

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES, ECONÓMICAS Y DE
NEGOCIOS

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN, EL CONOCIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA EN
TORNO A FACTORES ASOCIADOS AL RECURSO HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO
DEL HUILA

SIMÓN RODRIGUEZ

Correo electrónico tsiro701@gmail.com

ANGELA MARÍA CERÓN ARANGO

angyceron13@hotmail.com

NEIVA 2018

ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES, ECONÓMICAS Y DE
NEGOCIOS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN, EL CONOCIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA EN
TORNO A FACTORES ASOCIADOS AL RECURSO HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO
DEL HUILA

SIMÓN RODRIGUEZ

Correo electrónico tsiro701@gmail.com

ANGELA MARÍA CERÓN ARANGO

Angyceron13@hotmail.com

Trabajo presentado como requisito para optar el título de Especialista en Gestión de Proyectos

Tutor temático

LEONARDO FABIO PEÑA AÑAZCO

NEIVA 2018

Contenido

Introducción	7
Resumen.....	10
Palabras clave:.....	10
Abstract:	10
Contenido temático	12
Aspecto geográfico.....	16
Geografía física	17
Actividades económicas.....	17
Hidrografía del departamento del Huila.....	18
Municipio de Neiva.....	19
Aspectos históricos sobre el recurso hídrico en las diferentes culturas	20
Sistemas y tecnologías para el manejo hídrico en las principales culturas prehispánicas.	22
Enfoques tecnológicos de sistemas contemporáneos en la gestión Integral del Recurso Hídrico.	28
Generalidades del contenido hídrico	31
Gestión del recurso hídrico.	31
Ordenamiento territorial.....	33
Recurso hídrico en el Departamento del Huila.	34
Recursos hídricos en el municipio de Neiva.....	38

Hidrología y usos del agua del Rio del Oro.	48
Otras corrientes de agua.	49
Contaminación Hídrica.	53
Materia Orgánica y Contaminación Orgánica.....	56
Niveles Tróficos (Auto contaminación).....	57
Aspectos conceptuales	57
Agua.	58
Anaerobio.	58
Acuíferos.	58
Biodegradable.	58
Cuenca Hidrográfica.	58
Efluente.	58
Giga tonelada.	59
TW.....	59
Aspectos normativos	59
Conclusiones	62
Opinión personal	66
Referencias bibliográficas	77
Webgrafía.....	83

Relación de tablas

Tabla 1 Estructura de la población: Proyección de la población desde 2001 al 2015 en el departamento del Huila.....	18
Tabla 2 Georeferenciación de la Cuenca Baja del Río las Ceibas	42
Tabla 3 Morfometría de las cuencas que drenan al río del oro desde la cota 450 hacia abajo	49
Tabla 4 Niveles Tróficos.....	57

Relación de figuras

Figura 1. Hidrografía del departamento del Huila. Fuente: atlasgeográfico.net	18
Figura 2. Hidrografía municipio de Neiva Fuente: Departamento de planeación municipal 2011.....	19
Figura 3. Sistemas de tecnologías hidráulicas utilizados por culturas precolombinas.....	21
Figura 4. Terrazas en pendientes para manejo del recurso hídrico.	23
Figura 5. Ciclo del agua. Fuente: Citado en.....	31
Figura 6. Distribución mundial del recurso Hídrico. Fuente: Revista National Geographic, abril de 2001.	32
Figura 7. Mapa de localización del embalse el Quimbo.	37
Figura 8. Hidrografía de la ciudad de Neiva. Fuente: Diagnóstico de las fuentes, 2010.	39
Figura 9. Micro Cuencas Hidrográficas del Río las Ceibas. Fuente: POMCH Rio las Ceibas de Neiva Plan de Ordenamiento y Manejo – Cuenca Hidrográfica del Rio las Ceibas, 2009.....	41

Introducción

Se entiende por ambiente, la forma de representar el resultado de las interacciones entre el sistema biofísico y el sistema cultural que han implicado históricamente diferentes tipos de configuración estructural. En este marco el hombre ha representado en diferentes formas su sentido de finalidad, ha construido ideas de progreso que recogen sus objetivos y deseos como sociedad; ha construido conceptos como el del desarrollo y ha mostrado formas de preservación y conservación para el “*Recurso Hídrico*”.

Con el fin de hacer parte fundamental de la misión de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD en contribuir con la solución de los problemas que derivan del manejo irracional de nuestros recursos naturales y el medio ambiente, la Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios está dirigiendo programas y Especializaciones que producen y transmiten conocimientos desde un enfoque sistémico, interdisciplinario y participativo, dirigido al conocimiento de temas que han sido desconocidos en la parte ambiental y que constituyen la riqueza natural del departamento, sin desconocer aspectos ambientales como uno de los más importantes dentro de la región y del país en el marco del desarrollo sostenible.

Entre las distintas funciones universitarias, la Especialización en Gestión de Proyectos, viene adelantando el desarrollo de actividades que sirven de base a las demás que se cumplen en los entes gubernamentales y que conllevan a la solución de problemas económicos, sociales, culturales y ambientales, especialmente el recurso hídrico, característico de las diferentes regiones del país. Por ello, la mayor parte de los trabajos y monografías tienen un proceso de

búsqueda que involucran el estado del arte de un tema y que se organizan alrededor de programas concentrados en el estudio de las principales fuentes hídricas de las diferentes zonas del departamento del Huila que son el objeto de esta iniciativa de estudio y que pueden analizarse dentro del marco de la filosofía institucional, puesto que además de establecer alternativas de solución, involucra elementos de investigación propios de los estudiantes vinculados a la misma.

Sin embargo, con esta monografía y consciente también de la naturaleza universitaria, la Especialización desarrolla una importante labor de reflexión teórica en diferentes campos del conocimiento que sirvan de base para la actividad de adquisición de información y conocimiento. Se entiende que este trabajo descriptivo es necesario para hacer posible el diálogo interdisciplinario que exige el estudio de una problemática ambiental tan compleja como el manejo del recurso hídrico. Mostrando que para la conservación del mismo existen diferentes tecnologías que se han venido implementando en todo el mundo iniciando por ISRAEL como el país gestor en materia de producción y conservación del recurso hídrico (Cisneros & Rodas 2000).

Seguido por las zonas rurales del África subsahariana, donde la aplicación de políticas de gestión integrada del agua y el fortalecimiento institucional están estimulando el crecimiento económico en beneficio colectivo como sucede con Llanos bajos del Gange de cuyas tecnologías se están beneficiando los pobladores más pobres, puesto que las prácticas productivas se disponen como pruebas pilotos a favor de la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza.

Es así como se han organizado grupos de trabajo de la universidad para promover el avance conceptual en el campo de los estudios sobre diferentes temas, de los cuales como gestor,

seleccioné el recurso hídrico, teniendo en cuenta que circundan diferentes propuestas de tipo económico que fortalecen la base del conocimiento y de la información para el departamento del Huila, diferentes a los resultados de los programas de investigación que generalmente se concretan en informes de trabajo de campo sobre planteamiento de problemáticas específicas, por lo que el producto de éste trabajo se convertirá en un documento guía con el que se pretende conocer aspectos y aportes teóricos relevantes sobre el recurso hídrico y los temas referentes a la conservación de los mismos a través de las diferentes tecnologías existentes en el mundo entero, que enriquecen la base referencial y el banco de información de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Para la divulgación de los resultados de éste trabajo se utilizan diferentes modalidades de publicaciones académicas, siendo el principal medio la revista académica de investigación que se utiliza en la red o a partir de las fuentes litográficas existentes en el medio.

De igual forma la publicación en medios virtuales como revistas indexadas, Blog institucional también fomentan el conocimiento y el desarrollo de la labor investigativa del estudiante.

Resumen

La presente monografía centra la visión en un documento que describe desde el punto de vista de aportes realizados a través de diferentes estudios con amplias expectativas, teniendo en cuenta que es precisamente el Departamento del Huila el protagonista en producción nacional de energía, debido a la amplitud y riqueza del recurso hídrico y para el cual se hace uso de tecnología, por lo que el título descrito para esta monografía es el siguiente: “Gestión de la información, el conocimiento y la tecnología en torno a factores asociados al recurso hídrico en el departamento del Huila” la cual se divide en aspectos preliminares que describen y vinculan procesos desde la trayectoria del nacimiento del más importante de los recursos hídricos en el departamento del Huila y que forma parte integral de la economía nacional Colombiana.

Palabras clave:

Recurso hídrico, gestión, conocimiento, manejo ambiental, sostenible, sustentable, tecnología.

Abstract:

This monograph focuses vision in a document that describes from the point of view of contributions made by different studies with high expectations , given that it is precisely the Department of Huila the protagonist in domestic energy production , due to the breadth and wealth of water resources and for which the use of technology becomes , so the title for this paper is described as follows: " Information management, knowledge and technology around water resources associated factors in the departament Huila " which is divided into preliminaries describing and linking processes from the path of the birth of the most important water resources in the department of Huila and is an integral part of the Colombian economy.

Keywords: water resources management, knowledge, environmental, sustainable, sustainable management, technology.

Contenido temático

El departamento del Huila es una de las regiones de mayor riqueza hídrica en Colombia. (Contraloría departamental del Huila. 2011. Informe anual, protegemos nuestros ríos, p. 33). Son precisamente las obras de infraestructura hídrica el componente más significativo de las acciones de desarrollo de los recursos hídricos. Entendido este como el conjunto de medidas y acciones destinadas a poner el recurso hídrico en disponibilidad para los distintos usuarios (Zamudio, 2012).

El agua es el principal elemento de la vida vegetal y animal por lo tanto es el medio ideal para la vida y aunque nuestro planeta tiene mucha agua, también es cierto que mucha personas no tienen acceso al agua en la calidad y cantidad suficiente para atender sus necesidades básicas, y aunque los dos tercios de la superficie del planeta es agua en realidad el 2.5% es agua dulce, esto significa que cada vez tenemos una mayor responsabilidad para lograr un adecuado y responsable uso del agua aprovechable en el planeta.

Para muchos especialistas del medio ambiente estos se constituyen en instrumentos básicos del manejo de la oferta del agua, que debe atender los condicionantes del medio y los conflictos inherentes a su asignación óptima entre distintos sectores. Sin embargo es sólo una parte de la Gestión de los Recursos Hídricos, que incluye además el uso y su protección como otros fundamentales.

Respecto al uso, se hace referencia a la utilización del agua para satisfacer necesidades básicas, como insumo productivo o como sustento de los componentes del ambiente y debe

atender criterios de eficacia y eficiencia, que no se limitan a abordajes meramente tecnológicos sino también, dada la finitud de los recursos hídricos, de un apropiado manejo de las diversas demandas. Por estas razones se busca la protección y el aseguramiento de los recursos hídricos frente a la degradación de la calidad y su consumo excesivo que en algunos casos se constituye en un daño irreparable, puesto, que no se tiene en cuenta la capacidad de renovación y se excede en volúmenes que son considerados un atentado a los recursos naturales, porque como se ha venido observando el agua cada día es más escasa y las fuentes hídricas se están secando, precisamente debido a la inconsciencia y la falta de cultura ambientalista de los habitantes o pobladores.

Para dar inicio al proceso investigativo en el marco que bordea el conocimiento de la apropiación de tecnologías en el manejo del Recurso hídrico, es necesario comenzar por citar aspectos tratados en la Conferencia del Agua de las Naciones Unidas en Mar de Plata, realizada en el año 1977, la cual se ha constituido en un marco de referencia para todos aquellos estudios que en materia de gestión de recursos hídricos gozan de aceptación generalizada, teniendo en cuenta los fenómenos de cambio global que han venido afectando el planeta tierra (Escalante, 2011).

A estos referentes se unieron los aportes realizados por Dublín (1992), quien además tratar temas relacionados con el desarrollo sustentable y el manejo integral de los recursos hídricos, desarrolló algunos principios que marcaron la pauta en el paradigma de la Gestión integral de los recursos hídricos y que fueron promovidos por los organismos Internacionales gubernamentales y no gubernamentales; en ellos se promueve la consideración del valor ambiental, social y

económico del agua, el carácter finito y demuestra lo esencial que es este líquido para la vida de todo ser humano y de los ecosistemas.

De la misma manera la temática que se trató en el capítulo 18 de la Agenda 21 de Río de Janeiro, está directamente relacionada con el manejo integral del agua y de las diversas formas y tecnologías que deben aplicarse para el uso adecuado de este recurso, puesto que en ella se establece que la gestión integrada de los recursos hídricos es: un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Es así como el mundo adoptó medidas relacionadas con las tecno estructuras en cuanto a la situación de los recursos hídricos y a su gestión, por lo que sectorizó sus usos y en términos ambientales estableció tecnologías para hacer frente a los efectos de los fenómenos hidrológicos extremos como por ejemplo las crecidas, inundaciones e inclusive las mismas sequías.

Continuando con el recorrido investigativo se indagó a través de las revistas virtuales como la Red científica de informaciones (Redalyc), sobre los diferentes estudios que se han venido desarrollando en torno a la apropiación de tecnologías para el manejo del recurso hídrico, encontrándose variados análisis que describen la importancia de éstas para la conservación del agua en sus fuentes. Se precisa en el artículo publicado por la Revista Gestión y Medio Ambiente titulado, Avances y limitaciones de la gestión integrada de los recursos hídricos en Panamá (Chávarro, 2011). Que plantea graves problemas que se presentan en esta zona debido al

uso inadecuado en sectores como la agricultura, la industria, el comercio, generación hidroeléctrica y el turismo; y estimula conflictos sociales relacionados con el acceso, uso y disposición del agua utilizada. Para prevenir la degradación de los recursos hídricos se ha adoptado metodologías relacionadas con la forma de administrar el agua y en la que la intervención de tecnologías precisa cambios sociales, culturales, económicos y otras variables (Aparicio, 1999).

En el estudio anteriormente descrito, se utilizó como metodología un Sistema que debe procesar la información hidrometeorológica para generar la información técnico- científica empleada en los balances hídricos y en la evaluación de caudales ecológicos. Según los diagnósticos, estas dos herramientas aportan elementos de juicio valiosos para reforzar las políticas hídricas, al proporcionar una estimación confiable del uso actual del agua y de la capacidad de sustentar posibles escenarios a futuro. Igualmente se adoptaron estrategias de tipo educativo con el fin de Desarrollar programas académicos de investigación en tecnologías para la conservación del agua, que incentiven la participación interactiva del alumnado en la GIRH.

