



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CENTROGEO

Centro Público de Investigación
CONACYT

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GEOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
“ING. JORGE L. TAMAYO”, A.C.
CentroGeo

Centro Público de Investigación CONACYT

Geomática para la Gestión del Agua Urbana:

Propuesta de un Marco Teórico y Conceptual para Implementar la Gestión Integrada y Sostenible del Recurso Hídrico Urbano en México

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Geomática

Presenta

Néstor de la Paz Ruíz

Director de Tesis

Dr. Sergio Fernando López Caloca

México, D.F.

2017



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CENTROGEO
Centro Público de Investigación
CONACYT

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GEOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
“ING. JORGE L. TAMAYO”, A.C.
CentroGeo

Centro Público de Investigación CONACYT

Geomática para la Gestión del Agua Urbana:

Propuesta de un Marco Teórico y Conceptual para Implementar la Gestión Integrada y Sostenible del Recurso Hídrico Urbano en México

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestro en Geomática

Presenta

Néstor de la Paz Ruíz

Supervisor principal:

Dr. Sergio Fernando López Caloca

Comité supervisor:

María del Carmen Reyes Guerrero, Ph.D.

Dra. María Margarita Parás Fernández

México, D.F. Diciembre, 2017

RESUMEN

El presente documento, representa una travesía en busca de respuestas a las situaciones problemáticas en el tema de gestión del agua urbana en México y determinar lo que ofrece la Geomática para enfrentarlas. Durante el trayecto, en la Ley de Aguas Nacionales, reglamentaria a la constitución mexicana, se detecta el término de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, acompañado por el desarrollo sustentable, como las bases ideológicas y normativas para mejorar la gestión del agua. Sin embargo, el problema comienza a emerger desde la falta de una guía para su implementación y la controversia por la imposibilidad de realizarla efectivamente, debido a la complejidad que emerge en los ámbitos prácticos. A partir de tal planteamiento, se adopta el proyecto de investigación científica de CentroGeo involucrando la línea de investigación de Geomática y sociedad, la cual cuenta con amplia experiencia en abordar soluciones complejas en ámbitos transdisciplinarios en la práctica, lo que es requerido para buscar la implementación de la gestión integrada y sostenible del agua.

La actual propuesta de esta investigación, es obtener el conocimiento y el modelo conceptual para gestionar las aguas urbanas tomando como base, la Geomática y el análisis espacial para el desarrollo de dicho conocimiento. En el presente trabajo se considera a la Geomática y a la geocibernética como el marco teórico adecuado por el cual se genera conocimiento de manera integral de los factores implicados en la gestión del territorio del recurso hídrico urbano.

Por medio de la línea de investigación de Geomática y Sociedad, se presentan y contextualizan la geocibernética, el territorio, el análisis espacial y el “método reyes” en el tema de la Gestión Integrada y Sostenible del agua urbana para crear y proponer un marco teórico y conceptual como guía para implementarla, con un enfoque que responde esencialmente al “know how” para superar las barreras de la implementación por medio de las soluciones en Geomática. El conocimiento del marco teórico conceptual se expone en el contexto de la aplicación práctica, en una estancia académica internacional.

A mi madre Bertha Alicia, a mi padre Cipriano, y hermanos Daniel y Nahyely Beatriz, por estar siempre a mi lado.

Al ímpetu por aprender a forjar una realidad encaminada a servir a la vida.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT, por sus programas de apoyo económicos durante mis estudios de posgrado, que incluye, una especialidad, una maestría y una estancia internacional. Al Centro de Investigación en Geografía Y Geomática Ingeniero Jorge L. Tamayo “CentroGeo” por sus servicios, incluyendo a todos mis profesores y personal involucrado en esta travesía duramente mi desarrollo profesional.

