeras, nos remitimos a los pronósticos oficiales en las Estimaciones de Población 1985 - 2005 y Proyecciones de Población 2005 - 2020 Total Municipal por Área realizadas por el DANE a 10 años más; para las segundas, nos limitamos, para el solo caso del Ranchería, a imaginar que se cumpla plenamente lo previsto en los Estudios de Demandas de Agua requeridos por el nuevo Plan de Desarrollo Agropecuario del Proyecto Rio Ranchería, distritos de adecuación de tierras Ranchería y San Juan del Cesar, departamento de La Guajira realizados por la Corporación Colombia Internacional (CCI) asociado a la represa El Cercado, a nivel de cambio de infraestructuras; mientras que para las demás cuencas no consideramos ningún cambio.

Para el cambio climático, a partir de los escenarios globales especificados a la región de nuestro interés, se puede prever una extensión de los períodos

de estiaje y una mayor concentración de los de lluvia con mayores intensidades.

El proyecto de desviado del río Ranchería por parte del Cerrejón no se considera porque es evidentemente absurdo, dado que dejaría el río para siempre “protegido” por dos terraplenes artificiales al lado de un enorme agujero al cual, tarde o temprano, podría seguramente caerse con daños indescriptibles para el río, sus usos y el ecosistema costero y hasta las playas y quizás las actividades pesqueras de Riohacha. La mina asegura hacerle un seguimiento y mantenimiento por un período “largo”, de algunas decenas de años; pero para un río esos tiempos son...“nada”.

En definitiva, por tanto, para el río Ranchería, podría tener sentido considerar los siguientes escenarios, todos con represa El Cercado (recién entrada en funcionamiento):

Actual:

- sin cambio climático;
- con población actual;
- sin aplicación del Plan de Transición (estructura actual)

Concreto (mediano plazo-corto plazo):

- sin cambio climático (clima actual, es decir series históricas);
- con población incrementada;
- sin aplicación del Plan de Transición (estructura actual)

Desarrollista (mediano-largo plazo):

- sin cambio climático,
- con población incrementada;
- con aplicación del Plan de Transición (limitadamente a la nueva estructura donde desaparecen las bocatomas actuales hasta casi Cuestecita y aparecen dos nuevas justo debajo de la represa con respectivas aducciones)

Prudente (largo plazo):

- con cambio climático
- con población incrementada
- con aplicación del Plan de Transición (como el caso anterior)

Para los demás, tiene sentido considerar la configuración y la demanda del uso agro-pecuario actual, dada la dificultad de crear escenarios creíbles, y población incrementada.

b) Alternativas

Una “Alternativa” (en lo que sigue denominada en sentido genérico por brevedad con “ALT_x”) es un *paquete de decisiones relativas a las distintas opciones de decisión en mano del planificador*. En la Tabla 16 se presentan las alternativas recomendadas. Las siguientes son opciones que pueden modificar el comportamiento del sistema y se configuran por tanto como posibles decisiones del PORH:

Tabla 16. Alternativas recomendables a considerar en la modelación de SRH.

Alternativas		Respeto CME	Regla repartición	Concesión	Eficiencia	Saneamiento
ALT_0	Actual	no	orden natural	no	no	no
ALT_BASE	Base	si	orden natural	no	no	no
ALT_CONCE	Concesión	si	orden natural	si	no	si
ALT_COOP	Cooperación	si	Equidad	si	no	no
ALT_AVAN	Avanzada	si	Equidad	si	si	si

- imponer al menos el respeto del caudal mínimo ecológico (CME) (o, en forma más amplia, del caudal ecológico con su patrón)
- regla de repartición del recurso entre bocatomas del sistema SRH: orden natural o equidad (mismo déficit porcentual a todos los que afectan la satisfacción de los demás) (u otras opciones)
- concesiones (véase numeral 1.2.4/h del PORH, CORPOGUAJIRA, 2012): fracción del requerimiento bruto a la bocatoma a satisfacer con dada seguridad (puede implicar una reducción de la actual extracción)
- (política de manejo del embalse: véase el Cap. Conclusiones del PORH)
- Incremento de la eficiencia de aducción, conducción y uso (sobretudo riego); también la recolección de aguas lluvias puede verse como un incremento de la eficiencias del usuario civil rural
- Saneamiento: plantas de tratamiento de efluentes urbanos; imposición de estándares de emisión (en particular estándares instantáneos para el

Correjón para que en ningún momento vierta demasiado); restricciones al número de cabezas de ganado; restricción al uso de fertilizantes (lejos menos importante que el ganado en nuestras cuencas)

- Reforestación de las cuencas altas (equivale a incrementar la capacidad de embalses).

Tipos de resultados e indicadores

Una vez obtenidas las herramientas de análisis necesarias (los modelos del sistema de recursos hídricos y de calidad del agua) y definidos los Escenarios y las Alternativas a evaluar, la idea es determinar una serie de informaciones útiles para tomar una decisión informada acerca de qué política aplicar en lo específico a nuestros ríos; o sea, a cuál Alternativa escoger.

Para ello, se plantea evaluar un conjunto de indicadores como está especificado en la Tabla 17 en donde además se aclara el tipo de representación utilizado en mapeo de dichos indicadores.

Tabla 17. Escala de colores utilizada para la representación de los mapas de satisfacción (el límite inferior de la clase asignada a la clase inferior; ej. un valor del indicador de 20 cae en la clase “Pésimo”).

Clase	Juicio	Intervalo
	Muy bueno	80 - 100
	Bueno	60 - 80
	Pobre	40 - 60
	Malo	20 - 40
	Pésimo	0 - 20

Los indicadores que están en gris en la Tabla 18 no han sido luego calculados en la aplicación siendo de alguna forma complementarios y a la vez siendo bastante complicado el procedimiento para calcularlos (sin embargo en otros casos pueden ser relevantes y por esto se presentan aquí), los sombreados de azul y verde denotan los indicadores que finalmente se evaluaron.

Otras informaciones adicionales que se pueden producir son:

- El balance hídrico de la cuenca y del Sistema de Recursos Hídricos
- El patrón de caudal a lo largo del río en distintas temporadas

Tabla 18. Definición de indicadores introducidos.

Nombre	Unidad	Intervalo	Orientación	Significado
PRESTACIONES sistema USUARIOS HIDRICOS				
1 Caudal promedio global entregado a los usuarios	m ³ /s	0-demanda bruta	positiva	Caudal que globalmente los usuarios conectados a fuentes superficiales logran extraer en promedio desde los ríos de la cuenca. A comparar con el requerimiento bruto operativo a las fuentes
2 Déficit % de abastecimiento (con seguridad multiannual 50%); PROMEDIO usuarios	%	0-100	negativa	en promedio entre los usuarios, se puede superar este déficit, no más que una vez cada dos años
3 Déficit % de abastecimiento (con seguridad multiannual 50%); PEOR usuarios	%	0-100	negativa	ningún usuario, sufre un déficit peor que este, con mayor frecuencia que solo una vez cada dos años
4 Peor déficit % de abastecimiento en el período; promedio	%	0-100	negativa	es el peor déficit que se podría sufrir en el período (27 años), en promedio entre los usuarios
5 Peor déficit % de abastecimiento en el período; máximo	%	0-100	negativa	ningún usuario sufrirá un déficit peor que esto en el período considerado (27 años)
6 Déficit PROMEDIO (entre usuarios) del déficit % promedio multiannual	%	0-100	negativa	déficit, con respecto a la demanda bruta, que en promedio sufren los usuarios en promedio
7 Seguridad de abastecimiento MENSUAL, promedio	%	0-100	positiva	Frecuencia con que se asegura un abastecimiento sin déficit MENSUAL al usuario, PROMEDIO entre los usuarios
8 Seguridad de abastecimiento MENSUAL, máximo	%	0-100	positiva	Frecuencia con que se asegura un abastecimiento sin déficit MENSUAL al usuario, MAXIMO entre los usuarios
9 Seguridad de abastecimiento ANUAL, promedio	%	0-100	positiva	Frecuencia con que se asegura un abastecimiento sin déficit ANUAL al usuario, PROMEDIO entre los usuarios
10 Seguridad de abastecimiento ANUAL, máximo	%	0-100	positiva	Frecuencia con que se asegura un abastecimiento sin déficit ANUAL al usuario, MAXIMO entre los usuarios
11 N. usuarios (de N) con déficit significativo (NO superado al 75%)	-	0-N	negativa	Cuantos usuarios sufren un déficit significativo (superior al 20%) no frecuente (solo una vez cada 4 años en promedio)
PRESTACIONES ECOSISTEMA FLUVIAL (respeto Caudal Mínimo Ecológico CME)				
1 Max (sobre los tramos) déficit % CME con seguridad 90%	%	0-100	negativo	déficit porcentual, con respecto al CME, sufrido por el tramo más estresado (y no superado el 80% de los años)
2 Déficit % MEDIO CME (sobre los tramos) con seguridad 80%	%	0-100	negativo	déficit porcentual, respecto al CME, sufrido por el río globalmente (superado solo una vez en 10 en promedio)
3 MAX n. de años en que un tramo (el peor) tiene déficit hídrico CME significativo	-	0-T	negativo	número de años en que el más desafortunado tramo sufre un déficit CME significativo (> 20%)
4 N. Tramos con déficit CME peor de: 20%	-	0-16	negativo	cuántos tramos sufren un déficit sensible (es decir superior al 20%) de CME (sin superarlo en promedio el 80% de los casos)

- El patrón de volúmenes embalsados, aportes, evaporación-infiltración, vertimientos y entregas por parte del embalse
- Un mapa de satisfacción de los Usuarios (con un índice que capaz de agregar los distintos atributos considerados) y del Ecosistema fluvial

Una representación multi-objetivo de los índices más relevantes y conflictuales

Discusión y conclusiones

El aporte de este capítulo, como ya notado, no queda en el ámbito de los resultados de investigación; más bien, aporta una contribución significativa en el ámbito de la aplicación de herramientas de modelación para guiar la elaboración de POMCAs tratando de realizar el mejor punto medio entre exigencia de rigor científico y de practicidad, identificando quizás un punto óptimo en el arte de la modelación.