En el portal de la investigación se publicó un artículo titulado: utilización de herramientas actualizadas como software especializado y modelos matemáticos que brinden solución eficiente a los problemas de Ingeniería de los Recursos Hídricos y medio Ambiente (Vindas, 2011). La atención se centró en los consumidores del agua y en minimizar el impacto negativo que cada sector tiene sobre el otro, así como evitar usos abusivos de alguno de ellos.

El procedimiento metodológico utilizado para este estudio, estuvo precedida de una serie de talleres en los cuales se promueve el manejo integral del medio ambiente y los ecosistemas en el marco de una Gestión Integral del Recurso Hídrico.

De la misma manera se encontró un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia titulado: Claves de una gestión pública del recurso hídrico (Chávarro, 2011). En este estudio se identifican los principales elementos que ocupan la atención de los diseñadores de política hídrica para los países en desarrollo, mediante la presentación de una revisión (necesariamente incompleta) sobre los puntos encontrados; por lo tanto metodológicamente la propuesta se realizó con una base documental de diferentes investigaciones realizadas a nivel mundial.

Las conclusiones que presentó este estudio de la Universidad Nacional, aportaron amplios beneficios para la formulación de la política hídrica del país, la que requiere de la inclusión de modelos de gestión con el fin de abordar problemas de gobernabilidad, de conocimiento acerca de quien usa el agua y para qué y finalmente como pueden llegar a formularse dichos modelos de gestión.

Aspecto geográfico

Ubicación y localización geográfica.

El Departamento del Huila está situado en la parte sur de la región andina; localizado entre los 01o 33' 08" y 03o 47' 32" de latitud norte y los 74o 28' 34" y 76o 36' 47" de longitud oeste (Lopez, 2005).

Extensión y límites

La superficie es de 19.890 km², y limita por el norte, con los departamentos del Tolima y Cundinamarca; por el este, con Meta y Caquetá; por el sur, con Caquetá y Cauca (franja de territorio en litigio); y por el oeste, con Cauca y Tolima.

Geografía física

El relieve del territorio pertenece al sistema andino, distinguiéndose a nivel macro cuatro unidades morfológicas: Macizo Colombiano, cordillera Central, cordillera Oriental y el valle del río Magdalena. El Macizo Colombiano es el lugar donde se origina la cordillera Oriental y nacen ríos muy importantes. Cordillera Central: el Huila abarca el flanco oriental de esta cordillera. Cordillera Oriental: el Departamento comprende el flanco occidental de ésta. Valle del río Magdalena: enmarcado por las cordilleras Central y Oriental, que se bifurcan en el Macizo Colombiano, Comprende las tierras bajas, onduladas y planas que bordean el río.

Actividades económicas

La economía del Huila se basa principalmente en la producción agrícola, y ganadera, la explotación petrolera y el comercio. La población ganadera se centra principalmente en la cría, levante y engorde de ganado vacuno. En los últimos años sus principales cultivos son café, algodón, arroz riego, fríjol, maíz tecnificado, maíz tradicional, sorgo, cacao, caña panelera, plátano, yuca, iraca y tabaco, los campos de petróleo se encuentran en el norte del Departamento; para la distribución de gas, está conectado por el gasoducto Vasconia - Neiva.

Tabla 1

Estructura de la población: Proyección de la población desde 2001 al 2015 en el departamento del Huila

AÑO	TOTAL	CABECERA	%	RESTO	%
2001	939,136	575,473	61%	363,663	39%
2002	953,426	588,343	62%	365,083	38%
2003	967,831	601,417	62%	366,414	38%
2004	982,263	614,631	63%	367,632	37%
2005	996,617	627,919	63%	368,698	37%
2010	1,067,550				
2015	1,130,638				

Fuente: DANE - Colombia. Proyecciones de Población. Estudios Censales 2003

Hidrografía del departamento del Huila

La jurisdicción del municipio de Neiva es prolífica en agua, corresponde a la cuenca alta del río Magdalena y las subcuencas de los Ríos Las Ceibas, El Oro, Fortalecillas, Bache y Aipe como afluentes principales y tributarios de mayor importancia en términos de su caudal; junto con una red de ríos y quebradas de menor incidencia.



Figura 1. Hidrografía del departamento del Huila. Fuente: atlasgeográfico.net

El Río Magdalena es el eje del sistema hidrográfico del departamento del Huila, donde confluyen los numerosos ríos y quebradas que nacen en las divisorias de las cordilleras; se destacan los ríos Magdalena, Aipe, Baché, Bordonos, Cabrera, Fortalecillas, Guarapas, Íquira, La Plata, Negro de Narváez, Páez, San Francisco, Las Ceibas, Suaza y Yaguará; en el Macizo Colombiano se encuentran varias lagunas, entre ellas La Magdalena, en donde tiene origen el río del mismo nombre.

Municipio de Neiva

Neiva es la capital del departamento del Huila, el cual está ubicado en el sur de Colombia, en la región andina. Por estar sobre el valle del Río Magdalena, el departamento del Huila presenta una zona baja y alargada que se ensancha progresivamente hacia el norte. El resto del territorio es montañoso y corresponde a la vertiente de las cordilleras oriental y central.

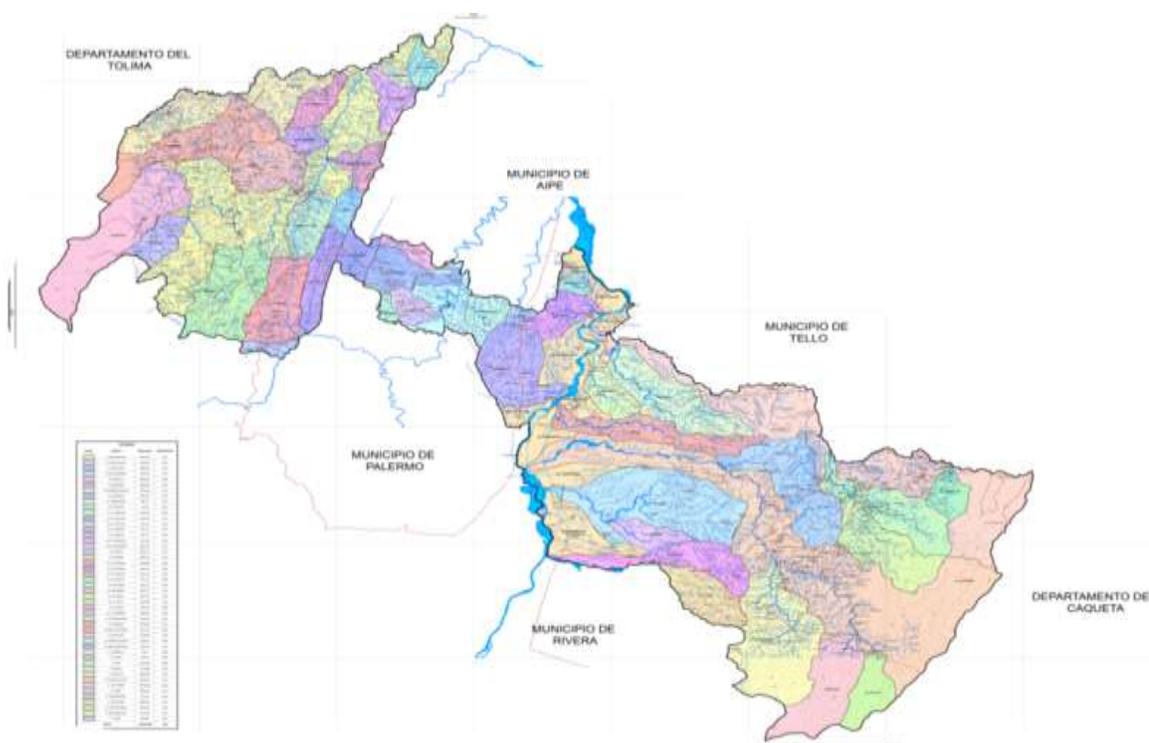


Figura 2. Hidrografía municipio de Neiva Fuente: Departamento de planeación municipal 2011

Sus coordenadas geográficas son: el extremo septentrional se encuentra los 35° 55' 12 "de latitud norte en el nacimiento del río Riachon y en la desembocadura del río Cabrera; el extremo meridiano está a 1° 30' 04" de latitud norte en el cerro del Pico de la Fragua; extremo occidental a 76° 35' 16" de longitud oeste en el páramo de las Papas; el extremo oriental 74° 25' 24" de longitud oeste, en el Alto de los Oseras (Edición Surcolombiana, Centenario. 2005).

Limita al norte con el departamento de Tolima y Cundinamarca con una longitud de 189 km., al este con el departamento de Meta y Caquetá, con una longitud de 105 km., al sur los departamentos de Caquetá y Cauca y al oeste con los departamentos de Cauca y Tolima. Creado por el Decreto 340 de 1910, perteneció al denominado Tolima Grande o Alto Magdalena, territorios formados por los departamentos de Tolima y Huila (Edición Surcolombiana, Centenario. 2005).

Aspectos históricos sobre el recurso hídrico en las diferentes culturas

Para dar inicio a este punto del trabajo es necesario conocer aspectos remotos sobre los sistemas que manejaron las culturas precolombinas y que se constituyeron en las primeras bases para el manejo del recurso humano.

La utilización del agua por las culturas precolombinas incrementó el desarrollo de las sociedades de agricultores que aprovecharon las ventajas naturales de su entorno para desarrollar tecnologías hidráulicas. Lo anterior fue sobre todo evidente en las culturas azteca e Inca que desarrollaron tecnologías hidráulicas para incrementar la producción agrícola de su tribu (Freire, 2008).



Figura 3. Sistemas de tecnologías hidráulicas utilizados por culturas precolombinas.
Fuente: Freire, Delgado. Betty. "Manejo del recurso hídrico en la culturas precolombinas".
Cali. Pág. 75

Rabey (1987) en sus investigaciones hace un rescate de la tradición cultural precolombina sobre el manejo de los recursos hídricos y destaca diferencias de carácter geofísico que pueden ser aprovechadas por nuestros gobernantes, con el fin de manejar adecuadamente el recurso hídrico en las condiciones de trópico.

La cultura Inca desarrolló una gran tecnología en ingeniería hidráulica, construyendo embalses, presas y canales. La configuración de una vasta red de caminos permitió la expansión de los sistemas de cultivo de terrazas regadas en las laderas de las montañas, aumentando el área agrícola.

En lo que se refiere a instrumentos de labranza para la agricultura, la cultura inca fue muy pobre y su principal utensilio consistió en el palo cavador, que servía para desmoronar la tierra, airearla y hacer los agujeros para la siembra (Lechtman & Soldi 1981).

En México la cultura azteca se destacó por una sucesión de campos elevados dentro de una red de canales dragados sobre el lecho del lago, denominado cultivo por chinampas (Wilken, 1985), el cual reciclaba eficientemente los nutrientes arrastrados por las lluvias. El desarrollo de nuevas técnicas agrícolas, basadas en el riego por inundación del subsuelo y en la construcción de canales, permitió un impresionante aumento en la densidad de la población. Los canales de las chinampas servían a su vez de vías de comunicación y de drenaje (Parsons 1976).

Sistemas y tecnologías para el manejo hídrico en las principales culturas prehispánicas.

“Entre estos sistemas se pueden destacar los más reconocidos a nivel de investigaciones se han establecido para realizar cambios sobre diferentes aspectos como: cambio en el paisaje natural, manejo en los sistemas de riego para proveer de agua los diferentes cultivos, la cual permitió el desarrollo de diferentes técnicas hidráulicas o configuraciones que, dependiendo de su funcionabilidad, han sido clasificadas entre las que evitan la erosión (terrazas), las que proveen de humedad al suelo y que permiten captar agua y otros ejemplos como mencionar las terrazas agrícolas, las terrazas de barranca, las terrazas en pendiente, las semiterrazas, valladas cerradas, las valladas complejas, los surcos, los campos de pocitos, el riego de brazo, entre otras (Denevan, Mathewson, & Knapp 1987 y 2001).

Modificación de pendientes.

Este era un sistema que se modificaba para evitar la erosión en los terrenos, facilitar la infiltración del agua e incrementar la humedad y cuyas muestras se encuentran en países como Perú, Guatemala, México en la península de Yucatán y la mayor parte de las investigaciones afirman que son técnicas que podrían remontarse a 1700 a.c.



Figura 4. Terrazas en pendientes para manejo del recurso hídrico.

Fuente: Freire, Delgado. Betty.

“Manejo del recurso hídrico en la culturas precolombinas”.

Cali. Pág. 91

Se construyeron terraplenes que facilitaron la construcción de canales prehispánicos como lo muestran ruinas en la Amazonía Boliviana en estos terraplenes también se emplearon para la construcción de canales prehispánicos y caminos, encontrando en la Amazonía Boliviana vestigios de éste tipo, con pozos para almacenamiento de aguas, diques, y montículos artificiales

de ocupación. La función principal de los terraplenes y canales era el transporte y la comunicación, conectando asentamientos.

Almacenamientos.

Estos se evidencian en la construcción de presas, por lo que se cita en México la del “Purrón” en el Valle de Tehuacán, la cual mide 18 metros de altura y tiene 300 metros de largo.

Derivación del agua.

También conocidos como canales de riego. La construcción de acequias para aprovechar el agua y establecer sistemas de riegos complejos permitió el desarrollo poblacional. La adecuación la realizaron mediante la adecuación de canales cuya función era disminuir el flujo del agua aumentando el depósito de sedimentos en las zanjas, convirtiéndolas a la vez en reserva de humedad para las épocas secas.

Los canales de riego más antiguos se encuentran en el valle de Moche (costa del Perú) y se remontan hasta el año 1500 a.C. (Moseley 1978). En México se encuentran vestigios de canales que se remontan a los años 850–150 a.c. en Tehuacán (MacNeish, 1958); y según reporta (Kirkby, 1973) al año 420 d.C. en Oaxaca. Igualmente Fowler (1969) y Haury (1976) mencionan la existencia de conducciones para agua de riego en Puebla (México) y en Snaketown (Arizona), construidas hace más de 2200 años.

En el Perú, existe el complejo de Lambayeque, el cual proporcionó agua de riego para 100 km² en la llanura costera, utilizando un sistema de canales interconectados con 5 cuencas de drenaje distintas.

Entre las principales construcciones se citan: acueductos, galerías filtrantes, reservorios, los cuales fueron muy utilizadas por los Mayas en la península de Yucatán.

Conservación de la humedad.