Especiales agradecimientos al *Dr. Sergio Fernando López Caloca*; por su tiempo y calidad humana que se reflejó en una fuerte determinación y paciencia para transmitir su valioso conocimiento y su visión, reflejado en mi aprendizaje; por su arduo apoyo al no dejarme hundir en temas “pantanosos”. A la *Dra. María del Carmen Reyes Guerrero*, por su invaluable guía al introducirme en el proyecto de investigación científica que representa la línea de investigación en Geomática y Sociedad de CentroGeo, y por sus solidas conversaciones sustentadas por la amplia experiencia y los casos de éxito, transmitiendo confianza en la elección realizada en el trayecto del presente documento. A la *Dra. María Margarita Parás Fernández*, por su destreza para transmitir un inesperado y fuerte conocimiento consolidado, agregando un valioso soporte el presente documento. Al *Mtro. Rodolfo Sánchez-Sandoval*, por su tiempo, apoyo y comentarios.

Agradezco al “*Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources*” (UNU-FLORES), por darme la oportunidad de colaborar y aportar a mi desarrollo profesional en un ambiente internacional y amigable. Mis más sinceros y profundos agradecimientos a la *Dra. Tamara Avellán*, por brindar un extraordinario apoyo y confianza al involucrarme en las actividades de la UNU-FLORES; su profesionalismo, ejemplo y compromiso enfocados a contribuir a los Objetivos del Desarrollo Sostenible, impactaron de manera inesperadamente positiva en mi vida profesional, obteniendo una experiencia que sobrepasó por mucho mis expectativas.

Es indispensable agradecer al *Mtro. Pablo Lopez*, al *Mtro. Rodrigo Tapia* y al *Mtro. Jesús Trujillo*; por apoyarme con simpatía y entusiasmo al compartir su conocimiento, experiencia y guía sobre los proyectos de solución en Geomática, pues su ayuda fue fundamental para complementar la presente investigación. También agradezco al Ing. Israel Lopez y el Ing. Christian Leon, al apoyarme con su tiempo y conocimiento en mis inquietudes tecnológicas. Su apoyo fue clave para lograr resultados eficientes.

Al *Dr. Mauricio Cervantes Salas* y la *Dra. Julieta Fuentes*, por su valioso conocimiento y a apoyo en los temas de Manejo de recursos naturales y Geopolítica. Al instituto de Ingeniería de la UNAM; el *Dr. Agustín Escalante* y el *Dr. Adrián Pedrozo*, por brindar su apoyo al aceptarme en sus cursos de Hidrología Urbana e Hidroinformática.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	v
PREFACIO.....	ix
PRIMERA PARTE: SOBRE EL PLANTEAMIENTO.....	1
Capítulo 1. GEOMÁTICA Y LA GESTIÓN DEL AGUA URBANA.....	2
1.1 El Objetivo General.....	2
1.2 Los Objetivos Específicos.....	2
1.3 Las Hipótesis.....	3
1.4 Sobre el contexto de la gestión integrada del agua urbana en México y el rol de la Geomática.....	3
1.4.1 ¿Qué es la gestión del agua en México y quienes la realizan?.....	4
1.4.2 ¿Cuál es el problema de realizar la gestión del agua en México?.....	5
1.4.3 ¿Qué es la Geomática y cómo se podrían superar los obstáculos de la gestión integral de aguas urbanas en México con su aplicación?.....	9
1.5 Sobre el ciclo hidrológico urbano y sus procesos de gestión.....	12
1.5.1 Sobre las definiciones relacionadas a las aguas urbanas.....	13
1.5.2 Sobre la propuesta de gestión de las aguas urbanas.....	14
1.5.3 Sobre los antecedentes desde la geomática.....	15
Capítulo 2. EL TERRITORIO, LA GEOCIBERNÉTICA Y EL ANÁLISIS ESPACIAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA URBANA.....	17
2.1 El Territorio.....	18
2.1.1 El territorio: Desde la visión emergente.....	18
2.1.2 El territorio: Desde la visión de la gobernanza.....	20
2.1.3 El territorio: Su modelado.....	22
2.2 La Geo-cibernética (GC).....	23
2.2.1 Geo-cibernética: Su propósito y sus componentes.....	23
2.3 El Análisis Espacial.....	30
2.3.1 El Análisis Espacial: Su marco conceptual.....	31
2.3.2 El Análisis Espacial: Sus bloques de construcción.....	32