¿Cómo pasar del planteamiento metodológico a la aplicación práctica?

Se trata obviamente del desafío central. La dificultad principal queda en el manejo de datos secundarios y en la conducción de campañas de campo. Los datos secundarios (capas geográficas, series de tiempo de variables hidrometeorológicas, imágenes satelitales, datos de calidad del agua de muestreos, ...) requieren de trabajos preparatorios típicos; por ejemplo, las capas deben tener el mismo sistema de coordenadas y se debe verificar que sean coherentes (contar con una escala parecida; corresponder a fechas apropiadas;...); las imágenes satelitales debe ser georreferenciadas y se deben “pegar” para formar un mosaico que cubra toda la zona de estudio (o de interés); las series de tiempo presentan generalmente “huecos” que se deben tratar de alguna forma (por ejemplo excluyendo parte de los datos como meses o años enteros o bien rellenándolos con una reconstrucción suficientemente confiable); para los datos de muestreo hay que identificar donde quedan geográficamente las estaciones correspondientes (tarea no siempre fácil) y hay que asegurar que los métodos adoptados sean coherentes.

Pero el trabajo más oneroso es seguramente el implicado por las campañas de terreno. En el PORH aquí planteado hay dos tipos de campañas relevantes:

- *Balances hídricos*: es decir, medición de todos los aportes y extracciones superficiales que ocurren en un tramo de río o de canal artificial, para determinar, por balance, el termino de intercambio con el acuífero o, más comúnmente, con la escorrentía sub-superficial. La finalidad es dúplice: por un lado, conocer un término hidrológico muy importante del modelo del Sistema de Recursos Hídricos; sin ese, puede ocurrir que teóricamente un usuario tendría que tener disponibilidad hídrica, pero en práctica no la tiene porque el caudal se “pierde” por infiltración (o viceversa). Este “detalle” es lo que en muchos casos hace la diferencia en determinar la satisfacción de los usuarios. Cabe notar que un modelo basado en demanda-oferta a nivel territorial (por subcuencas) no es capaz de ver esta realidad y puede conducir a conclusiones completamente equivocadas.
- La otra finalidad es en cambio determinar la eficiencia de conducción del sistema artificial, un detalle fundamental porque puede llegar a multiplicar por un factor dos o más la demanda bruta a la fuente, o sea la extracción requerida y, con ella, el balance efectivo en el sistema hidrológico. Para contar con un dato confiable no hay otra forma que realizar campañas dedicadas. La dificultad práctica más grande, sobre todo para los ríos, es asegurar que la campaña se realice en condiciones hidrológicamente estacionarias, es decir sin variaciones en el tiempo (durante la campaña) de caudales y niveles; esto implica esperar un tiempo suficiente después de lluvias significativas, o suspender la campaña si se dan eventos inesperados y también tomar acuerdos con responsables de obras hidráulicas (ej. represa o compuertas de derivaciones) para que no hagan maniobras: un corolario es que la campaña no debería durar más que un día.

También es difícil manejar el acceso: esto requiere comprobar las rutas y los tiempos con anterioridad, eventualmente crear pistas temporáneas, solicitar y obtener con tiempo los permisos necesarios y monitorear las condiciones de seguridad asociadas a factores de violencia (grupos armados). Finalmente, como las distancias pueden ser notables y el tiempo es poco, normalmente no se alcanza a realizar verdaderas mediciones de caudales; solo es posible “pasar” y leer el nivel en una mira; esto implica predispo-

ner limnímetros (aunque sean temporales) y calibrar una curva de descarga (antes o eventualmente inclusive después de la campaña, a condición que no haya ocurrido factores de modificación de las condiciones hidráulicas como morfología, obstáculos, derivaciones).

- *Calidad del agua*: como explicado en detalle en Nardini *et al.* (1990), Nardini and Soncini (2003), y recordado en CORPOGUAJIRA (2012), la única forma segura y práctica de calibrar bien un modelo de simulación de la calidad del agua en un río (a excepción de la zona deltaica) es asumir que la dispersión sea despreciable y realizar coherentemente los muestreos “a lo largo de una línea característica”, es decir como si se bajara el río en bote, o sea con la velocidad de su corriente. Esto implica estimar previamente dicha velocidad para las condiciones que se encontraran el día de la campaña y organizar el equipo de muestreo (varias personas) de manera que se encuentren en cada estación en el instante de tiempo debido. Además, las muestras se deben llevar rápidamente al laboratorio que puede ser bastante distante. Finalmente, es necesario también medir los caudales de la cabecera (inicio del tramo campaña) y de cada aporte y extracción.

Confiabilidad de los resultados

Son muchas las causas que pueden afectar la confiabilidad de los resultados, por cuanto se ponga el mejor cuidado y empeño para obtener un trabajo de excelencia. En la implementación de esta metodología, en particular, quedaron varias dudas aquí recordadas a continuación (CORPOGUAJIRA, 2012): la estimación de la precipitación en las subcuencas no ha tenido en cuenta el efecto orográfico del relieve: este hecho y la escasez de estaciones en la parte alta podría conducir a estimaciones imprecisas de la disponibilidad; las campañas dedicadas a medir el intercambio hídrico deberían repetirse en distintas temporadas y realizarse por tramos más cortos, más controlables; aquellas dedicadas a la eficiencia de conducción no fueron realizadas por varias razones y, en cambio, podrían influir de manera determinante en la estimación de las demandas y así de la satisfacción y concesiones; la calibración del componente hidrológico del modelo WEAP debería refinarse aprovechando todas las estaciones disponibles y realizando una búsqueda de relaciones funcionales entre los parámetros del modelo y características

físicas de las subcuencas. Para la calidad del agua las incertidumbres son aún mayores estructuralmente, porque el balance de masa de los contaminantes depende del balance hídrico (ya incierto), y luego debido a la escasez de datos disponibles para la calibración (aunque se haya realizado una campana dedicada) y a la presencia evidente de cargas contaminantes difusas cuya determinación necesita de un proyecto específico (no obstante se haya intentado obtener una estimación de las cargas potenciales y se haya discutido su posible presencia en relación a los caudales de intercambio sub-superficiales estimados).

Necesidad de superación del enfoque CME

El enfoque muy simplista adoptado puede conducir a conclusiones erradas, no tanto por ser una estimación inexacta, sino por despreciar el concepto de régimen y limitarse a un umbral mínimo. En efecto, bajo el escenario de implementación del plan de adecuación del distrito de riego que plantea una unificación de la conducción del agua desde la bocatoma aguas debajo de la represa (o sea una sección regulada), la modelación brinda aparentemente un mejor nivel de satisfacción de todos los usuarios y también del ecosistema fluvial; pero, esto es cierto solo mirando únicamente el CME, mientras que en realidad el ecosistema estaría en condiciones muy malas simplemente porque mantener un caudal mínimo apenas superior o coincidente con el CME implica omitir justamente esas variaciones que son fundamentales para muchos procesos morfológicos y biológicos del ecosistema fluvial; en otras palabras, se tendría un canal con un flujo semi-constante donde ya no habría renovación. Es clave, por tanto, superar el enfoque CME. El MADS e IDEAM (2017) expidieron una pauta para finalmente superar este problema. Lamentablemente, esa pauta resulta muy compleja y prácticamente de muy difícil aplicación¹⁷, pero es muy loable el hecho de haber reconocido esta necesidad.

17 Aquí algunos comentarios que soportan esta afirmación: i) se enfoca comprensiblemente en el régimen hídrico, pero luego lo mezcla con el componente hidrobiológico sin reconocer que para ello se necesita de un modelo causa-efecto entre hidrología y biota; ii) empieza considerando justamente atributos estadísticos del régimen hídrico, pero después pide que se consideren para "eventos" (además asume arbitrariamente eventos con min Tr10 y max Tr15....que podrían ser totalmente insignificantes en muchos casos); iii) mezcla el régimen ecológico con otros requerimientos ambientales tipo calidad del agua, sin reconocer la naturaleza multi-objetivo del problema, ni el hecho que el valor económico del agua utilizada para diluir podría en realidad ser mucho más alto (o sea merecer otra destinación); iv) plantea un algoritmo in-necesariamente

Necesidad de optimización el manejo del embalse

Una de las funciones clave para obtener resultados más robustos y útiles es definir una política de gestión del embalse. Esta tarea no es soportada por el software WEAP que solo considera el manejo de manera simplista, sobre todo en relación a las exigencias especiales del sistema Ranchería que se destacan en lo que sigue.

Para abordar el tema del manejo de embalse es fundamental definir el esquema informativo adoptado, del tipo mostrado en la Figura 5:

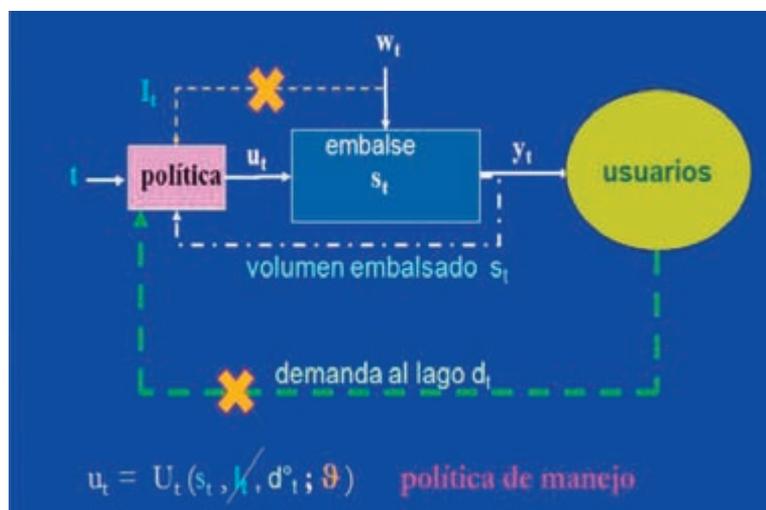


Figura 5. Esquema informativo de la política de gestión de embalses: anillo base. La función U es la regla que define la entrega recomendada según la información disponible en cada instante t (el volumen embalsado s_t , información I_t acerca del estado de las cuencas aportantes, la demanda real d_t de los usuarios (además del vector θ de los parámetros que definen la misma función).