Las culturas precolombinas desarrollaron varias técnicas para modificar la superficie de los campos, diseñadas con el propósito de conservar la humedad de los suelos proporcionada por la lluvia y el agua de escorrentía.

Las principales construcciones se conocen en los Estados Unidos, en el Norte de México y en la Costa del Perú, los cuales se agruparon en surcos, riego manual, control de escorrentía, bordes lineales, huertas con bordes, piedras usadas para anclar arena, montículos entre otros.

En esta parte del trabajo se llega al análisis general de los diferentes estudios encontrados en materia de adopción e implementación de tecnologías para el manejo integral del Recurso Hídrico, teniendo en cuenta que desde el ámbito internacional se conocen amplios elementos desarrollados en torno a esta temática, siendo el principal punto de referencia ISRAEL.

En este territorio y sobre su economía se conoce las difíciles condiciones en las que se desarrolla la agricultura por la escasez del agua, la aridez de sus tierras y la fuerza laboral limitada, lo que hizo que se impusiera la búsqueda de soluciones revolucionarias a los problemas. Gracias a una intensa actividad de inversión directa por parte del Ministerio de Agricultura, los israelitas dedicados a esta actividad fueron los primeros en adoptar tecnologías e innovar en sistemas como: riego por goteo, control computarizado del riego, biotecnología agrícola, la solarización del suelo y la utilización sostenible difundida a escala mundial y han sido aplicados también a la producción de una gran variedad de producto de exportación que van

desde las semillas mejoradas y biopesticidas, hasta plásticos fotodegradables y sistemas computarizados de fertirrigación (irrigación combinada con fertilización) (Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia 2011).

A nivel nacional, el empresario Israelí Raviv Dror inició negociaciones con Colombia desde cero, considerando complicada la instalación en el campo comercial por la misma diferencia de culturas, siendo novedoso y exclusivo especialmente en manejo integral del recurso hídrico. Los argumentos del empresario se centraron en el hecho de ver diferencias entre las culturas y la forma de concebir las ideas en el ámbito gubernamental y en el sector privado para que aceptaran soluciones globales con una mínima invasión de obra civil. Con estas ideas se buscaba garantizar un uso adecuado del recurso hídrico en el territorio Colombiano.

La trayectoria de la empresa Israelí llamada “Aguas y soluciones” registra una marcada trayectoria en mercados internacionales como Venezuela, desarrollando en su interior proyectos de tecnología de riego y tratamiento de aguas. Recientemente incursionaron en Bolivia con expectativas amplias por los sistemas en tratamiento de aguas con medios filtrantes de última generación que detienen el ingreso de componentes como calcio o hierro.

En el área industrial, trabajan con una tecnología Israelí, llamada Agar que optimiza la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales reduciendo al máximo las cargas contaminantes.

En el Valle del Cauca ha generado la obligación de implementar tecnologías enfocadas a optimizar la distribución del mismo. Actualmente, los usuarios del agua soportan un problema marcado de insuficiente disponibilidad del recurso. Algunas causas son el aumento en la demanda debido a la expansión de las tierras cultivadas, el fuerte y prolongado verano influenciado por el fenómeno climático del pacífico que disminuye la oferta hídrica, el inadecuado mantenimiento de la red de riego y el pobre control operativo de la misma, entre otros.

Se realizó una propuesta técnica para optimizar la distribución del recurso hídrico en una red de distribución del río Tuluá, mediante la implementación de métodos de control de flujo concebida bajo criterios de sostenibilidad. El estudio comprende una revisión de bibliografía sobre el tópico, un diagnóstico de la distribución actual del agua y la propuesta de un método de control de flujo.

La experiencia muestra que la mayoría de los proyectos de desarrollo agrícola a gran escala no funcionan satisfactoriamente debido al inadecuado manejo del agua, entre otros factores. Las críticas se concentran en la distribución inequitativa del agua, en especial, una marcada escasez en la parte aguas abajo de los sistemas de riego (Quintero, Orozco & Urrutia 2005).

La conclusión a este estudio estuvo basada en un mecanismo de distribución que abarca un proceso global de planificación, manejo y conservación del recurso hídrico en el que se consideran factores incidentes como los ambientales, culturales, técnicos, jurídicos, sociales entre otros.

Enfoques tecnológicos de sistemas contemporáneos en la gestión Integral del Recurso

Hídrico.

Existe diversidad de conflictos en aprovechamiento de recursos hídricos que van desde aspectos económicos, sociales, políticos, técnicos y tecnológicos rodeando todo el proceso evolutivo del recurso hídrico. A continuación se describen dos importantes enfoques que tienen relación directa con el manejo del Recurso Hídrico y las implicaciones de la ingeniería en este aspecto:

Enfoque hidrosistémico.

Implica tener en cuenta la comprensión de algunos términos generales desde el enfoque sistémico para el término hidrosistema. Por esta razón es importante conocer el significado del mismo para implicarlo en el desarrollo y evolución de la tecnología del momento. La palabra hidrosistema se define como un conjunto de elementos interactivos que ejecutan actividades independientes. Un sistema se caracteriza por poseer una frontera que permite establecer si un elemento pertenece o no al sistema considerado, unas relaciones que definen las entradas y salidas al sistema y unas formas de interrelación entre los elementos, las entradas y las salidas del sistema se conectan externamente generando procesos de retroalimentación.

Hidrosistema.

Es un términopreciado por V.T. Chow el cual describe colectivamente las áreas técnicas de hidrología, hidráulica y recursos hídricos, incluyendo la aplicación de la economía, optimización, probabilidad, estadística y manejo; de igual forma se ha definido como un término usado para

referenciar a los tipos de proyectos tal como sistemas de almacenamiento y conducción de aguas, sistemas hídricos superficiales, sistemas de control de inundaciones, de drenaje urbano etc.

Es así como este enfoque le sirve a la ingeniería para incluirlo en un marco de sistema general que hable de recursos hídricos de naturaleza natural o artificial. Como ejemplo de estos se pueden citar los corredores fluviales, los medios costeros, los acuíferos, las lagunas, los estuarios, entre otros. En estos se incluyen aquellos que contienen componentes desarrollos y elementos artificiales como son las plantas de tratamiento, los distritos de riego, presas de embalse, conducciones, drenaje urbano etc. (Posada & Saldarriaga 2005).

Es de destacar y hacer salvedad que estrictamente no existen los hidrosistemas puramente naturales, toda vez que de alguna manera el hombre ha incidido en el funcionamiento de la naturaleza en su intento por su desarrollo y supervivencia.

En lo que respecta a los hidrosistemas se busca desarrollar tendencias de estudio del recurso. Actualmente existen dos paradigmas sobre los cuales se basa la sostenibilidad hídrica del planeta y es la ECOHIDROLOGÍA y la HIDROINFORMÁTICA. El primero reclama la función armónica de la ecología y la hidrología como única opción para garantizar la sostenibilidad hídrica. Requiere de herramientas apropiadas que permitan su adecuada promoción y aplicación. Mientras que la hidroinformática, surge de esta forma, como el segundo paradigma de información y comunicación en procura de aportar una condición necesaria en el marco de la sostenibilidad.

Enfoque ecohidrológico.

En Colombia este es un concepto y una forma de aplicación de trabajos de tipo ecohidrológico, dado que el recurso hídrico específicamente el agua dulce se ha convertido en un factor limitante importante, no solo como elemento para el desarrollo, sino también para la subsistencia de las comunidades. De igual manera a medida que crece la población, también aumentan los impactos sobre los ecosistemas de agua dulce. Por esta razón un nuevo paradigma se postuló sobre el año 1992 durante la Conferencia Internacional de Dublín sobre agua y medio ambiente: la Eco hidrología.

Enfoque hidroinformático.

Comprende el desarrollo y aplicación de modelos matemáticos y de herramientas de la tecnología de información avanzada en la hidráulica y en los problemas ambientales e hidrológicos de hidrosistemas naturales y artificiales.

Esta disciplina proporciona la base computacional a los sistemas de soporte y decisión indispensables para el desarrollo de actividades que empresas, agencias y universidades adelanten en relación con el aprovechamiento de los hidrosistemas.

Desde esta panorámica la informática es el estudio del flujo de información relacionada con el flujo del agua y con sus ambientes naturales y artificiales. Un importante rasgo de un sistema hidroinformático es que éste permite el uso de simulaciones numéricas que estén sujetas a restricciones expresadas en lenguajes naturales (incluyendo legislación, contratos, acuerdos).

Generalidades del contenido hídrico

Gestión del recurso hídrico.

La creciente demanda del recurso hídrico, así como la disminución del recurso como tal (aunque el equilibrio se mantiene gracias al ciclo hidrológico mostrado en la figura 4), la explotación de cuerpos de agua a tasas superiores a las de reposición natural, los problemas de contaminación y degradación de la calidad de las aguas, las dificultades de acceso al recurso para satisfacer necesidades básicas de un alto porcentaje de la población, son los principales problemas que se presentan en relación a este tipo de recursos y requieren con urgencia estrategias que permitan resolverlas.

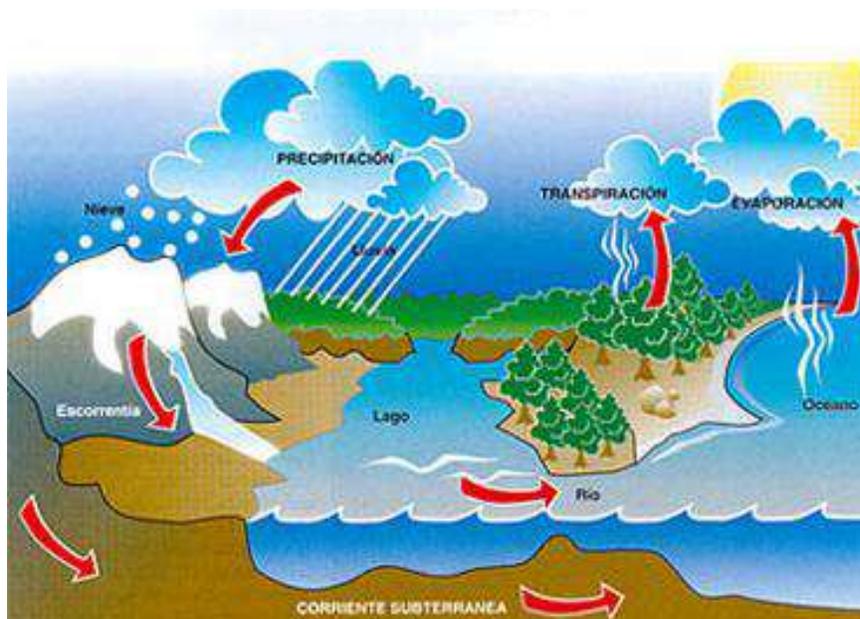


Figura 5. Ciclo del agua. Fuente: Citado en <http://munizasociados.blogspot.com/2007/05/el-recurso-hdrico-en-el-per.html>. Consultado en marzo 12 de 2015

Dentro de los derechos constitucionales más importantes relacionados en nuestra carta magna, el agua, su conservación y el medio ambiente se fijan con el fin de establecer la importancia para cubrir las necesidades básicas de consumo y saneamiento; no obstante, mundialmente cerca de

2600 millones de habitantes no tienen acceso a un saneamiento adecuado, con lo que el acceso al agua más que en un derecho, se ha convertido en un privilegio (figura 5).

“Según informes de la Natural Geographic , el agua y saneamiento han sido el eje central de diversas reuniones, foros y acuerdos internacionales; entre ellos se destacan los Foros Mundiales del Agua (El Primero de ellos ocurrió en 1997 en Marruecos; el segundo en Holanda en el año 2000 y el tercero en Japón, en 2003); El Consenso de Monterrey (donde los países asistentes confirmaron la necesidad de impulsar la adopción de marcos regulatorios adecuados) y la Cumbre de Johannesburgo (donde se lanzaron importantes iniciativas para promover los enfoques integrales en el manejo de los recursos hídricos y de sus cuencas) (Revista National Geographic Abril de 2001).

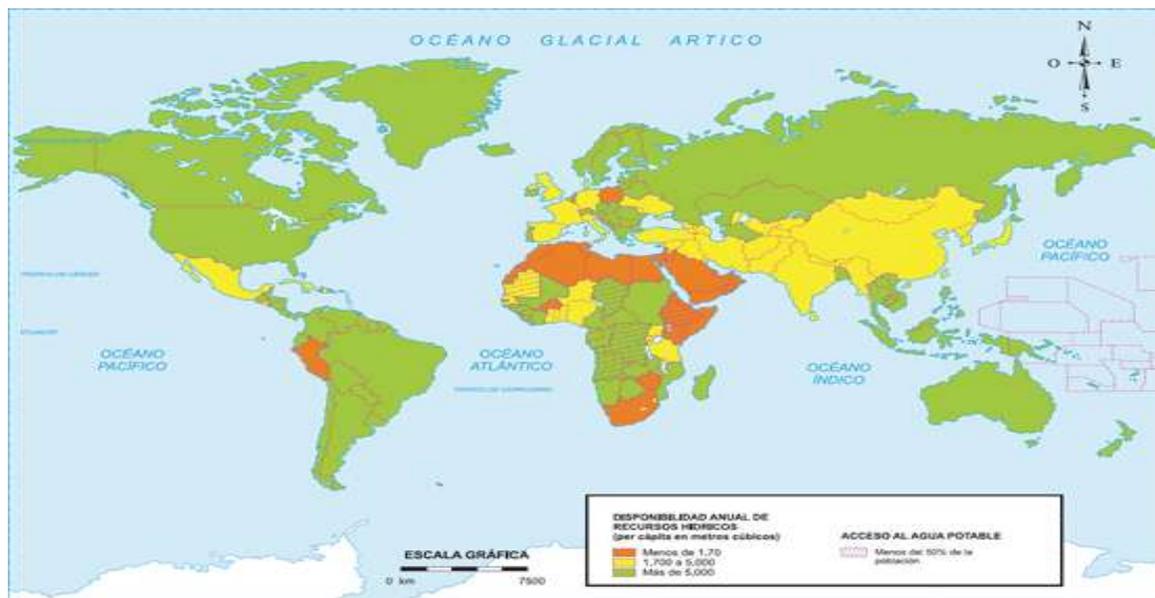


Figura 6. Distribución mundial del recurso Hídrico. Fuente: Revista National Geographic, abril de 2001.

Por esta razón, la gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) busca integrar el conocimiento de distintas disciplinas, investigaciones, normas, instituciones y usuarios, y cualquier tipo de investigación se hace necesaria y fundamental siempre y cuando se trate de la

conservación y preservación de ambientes para el recurso hídrico, teniendo en cuenta que el aprovechamiento de los mismos está basado en la participación conjunta de usuarios y planificadores a todos los niveles.

Ordenamiento territorial.

Analistas del medio ambiente como Guhl definen territorio como el producto histórico y social de la transformación sufrida por el espacio geográfico debido a los procesos antrópicos (manejo y ocupación, aprovechamiento de recursos, etc.).

El ordenamiento territorial (OT) se puede definir como un proceso técnico-político interdisciplinario que refleja la expresión espacial de las políticas económica, social, cultural y ecológica de la sociedad; procura también generar nuevos escenarios de desarrollo, uso y ocupación del territorio, con el fin de alcanzar un escenario objetivo, el cual ha sido previamente concertado con la comunidad. A pesar que en Europa este tema tiene ya varios años de desarrollo, en Latinoamérica es una experiencia relativamente nueva, y tiene su origen aproximadamente en 1989, cuando la región se interesó por adoptar una posición frente al problema ambiental y el desarrollo y presentarla en la conferencia de Rio en 1992 (Lugo, 2011).

En este proyecto se hace necesario tratar aspectos relacionados con el ordenamiento territorial, dado que allí se demarca el uso del recurso hídrico y se tiene en cuenta la localización de los mismos para no cometer errores de distribución urbana respecto a estos recursos.

Fue precisamente en el año de 1997 donde se reglamenta la Ley 388, con la que se establece el marco conceptual para la formulación y ejecución de planes de ordenamiento territorial (POT).

En esta ley menciona que el OT procura disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio, además de regular la ocupación y utilización del espacio, acorde con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en total armonía con el ambiente, tradiciones históricas y culturales. El POT es el instrumento mediante el cual los entes territoriales planifican los procesos de usos del territorio y su ocupación; para ello, estos deben ser integrales, participativos, democráticos y prospectivos; generando una propuesta sobre la distribución de actividades en el territorio, prestando mucho interés en las potencialidades y debilidades que esté presente.

Recurso hídrico en el Departamento del Huila.

El agua es un recurso natural insustituible sin el cual no es posible la vida, ni la actividad del hombre y por consiguiente, su presencia es fundamental para todos los seres vivos, además de que cumple una función vital en la transformación de los materiales inanimados.

Esta cubre una gran superficie del globo terráqueo y se diferencia de los otros recursos naturales por su extraordinaria capacidad de renovarse continuamente a causa del ciclo hidrológico.

Los recursos hídricos en Colombia pueden clasificarse en seis categorías así.

- a. Aguas lluvias
- b. Aguas superficiales
- c. Aguas subterráneas
- d. Aguas termo minerales

- e. Aguas marinas y oceánicas
- f. Aguas de nevados.

El departamento del Huila, localizado en la región sur del país, se encuentra formando parte de la cuenca del Río Magdalena, con una extensión de 257.000 km² y el caudal promedio anual de la principal arteria fluvial del país, el río Magdalena, medido a la altura de la ciudad de Neiva, en el puente Santander es de 482 m³/s, presentando su mayor caudal en el mes de julio con 701 m³/s y su menor caudal en enero con 325 m³/s. Esta Fuente hídrica ha permitido el desarrollo del Departamento, entre otras cosas gracias a la construcción del complejo hidroeléctrico de Betania con área de inundación de 7.400 has y capacidad de almacenamiento de 2000 millones de m³ permitiendo generar 510 Mw de energía eléctrica (Contraloría departamental del Huila 2012).

El sistema hidrográfico del Departamento del Huila, depende directamente del río Magdalena, el cual tiene su nacimiento en el sitio denominado laguna de la Magdalena, localizado en el Macizo Colombiano Páramo de las Papas (localizado entre los departamentos del Cauca y el Huila) a una altura de 3.685 msnm, ecosistema estratégico de importancia nacional e internacional. El cual recorre el departamento de sur a norte con importantes aportes hídricos a ríos y quebradas, otorgándoles un rendimiento hídrico de 27.14 L/s – Km².

El Río Magdalena desciende cerca de 3000 metros en solo 200 kilómetros, desde su nacimiento en el Páramo de las Papas hasta la ciudad de Neiva, puede producir cerca de 6 millones de kilovatios, el equivalente a la energía que producirían 12 centrales hidroeléctricas como la de Betania, o al 50% de la potencia instalada actualmente en el país (Revista Diario la Nación, (13 de junio de 2008). Por siglos permaneció este potencial inaprovechado, y solo a

mediados de la década del 80 del siglo pasado, fue posible desarrollar la Central Hidroeléctrica de Betania.

En la actualidad se está construyendo “La Central Hidroeléctrica el Quimbo”, el cual es un proyecto que se encuentra localizado al sur del departamento del Huila entre las cordilleras Central y Oriental, sobre la cuenca alta del río Magdalena, al sur del embalse de Betania, en jurisdicción de los municipios de Garzón, Gigante, El Agrado y Altamira.

El sitio de ubicación de la presa que generará el embalse del proyecto hidroeléctrico El Quimbo se encuentra dentro del cañón que formó el río Magdalena al filo rocoso de la Formación Gualanday Superior en el sitio de El Quimbo, 1300 m aguas arriba de la confluencia de los ríos Magdalena y Páez. El acceso se hace por la carretera que de Neiva conduce a Gigante y Garzón, 15 km al sur del municipio de Hobo se desprende la vía a la Plata, la cual atraviesa el río Magdalena en el Puente El Colegio, aproximadamente 35 km aguas arriba del sitio de presa de Betania.

La inundación de 8.500 hectáreas de terreno, 5.000 de ellas cultivadas y el resto altamente productivas, para la construcción del proyecto, no solamente significa que las familias campesinas que actualmente habitan allí, entrarán a formar parte de los millones de desplazados que hoy engrosan los cordones de miseria en todas las regiones de Colombia, sino la entrega de la soberanía nacional de manera incondicional por parte del gobierno del presidente Álvaro Uribe Vélez a las compañías multinacionales (Betancour & Valencia Febrero 25 de 2009).

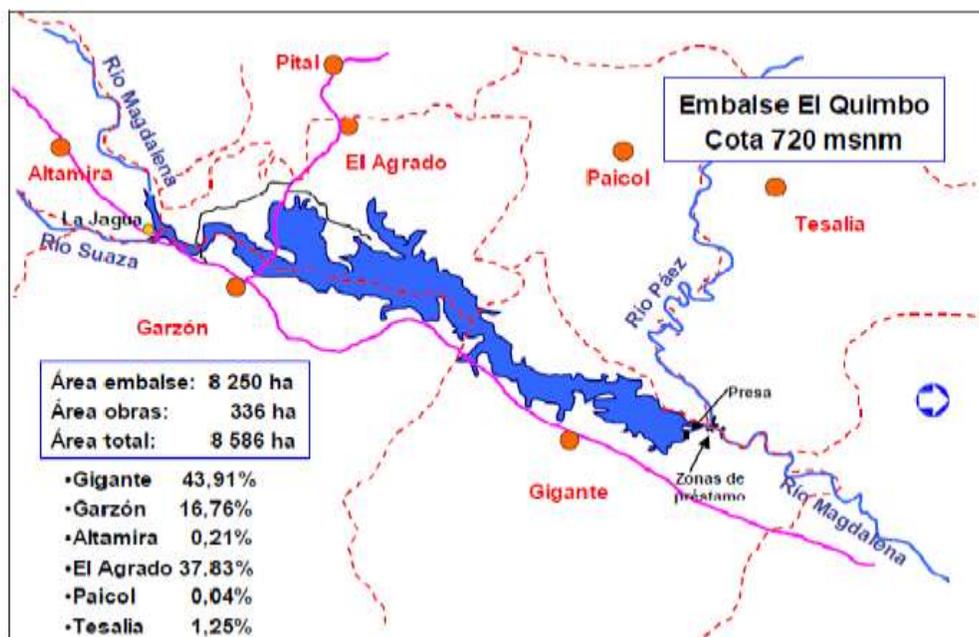


Figura 7. Mapa de localización del embalse el Quimbo.

Fuente: Estudio de impacto ambiental realizado por la empresa INGETEC S.A

Las principales características de este embalse son las siguientes: el potencial nominal es de 400 MW, energía base en fctc 1750 GWh/año, la inversión es de US \$690 millones. El proyecto será un aprovechamiento a pie de presa con capacidad instalada de 400 MW, con la cual se estima que se puede lograr una generación media de energía de 2.216 GWh/año, con un embalse que tendrá un volumen útil de 1824 hm³ y un área inundada de 8.250 ha.

De la misma forma se analiza actualmente la conveniencia para la región de la construcción de 3 represas más, al sur del departamento del Huila, específicamente sobre la parte que comúnmente se conoce como Pericongo y otras dos sobre las regiones en los municipios de San José y Pitalito.

El deterioro de las cuencas hidrográficas, la disminución de caudales de las fuentes hídricas, los procesos de sedimentación y lagos, son procesos estrechamente relacionados con la erosión

de las tierras en las Cordilleras al igual que con cambios introducidos por el hombre (antropogénico) como la colonización, la urbanización del sector rural entre otros.

El departamento cuenta con un sin número de fuentes hídricas, que riegan el extenso territorio huilense, siendo algunas de ellas compartidas por varios municipios, facilitando de esta manera la toma de medidas conjuntas tendientes a manejar adecuada e integralmente las cuencas abastecedoras a fin de contrarrestar los problemas de escorrentía superficial que conllevan a procesos de erosión laminar, formación de surcos y cárcavas, facilitados por la permanente deforestación en las áreas de vocación forestal, en especial las áreas consideradas forestales, protectoras y la contaminación hídrica por aporte de sedimentos. Este deterioro conlleva a la necesidad de efectuar programas eficaces de reforestación que equilibren el déficit y así recuperar parte de la biodiversidad y recurso hídricos afectados.

Dentro de las acciones adelantadas por los Administradores municipales se tienen la adquisición de predios en zonas de nacimiento de fuentes hídricas y la creación de reservas forestales municipales y de la sociedad civil, así como algunas acciones de reforestación y revegetalización tendientes a la recuperación de fuentes hídricas para garantizar la oferta del preciado líquido en cantidad y calidad.

Recursos hídricos en el municipio de Neiva.

Aunque se conocen los cursos de agua superficial que tiene el municipio de Neiva, no se dispone de registros suficientes que permitan establecer un inventario de fuentes hídricas, que incluyan parámetros de calidad, disponibilidad y conservación del recurso.

No puede omitirse el hecho de que los ríos no actúan como agentes aislados, sino que ellos están organizados en cuencas cuyas áreas drenan a una misma corriente de agua y por lo general encierran a una región particular.

Neiva es una de las regiones con mayor riqueza en recurso hídrico al punto de abastecer a los usuarios con dos bocatomas: La Bocatoma El Tomo y la del Guayabo, teniendo en cuenta que hacia el año 2000, se hizo insuficiente la distribución del preciado líquido.

Los ríos del municipio de Neiva, son torrenciales, por lo que el modelado es de tipo torrencial, lo que se observa por la presencia de grandes rocas embebidas en cantos y fragmentos de menor tamaño, acordes con la rigurosidad del clima en épocas pasadas.

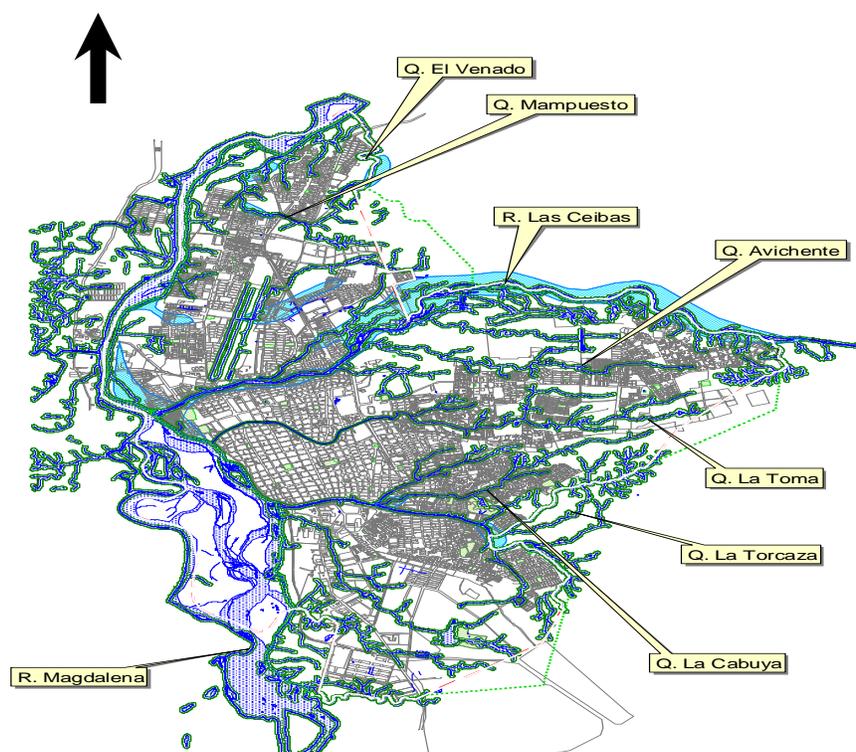


Figura 8. Hidrografía de la ciudad de Neiva. Fuente: Diagnóstico de las fuentes, 2010.

Ríos las Ceibas.

La casi totalidad del caso urbano del municipio de Neiva, se encuentra inmerso en la cuenca del Río las Ceibas, la que surte al acueducto municipal de Neiva por intermedio de dos bocatomas o sitios de captación (El guayabo y las Palmas), que dan origen a los dos sistemas de distribución con que cuentan los aproximadamente 403.286 usuarios (Procuraduría para el medio ambiente del Huila, (2011).

El río las Ceibas nace en la vereda de Santa Rosalía a 2600 metros de altitud sobre el nivel del mar, y desemboca en el río Magdalena, con un recorrido de 55 kilómetros; constituye la principal fuente hídrica con que cuenta el municipio de Neiva y además de abastecer el acueducto municipal, provee agua para riego de cultivos de arroz, cacao, frutas, pastos y para la actividad piscícola.

Sobre el río Las Ceibas se han realizado una gran cantidad de estudios y de proyectos, tendientes a la protección, conservación y recuperación del río y su cuenca, inversiones realizadas desde el año 1983. A la fecha se han aportado recursos por más de \$3.479.109.829, la zona de la cuenca las ceibas es por más 15.400 hectáreas aptas, las cuales la Alcaldía de Neiva ha adquirido más 8.050 hectáreas que son los predios Providencia 1 y Providencia 2, cerca 100 hectáreas para reforestación, evitando con estos procesos derrumbes de tierra. Pero a pesar de ello, la cuenca sigue presentando un grado de deterioro progresivo.