Cabe observar que cada pedazo de información implica contar con un sistema de medición y (tele) transmisión de la información en tiempo real y no siempre esto es factible o inclusive conveniente (el aparato puede costar mucho y no aportar algo que mejore significativamente las prestaciones del sistema). Se debería estudiar caso por caso que sistema informativo convie-

complicado; v) no valora el rol de los ecólogos y del conocimiento del ecosistema por parte de actores locales: ellos no están involucrados en esa metodología.

ne con un balance entre mejora de las prestaciones y costos adicionales de un sistema informativo más potente.

A nivel de planificación de la misma política de gestión (esta etapa) es razonable limitarse a incluir sólo parte de la información posible (para evitar de tener que complicar demasiado la modelación); esto es, en particular: el momento del año (tiempo t) en que nos encontramos en el momento de tomar la decisión de entrega u_t , el volumen embalsado s_t y eventualmente parte del estado de la cuenca como información I_t (por ejemplo el mismo aporte a_{t-1} del mes anterior, información proxy que puede alimentar un modelo autoregresivo de orden 1 claramente superior al modelo de ruido blanco, es decir no auto-correlacionado, que se supondría al no utilizar ninguna información; o bien un pronóstico \hat{a}_t del aporte del mes en curso). Naturalmente, se debe tener una información acerca de la demanda de los usuarios, pero se puede utilizar en lugar de la demanda real al tiempo t (que es una variable estocástica), simplemente la demanda planificada d_t° que es una variable determinística generalmente periódica anual (pero dependiente del nivel de reducción α supuesto en la prueba).

La política se puede representar en tablas y, parcialmente, de forma gráfica como se muestra en la Figura 6:

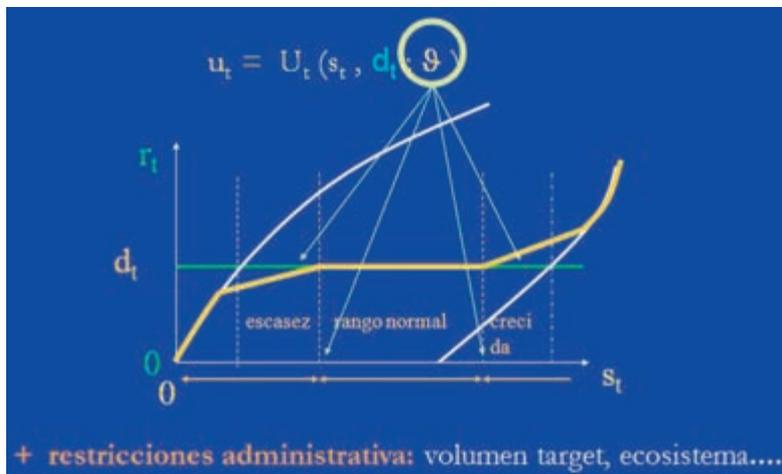


Figura 6. Estructura de la política de manejo del embalse coherente con el esquema informativo de “anillo base” (s : volumen embalsado, d : demanda de agua; r : entrega; u : decisión de entrega; θ : vector de parámetros que definen la política dentro de una familia especificada).

El concepto clave es que sólo cuando el volumen embalsado queda en un intervalo central de valores “normales” la entrega es justamente la que satisface la demanda al embalse (incluyendo todos los usos y no usos como la conservación del ecosistema); cuando en cambio hay escasez, es decir por volúmenes bajos, se entrega sólo una fracción para evitar déficit peores en el futuro; viceversa, para evitar problemas estructurales a la represa (y/o inundaciones), cuando el volumen empieza a crecer demasiado hay que ir soltando caudales mayores para mantener un colchón de reserva capaz de acoger la posible crecida. (Las curvas blancas indican la mínima y máxima entrega dadas las características físicas del embalse, es decir sus obras de descarga). Es justamente el vector θ de parámetros que determina la forma específica de la política de gestión y por tanto la prestación del sistema cuando aplicada sistemáticamente.

El problema de planificar la gestión con este enfoque de programación matemática consiste justamente en definir la familia de políticas a considerar (con base en la clase de planteamiento matemático del problema y el esquema informativo supuesto) y dentro de ella buscar el vector de parámetros que optimiza las prestaciones del sistema global.

En el caso específico del Ranchería, como es explicado en el PORH (CORPO-GUAJIRA, 2012), debido a la hidrología del sistema –con varios años secos seguidos y pocos muy intensos (considérese que el embalse se llenó en 4 meses contra los dos años planteados en su diseño)– el embalse resulta pequeño y no alcanza a incrementar el valor promedio del caudal; sin embargo, el embalse puede jugar un rol clave en sostener situaciones de verdadera crisis (cada vez más probables por el cambio climático). Pero para ello, debe ser manejado de una manera específica y optimizada. El enfoque ideal para la utilización del embalse como respaldo frente al riesgo de eventos críticos (más que para optimizar el comportamiento promedio del sistema), es el enfoque “min-max”, que adopta el criterio de Wald de aversión al riesgo en un enfoque de “incertidumbre estricta” (*strict uncertainty*) (French, 1988). Este enfoque permite determinar restricciones de manejo que brindan un “blindaje” del sistema contra eventos extremos (sequías, inundaciones). Es posible resolver este problema a través de una serie de simulaciones organizadas oportunamente, llegando a determinar un conjunto de parámetros que determinan cuando hay que empezar a reducir o incrementar la entrega (véase para mayores detalles (Nardini, 1994) y (Nardini y Montoya, 1995)).

Cabe notar que estas restricciones (volumen mínimo y máximo a respetar en cada intervalo de tiempo gestional), a diferencia de la Figura 6, no determinan una decisión de entrega única, sino definen un rango de posibles valores de entrega. Sucesivamente, utilizando dicho rango como restricción, es posible optimizar, según un criterio lexicográfico, también objetivos propios de la gestión eficiente (criterio de Laplace), es decir optimizar el comportamiento promedio de largo plazo (ej. minimizar el déficit de entrega promedio esperado) aplicando un esquema de programación dinámica estocástica o uno de programación matemática (si se define a priori la familia de políticas a considerar, como presentado en Nardini *et al.*, 1990, Nardini 1994, y luego profundizado en Soncini-Sessa, 2007).

Cabe destacar que todos estos puntos han motivado una nueva propuesta de proyecto, sucesiva al PORH, denominada brevemente “Más Agua para el Ranchería”, que fue elaborada conjuntamente por los autores de este capítulo y entregada a CORPOGUAJIRA en 2016 con el acuerdo de realizarla por medio de un convenio tripartita (CORPOGUAJIRA-UNIGUAJIRA-CREACUA). CORPOGUAJIRA la impulso’ para que fuera enviada a evaluación para ser financiada por parte del Gobierno, siendo la clave para dotarse de herramientas fundamentales para enfrentar el manejo del sistema y el desafío del cambio climático en la cuenca del Ranchería. Esa propuesta, que hubiera podido impulsar enormemente la investigación en este campo al interior de UNIGUAJIRA, fue financiada, pero por otros ejecutores.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de todo el equipo CREACUA y en particular: Lislíe Zuñiga y Wendy Avila sin los cuales este trabajo hubiera sido imposible; también se agradece a Manuel Barrera que lideró el proyecto para PROSIEERRA encargándose de la coordinación del trabajo de campo y recopilación de información y a Leonel INCIARTE por haber otorgado la confianza necesaria en la competencia de CREACUA.

Bibliografía

CORPOGUAJIRA- Corporación Autónoma Regional de La Guajira, 2012. *Plan de ordenamiento de recursos hídricos (PORH) de los ríos Ranchería, Tomarrazón, Carrai-*

- pía*, La Guajira- Colombia. Componente de modelación elaborado por Fundación CREACUA (Riohacha). En línea solo se encuentra mención a su adopción: <http://corpoguajira.gov.co/wp/corpoguajira-adopto-plan-de-ordenamiento-de-la-corrrente-hidrica-del-rio-rancheria/>, acceso: 20 de octubre 2015.
- Dyson, M., Bergkamp, G. & Scanlon, J., (eds), 2003. *Caudal. Elementos esenciales de los caudales ambientales. Tr. José María Blanch. San José, C.R.: UICN-ORMA. xiv +125 pp.*
- French S., 1988. *Decision Theory. An Introduction to the Mathematics of Rationality.* Ellis Horwood, Chichester, UK. Edition illustrated, pp. 448.
- Keeney, R.L Raiffa, H., 1976. *Decisions with multiple objectives–preferences and value tradeoffs*, Cambridge University Press, Cambridge & New York, pp 569. ISBN 0-521-44185-4 (hardback).
- MADS e IDEAM- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017. *Guía metodológica para la estimación del caudal ambiental (versión para consulta pública)*, Colombia, en línea: http://acmineria.com.co/sites/default/files/regulations/guia_ca_version_cp.pdf, acceso: 20 de enero 2018.
- MADS e IDEAM- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (2011. *Manual de usuarios. Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH)*, en línea: <https://goo.gl/9Mpzdm>, acceso: 22 de noviembre 2013.
- MADS- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POM-CAS)*, Colombia, en línea: <https://goo.gl/JgNZ9t>, acceso: 19 de octubre 2016.
- MAVDT- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004. *Resolución 0865 de 2004. Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales*, Colombia, en línea: <https://goo.gl/S9oKCr>, acceso: 25 de enero de 2018.
- MAVDT-Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. *Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta los usos del agua y residuos liquidas*, Colombia, en línea: <https://goo.gl/8Bce7f>, acceso: 20 de noviembre 2016.
- Nardini A. & Montoya, D., 1995. Remarks on a Min-max Optimization Technique for the Management of a Single Multiannual Reservoir Aimed at Hydroelectric Generation and Water Supply. doi: <https://doi.org/10.1029/94WR02705>, *Water Resources Research*, 31 (4), 1129-1135.