La cuenca del Río las Ceibas se encuentra conformada por 4 micro cuencas (Ver figura 2) que son: La Plata, Motilón, San Bartolo y El Mico, que a su vez constituyen las áreas de captación

hídrica de la zona alta, media y baja ubicadas en su totalidad en el corregimiento del Río de las Ceibas. Entre los principales afluentes del Río las Ceibas se tienen las quebradas: La Plata, principal afluente del río en la zona alta, La Negra, Motilón, El Siervo, Yarumal, El Cedral, Santa Elena, Balsillitas, Madroñal, El Guadual, San Bartolo, San Bartolito y El Mico.

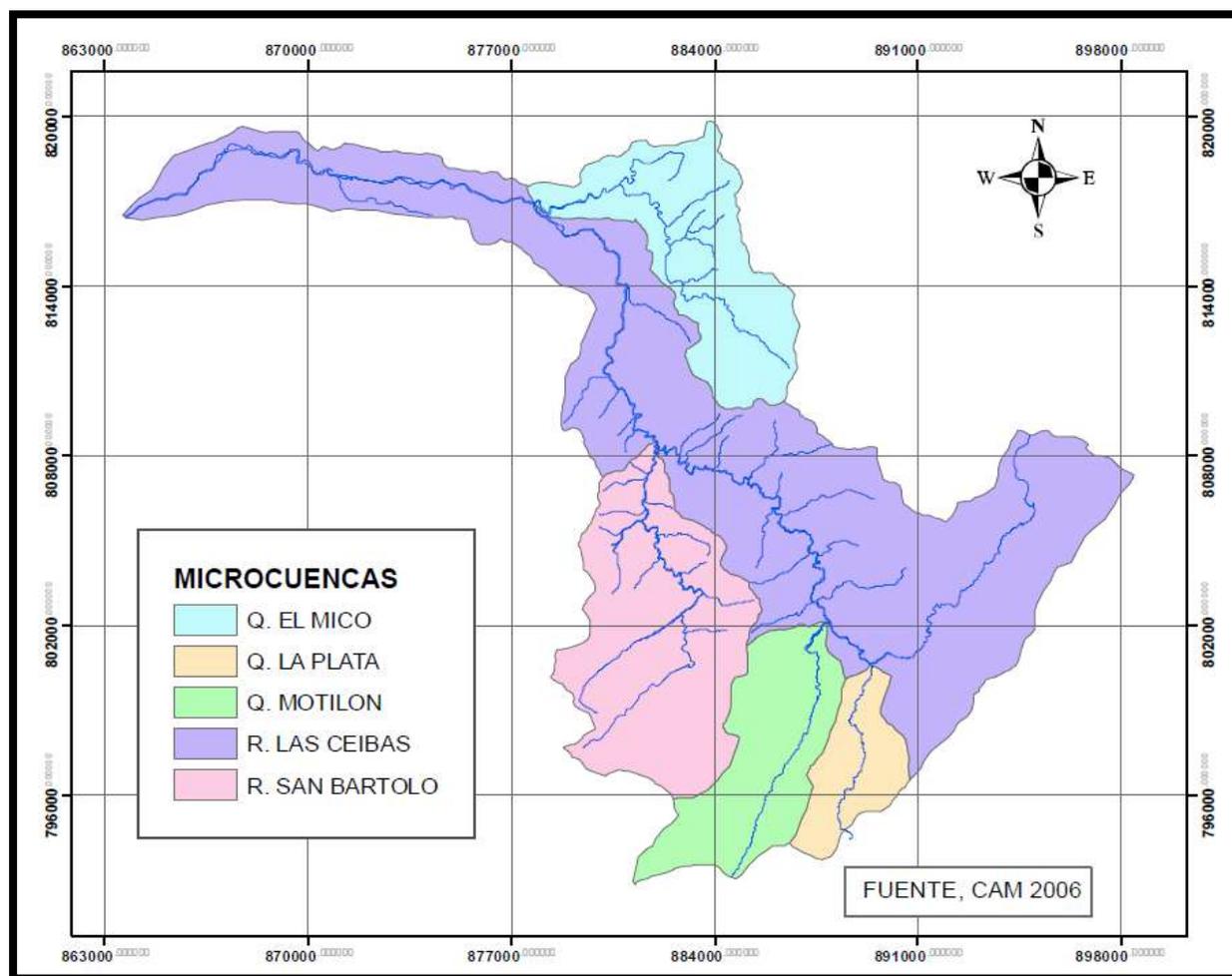


Figura 9. Micro Cuencas Hidrográficas del Río las Ceibas. Fuente: POMCH Río las Ceibas de Neiva Plan de Ordenamiento y Manejo – Cuenca Hidrográfica del Río las Ceibas, 2009

La tabla 2 que se muestra a continuación hace una breve descripción de la Georeferenciación de puntos que son materia de estudio por presentar altos niveles de contaminación con el nivel de radicación habitacional que se encuentra sobre la ribera de este río.

Tabla 2
Georeferenciación de la Cuenca Baja del Río las Ceibas

COMUNA	BARRIO / CARACTERISTICA	ALT (m.s.n.m)	COORDENADA	
			N	W
10	Las Palmas (Parte baja)	502	02°57'16"	75°15'01.4"
3	Cámbulos (Puente Batallón)	456	02°56'36.5"	75°17'03.1"
3	Sevilla (Puente Cra. 5)	447	02°56'27.1"	75°17'37.8"
1	Rodrigo Lara (Desembocadura)	440	02°56'10.4"	75°18'08.3"

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial. 2009

Descripción de la cuenca del Río las Ceibas.

La delimitación del área de influencia, tiene como base la cartografía publicada por el IGAC, de escala 1:25000 y adoptando como criterio de delimitación, las divisorias de agua. Se tiene determinado que la cuenca tiene un área de 28.165 Has, comprendida dentro del municipio de Neiva y que 901 Has, (3.2% del total de la cuenca) están ocupadas por el casco urbano del mismo (Contraloría municipal de Neiva, 2012).

Aspecto físico.

La cuenca hace parte del municipio de Neiva y contiene parcialmente la zona urbana de éste. La delimitan dos accidentes geográficos muy definidos como son: Al oriente, la divisoria de

aguas de la cordillera oriental y por el Occidente la margen derecha del Río Magdalena. Por el sur, la divisoria de aguas del río del oro (en el área rural) y la quebrada la Toma (en la zona urbana). Por el norte, las divisorias de aguas del río Fortalecillas y la quebrada el Venado. En términos de coordenadas, geográficamente la cuenca se sitúa entre las latitudes norte ($2^{\circ} 41' 47''$ – $2^{\circ} 58' 02''$) y entre las longitudes oeste ($74^{\circ} 59' 48''$ – $75^{\circ} 18' 29''$). En coordenadas planas se ubica entre los valores Y 792.000 – 820.000 y X 895.000 – 865.000. Altimétricamente, la cuenca se encuentra entre las cotas, 430 (desembocadura en la margen derecha del Río Magdalena) y 2600 (divisoria de aguas de la cordillera oriental). La extensión de la cuenca es de 28.165 Has, representando el 18.3% del área del municipio de Neiva y el 1.4% de la superficie del departamento del Huila. El 3.2% (901 Ha) del área de la cuenca hace parte de la zona urbana de Neiva.

Geología.

La geología de la cuenca del Río Las Ceibas presenta gran variedad de rocas que se han formado en diferentes eras, van desde aquellas de la era actual o cenozoico, hasta la más antigua que afloraron en el precámbrico, hace más de 570 millones de años.

La parte alta de la cuenca está conformada por rocas de alto grado de metamorfismo, formadas en la era precámbrica especialmente sobre Cerro Neiva y sus alrededores, condición esta que acelera procesos erosivos debido a que son rocas fácilmente estructurables. Así mismo, existen formaciones de la era mesozoica, caracterizadas por ser formaciones volcánicas que en su meteorización generan suelos con estructuras poco desarrolladas que los hacen susceptibles a la erosión.

La parte media de la cuenca está conformada especialmente por formaciones sedimentarias del paleozoico y del mesozoico. En la parte baja se encuentran formaciones sedimentarias conformadas por depósitos aluviales y coluviales compuestos por bloques, cantos rodados, gravas, arenas y arcillas, pertenecientes a la era cenozoica. Esta situación hace que los suelos sean perfectamente permeables lo cual exige riego para el establecimiento de cultivos semestrales como arroz, sorgo, entre otros.

Geomorfología.

La cuenca del río las ceibas presenta una parte plana y una montañosa que corresponde al valle aluvial y al paisaje de montaña respectivamente. En el paisaje del valle aluvial, la topografía es plana a levemente ondulada, abarca una superficie del 23% del total de la cuenca y se localiza en la zona baja de la misma, presenta suelos residuales de fertilidad moderada con buen drenaje y escasa profundidad efectiva; los procesos de erosión en esta zona se encuentran más o menos estabilizados.

Suelos.

Los suelos de la cuenca del río Las Ceibas se caracterizan por ser poco fértiles y susceptibles a los procesos erosivos, estos debido a su origen geológico; aspectos estos que surcados al carácter escarpado de la topografía en la zona de colinas y cordilleras, amerita la implementación de programas de manejo integral de suelos que incluya el uso de cobertura vegetal, labores de cultivos y prácticas de control que permitan contrarrestar el proceso erosivo.

Río del Oro.

El Río del Oro nace en la parte media de la cordillera oriental con una elevación de 1000 msnm, filo de la Buitrera, parte media del Cerro Neiva y drena una ladera de baja pendiente en su parte media y baja, en su parte alta presenta una pendiente pronunciada y la longitud de la corriente es media y baja, en su parte alta presenta una pendiente pronunciada y la longitud de la corriente es de 17.00 km, hasta la desembocadura sobre el Río Magdalena, al cual entrega sus aguas con una cota aproximada de 427 msnm, en la parte sur de la ciudad de Neiva; el área de drenaje es de 48.92 km² hasta el sitio donde comienza su estudio (4.5 kms aguas arriba de su desembocadura al río Magdalena, cota aproximada 450 msnm), siendo su sentido este – oeste; sobre su curso drenan varias quebradas de corta longitud y bajo caudal además de las aguas lluvias que precipitan sobre una parte de la ciudad de Neiva (Cerón, Gómez & Mosquera 2011).

Orografía.

La cordillera Oriental forma una barrera gigante entre las regiones planas de la Orinoquía y Amazonía por una parte, y la región Andina de relieve y alta notable, dando oportunidad esta última a una serie especial de fenómenos de gran influencia climática. Es una cordillera relativamente joven, de origen sedimentario, su recorrido de 487 km a lo largo del departamento del Huila no representa mucha importancia debido a que en este sector es angosto y baja, únicamente en sus dos extremos presenta volumen y altura apreciables.

La cuenca del Río del oro está ubicada en una zona del periodo terciario del Magdalena, la cual se extiende en una faja estrecha y alargadamente en sentido norte – sur que cubre las dos márgenes del río Magdalena, con terrazas fluviales cuatamarias, alterados en su mayor parte por

la labor erosiva del río del Oro, que ha hecho desaparecer parte de los sedimentos de esta formación.

Suelos y uso.

Los suelos de las cuencas de la red hidrológica del Río del Oro y del valle del Magdalena en el sector, están integrados por dos tipos principalmente: abanicos y zonas coluvio – aluviales.

Abanicos.

Comprende abanicos antiguos, abanicos – terrazas y coluvios. Los abanicos antiguos se presentan principalmente en las vecindades del municipio de Neiva, el terreno presenta relieve ligeramente llano ha quebrado con pendientes de 0 – 3% hasta de 12 – 25% La textura de los suelos es diversa, los hay de textura gruesa, media y moderadamente fina, mezclada con gravilla.

Las zonas Coluvio – aluviales.

Los suelos de coluvio – aluvial, formados por depósitos heterogéneos provenientes de las zonas adyacentes altas. El relieve varía de ligeramente plano a inclinado con pendientes de 1%, 3% o 7%. Los suelos son de textura moderada fina y fina con presencia de gravilla. El perfil de estos suelos contiene horizontes muy granillosos formados por un proceso de escurrimiento difuso. Algunos presentan concreciones calcáreas. Los colores varían de acuerdo con la clase de acumulación del escurrimiento. El drenaje natural es imperfectamente drenado a moderadamente bien drenado.

Los valles y vegas presentan gran variabilidad en sus características, existen texturas gruesas, medias, moderadamente fina, de colores grisáceos o pardos oscuro. El drenaje es imperfecto a bueno. Se localizan a lo largo del Río Magdalena, de sus afluentes y de las quebradas y caños que drenan el Valle.

Los suelos aluviales de los afluentes se encuentran en las márgenes de los desagües naturales, que desembocan en el Magdalena, así como también en algunas zonas bajas que posiblemente sirvieron de lecho a cauces antiguos.

Son suelos profundos, que generalmente se hacen más livianos a medida que aumenta la profundidad, aunque en muchos casos se encuentran horizontes alternados con diferentes texturas, por su posición baja y por el desbordamiento de aguas en tiempo de lluvias se inunda.

Predomina el relieve plano con pendientes de 0 a 1%, aunque se encuentran pequeñas ondulaciones con pendientes mayores del 3%.

Cobertura vegetal.

La cobertura vegetal de la cuenca del Rio del Oro se enmarca dentro del bosque seco tropical, esta formación está caracterizada por terrenos planos a ondulados en casi toda su extensión, los bosques han sido destruidos por la acción del hombre para ser dedicados a los cultivos.

En la zona de la cuenta del Río del oro y las riberas del río Magdalena, la formación bosque seco tropical ha sido dedicada a la ganadería en su totalidad y a la agricultura intensiva.

A orillas de los ríos y quebradas que circundan la región se puede observar una vegetación arbórea bajo la forma del bosque de corredor o de pequeños grupos en medio de potreros y rastrojo. La vegetación natural de esta zona ha sido destruida en gran parte y los terrenos se ven degradados por las quemas y la explotación incontrolada de árboles, transformándose algunos lugares en regiones completamente improductivas y que presentan indicios de erosión severa.

Hidrología y usos del agua del Río del Oro (Procuraduría para el medio ambiente del departamento del Huila 2013).

La cuenca del río del Oro hidrográficamente presenta los siguientes afluentes:

Parte alta.

En su parte alta está conformado por las corrientes de las quebradas la Guayacana, el Sapo, el Algarrobo y la quebrada El Tigre que drenan al río del Oro por su margen derecha aguas arriba de la cota 450 msnm.

Margen derecha.

Por su margen derecha se encuentran las quebradas la Florentina, la Caimana, la Torcaza, La cabuya y otras de menor desarrollo e importancia, las cuales drenan aguas debajo de la cota 450 msnm.

Margen izquierda.

Por su margen izquierda aguas arriba de la cota 450 m.s.n.m drena con mayor aporte de caudal al Río del Oro, las quebradas el Páez, El Potrero y el Madrono y aguas debajo de esta cota drenan otras quebradas de poco desarrollo y magnitud.

En su parte alta el Río del oro presenta una caída total hasta la cota 450 msnm, de 550 m en una longitud de 12.5 km, lo cual representa una pendiente de 4.40%, mientras que en su parte baja solo cae aproximadamente 23 metros en 4.5 km, lo cual representa una pendiente de 0.51%. La morfometría de la cuenca del Río del Oro y sus afluentes principales se presenta a continuación:

Tabla 3

Morfometría de las cuencas que drenan al río del oro desde la cota 450 hacia abajo

Corriente	Área (km²)	Longitud (KM)	Longitud al centroide	Pendiente M/km	Caída total (mts)
Río del oro	48.92	12.50	10.73	4.4	550
Quebrada la Florentina	4.73	5.20	3.08	4.57	127.73
Quebrada Caimana	1.96	3.60	1.82	5.64	103.60
La Torcaza	5.16	5.90	3.70	3.44	134.90
La Cabuya	1.69	3.50	1.96	4.86	73.46

Fuente: Informe de gestión del medio ambiente. 2012 pág. 20. Contraloría municipal de Neiva.

La cuenca hidrográfica del Río del Oro no presenta una regulación de sus caudales; puesto que la mayor parte del año se mantiene con caudales bajos sostenidos por el flujo base; las crecientes máximas son originadas por intensos aguaceros de corta duración, presentándose una variabilidad muy alta entre los caudales extremos.

A pesar de que la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas localizada inmediatamente al norte de la del río del Oro, posee un área del orden de cuatro veces la del Río del Oro, hasta la estación hidrométrica. El Guayabo, donde se posee un buen registro de caudales máximos, el río del Oro origina crecientes de mayor magnitud.

Otras corrientes de agua.

Las quebradas hacen parte del grupo de corrientes hídricas en el municipio de Neiva, por lo que para el presente estudio se destacan las siguientes:

Quebrada la Toma.

Nace en el Llano del Curíbano y según la Agenda Ambiental, considera su nacimiento en la carrera 52, entre el barrio las Palmas, Víctor Félix y la vía que lleva a San Antonio, en la parte alta de la ciudad de Neiva, como resultado de la acción de las aguas subterráneas captadas en la parte alta de la cordillera oriental y desemboca en la margen derecha del río Magdalena, tras un recorrido aproximado de 8 kilómetros, atravesando de oriente a occidente, la parte norte de la ciudad de Neiva (Corporación Autónoma regional del alto Magdalena, 2010).

En la agenda ambiental, se afirma que de su represa original salen 4 litros por segundo, caudal que se aumenta durante su recorrido al recibir aportes de la Quebrada el Curíbano, con 3.0 l/s y de los nacimientos acuíferos que se presentan en las terrazas de su cuenca hidrográfica. Su caudal se alimenta preferencialmente de los derrames y sobrantes de los tanques de almacenamiento del acueducto municipal, que viene a ella sus fluidos cuando requieren de tratamiento. El agua superficial que se nota en la parte canalizada, a lo largo de la Avenida La Toma y que supera los 20 l/s, proviene del río Las Ceibas y de aliviaderos de aguas negras, que afectan su parte superior. Este cuerpo de agua es básicamente un colector de aguas provenientes de vertimientos directos y de residuos líquidos y sólidos altamente contaminados, siendo un afluente septicida para el Río Magdalena.

Actualmente se ha construido, a menos de 50 metros de la laguna donde nace la quebrada, el condominio Caminos de Oriente, que ha cortado los escurrimientos superficiales que, en buena parte, alimentaban a la laguna, lo que está incidiendo negativamente en el volumen normal de

represamiento y en el caudal de la quebrada. De continuar con las prácticas de construir indiscriminadamente y en la de otorgar licencias ambientales sin estudios serios, se corre el riesgo de llevar a la extinción, no solamente a la corriente en mención sino a todo el ecosistema de humedales del llano del Curíbaro.

Quebrada la Jabonera.

Ubicada en la parte oriental del municipio de Neiva, nace en las estribaciones de la cordillera oriental a 613 metros de altitud y entrega sus aguas a una altura de 494 sobre la margen izquierda del Río Las Ceibas en el sector de Las Palmas, dentro del área de influencia de la zona petrolera correspondiente a Campo Tello.

La Jabonera ha sido convertida en colector de residuos sólidos y de aguas residuales negras y grises procedentes de las actividades domésticas de los habitantes del barrio las Palmas, y receptora de fungicidas, abonos, herbicidas e insecticidas utilizados en el cultivo del arroz, por lo que presenta un alto grado de contaminación. Actualmente, el agua que lleva la corriente, es utilizada para uso pecuario, agrícola, piscícola y para lavado de ropas.

Quebrada el Motilón.

Nace en la parte alta de la cordillera oriental, a 2500 metros de altitud sobre el nivel del mar, más concretamente en el ecosistema de la Siberia. De acuerdo con la información de la estación el Motilón, esta corriente presenta un caudal medio de $0.870 \text{ m}^3/\text{s}$ presentando dos periodos de aguas altas entre los meses de marzo, abril y mayo el primero y entre octubre, noviembre y diciembre el segundo y dos periodos de aguas bajas entre enero, febrero y la primera quincena de marzo, el primero y entre la segunda quincena de junio, julio, agosto y septiembre el segundo.

Este comportamiento, que concuerda con el paso del sol por los equinoccios, se refleja en los regímenes de caudales máximos y mínimos con un valor maximorum de $5.04 \text{ m}^3/\text{s}$, representado en marzo y un mínimorum de $0.37 \text{ m}^3/\text{s}$ (Salamanca, 2013).

A finales de septiembre. Registra una carga de sedimentos de $6.612 \text{ m}^3/\text{año}$, siendo la segunda corriente, en importancia, que más sedimentos aporta al Río las Ceibas y que está en relación directa con la cada vez, más escasa cobertura vegetal protectora.

Quebrada san Bartolo.

Tiene su nacimiento en el ecosistema de la Siberia, a una altitud de 2500 metros sobre el nivel del mar y de acuerdo con los registros hidrométricos, de la estación La Palma, tiene un caudal medio de $1.43 \text{ m}^3/\text{s}$, con un régimen bimodal, presentando los valores más altos en los meses de marzo, abril mayo y la primera quincena de junio y entre los meses de octubre, noviembre y diciembre y valores bajos en los meses de enero, febrero y la primera quincena de marzo y entre la segunda quincena de junio, julio, agosto y septiembre. El valor máximo maximorum de $6.40 \text{ m}^3/\text{s}$ se presentó en marzo y el mínimo mínimorum de $0.69 \text{ m}^3/\text{s}$ a finales de septiembre, con una carga de sedimentos de $10.817 \text{ m}^3/\text{año}$.

Quebrada los Micos.

Nace en el ecosistema El Mico a una altitud de 1500 metros y según los registros hidrométricos, de la estación Hato Bermejo, presenta un caudal medio de $0.33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Por pertenecer a la misma cuenca del río Las Ceibas, como las dos corrientes anteriores, presenta dos periodos de aguas altas y dos de aguas bajas, en los mismos meses ya señalados.

Los regímenes de caudales extremos concuerdan con los periodos de altas y bajas, siendo el máximo maximorum de 3.93 m³/s Registrado en noviembre y el mínimo mínimorum de 0.08 m³/s en julio.

Contaminación Hídrica.

La contaminación de fuentes hídricas es denominada como todo material orgánico o energía extraña en el ecosistema, donde su evacuación o liberación puede causar daños a la biota. Existen contaminantes de fuentes netamente acuáticas, provenientes del suelo y muchas otras de fuente aérea como los insecticidas con los que se fumigan los cultivos apostados sobre la ladera de los ríos (Sánchez, 1995).

El deterioro de las cuencas hidrográficas, la disminución de caudales de las fuentes hídricas, los procesos de sedimentación y lagos, son procesos estrechamente relacionados con la erosión de las tierras en la Cordillera al igual que con cambios introducidos por el hombre (antropogénico) como la colonización, la urbanización del sector rural.

El departamento cuenta con un sin número de fuentes hídricas, que riegan el extenso territorio huilense, siendo algunas de ellas compartidas por varios municipios, facilitando de esta manera la toma de medidas conjuntas tendientes a manejar adecuada e integralmente las cuencas abastecedoras a fin de contrarrestar los problemas de escorrentía superficial que conllevan a procesos de erosión laminar, formación de surcos y cárcavas, facilitados por la permanente deforestación en las áreas de vocación forestal, en especial las áreas consideradas forestales protectoras y la contaminación hídrica por aporte de sedimentos.

Este deterioro lleva a concluir la necesidad de efectuar programas eficaces como alternativas de solución que equilibren el déficit y así recuperar parte de la biodiversidad y recurso hídricos afectados. Dentro de las acciones adelantadas por los Administradores municipales se tienen la adquisición de predios en zonas de nacimiento de fuentes hídricas y la creación de reservas forestales municipales y de la sociedad civil de la ciudad de Neiva, de igual forma las instituciones educativas en el nivel superior desarrollan investigaciones que generan acciones de bioremediación (Herramientas de gestión de pasivos ambientales, aplicación de criterios de riegos ambientales entre otros), tendientes a la recuperación de fuentes hídricas para garantizar la oferta del preciado líquido en cantidad y calidad.

La introducción de diferentes agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen, en este caso, a un medio acuático, los cuales conllevan a una modificación no deseable de la composición natural a este medio, se considera contaminación (Peña, 2005).

De la misma forma, el uso de agrotóxicos y fertilizantes, es otra fuente importante y de gran magnitud para la contaminación de ecosistemas acuáticos. En el casco urbano, las aguas residuales contienen gran cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, aceites, grasas y sedimentos que se encuentran en las calles, que al final todas estas aguas desembocaran en el río más cercano, contaminándolo a gran escala si éste no posee proceso de autodepuración.

Otro factor que afecta el equilibrio natural es la concentración de la población y el resultado del desarrollo de las actividades humanas asociadas a esta densidad, dando origen a la

contaminación antrópica, con base en esto es importante mencionar que existen cuatro focos principales de este tipo de contaminación como la industria, las descargas urbanas, la agricultura y la ganadería.

Toda industria requiere para su funcionamiento de grandes cantidades de agua, la cual, luego de ser usada para llevar a cabo los procesos productivos, es contaminada y luego contamina el medio en que es vertida, además uno de los tipos de contaminación que produce mayor impacto es el de origen industrial, por la gran variedad de materiales y fuentes de energía que puede aportar al agua, como la materia orgánica, el incremento de pH, temperatura, radioactividad, aceites, grasas, entre otras. Entre las industrias más contaminantes se encuentran las petroquímicas, las lácteas, las agroalimentarias, las energéticas (como las térmicas, nucleares e hídricas), papeleras, siderúrgicas, alimenticias, textiles y mineras, de las cuales en la ciudad de Neiva se encuentran industrias como las cerveceras, petroquímica, lácteas, agroalimenticias entre otras (OPS/CEPIS, 2005).

En los últimos 50 años, la población urbana en América latina pasó de 150 millones de habitantes a 360 millones a finales del siglo XX. El cambio de pensamiento de la población rural, que ha ido migrando cada vez más a las ciudades ha implicado un aumento de la presión de los recursos de agua y suelo; de tal manera que se han visto minimizados los esfuerzos de los gobiernos por lograr un crecimiento demográfico planificado, obligando a atender como primera medida solo los servicios de agua potable y alcantarillado y dejando en un segundo plano el tratamiento de las aguas residuales como ocurre en el municipio de Neiva-Huila, en donde aún no se ha implementado la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR para tratar las aguas

residuales antes de ser vertidas al río Magdalena, así como la disposición de residuos sólidos. Las actividades domésticas producen principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias como los restos de emisiones de los automóviles donde incluyen hidrocarburos, plomo, otros metales, sales y ácidos, entre otros.

El agua de los lagos, ríos y mares contiene pequeñas concentraciones naturales de metales pesados que son necesarios para el desarrollo de los organismos vivos y no resultan perjudiciales para el ecosistema, pero el problema surge cuando un aumento de la concentración natural de estos elementos, los convierten en sustancias tóxicas para los organismos y su acumulación en la cadena trófica puede volverlos también tóxicos para el hombre.

Materia Orgánica y Contaminación Orgánica.

La materia orgánica de los suelos es el resultado de actividades metabólicas tanto de animales y microorganismos, lo cual corresponde a la descomposición química; de la misma forma de residuos de plantas o la degradación de cualquiera de estos tras su muerte.

La contaminación es todo cuerpo extraño que afecta un ecosistema de forma negativa y cuando se refiere a contaminación orgánica, es todo material orgánico que ingresa a un ecosistema en contra de sus actividades naturales, afectando directamente a toda la biota que lo conforma (Reina, 2014).

Niveles Tróficos (Auto contaminación).

El contenido de sustancias nutricias (suplementos nutricionales) de un agua caracteriza su nivel trófico: las aguas ricas en sustancias nutricias reciben el nombre de eutróficas y aquellas que son pobres el de oligotróficas.

Existen niveles tróficos del agua cuyas características se enseñan a continuación:

Tabla 4
Niveles Tróficos.

NIVELES TRÓFICOS	CARACTERÍSTICAS
Oligotrófico	Agua clara, pobre en nutrientes; saturada con más de un 70% de O ₂ incluso en las zonas profundas.
Mesotrófico	Nutrientes y producción planctónica moderados. En las zonas profundas 100-30% de O ₂ . Agua rica en nutrientes, “productiva”: intenso desarrollo de algas microscópicas y de zooplanton. Profundidad de visión por lo general inferior a 2 metros.
Eutrófico	Agua superficial a veces sobresaturada de oxígeno, aguas profundas con carencia periódica de oxígeno.
Politrófico	Nutrientes siempre presentes y en gran cantidad. Aguas en putrefacción de todo tipo. Aguas profundas carentes periódicamente de oxígeno, formación de ácido sulfhídrico.