- Nardini A. & Soncini-Sessa, R., 2003. River Quality Models: Criteria for the Design of Data Collection Campaigns Aimed at Model Calibration. *European Water Management on line (EWMO)*, 1 (http://www.ewaonline.de/journal/2003_06.pdf).
- Nardini A., 1994. *A Decision Model for The Management of Laja System*. Monografía EULA-UNESCO, Paris. (disponible en la Universidad de Concepción, Chile)
- Nardini A., Bacci. M. & Soncini-Sessa, R., 1990. *Inquinamento Fluviale: Realizzazione e uso di Modelli Matematici. Uno studio di caso sull'Arno. Venezia*, Editorial Marsilio, pp. 242 (en Italiano).
- Pérez, J., Nardini, A. & Avila, W., 2018-revisión. Una metodología sistemática para fijar objetivos de calidad del agua a través de modelación matemática. *Tecnología y ciencias del agua*, en revisión.
- Soncini-Sessa R. (2007). *Integrated and Participatory Water Resources Management - Theory*. Vol 1a. 1^{era} Ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 556

**PALAAJIMARÜ (mar de abundantes peces).
Estado del arte de las investigaciones
antropológicas sobre los wayuu *APALAINSHI***

**PALAAJIMARÜ (sea of abundant fish).
State of the art of anthropological investigations
on the wayuu *APALAINSHI***

Jorge Luis Gonzalez Bermudez¹

1 Docente Universidad de La Guajira. Antropólogo de la Universidad Nacional de Colombia. Msc. en Etnología, mención Ethnohistoria, de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Doctorando en Antropología, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Riohacha, La Guajira, Colombia. Email: jgonzalezb@uniguajira.edu.co

Resumen

Este trabajo constituye un inventario preliminar, desde una visión antropológica soportada en la etnoecología y la antropología marítima, de documentos sobre los *apalaainshi*, pescadores wayuu del norte de Suramérica. Además de los estudios de carácter antropológico, el investigador puede recurrir a diversas fuentes para construir una especie de “línea base” del conocimiento sobre la cosmovisión, saberes y prácticas de los *apalaainshi*, asociado a la construcción de su territorialidad. Ello implica una revisión de la literatura sobre los wayuu y la península de la guajira. Consideramos el aporte de diversas disciplinas como la tradición oral y cosmovisión wayuu, la arqueología, etnohistoria, lingüística, antropología visual y los estudios antropológicos propiamente dichos. Muchos aspectos de la vida social de las comunidades *apalaainshi* y sus mecanismos de control territorial han sido insuficientemente documentados. Este estudio se propone reconocer la ciencia nativa, es decir, los procesos de percepción, cognición, conocimientos, praxis y sistematización de los saberes nativos, así como la cosmovisión del mundo costero marino forjada por estas comunidades a lo largo de su historia, a fin de develar las prácticas de ocupación y uso del espacio del cual derivan su sustento y organizan su vida cotidiana.

Palabras claves: estado del arte. pescadores wayuu, territorialidad marina, etnoecología.

Abstract

This work constitutes a preliminary inventory, from an anthropological perspective supported by ethnoecology and maritime anthropology, of documents about the Apalaainshi, Wayuu fishermen from the north of South America. In addition to anthropological studies, the researcher can use various sources to build a kind of “baseline” knowledge about the cosmovision, knowledge and practices of the Apalaainshi, associated with the construction of their territoriality. This implies a review of the literature on the Wayuu and the Guajira peninsula. We consider the contribution of various disciplines such as oral tradition and Wayuu worldview, archeology, ethnohistory, linguistics, visual anthropology and anthropological studies proper. Many aspects of the social life of the Apalaainshi communities and their mechanisms of territorial control have been insufficiently documented. This study aims to recognize the native science, that is, the processes of perception, cognition, knowledge, praxis and systematization of native knowledge, as well as the cosmovision of the marine coastal world forged by these communities throughout its history, in order to reveal the practices of occupation and use of the space from which they derive their sustenance and organize their daily life.

Keywords: State of art wayuu, fishermen, marine territoriality, ethnoecology.

Introducción

“Palaa (Mar) desde tiempos primordiales ha sido objeto de múltiples miradas y percepciones por quienes han convivido cerca de este ser primigenio, turbulento, conector de mundos, dador de vida y arrebatador de espíritus.”

(Delgado Rodríguez, 2017).

En el marco del proyecto “Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural”, cofinanciado por Colciencias y la Universidad de La Guajira, el estado del arte que se presenta corresponde a una primera indagación del tema “Cosmovisión, saberes y prácticas de los wayuu *Apalaainshi*”, teniendo como interrogante principal: ¿Cuáles son los saberes y prácticas de las comunidades wayuu *Apalaainshi* asociados a la construcción de su territorialidad?

Desde la perspectiva del estado el territorio es un espacio para administrar, subdividido en distintas unidades (pueblos, ciudades, municipios, región, provincias). Sobre este territorio ejerce el control y la gestión de la población y los recursos. Esta concepción es una herencia de la tradición judeocristiana en la que el territorio ha sido dado a los humanos para ser dominado, explotado y transformado, visión limitada e inadecuada cuando se trata de entender el uso y la percepción que tienen sobre su territorio las sociedades amerindias.

Concebimos el territorio como un punto de encuentro de diversas disciplinas. Se busca compartir experiencias, problemáticas y reflexiones desde el etnoconocimiento, con re-

lación a las dinámicas de construcción de la territorialidad étnica desde la cosmovisión, planes y estilos de vida en comunidades wayuu.

El estudio se basa en aspectos teóricos y metodológicos de la etnoecología y la antropología marítima. La primera permite acercarnos a los saberes y prácticas de un grupo étnico; la segunda coloca lo anterior en la perspectiva de las relaciones que construyen los grupos humanos con el mar.

En términos generales, el mar es visto como un espacio sin límites, no susceptible de apropiación permanente, con delimitaciones no tan claras como las de tierra firme. No obstante, sociedades nativas como la wayuu han desarrollado un complejo cultural que les ha permitido construir una “antropología marítima”, marcando territorios al interior del espacio costero marino. Este hecho no ha sido reconocido por el Estado, de manera que los pescadores wayuu, por ejemplo, son atropellados por barcos pesqueros que arrasan con sus trampas y redes en detrimento de la fauna marina y sus modos de vida. (González Chau, 2005).

Los principios en que los habitantes del litoral basan sus mecanismos de control territorial han sido insuficientemente documentados en la literatura etnográfica, al igual que muchos aspectos de la vida social de las comunidades de pescadores indígenas.

Los Wayuu

Es preciso señalar algunos rasgos esenciales de la cultura wayuu. Constituyen un pueblo amerindio cuyo territorio ancestral está situado en la península de la Guajira sobre el mar Caribe. Hoy día los podemos encontrar en más de una urbe latinoamericana y conforman la etnia más numerosa de Colombia y Venezuela (265.058 y 415.498 personas), según DANE (2005) y censo venezolano de 2011.

El origen de los wayuu, de filiación lingüística arawak se remonta según el arqueólogo Oliver (1990), entre 1500 a 1000 años AP, fechas en que el wayuunaiki se separó del añú o paraujano. De acuerdo con las teorías de migración, desplazamiento y poblamiento de América, los wayuu llevan largo tiempo asentados en esta parte del continente sudamericano.

La sociedad wayuu, de carácter matrilineal y clánica, presenta una estructura social compleja. Existe una autoridad tradicional y un palabrero o *pütchipü*,

quien resuelve los conflictos. La autoridad familiar corresponde al tío materno. La mujer tiene un papel muy importante, es la conductora y organizadora del clan y políticamente es muy activa e independiente.

Los wayuu han sido caracterizados como una sociedad mayoritariamente pastoril (Perrin, 1980; Goulet, 1982). Sin embargo, la presencia del mar (*Pala*: ser femenino) se manifiesta a través de muchos mecanismos, como en "*Palaamuin*", literalmente "hacia el mar", indicador de orientación espacial en el territorio ancestral. Los wayuu que viven cerca de la playa y que se dedican a la pesca, son llamados *Apalaainshi*, literalmente "playero". Esta denominación tiene tintes discriminatorios debido a la prelación social de los pastores sobre los pescadores. (Guerra,1990).

El complejo cultural wayuu se estructura sobre dos seres míticos: *Juya* y *Pülowi*. *Juya*, encarna a la lluvia, ser único, hipermasculino y móvil, en contraposición a *Pülowi*, ente hiperfemenino, estático y múltiple. *Juya* y *Pülowi* son marido y mujer. *Juya* recorre anualmente la Guajira visitando a *Pülowi*, quien habita diversos sitios considerados peligrosos. *Pülowi* es dueña y protectora de la fauna silvestre. (Perrin, 1980).

El geógrafo Camilo Domínguez, en su reseña de "El Mar Cimarrón", anota:

"Los wayúu no son navegantes de altura, porque sus pequeñas embarcaciones de un solo palo no se lo permiten. Por eso, sienten un temor reverente hacia el mar cimarrón, o alta mar, "en donde gigantescas olas se encrespan y empieza un universo haliéutico extraño, silencioso y deshabitado"... Pero el concepto de mar cimarrón también se extiende hacia las zonas desconocidas, o poco conocidas, del mar costero, que el grupo no ha catalogado y que, por eso, representan zonas de peligro." (Domínguez, 2017:146).

¿Qué es un "Estado del Arte"?