Fuente: Contraloría Municipal de Neiva. Informe del medio ambiente. “Análisis niveles tróficos fuentes hídricas” 2016

Aspectos conceptuales

Diversos son los términos que bordean el desarrollo en la investigación del recurso hídrico, teniendo como base la importancia de éste en la vida de los hombres, por esta razón y pese a ser uno de los elementos con alto valor, las personas se vuelven inconscientes en el desarrollo de la actividad diaria (Perez, 1982).

Agua.

Es una sustancia física con la que todas las personas están familiarizadas. El elemento químico es H₂O y es considerado de vital importancia en la vida de los hombres (Roberts, 2003).

Anaerobio.

Proceso de degradación que se realiza en condiciones de baja presencia de oxígeno o ausencia total (Franco, 2010).

Acuíferos.

Se dice de aquellos depósitos en los que se encuentra agua.

Biodegradable.

Sustancia susceptible de sufrir procesos de descomposición y mineralización que permitan la recuperación de sus componentes para el ciclo biológico (Ministerio del medio ambiente de Colombia, 2013).

Cuenca Hidrográfica.

Espacio geográfico que alimenta un curso de agua y que es drenado por éste (Uribe, 2002).

Efluente.

Corriente que drena un área determinada y que tributa sus aguas a una corriente principal (Contraloría general de la república de Colombia, 2009).

Giga tonelada.

Unidad de medida equivalente a mil millones de tonelada.

TW.

Unidad de energía eléctrica correspondiente a 10^{12} vatios, (un billón de vatios)

Aspectos normativos

Dentro de la normatividad ambiental colombiana correspondiente al manejo del recurso agua se pueden citar las siguientes normas:

COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 2811 (18 de diciembre de 1974). Código de Recursos Naturales Renovables y protección al Medio Ambiente (artículo 77 a 163).

Decreto 1868 de 1974: Franja de protección de aguas para adjudicar tierras por retiro de aguas.

Decreto 1449 de 1977: Dicta normas de conservación de los recursos naturales y establece obligaciones a los propietarios de predios ribereños sobre vegetación protectora y conservación y aprovechamiento de agua.

Decreto 1541 de 1978: Regula el aprovechamiento del recurso agua dominio, uso, declaración de reservas y agotamiento, categorías, obras hidráulicas y cargas pecuniarias.

Acuerdo 20 de 1979: aguas subterráneas.

Ley 9 de 1979: Código Sanitario Nacional (art 2, 31, 36 – 40 y 59 – 79)

Decreto 2857 de 1981: Dicta normas sobre el manejo y planeamiento del uso de cuencas hidrográficas.

Acuerdo 40 de 1982: Conservación de aguas y suelos en los proyectos del alto Magdalena.

Acuerdo 41 de 1983. Procedimiento para manejo y ordenación de cuencas hidrográficas.

Decreto 1594 de 1984: Ordenamiento del recurso del recurso agua. Destinación genérica, criterios de calidad, concesiones, permisos de vertimiento, planes de cumplimiento y autorizaciones sanitarias, tasas retributivas, sustancias de interés sanitario, ordenamiento del recurso, usos de cauca y estudios de impacto ambiental en cuerpos de agua.

Resolución 2314 de 1986 Reglamenta la Concesión de aguas y el uso de productos químicos para el tratamiento de aguas de consumo humano.

Decreto 501 de 1989: Explotación de material de arrastre en el cauce de corrientes de agua.

Ley 142 de 1994: régimen de servicios públicos (artículo 160 a 163)

Decreto 748 de 1995 Crea el fondo de tratamientos de aguas residuales

Ley 373 de 1997: establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Decreto 475 de 1998 Expide normas técnicas de calidad del agua potable.

Decreto 1604 de 2002: Manejo de cuencas hidrográficas comunes.

Resolución N° 1391 del 2003 SDA, adopta los formatos que se deben diligenciar para adelantar trámites ante la SDA para obtención o prórroga de una nueva concesión de agua.

Resolución 2173 de 2003: Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental.

Resolución N° 240 del 2004 del MAVDT, mediante la cual se fija la tarifa mínima para el cobro de la tasa por uso.

Resolución N° 1148 del 2005 de la SDA, mediante la cual se acoge la tarifa mínima para aplicación en el Distrito.

Resolución 3859 de 2007: "Por la cual se dictan normas respecto al funcionamiento de los medidores de consumo para la explotación del agua subterránea en el Distrito Capital".

Resolución 5589 DE 2011: Por la cual se fija el procedimiento de cobro de los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.

Conclusiones

Para resaltar el tipo y clase de tecnologías, es necesario primeramente ajustar los programas destinados a la capacitación del Recurso Hídrico a las nuevas realidades con los enfoques ambientalistas, de contaminación, de producción más limpia, cambio climático y efecto de la deforestación en el escurrimiento del agua, con el fin de adaptarlas a un nuevo enfoque de sostenibilidad y sustentabilidad, que permita mostrar resultados de acuerdo a las líneas y procesos de investigación.

El perfil del Especialista en Gestión de proyecto se asimila a la integridad de todas las disciplinas, por lo tanto debe tener mayores conocimientos en los procesos hídricos, que respondan a las nuevas tendencias económicas, sociales, culturales y ambientales de la región; tener una formación integradora, con más conciencia social, ambiental, ética y juicio crítico, que le permitan actuar como agente de cambio ante la importancia de su trabajo para mejorar la calidad de vida de los más pobres, bajo los lineamientos del desarrollo humano sostenible.

De ahí que el Especialista en Gestión de Proyectos asume conocimientos relacionados con el recurso humano y su adecuado manejo, la explotación que se hace del recurso e interactuarlo con disciplinas que se manejan separadamente como la hidrología, ecología, con el fin de dar solución de problemas en torno a la planificación y gestión de los recursos hídricos y que asociados a los impactos ambientales, sociales, la mitigación de desastres de origen hidroclimatológicos, como inundaciones y sequías, son elementos y temáticas de obligatorio conocimiento, por lo que la difusión de estos conocimientos debe adherirse a la gestión de la información, enriquecida a través de procesos educativos.

Respecto a las experiencias sobre tecnologías que se han adoptado a nivel mundial, esta es muy amplia, dado que como se demostró desde la época precolombina los sistemas se enfocaron al manejo adecuado del recurso hídrico, de ahí las experiencias en México, Perú, Colombia entre otros como las grandes culturas adoradoras del recurso agua; ya los cambios climáticos y la necesidad de energía, surgieran sistemas para el manejo del agua y de ahí poder solucionar otro problema más con la construcción de hidroeléctricas de gran potencia que generan beneficios sociales, pero que su construcción causa impactos negativos como fue la polémica que se gestó en cuanto a la aprobación para la construcción de la Represa el Quimbo.

Ahora bien, aunque en el punto de confrontación de los objetivos se plantearon resultados de fácil verificación en el contenido del trabajo, es importante describir otras características que familiarizan el cumplimiento y desarrollo de esta clase de objetivos estableciéndose lo siguiente:

En cuanto al tipo y clase de tecnologías existentes en el mercado mundial para el manejo integral del recurso hídrico se pudo constatar que el mundo gira en torno a la tecnología en aprovechamiento del agua, la regulación y la sostenibilidad del mismo, considerados aportes de la era de la competitividad y del área de las ingenierías (ambiental, Forestal, agrícola, civil) en beneficio para el mundo entero. Se considera el mejor aporte porque se pueden gestionar proyectos de alta importancia; de ahí que en la actualidad los gobiernos centrales incentivan a las universidades para impulsar en sus futuros egresados la formación en competencias específicas con actividades que generen dinamismo tecnológico en torno al recurso hídrico,

apoyándolos además con normatividad que integren los campos de conocimiento y den soluciones a los aportes que la sociedad viene presentando.

En este orden de ideas se presentan tecnologías con enfoques hidroinformáticos, hidrosistémicos y ecohidrológico, los cuales aportan altos beneficios en materia tecnológica para controlar y generar amplificación de las oportunidades, donde es el uso de la capacidad de resistencia y recuperación de los ecosistemas hídricos sujetos a esfuerzo, las cuales son importantes en el conocimiento general de su desarrollo para entender la manera como se vienen desarrollando y aplicando en el desarrollo y crecimiento de las regiones.

En lo que respecta a la temática sobre las tecnologías que existen en los mercados actuales, se pudo conocer como las culturas precolombinas fueron un gran aporte en materia de conocimiento para el manejo de todos estos sistemas de operación del recurso hídrico, por lo que se pudo establecer modelos de dichos sistemas para el beneficio en sistemas de riego, canales de riego, embalse, construcción de presas y otra clase de actividades y que hoy en día son utilizadas como modelos en países donde el agua es escasa y que representa una gran riqueza como es el caso de Israel, Arabia, México, Australia (La cuenca Murray-Darling), Entre las cuencas del río Eufrates entre Turquía, Siria e Irak han construido más de 30 presas en los dos ríos; las disputas por el uso del recurso de la cuenca han sido permanentes, la cuenca del Río Colorado entre Estados Unidos y México sobre los cuales se ha dado aplicación de alta tecnología o información con enfoques hidroinformático.

Para Colombia, se conoce de tecnología pesada en la construcción de grandes embalses sobre los departamentos de Boyacá, Antioquia, Huila, Cundinamarca entre otros., los cuales también hacen uso de la hidroinformática para el control en los respectivos paneles de control de los sistemas en materia de medición de caudal, generación entre otros.

En lo que respecta a los impactos sobre la implementación de tecnologías para el manejo de la gestión integral del recurso hídrico, se considera que Colombia es uno de los países que más beneficios recibiría de esta clase de tecnologías por contar con esa riqueza amplia tanto de agua dulce como de agua salada. En el territorio departamental, las cuencas de los ríos orientales: Meta, Guaviare, Caquetá y Putumayo en abandono, sin ninguna explotación, ofrecen invaluable potenciales en oportunidad para hacerlo, dado que es una zona donde las precipitaciones son constantes, mientras que la cuenca del Río Magdalena sobre la cual se ha realizado el mayor desarrollo urbano y rural se constituye en la receptora de efectos negativos del uso indiscriminado del recurso hídrico en toda su área de influencia y del descuido y deforestación de las cabeceras.

Opinión personal

El cambio climático ha sido uno de los problemas que más ha llamado la atención a los dirigentes y autoridades ambientalistas del mundo entero, según lo dice el informe mundial de la ONU sobre el desarrollo de los recursos hídricos del más reciente estudio del presente año 2018, informo, nos estamos quedando sin agua dulce, lo que busca informar a los responsables y tomadores de decisiones, dentro y fuera de la comunidad del agua, sobre el potencial de las soluciones basadas en la naturaleza para afrontar los desafíos actuales de la gestión del agua en todos los sectores, los relacionados con el agua para la agricultura, para las ciudades sostenibles, para la reducción del riesgo de desastres naturales y los de la calidad del agua. y precisamente de esa agua depende el consumo, demanda que se ha venido triplicando e incluso en algunas temporadas se sequía se incrementa su consumo hasta en siete veces más.

En el estudio desarrollado por Yesid (2010) se establecen algunas estadísticas que argumentan que mientras la oferta de agua permanece constante, e incluso disminuye para determinados usos, la demanda crece a un ritmo anual que oscila entre el 4 y 8%. Esta panorámica es lo que imponen diferentes tecnologías que hacen fuerte a las competencias con el fin de adquirir esos recursos escasos que para muchas de las zonas del planeta es considerada una riqueza, por la misma escasez del mismo como sucede en el África, donde el agua es un privilegio para pocos (Pacheco, 2004).

El hecho de integrar recursos humanos con tecnología para concientizar al ser humano en procesos de desarrollo sostenible siendo estudiados y tratados desde diversas disciplinas por

separado puesto que ninguna de ellas por si misma ofrece resultados que se requiere en relación con la crisis del agua. Aunque se trate de equipos multidisciplinarios el aporte ahondará en conocimientos propios para la ingeniería con la que se pueden abordar situaciones con visión técnica ambientalista que proyecten mejor calidad de vida y por ende desarrollo sostenible y sustentable.

Los anteriores planteamientos generan nuevos desafíos a la ciencia y tecnología particularmente en enfoques analíticos dirigidos hacia los diferentes tipos de ingeniería, que representen actividades y prioridades para los sistemas.

En cuanto a la entrevista realizada al Director Ejecutivo de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena el Doctor Rey Ariel Borbón Ardila, se indagó sobre aspectos relacionados con el manejo del recurso hídrico y el conocimiento que están aplicando las instituciones de educación superior en la Gestión integrada del Recurso hídrico y las respuestas fueron las siguientes:

¿Cuál es el rol de las investigaciones en las universidades del Huila en lo que respecta a la gestión integrada del recurso hídrico?

“La universidad enfrenta unos retos de enormes dimensiones que no puede evadir; entre estos están los notables cambios en las profesiones y disciplinas que resultan del desarrollo científico y tecnológico que aporta interpretaciones e ideas de trabajo así como nuevos retos ambientales producto de un modelo que ha puesto en aprietos los sistemas naturales; por lo tanto se requiere de un proceso que promueva la administración y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico por lo tanto la

tarea de las universidades en materia investigativa y direccionada a la gestión de recurso hídrico debe ser insistente, donde se planten estrategias de mayores prácticas alrededor de un recurso tan valioso como es el agua”.

¿Cree usted, que se está cumpliendo con los objetivos de la investigación en el ámbito universitario, específicamente en lo que respecta al manejo del recurso hídrico?

“La misión de la universidad es educar, formar y realizar investigaciones contribuyendo de esta manera al desarrollo sostenible y al mejoramiento del conjunto de la sociedad, mediante la generación y difusión del conocimiento por medio de la investigación; por lo tanto si considero que las universidades están cumpliendo con estos objetivos, específicamente las áreas relacionadas con el medio ambiente, la ciencia y la biología. Aunque no basta con transmitir conocimientos y habilidades, porque sería insuficiente para aprender la verdad, por lo que también se debe exigir ética y conciencia de la mano con el conocimiento, siendo este el principal estímulo de la vida universitaria”

¿Cuál cree usted que debe ser el rol del docente universitario en lo relacionado con las investigaciones sobre manejo integral del recurso hídrico?

...“El docente se constituye en un factor de éxito para la universidad en los campos de la investigación, pero también puede convertirse en un obstáculo del proceso; en lo que tiene que ver con procesos de investigar y enseñar, el papel es más fundamental que de cualquier persona,

porque su función se convierte en una contribución en la creación del pensamiento, estimulando a la reflexión, sobrepasando la simple instrucción para dar una verdadera formación.”

... “No se trata de limitarse a enseñar únicamente y menos tratar de enseñar lo que él no ha logrado profundizar, por lo que se recomienda a los docentes vinculados a la universidad que deben generar procesos de investigación para de esta manera poder producir ciencia”.

En esta parte del trabajo, la concienciación sobre el manejo del recurso hídrico se hace evidente, teniendo en cuenta que la información y el conocimiento que infunden los centros educativos en niveles básicos, de secundaria, educación superior está sobrepasando los límites de enseñanza y conocimiento, dado que es tan grande el afán de difusión por la conservación y los procesos de desarrollo sostenible que giran en torno a uno de los recursos vitales para el hombre: “el agua”.

Con este preámbulo al tema de la presente monografía, se muestra de forma participativa el amplio aporte que se puede generar al conocimiento, al crecimiento y al desarrollo académico, puesto que es importante conocer la manera como se administra uno de los recursos de mayor importancia en la vida de los hombres y que pese a la sencillez con el que se toma, denota factores relevantes e incidentes en el progreso y crecimiento de las regiones; es precisamente el tratamiento dado al desarrollo del tema el que crea un grado de validez y confianza entorno a la temática de la monografía, puesto que se está acostumbrado al planteamiento y desarrollo de trabajos que describen elementos de inversión, es decir cifras que cuantifican la inversión, pero

que al momento de analizarlas difícilmente se puede comprender el valor de uso de un recurso de alta vitalidad para el hombre.

De esta manera la evaluación de la información, fortalecen y consolidan el proceso de elaboración, puesto que involucra a los estudiantes de la Especialización en Gestión de proyectos en una de las áreas de máximo interés para el sector educativo “la Educación” y que le dan el sentido real de propiciar espacios de amplio conocimiento y exploración, especialmente cuando se interrelacionan elementos importantes como son el agua y la tecnología, siendo importante describir los diferentes enfoques utilizados en el sector educativo para llegar a los estudiantes de tal manera que se eleve el nivel de concienciación en el manejo, administración y conservación del recurso hídrico.

Desde este análisis la UNESCO, la CDB, muestran como principal enfoque el eco sistémico, sin dejar de lado el tradicional, porque se considera que ambos enfoques describen la estrategia en una forma de gestión integrada, en la que las tierras, el agua y los recursos vivos, promueven la conservación, la utilización sostenible de manera equitativa, y por la que la aplicación de metodologías científicas adecuadas deben también ser tratadas en una interacción de los organismos esenciales con el medio ambiente, porque es precisamente el hábitat donde convergen toda clase de operaciones de vida y sería inadecuado que en la educación se excluyeran esta clase de elementos y más aún se limitaran en conocimiento y difusión de los mismos.

De ahí que esta monografía se realice de forma descriptiva, porque se considera necesario y de mayor flexibilidad la exposición de temas que en materia integral del manejo del Recurso hídrico se pueda plantear, haciendo más llamativo e interesante la búsqueda de información, como es el caso de las culturas Maya, Azteca, muestran una manera favorable y enriquecedora sobre los métodos de aplicación para explorar y explotar las fuentes hídricas, sin contaminar ni dañar los otros recursos naturales.

En este sentido a continuación una tabla en la que se hace una descripción generalizada tratada al interior del contenido del trabajo y en la que además de mostrar e identificar la cultura en la que se implementó, se precisa además las características del tipo de tecnología, estableciendo comparaciones que se resumen a continuación:

TECNOLOGIAS	PREHISTORIA	CONTEMPORANEA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS
En Riego: culturas Maya, Azteca e Inca			Desarrollo de una gran tecnología en ingeniería hidráulica, construyendo embalses, presas y canales.	Las ventajas de los sistemas tradicionales que se remontan a la
		Modificación de pendientes	La configuración de una vasta red de caminos	época precolombina
		Almacenamientos (presas)	Permitió la expansión de los sistemas de cultivo de terrazas regadas en las laderas de las montañas, aumentando el área agrícola.	están en los procesos de elaboración porque están bien
		Derivación de agua (canales de riego)		construidos y persisten como modelos para el
		Acueductos	En lo que se refiere a instrumentos de labranza para la agricultura, la cultura	manejo actual de los sistemas hídricos.
		Galerías filtrantes		
		Reservorios	inca fue muy pobre y su principal utensilio consistió en el palo cavadador, que servía para desmoronar la tierra, airearla y hacer los agujeros para la siembra	Se destacan diferencias de carácter geofísico que pueden ser aprovechados por la generación

		actual para manejar el recurso hídrico en condiciones de trópico.
		Las ventajas de las construcciones para recursos hídricos en la cultura Tayrona se ve representada en los puentes, canales, alcantarillados en donde aún se resaltan las características propias de esta cultura
Hidroinformación	Tecnologías PMI	Plataforma capaz de integrar tres herramientas que, de manera independiente, se reportan en la literatura para la gestión de los recursos Genera mayor agilidad en los procesos. Contribuye a dinamizar este

Administración MADA	Plataforma modular integrada PMI	hidráulicos: (I) la Modelación Matemática MM que permite la simulación y optimización de los procesos a estudiar;	conocimiento con la sinergia generada entre países, pero, antes, se debe
	Tecnologías para los manejos de los acuíferos.	(II) el SIG como tecnología informática de la geografía, y (III) la implementación de un sistema de adquisición y procesamiento de datos en tiempo real, personalizado para cada aplicación, que tiene en cuenta los procesos de operación y que se encuentra estrechamente vinculado con los resultados que	analizar el aporte de la ingeniería para resolver de manera práctica, eficiente y sostenible los Problemas propios del país.
Modelos matemáticos necesarios para la gestión de la operación	Tecnologías como modelos de simulación del sistema (SIG+MM)	proporcionan los otros dos componentes.	Para optimizar y definir políticas de explotación atendiendo a los efectos locales en los pozos de bombeo. Se están desarrollando sensores

para el control en tiempo real de los niveles en los pozos de bombeo y en pozos de observación, con el objetivo de lograr introducir el escalón 3 de la PMI.

Entre las principales características de esta clase de tecnología es que contribuye a la producción de tecnologías limpias específicamente para el mejoramiento y conservación de acuíferos en áreas de alta contaminación.

Requiere de menor inversión de tecnologías limpias específicamente para el mejoramiento y conservación de acuíferos en áreas de alta contaminación.

Procedimiento lógico de trabajo esquematizado. e para mejoramiento y conservación de acuíferos en áreas de alta contaminación.

Conformación del marco inicial de análisis para el establecimiento de las primeras Reglas de Operación RDO.

La vía de captación de datos es la tradicional, por teclado

			Son tecnologías que facilitan el control rápido y oportuno de los procesos. Son utilizadas dentro de los cuartos de máquinas en los sistemas hidráulicos o de embalses
(SIG + MM + Sensores y actuadores con Tele gestión y Sensores con Registradores de Variables + SCADA)	Tecnologías de Hidroinformación	Toma de información en tiempo real y diferido y operación en tiempo real, empleando la mejor estrategia para cada aplicación. Constituye el último escalón en la implantación de la PMI.	La principal característica de esta tecnología es la captación de datos en tiempo real, por lo que la información

Fuente: Autor.

Referencias bibliográficas

- Betancour M. A. & Valencia H. F, (Febrero 25 de 2009). El Quimbo, un atentado contra la cultura del alto magdalena. Revista La Cacica Gaitana. Tomado de <http://andaquies.blogspot.com/2009/02/el-quimbo-un-atentado-contra-la-cultura.html>
- Carvajal E. Y, (2010). Tendencias en la formación en ingeniería del agua en América Latina. Revista Gestión y Ambiente, 7, 5.
- Cerón Q. B., Gómez R. J. & Mosquera B. (2011). Estudios para la determinación de la línea base y evaluación del impacto ambiental para el encauzamiento e higiene del río del Oro en la ciudad de Neiva. Universidad Surcolombiana, 2, 588.
- Cisneros R. P. & Rodas R. H. (Septiembre de 2000) Sectores: oportunidades para hacer negocios? Tecnología para el agua. La invención del riego por goteo, 6 - 7
- Chávarro, V. A. (2011). Claves de una gestión pública del recurso hídrico. Revista Gestión y ambiente, 14, 6.
- Contraloría general de la república de Colombia. (2009). Informe del Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2007 – 2008, 46.

Contraloría departamental del Huila, (2012). Diagnóstico Evaluación del estado de los recursos naturales en el departamento del Huila, 70 -72.

Contraloría departamental del Huila, (2011). Informe anual. Protegemos nuestros ríos, 33.

Contraloría municipal de Neiva, (2012). Informe de gestión del Medio Ambiente, 20.

Corporación Autónoma regional del alto Magdalena, (2010). Agenda Ambiental del municipio. Informe de gestión Editorial Huila S.A Neiva, 62.

Denevan W. M., Mathewson K. & Knapp G. (1987 y 2001). Pre-Hispanic Agricultural Fields in the Andean Region. International Series. Oxford: British Archaeological Reports, 2, 352.

Enríquez Quintero, Carlos Julio; Orozco González, Aderson & Urrutia Cobo, Norberto (2005). Optimización del manejo y la distribución del recurso hídrico mediante técnicas de control de flujo en el departamento del Valle del Cauca - Colombia Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, 3, 41.

Escalante, H. L. (2011). Avances y limitaciones de la gestión integrada de los recursos hídricos en Panamá. Revista Gestión y ambiente, Universidad Nacional de Colombia, 14, 38.

Edición Surcolombiana, Centenario. (2005). Informe especial del Huila, El Huila y sus municipios. Recuperado de <http://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac->

detail.pl?biblionumber=21935&query_desc=kw%2Cwrd1%3A%20El%20Huila%20y%20sus
%20municipios

Franco O, (2010). Estudio Nacional del agua. Editorial Ideam Estudios, 37 -40.

Lechtman H. & Soldi A. M. (1981). La tecnología en el mundo Andino. UNAM. México.

Lopez, B. M. (10 de Agosto de 2005). Estampas del Huila. Editorial Surcolombiana, 46.

Lugo B. G, (2011). Estrategias de gestión ambiental. Universidad Nacional abierta y a
Distancia. Módulo de estudio, 129.

Ministerio del medio ambiente de Colombia (2013). Política nacional para la gestión integral del
Recurso Hídrico.

Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia (2011). Hechos sobre Israel. Innovaciones y
avances tecnológicos, 202.

Moseley M. E. (1978). The Evolution of Andean Civilization. In Ancient Native Americans,
edited by J. D. Jennings, W. H. Freeman and Company, San Francisco. MacNeish. 491-541.

OPS/CEPIS, C. P, (2005). Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en America Latina: Realidad y Potencial. Lima, Peru: Division de Salud y Ambiente, Organizacion Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana.

Pacheco S. J, (Enero - Junio 2004). La crisis mundial del agua: una mirada desde cuba; revista ingeniería de recursos naturales y del ambiente. 1, 28-32.

Parsons J. R. (1976) The role of chinampa agriculture in the food supply of Aztec Tenochtitlan. In Cultural change and continuity. New York: Academic Press, 233 -257.

Peña S. E, (2005). Algas como Indicadoras de Contaminación. Programa Editorial Universidad del Valle, 12.

Perez P. A, (1982). Ecología para todos, la importancia del agua. Banco de la República de Colombia. Bogotá. Editora Lecturas, 196.

Posada A. A. & Saldarriaga J. C. (2005). Aportes de la ingeniería a la regulación y sostenibilidad del recurso hídrico. Universidad de Medellín de Colombia, 4, 6.

Procuraduría para el medio ambiente del departamento del Huila, (2013). Hidrología y sus afluentes.

Procuraduría para el medio ambiente del Huila, (2011). Informe anual, 55.

RABEY, M. A. (1987). Tecnologías tradicionales y tecnología occidental: un enfoque eco desarrollista. Revista de Economía. CERIDE. Santa Fe. Argentina.

Reina R. J, (2014). La contaminación ambiental. Revista de investigación, facultad de ingeniería industria, Universidad Nacional Mayor San Marcos. Tomada de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/6504>

Revista Diario la Nación, (13 de junio de 2008). Huila proyecta su futuro, 15.

Revista National Geographic, (Abril de 2001). Distribución mundial del recurso Hídrico, 15.

Roberts C. A, (2003). Gloucestershire perspective on the 2007 Summer Flooding.

Salamanca J, (2013). Inventario hídrico en el municipio de Neiva. Revista Nuevo Impacto, 17.

Sánchez L. E, (1995). Control de la Contaminación de las Aguas. Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. UNESCO, 1, 265-280.

Uribe C., (2002). Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condición Hotspot & Global Climatic Tensor. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM, 23.

Vindas, S. M. (2011) Ambiente purificador. Revista portal de la investigación, 21.

Zamudio, R. C. (2012). Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: entre avances y retos. Revista Gestión y ambiente, Universidad Nacional de Colombia, 15, 102.

Webgrafía

Acuerdo 20 de 1979: aguas subterráneas. Ministerio del medio ambiente. Recurso hídrico subterráneo. 1979.

Ciclo del agua. <http://munizasociados.blogspot.com/2007/05/el-recurso-hdrico-en-el-per.html>. Consultado en marzo 12 de 2015.

Decreto 1868 de 1974: Franja de protección de aguas para adjudicar tierras por retiro de aguas. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>. Consultado en Abril 22 de 2015

Decreto 1868 de 1974. Colombia, Presidencia de la república. Por la cual se dictan normas y disposiciones para adjudicar tierras por retiro de aguas.

Decreto 1449 de 1977. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1503> consultado mayo 2 de 2015.

Decreto 1541de 1978. Presidencia de la república de Colombia. Por la cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974. De aguas no marítimas.

Decreto 1594 de 1984. Colombia, Presidencia de la república. por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 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 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Hidrografía del departamento del Huila. Atlasgeográfico.net Consultado en marzo 12 de 2015.

Resolución 2314 de 1986. Ministerio de la salud. Por el cual se reglamenta el uso de productos químicos destinados al tratamiento de agua para consumo humano.

Resolución N° 240 del 2004 del MAVDT. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Por la cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas. 2004.

Resolución 3859 de 2007. Secretaria distrital del medio ambiente. Por el cual se dictan normas respecto al funcionamiento de medidores de consumo para la explotación del agua subterránea en el distrito capital. 6 de diciembre de 2007.