Un Estado del Arte es una etapa en el proceso de investigación en la cual se obtiene un conocimiento sobre el tema de estudio a partir de la búsqueda de información relevante; los documentos se someten al análisis y la interpretación, lo cual permite realizar un inventario y sistematizar la producción del conocimiento en un área de la ciencia. La construcción del estado del arte es un trabajo permanente dados los cambios y transformaciones del proce-

so investigativo. Un estado del arte se propone construir los antecedentes, alcanzar un conocimiento crítico y generar nuevas interpretaciones: ir más allá de la descripción y la explicación que se tiene sobre el tema. Las fuentes para construir un estado del arte son muy diversas: libros, artículos, ensayos, tesis, monografías, videos, cartografía, fotografías, entre otros.

En el presente trabajo no solo vamos a considerar los estudios de carácter netamente antropológico, sino las fuentes a las que puede recurrir el investigador para construir una especie de “línea base” del conocimiento, de manera que al conversar o hacer preguntas a los pobladores de la región, especialmente a los *apalaainshi*, se pueda establecer un diálogo de saberes fructífero sobre los temas abordados. Por ejemplo, los *apalaainshi* poseen conocimientos astronómicos más elaborados que sus parientes pastores, en razón a que dependen de ello para realizar sus faenas nocturnas de pesca. En consecuencia, la etnoastronomía se convierte en una herramienta de comprensión y búsqueda, teniendo el investigador que aproximarse al tema mediante cartas celestes, visitas a planetarios, y búsqueda de información en diversos textos que arrojen luces sobre los saberes y prácticas que poseen los wayuu sobre el cosmos en general. En consecuencia, es necesario recurrir a los estudios que desde diversas disciplinas se han realizado sobre la cultura wayuu en particular, y sobre la península de la guajira en general.

En el campo del *corpus* y de la *praxis*, el estudio procura dar cuenta de diversos campos de conocimiento, en este caso, la etnoastronomía (orientación por las estrellas, la luna); la etnoclimatología (vientos, nubosidad, movimientos del mar); la etnotaxonomía (clasificación de los seres del mundo marino); la etnobiología, el conocimiento sobre los diversos seres que pueblan el mar; las artes de pesca (tecnología); la comercialización de los productos marinos; el calendario ecológico sobre el cual planifican sus actividades, y lo más importante, la cosmovisión del mundo costero marino que han forjado estas comunidades a lo largo de su historia, con el propósito de develar sus prácticas de ocupación y uso del espacio del cual derivan su sustento y organizan su vida cotidiana.

Aporte de la tradición oral – cosmovisión wayuu

Los procesos de territorialización son construcciones que operan a partir de las particularidades de cada sociedad. El territorio, los lugares y el paisaje

son elaboraciones culturales, discursivas e histórico-políticas que configuran una identidad cultural. Un **territorio** es el resultado de la inscripción de un grupo sobre la tierra, sobre un espacio que codifica, organiza y orienta según su cosmovisión. Así, en la cosmovisión wayuu el mar es visto como un corral invulnerable, exento de veranos, pestes, hurtos y estragos de las guerras; además, los peces se cuidan solos o tienen, de acuerdo con la tradición oral, otros seres marinos que actúan como sus guardianes, pastores y nodrizas. Tal es el caso de *Wakuku*, una variedad de pez escorpión, que vigila a las langostas, animales de *Pülowi*.

“En el abismo de la noche se originaron todas las cosas y del fondo de la claridad del cielo, cuentan los ancianos, surgió un ser de doble naturaleza, *Warattui*... En su doble sexo se complacía en volverse mujer u hombre... Este ser copulaba con sí mismo para dar vida a otros seres. Así nacieron las estrellas, los vientos, los sueños, *Kashi* (sol), *Ka'i* (luna), *Mma* (la tierra), tan oscura como su madre, *Palaa* (la mar), oscura de noche y brillante y celeste en presencia de luz. *Mma* y *Palaa* viven en constante rivalidad, y las dos tienen los principios de la creación: la armonía, la fecundidad, la vida y los orígenes... *Palaa* engendró a *Jouktai*, viento, para que venciera a su hermano *Juyá*...” (Tomado de “E’ikiaipa: la forma de aprender y enseñar del pueblo wayuu”, documental dirigido por Aranaga Epieyuu).

Un mito sobre el origen de las serranías de la península de la guajira narra lo siguiente:

“En tiempos remotos *Maleiwa* ordenó a varios hombres que hicieran un largo viaje desde la Sierra Nevada para hallar nuevas tierras donde vivir. Debían buscar hasta donde acabara la tierra y solo continuara agua.

“Los hombres salieron, caminaron sobre la arena y soportaron un fuerte sol. *Wojoro* tenía los pies llagados y estaba tan cansado que no podía continuar; los demás siguieron el viaje. Más adelante se quitó las sandalias, pero al querer colocárselas de nuevo, los pies no le pudieron y vencido por la sed no tuvo más remedio que quedarse.

“El más fuerte y valiente era *Itojoro*, que aunque cansado resistía la marcha y animaba a los otros. Después de mucho caminar *Wososopo* cayó muerto por la sed. Luego fue *Juyoira*, más adelante, *Tsitsi*. El valeroso *Itojoro* murió cerca de *Akuwa*. Los demás resistieron. Llegaron a los *Munkis* (los Monjes), pequeñas lomas junto al mar. Un poco más adelante quedó *Warapü* que se durmió agotado por el cansancio y no pudo avanzar más.

“Como ninguno pudo realizar el viaje completo, *Maleiwa* los convirtió en cerros. Cada cerro de la Guajira tiene el nombre de uno de los viajeros. Entonces *Maleiwa* subió a la cima del cerro *Tsitsi* y desde allí disparo su honda hacia donde estaba el mar.

“El sitio donde cayó la flecha se llama *Kasutou* que quiere decir "piedra blanca". Desde ese momento el mar se retiró y apareció la península de la Guajira. Por esto todavía se encuentran pozos salados: son pedacitos de mar que quedaron en la tierra”. (González, 2011)

Uno de los sitios más emblemáticos y complejos del territorio wayuu es el Cabo de la Vela, el cual comprende un espacio mítico caracterizado por una rica toponimia wayuu. *Kamaitsi* es el “señor de las cosas del mar” y gracias al amor de *Jepirachi*, viento que en algunas narraciones es masculino y en otras, femenino, se quedó en ese lugar a pastorear sus rebaños marinos. (Guerra: 2011)



Figura 1. Kamaitsi, El Cabo de la Vela. Allí sus animales entraron al mar y se convirtieron en peces.

En la sociedad wayuu los sueños ocupan un lugar destacado. A través del sueño ponen en acción categorías con acervo histórico; tal es el caso de los *kusina*, antiguos pobladores de la península:

“Una vez Remigio, pescó nueve cazones que tenían ¡cuatrocientos kilos cada uno! soñó que un indio con plumas, un indio kusina, siguiendo las huellas de

*sus animales, llegaba hasta donde él y le decía: ¿por qué matas a mis ganados?, y Remigio dijo que él no era el dueño de la lancha, que él solamente era empleado, y que el dueño era Jaime. Entonces el indio kusina se fue a buscar a Jaime. Ese indio kusina era el **Jepeyüise** de los cazones". (González Chau, 2005:69)*

Aporte de la Arqueología

"El estudio de la territorialidad implica entender y descubrir la antigua geografía de las sociedades del pasado, identificando las unidades sociopolíticas del mosaico cultural, étnico y político del mundo prehispánico. Cada pueblo posee una forma específica de apropiación del territorio, determinada por las formas económicas que establecen los espacios de uso, los calendarios ecológicos y ceremoniales y el carácter sagrado de algunos lugares." (Domínguez, 2017:146).

Las investigaciones arqueológicas realizadas por Patrick Gallagher (1971) y Gerardo Ardila (1996), confirman la importancia del mar para los grupos humanos de la península de la guajira en la época anterior a la conquista. Ardila sugiere que las comunidades derivaban su subsistencia de la explotación de los recursos marinos y del intercambio de productos del interior con comunidades de comerciantes costeros.

En el marco del proyecto Jepírachi- en inmediaciones del Cabo de la Vela (EPM, 2010), los estudios arqueológicos establecieron dos modelos de organización espacial: una ocupación continua de la región que empieza en la playa y, luego de siglos, se extiende a la mesa litoral. El primer modelo corresponde a asentamientos de la franja litoral, denominado **paisaje de pescadores y recolectores playeros**, que los wayuu identifican como asentamientos kusina, pobladores del último milenio. El segundo modelo se relaciona con asentamientos de la mesa litoral, paisaje de "los antiguos", representado por elementos culturales de grupos agricultores y pastores wayuu durante los últimos 300 años. Los kusina eran pescadores y recolectores que vivían a la orilla del mar. Usaban cuchillos y raspadores de piedra y conchas; collares y parrillas para cocinar.

Aporte de la Etnohistoria

Los bancos de perlas fueron el principal atractivo para el poblamiento hispánico del territorio guajiro en el siglo XVI. La población indígena se involu-

cró en la explotación de perlas, sal y tortugas (Guerra,1997). Como ejemplo existen diversos trabajos sobre la explotación de las perlas en los siglos XV y XVI, entre los cuales destaca el del historiador Eduardo Barrera Monroy: **“Los esclavos de las perlas: voces y rostros indígenas en la Granjería de Perlas del Cabo de la Vela”**, a partir de los cuales se puede establecer la ocupación ancestral y las técnicas de buceo de los wayuu *apalaainshi*. Otros artículos sobre el tema de la explotación de las perlas son los de Navarrete (2003), Guerra Curvelo (1997) y Vásquez y Correa (1989).

Aporte de la Lingüística

El ideal del etnógrafo es aprender el idioma del grupo humano a fin de establecer un diálogo de saberes, y de esa manera obtener una comprensión cabal de la cultura en la cual está inmerso. En este trabajo se procura obtener las narraciones en wayuunaiki de los expertos sobre el tema *apalaainshi*, las cuales luego serán traducidas con hablantes bilingües.

La toponimia, o nombres de lugares del territorio en lengua materna constituyen una herramienta de comprensión del espacio costero marino desde la perspectiva étnica.

Asimismo, los nombres de los peces y otros seres marinos proporcionan otras claves etnoecológicas. Permiten descubrir taxonomías, como peces sedentarios y caminadores; peces de escamas y de cuero; peces que se asan y peces que no; peces medicinales y peces prohibidos.

Los pescadores wayuu clasifican a los seres marinos en aquellos que tienen lugares fijos, *kapuyashi*, y seres caminadores, *waraitüsü*. Los “caminadores”, se movilizan de manera individual o en cardúmenes. En la categoría de “caminadores” se incluyen los miembros del clan *apüshana*, asociados al jurel, un pez andariego. (Guerra, 2005)

Los pescadores establecen asociaciones entre especies marinas que comparten unidad de hábitat o andan juntas en el mar. Una especie de pez escorpión (*Scorphenia plumieri*) llamado *wakuku*, de rasgos toscos, es considerado por los wayuu como un animal *kusina*.

El aporte de la Antropología Visual

En este apartado incluimos todo tipo de documentos gráficos (mapas, croquis, fotografías, ilustraciones, dibujos, etc.) y audiovisuales a partir de los

cuales se pueda recabar información relevante sobre el tema de investigación.

Los documentales nos proveen una visión espacio-temporal desde los cuales se puede obtener una visión de distintos aspectos sobre la relación de los wayuu con el espacio costero marino. El documental más reciente (2016) sobre los apalaainshi se titula *Jukaiya orojo* (tiempo de pesca), dirigido por Raúl Ardila con una duración de 50 minutos. Con calidad Full HD, en youtube sólo se puede observar un tráiler de dos minutos y medio de duración, del cual se infiere que fue filmado en la Alta Guajira. Otro video relevante es el realizado por Canal Capital en 2011, dentro de la serie “Raíces étnicas”, titulado “Los Apalaanchi”, alrededor de entrevistas con pescadores wayuu del Cabo de la Vela, con una duración de 25 minutos. Desde el punto de vista de nuestro trabajo encontramos información de calidad en otro documental de 25 minutos también titulado “Los Apalaanchi”, el cual hace parte de una serie emitida por Señal Colombia, denominada “Wayuu, gente de arena”, con el auspicio de la Asociación de Autoridades Tradicionales Wayuu *Yaletshiwaya*. Este video está organizado alrededor de la biografía del antropólogo Weidler Guerra y su pueblo de origen, Carrizal, famoso desde la época de las pesquerías de perlas en el siglo XVI. Presentamos aspectos del mismo como ejemplo de información pertinente para el trabajo a desarrollar.

El referente mítico orienta el video desde el principio hasta el final. El mito establece relaciones entre el pasado y el presente, legitima el aquí y ahora de los *apalaainshi*.

“Cuentan los abuelos que el pelicano *Yolija* fue el primer pescador; era tan hábil que fue capaz de robarle las redes a la estrella *Simiriyuu*. Los wayuu hemos heredado el arte de la pesca desde tiempos inmemoriales. Los *apalaainshi* no percibimos la tierra sino el mar como nuestro territorio. Hace incontables tiempos, las canas del padre *Maleiwa* se endurecieron formando el desierto de la Guajira y su mano extendida señaló el horizonte antes de convertirse en *Jepirra*. Principio y fin del wayuu, somos hijos de la lluvia y con la fuerza del viento, danzamos nuestra creación”.

Los relatos de los pescadores nos brindan información sobre el wayuu *apalaainshi*:

“Mi nombre es Alfredo Ipuana, pertenezco al clan Uriana, soy de la comunidad Atomuin en Carrizal... “Aprendí el arte de la pesca viendo a mi

padre”,... “Los pescadores modernos han cambiado mucho no salen de noche porque les da frio y son muy flojos, no pescan los *apalaainshi* sino sus redes... Dejan sus redes dos días en el mar, y luego la recogen, quien agarra es su red y no ellos, pocos conservan las tradiciones de nuestros ancestros”...“el apalaanchi tradicional no se cansaba nunca, era muy trabajador”...“Cuando se ocultaba la noche los apalaanchis salían a altamar y recorrían kilómetros alejándose de la orilla”...“Cuando no hay viento los apalaanchis silbamos para que estos lleguen y lleven las velas, mientras en tiempos antiguos los abuelos tocaban el caracol gigante para llamarlos”.

En otra parte del documental se cuenta que en las salinas de Pájara hay unos pequeños montículos de piedra:

“Este lugar es importante para los wayuu, aquí se hicieron a la ganadería; ellos no conocían las vacas, los caballos, ni las cabras y se dieron cuenta de que en el mar en las noches las tortugas se convertían en vacas... luego se regresaban y se convertían en tortuga... las siguieron y una noche las enlazaron... estas no lograron regresar al mar, salió la luz del sol y se quedaron petrificadas”. Estas son las tortugas verdes, *sawainrü*, en wayuunaiki.

En la práctica, los pescadores crean espacios territorializados donde establecen una relación de confianza con los seres marinos: “en el caso de las tortugas llega a convertirse en un “coqueteo” alrededor de las barcas de los *apalaainshi*.” (Domínguez, 2017:146)

Un texto de carácter fotográfico es el libro *Apalaanchi*, de Santiago Harker, publicado en 2009, constituido por 160 páginas de bellas ilustraciones sobre la vida cotidiana de los pescadores wayuu, con textos introductorios de Vito Apshana y Weilder Guerra Incluímos los mapas en la categoría de elementos gráficos a partir de los cuales se puede obtener información, puesto que en su función de representación espacial del territorio acopian datos que nos permiten trazar inferencias acerca de los asentamientos y de la pertenencia de los territorios a los diversos clanes wayuu. En este sentido la cartografía reporta antiguos territorios claniles contiguos al mar, como se puede apreciar en la figura 2.

Estudios Antropológicos

Los estudios etnográficos sobre comunidades costeras amerindias son escasos en Colombia. Una revisión bibliográfica sobre el pueblo wayuu muestra

de Maasimai en la Alta Guajira”, muestra la organización social a través de prácticas culturales territorializantes marinas por medio del análisis del sueño. La relación que establece el *Wayuu* con el espacio marino es la de un cazador, mientras que *Pülowi* asume el oficio de pastora. A través del sueño se incorporan al mar valores sociales y culturales de los wayuu. Los Wayuu han construido un complejo simbólico que les ha permitido apropiarse del territorio costero marino. En los sueños los *apalaainshi* se comunican con los muertos y los seres míticos, especialmente con *Pülowi*.

En “*Dinámicas de Identidad y Cultura en una Comunidad de Pescadores: Caso Mmayapu en el Caribe Colombiano*” (2010), Judith Ballesteros analiza las dinámicas de identidad y cultura de los pescadores wayuu. Describe los cambios ocurridos en saberes, rituales y actividades económicas sobre la pesca, a raíz de intervenciones externas que han transformado la organización social comunitaria. Busca entender el proceso de conservación de la identidad cultural, especialmente a través del rol de las mujeres wayuu.

En el proyecto desarrollado por el Programa de Antropología de la Universidad del Magdalena denominado “*Pescadores, territorio y región*”, (Ariza Martín, Burgos Silvia, Tejada Leydis, y Vallejo Fabio Silva. 2005) donde uno de los casos presentados corresponde a Mayapo, se encontró que para los pescadores la territorialidad es una práctica de subsistencia que sirve para ordenar o administrar recursos... los territorios de pesca no son solo construcciones mentales, constituyen una realidad ecológica y técnica y, sobre todo, una organización social del uso del recurso pesquero.

En los últimos años en el área costera entre Camarones y el Cabo de la Vela, grupos de pescadores se han asociado para tecnificar la pesca y comercializar sus productos. Por medio de comités, microempresas y asociaciones, han introducido nuevas tecnologías como lanchas, motores, equipos de buceo, geoposicionadores, entre otros, obteniendo mayores beneficios de los recursos pesqueros. De otro lado, las plataformas de explotación del gas han permitido a los pescadores elaborar mapas mentales que delimitan el espectro de sus sitios de pesca. Son utilizadas como puntos geográficos, códigos de utilización del espacio, y juegan un papel esencial en la percepción territorial de los pescadores.

Existen otros textos a los cuales aún no se ha podido tener acceso, como el trabajo de grado en antropología “El mundo de la pesca entre los Wayuu”,

de Irma Alicia Gómez Gómez, de la Universidad de Antioquia. 1996. De otro lado, es posible encontrar información relevante en trabajos realizados por instituciones científicas y gubernamentales como INVEMAR y CORPOGUAJIRA.

Una revisión de la literatura antropológica proporciona otros materiales para la construcción del estado del arte. Por ejemplo, del clásico texto de Michel Perrín, “El Camino de los Indios Muertos” se obtiene información relativa a: Etnoastronomía, Relatos míticos, Calendario Ecológico y rituales de encierro, entre otros temas. En otros textos: Clasificación de seres marinos (taxonomía) y listado de peces con nombres en wayuunaiki, español y científico. Según el calendario ecológico wayuu, las épocas del año están asociadas a fenómenos astronómicos o ecológicos. Así, *Juyo’u* (estrella Arturo) e *Iiwa* (Pléyades), definen las estaciones de lluvia *Juyapu* e *Iiwa*. Las floraciones de ciertas plantas, o la presencia del viento, entre otros fenómenos de carácter biofísico, definen las estaciones secas: *Jemíai* (tiempo frío) y *Joutaleulu* (tiempo del viento, seco) (Vásquez y Correa, 1993)

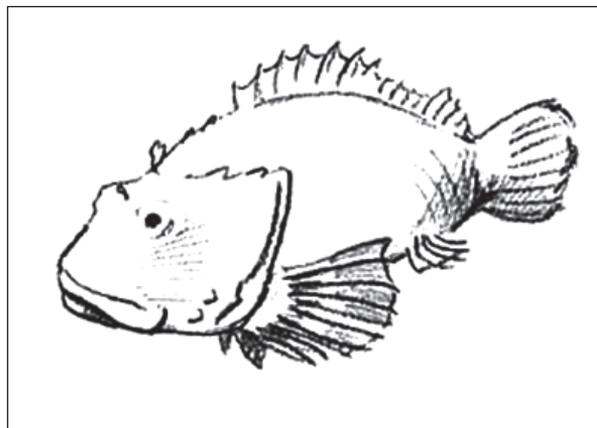


Figura 3. Wakuku, pez kusina (González, 2015)

El pez escorpión (*Scorpena plumieri*) llamado *wakuku* está asociado a un indio *kusina*. *Wakuku* vigila a las langostas, animales de *Pulowi*. Dispara flechas a los buzos; sus espinas venenosas causan fiebre y fuertes dolores. En el sueño los *kusina* son *Jepeyüise*, servidores de *Pülowi*, protectores de la especie de los tiburones. Los *kusina* son asimilados en el sueño como pastores.

Clasificación de los peces Wayuu – *jimakalirua*

Tabla 1. Una clasificación de los peces entre los wayuu – Jimakalirua

Según la forma de cocción	Peces que se asan	Cachita, weiyu, korea, wasiki, keimai, yotojolo, wapoyo, maraja
	Peces que no se asan	Parulua, waliyu, sapo, kolusho
Según el uso	Medicinal	Karai, savareta, piyui (aceite para toserina)
	Prohibidos	Walinai, karite, sawainrù, wapoyo
Según el tipo de “piel”	Peces de escamas	Korokona, kachoreta, bonito, weiyu, waichi, kaitai, wasiki, malaüt
	Peces de cuero	Kalite, piyui

Conclusiones

Este estudio reconoce la ciencia nativa, es decir, los procesos de percibir, pensar, conocer, actuar y sistematizar los saberes de los pueblos amerindios. El concepto de ciencia nativa, según Gregory Cajete (en Arévalo, 2015), incluye espiritualidad, comunidad, creatividad y tecnologías para mantener el medio ambiente y cuidar la vida humana; envuelve aspectos como el espacio y el tiempo, el lenguaje, el pensamiento y la percepción, la naturaleza y sentimientos humanos, la relación de los seres humanos y el cosmos.

Los saberes, creencias y conocimientos que los pescadores wayuu poseen acerca del mar constituyen un saber construido, donde el mar como ser cimmarrón *Simaruna Palaa*, se ha transformado en un mar *mürüt*, doméstico, o en vía de domesticación (Guerra, 2005).

La construcción del territorio wayuu esta mediada por *Juya* y *Pülowi*, seres que dan significado y sentido al espacio que habitan. Michel Perrin señala que la diferencia entre mundo marino y mundo de tierra descrita en la narración *Pulowi de mar* y *Pulowi de tierra*, descubre una dualidad profunda existente en el universo social wayuu.

La construcción del mar como lugar por los pescadores wayuu está relacionada con las transformaciones históricas en las actividades prehispánicas de subsistencia como la caza y la pesca. A estas se sumaría el pastoreo introducido en el siglo XVI, lo cual trajo consigo el reto de justificar la incorpora-

ción de estos nuevos seres en el universo social y simbólico wayuu. (Guerra, 2005)

Los wayuu han proyectado su cosmovisión y su toponimia sobre el mar, en donde se reproduce la territorialidad continental; en el mundo submarino se replica el orden social de los pastores. En palabras de Azael, wayuu de Maasimai en la Alta Guajira:

“Somos parte del Mar, de la Tierra y no lo contrario, estos siempre han estado antes que nosotros, que andan por la Tierra, provienen del mar, los Wayuu que mueren suben y llegan hasta la Vía Láctea, que es el camino de los espíritus de los Wayuu muertos y que llegan hasta el mar, en un lugar llamado Jepirra que se encuentra en las profundidades. Los seres mitológicos Wayuu provienen del mar, habla con los outshi – sü (sabios espirituales), para evitar que algo malo suceda a los Wayuu. El mar se utiliza como baño para alejar todo tipo de mal que afecte a un Wayuu, por lo tanto, el Mar es nuestro territorio ancestral y mitológico.” (Azael García Waliriyu, en Delgado Rodríguez, 2017).

En el documental Apalaanchi (2010) una mujer wayuu sentencia: “Los pescadores wayuu seguirán existiendo mientras sus futuras generaciones convivan junto al mar, siempre y cuando no olviden que el universo marino hace parte de su espiritualidad y no solo de su subsistencia, solo así su conocimiento permanecerá en el tiempo y no se irá con el viento”.

Agradecimientos y reconocimientos

Agradezco a la Universidad de La Guajira y al Grupo de Investigación “Territorios Semiáridos del Caribe”, la oportunidad de participar en el proyecto “Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento de La Guajira desde la diversidad cultural”, y al Dr. Weildler Guerra Curvelo por su amable cesión en pdf de su libro “El Mar Cimarrón”, publicado en Aruba en el año 2015.

Bibliografía

ARDILA, Gerardo. 1996. Los Tiempos de las Conchas. Investigaciones arqueológicas en la costa de la península de la Guajira. Santafé de Bogotá D.C.: Editorial Universidad Nacional de Colombia. 250 p.

- ARÉVALO Robles, Gabriel Andrés. Ciencia Nativa, Metodología de investigación Indígena y Paradigma Indígena de Investigación. La Guadaña. Revista de análisis Latinoamericanista. Tomado de: http://laguadana.org/2015/08/ciencia-nativa-metodologia-de-investigacion-indigena-y-paradigma-indigena-de-investigacion/#_ftnref18, el 08/12/2015
- ARIZA Martín, BURGOS Silvia, TEJEDA Leydis, y SILVA, Fabio. 2005. *Pescadores, territorio y región: Casos; Mayapo Guajira, Ciénaga de Santa Marta y Bahía de Santa Marta (Camellón)*. Informe Final. Santa Marta: Universidad del Magdalena. Facultad de Humanidades. Programa de Antropología. 63 págs.
- BALLESTEROS LÓPEZ, Judith. 2010. Dinámicas de identidad y cultura en una comunidad de pescadores wayúu: caso Mmayapu en el caribe colombiano. Trabajo de grado, Maestría en Estudios del Caribe. Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe. Instituto de Estudios Caribeños. San Andrés, Isla. 164 p.
- BARRERA MONROY, Eduardo. 2003. Los Esclavos de las perlas. *Boletín Cultural y Bibliográfico*. 39 (61): 2-33. Bogotá: Banco de la República.
- DANE. 2005. Censo de Población. Presidencia de la República. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas.
- DELGADO RODRÍGUEZ, Camilo Andrés. El Mar como Territorio Espiritual – Perspectivismo Wayuu. Tomado de: <http://wajira.com/index.php/2017/08/28/el-mar-como-territorio-espiritual-perspectivismo-wayuu/>, el 30/11/2017
- DOMÍNGUEZ OSSA, Camilo. 2017. Nombrar el mar. *Boletín Cultural y Bibliográfico*. Vol. 51 (92): 146. Bogotá D.C.: Banco de la República. (reseña de El mar cimarrón de Guerra Curvelo, 2015).
- EPM. 2010. Jepírachi: una experiencia con la comunidad indígena Wayuu de la Alta Guajira colombiana. Medellín: EPM.
- GALLAGHER Patrick. 1971. La Pitia: an archaeological series in northwestern Venezuela. Yale University Publications in Anthropology. N° 76. New Haven: Yale University Press.
- GONZÁLEZ BERMÚDEZ, Jorge Luis. 2015. Los Kusina: Aportes a la Reconstrucción Etnohistórica del Tejido Social Arawak. Trabajo de grado Maestría en Etnología, mención Etnohistoria. Universidad de los Andes. República Bolivariana de Venezuela.
- GONZÁLEZ BERMÚDEZ, Jorge Luis. 2011. Etnoecología Wayuu en la Serranía de la Makuira. Riohacha: Universidad de La Guajira. (impreso en Tonos editorial del Caribe, Barranquilla). 204 págs.
- GONZÁLEZ BERMUDEZ, Jorge Luis. 2015. Los Kusina: Aportes a la Reconstrucción Etnohistórica del Tejido Social Arawak. Tesis de MSc. en Etnología, mención Et-

- nohistoria. Centro de Estudios de Postgrado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- GONZÁLEZ CHAUX, Joaquín. 2005. El mar, territorio soñado. Territorialidad marina entre los pescadores *Wayuu* del puerto de *Maasimai* en la Alta Guajira. Trabajo de grado en Antropología. Bogotá: Universidad Nacional. 85 p.
- GOULET, Jean Guy.- 1982. El universo social y religioso guajiro. Caracas/Maracaibo: Universidad Católica Andrés Bello.
- GUERRA CURVELO, Weidler. 1990. Los Apalaanchi: una visión de la pesca entre los wayuu. EN: Ardila, G. (Ed.). La Guajira, de la Memoria al Porvenir: Una Visión Antropológica. Bogotá: Universidad Nacional - Fondo FEN Colombia. pp: 163-189.
- GUERRA CURVELO, Weidler. 1997. La ranchería de las perlas del Cabo de la Vela (1538-1550). *Huellas* (49-50): 33-51. Universidad del Norte.
- GUERRA CURVELO, Weidler. 2004. El Universo simbólico de los pescadores wayuu. *Aguaita* (11): 62 – 74. Diciembre. Cartagena: Observatorio del Caribe Colombiano.
- GUERRA CURVELO, Weidler.- 2004. Las comunidades costeras wayuu: diversidad intracultural y conocimiento de recursos marinos. Tesis de Magister en Antropología. Bogotá: Universidad de los Andes.
- GUERRA CURVELO, Weidler.- 2015. El Mar Cimarrón. Conocimientos sobre navegación y pesca entre los wayuu. Museo Arqueológico Nacional de Aruba, Aruba. 117 págs., il.
- GUTIÉRREZ DE PINEDA, Virginia.- 1950. Organización social en la Guajira. *Revista del Instituto Etnológico Nacional*. Vol. III. Entrega 2ª: 1 – 257. Bogotá.
- NAVARRETE, María Cristina. 2003. La Granjería de las perlas del Rio de la Hacha: Rebelión y resistencia esclava (1570 – 1615. *Historia Caribe*. 3 (8): 35-39. Barranquilla: Universidad del Atlántico.
- OLIVER, José R.- 1990. Reflexiones sobre los posibles orígenes del Wayú (Guajiro) EN: ARDILA, Gerardo (Ed.) Guajira: de la memoria al porvenir. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. 81-138.
- PAZ IPUANA, Ramón. 2016. Ale'eya cosmovisión wayuu relatos sagrados (tomo I). Bogotá: Editorial Wayuu Araurayu
- _____. 2016. Ale'eya conceptos y descripciones de la cultura wayuu (tomo II). Bogotá: Editorial Wayuu Araurayu.
- PERRIN, Michel. 1980. El Camino de los Indios Muertos. Mitos y Símbolos Guajiros. Caracas: Monte Ávila Editores. 263 p.
- PUENTES CAÑÓN, Gina Marcela et. al. 2012. Catálogo de Especies Asociadas a la Actividad Pesquera Artesanal de la Comunidad Wayuu. Riohacha. Fundación ECOSFERA, Universidad de La Guajira. 119 págs.

SÁNCHEZ VERGARA, Yessica Paola, SIOSI COTES, Abrahán Eliseo y YEPES PÉREZ, Yuly Paulin. 2014. Etnoecología wayuu. Aportes para el desarrollo de un currículo propio en la escuela de Santa Rita de Pancho, Laachon, Mayapo, Manaure, La Guajira. Trabajo de grado Licenciatura en Etnoeducación. Facultad de Ciencias de la Educación. Riohacha: Universidad de La Guajira.

VÁSQUEZ CARDOZO, Socorro y CORREA, Hernán Darío. 1989. Pesquerías de perlas del Cabo de la Vela. Boletín de Antropología 4(4):45-48. Universidad Javeriana.

VÁSQUEZ CARDOZO, Socorro y CORREA C., Hernán Darío. 1993. Los Wayuu. EN: Geografía humana de Colombia. Nordeste Indígena. Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. p. 215-292.

Documentos audiovisuales

Jukaiya orojo (tiempo de pesca) (trailer) 50 minutos, director Raúl Ardila. Full HD. 2016. Sólo se conoce el tráiler, cuya duración es de

“E’ikiaipa: la forma de aprender y enseñar del pueblo wayuu”, documental dirigido por Aranaga Epieyuu. Duración:

Raíces étnicas: Los Apalaanchi. Canal Capital. 2011. Duración: 25 minutos.

Wayuu, gente de arena: Los Apalaanchi 2010. Señal Colombia. Duración: 25 minutos.

ANEXO

Lista de peces conocidos por los Wayuu

Nombre castellano	Nombre wayuunaiki	Nombre científico
Aguaacil, bagre	Pazayuu	<i>Bagre spp</i>
Bacalao	Ka'itai	<i>Rachycentron canadu</i>
Bagre banderillo	Wapoyo	<i>Bagre marinus</i>
Bagre blanco	Süküyü	<i>Selenaspis herzbergii</i>
Bagre currulao	Toloiyu	<i>Arius grandicassis</i>
Bagre chivo	Kaa'ula	<i>Ariopsis bonillai</i>
Barbul	Tsoote	<i>Pseudupeneus maculatus</i>
Barbul, bigote	Kaliimaiyu	<i>Polydactylus virginicus</i>
Bocacolorá, coroncoro	Korokoono	<i>Haemulon plumieri</i>
Bonito	Bonito	<i>Euthynnus alletteratus</i>
Botella torito	Maraya	<i>Lactophrys bicaudalis</i>
Caballo, cara de caballo	Amayu	<i>Selene setapinnis</i>
Cachorreta	Kochoreeta	<i>Auxis thazard thazard</i>
Cachua blanca	Yotojolo	<i>Balistes capriscus</i>
Cachua verde	Kachua	<i>Balistes vetula</i>
Candil ojón	Iisho	<i>Myripristis jacobus</i>
Candil rojo	Ko'ushiyu	<i>Priacanthus arenatus</i>
Carite	Karita	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>
Cazón	Ka'itünapüchi	<i>Carcharhinus falciformis</i>
Cojinúa	Weeyu	<i>Caranx crysos</i>
Cojinúa amarilla	Maleenayu	<i>Caranx bartholomaei</i>
Correa, sable	Korea	<i>Trichiurus lepturus</i>
Curvinata, curvina	Tutturui	<i>Cynoscion microlepidotus</i>
Chucho mono	Araiya	<i>Rhinoptera bonasus</i>
Chucho pintado	Karai	<i>Aettobatus narinari</i>
Dormilona	Rekereket	<i>Lobotes surinamensis</i>
Garrapatero	Wachi	<i>Orthopristis ruber</i>
Jurel	Malaüliu	<i>Caranx hippos</i>
Lebranche	Wasiki	<i>Mugil iiza</i>

Nombre castellano	Nombre wayuunaiki	Nombre científico
Lechero	Walinaí	<i>Tylosorus acus</i>
Lenguado	Eerüüyü	<i>Etropus crossotus</i>
Lisa	Joushtayu	<i>Mugil curema</i>
Macabí	Jouttúna	<i>Elops saurus</i>
Macabí, lebranche	Kuliyu	<i>Albula vulpes</i>
Machuelo, arenca	Kayasiu	<i>Opisthonema oglinum</i>
Manai colador, isabelita	Manaiyu	<i>Pomacanthus paru</i>
Manai, oscuro, isabelita	Palanache	<i>Pomacanthus aruactus</i>
Mero	Parulua	<i>Epinephelus striatus</i>
Mero cherna, cabrilla	Wanapai	<i>Mycteroperca sp</i>
Mojarra amarilla	Kachaasü	<i>Archosargus rhomboidalis</i>
Mojarra blanca	Ataimut	<i>Calasus pennatula</i>
Mojarra de salina	Kachiroto	<i>Eugerres plumieri</i>
Mojarra de salina	Kuasintot	<i>Diapterus olisthostomus</i>
Ojo gordo, coroncoro	Kasuimatalü	<i>Haemulon parra</i>
Palometa, isabelita	Seuseuyu	<i>Chaetodipterus faber</i>
Pámpano	Kanasha	<i>Trachinotus carolinus</i>
Panchita	Shanana	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>
Pargo cebal	Alouyu	<i>Lutjanus analis</i>
Pargo dientón	Kaiyu	<i>Lutjanus jocu</i>
Pargo mulato	Kali'ipaiyu	<i>Lutjanus griseus</i>
Pargo pluma	Waliriyu	<i>Lachnolaimus maximus</i>
Pargo rayado	Kalo'ushoulu	<i>Lutjanus synagris</i>
Pargo rojo	Kali'ipaiyu	<i>Lutjanus purpureus</i>
Pechito, bagre	Keii	<i>Cathorops sp</i>
Pega, remora	Pega pega	<i>Echeneis sp</i>
Pez aguja	Muluu	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>
Pez piedra	Wakuku	<i>Scorpaena plumieri</i>
Pez volador	Toot	<i>Dactylopterus volitans</i>
Picúa	Walepü	<i>Sphyraena barracuda</i>
Raya	Kerawai	<i>Dasyatis guttata</i>
Robalo	Weriyu	<i>Centropomus ensiferus</i>
Rubia, pargo rubia	Ala'ira	<i>Ocyurus chrysurus</i>

Nombre castellano	Nombre wayuunaiki	Nombre científico
Sábalo, sabaleta	Savareta	
Sardina	Jimpira	
Sierra	Newa'i	<i>Scomberomorus cavalla</i>
Tiburón limón	Piyüi	<i>Negaprion brevirostris</i>
Tiburón toyo	Piyüi	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>

Otros animales acuáticos

Nombre castellano	Nombre wayuunaiki	Nombre científico
Caracol de pala	Warutta	<i>Strombus gigas</i>
Langosta	Ounalü	<i>Palinurus argus</i>
Camarón	Jisot	<i>Penacus occidentalis</i>
Tortuga	Sawainrü	<i>Chelonia mydas</i>
Tortuga carey	Wouwou	<i>Eretmochelys imbricata</i>

Fuente: SÁNCHEZ, SIOSI y YEPES, 2014. Los nombres científicos provienen de PUENTES CAÑÓN, Gina Marcela et. al. 2012.

Índice de autores

Nombres y Apellidos	Correo electrónico	Grupo de Investigación
Jairo Escobar Villanueva	jrescobar@uniguajira.edu.co	GISA
Alcides Rafael Daza Daza	adaza@uniguajira.edu.co	Territorios Semiáridos del Caribe
Alexis Carabalí Angola	acarabali@uniguajira.edu.co	Territorios Semiáridos del Caribe
David Robles Chávez	drobleschavez@gmail.com	Territorios Semiáridos del Caribe
Francisco Avella Esquivel	pachoavella@gmail.com	
Martha Ligia Castellanos Martínez	mlcastellanosm@uniguajira.edu.co	Territorios Semiáridos del Caribe
Adrian Radillo Cotes	adrianradillo@uniguajira.edu.co	Territorios Semiáridos del Caribe
Andrea Nardini	creacua@gmail.com	GISA
Jhonny Pérez Montiel	jpemon@uniguajira.edu.co	GISA
Yair Movil Fuentes	ymovil2@hotmail.com	GISA
Jorge Luis González Bermúdez	jgonzalezb@uniguajira.edu.co	



Este documento es elaborado como producto del proyecto financiado por COLCIENCIAS
“Lineamientos para el ordenamiento territorial costero y marino del departamento
de La Guajira desde la diversidad cultural” de la convocatoria 748 de 2016

ISBN 978-958-8942-85-8



9 789588 942858