2.4	EL Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano y el Análisis Geoespacial.....	34
Capítulo 3.	EL MÉTODO REYES Y LA GESTIÓN DEL AGUA URBANA	35
3.1	Justificación de la aplicación teórica metodológica	35
3.2	El enfoque metodológico de la geomática para la GIRH urbana, la estructura y los componentes del método Reyes	36
3.2.1	La estructura del método Reyes.....	37
3.3	La fortaleza y la debilidad del marco teórico metodológico	45
3.4	Cumpliendo los objetivos con el macro teórico metodológico.....	46
 <i>SEGUNDA PARTE: SOBRE EL DESARROLLO TEÓRICO CONCEPTUAL</i>		47
Capítulo 4.	EL MODELADO DE LA SOLUCIÓN EN GEOMÁTICA	48
4.1	Fundamentos para el modelado del TGCGIRHU.....	50
4.1.1	El modelado geocibernético para la GIRHU: solución en geomática	51
4.1.2	La línea conductora: El Desarrollo Sostenible (DS)	54
4.1.3	El esquema de la base del modelado del TGCGIRHU	65
4.2	Consideraciones para el modelado del TGCGIRHU	67
4.2.1	Los reductores de complejidad de la solución en Geomática.....	68
4.2.2	Las dos vertientes de la visión del TGCGIRHU: Holismo & Reduccionismo	70
4.2.3	Procesos continuos de retroalimentación en el modelado y el modelo del TGCGIRHU.....	71
4.2.4	El modelado de la realidad artificial del TGCGIRHU	72
4.2.5	La planeación del modelado del TGCGIRHU	72
4.2.6	Comentario final de las consideraciones para el modelado del TGCGIRHU	74
4.3	El Modelo del Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano	75
4.3.1	Origen del modelo del TGCGIRHU.....	78
4.3.2	El marco transdisciplinario del modelo del TGCGIRHU	81
4.3.3	Descripción del modelo del TGCGIRHU	88

<i>TERCERA PARTE: SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN</i>	100
Capítulo 5. HACIA LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DEL MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL EN GEOMÁTICA COMO SOPORTE A LA GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DEL AGUA	101
5.1 Preámbulo: La UNU-FLORES, el Enfoque Nexo y la propuesta de Geocibernética, soluciones en Geomática para la GIRH	102
5.2 Marco de contenido.....	106
5.3 Análisis cualitativo y de requerimientos.....	107
5.4 Metamodelo de conocimiento	107
5.5 Aspecto Informativo y tecnológico	112
Capítulo 6. CONCLUSIONES.....	114
REFLEXIÓN.....	116
Capítulo 7. ANEXOS.....	117
7.1 Certificado de la estancia en la UNU-FLORES	117
7.2 Reporte de la estancia en la UNU-FLORES.....	118
7.3 Sobre la Geocibernética.....	121
7.3.1 Geo-cibernética: Su origen desde la Cibercartografía.....	121
7.3.2 Geo-cibernética: Preámbulo para el desarrollo de las soluciones geocibernéticas	123
LISTA DE ILUSTRACIONES	129
GLOSARIO	130
BIBLIOGRAFÍA	131

PREFACIO

Una vez que obtuve el grado de ingeniero civil y después de viajar fuera de México para conocer otras facetas del mundo; al regresar a mi entidad, descubrí que el sistema laboral de dicha profesión a nivel licenciatura, en mi estado de origen, no se adecuaba a los ideales que fueron emergiendo durante mi experiencia internacional, enfocados en la búsqueda de una vida profesional dedicada al beneficio y desarrollo social y ambiental. Tal faceta me encaminó a optar por los estudios de posgrado, encontrando que la Geomática se puede aprovechar de una forma natural por la ingeniería civil, seleccionando el tema del agua; pues tiene un fuerte enlace con la hidrología y la hidroyndraestructura. Principalmente por que el tema del agua siempre estará relacionado con el desarrollo de la calidad de vida y la protección ambiental. Por lo que me apasionó la idea de ofrecer aportaciones científicas con impacto a la sociedad.

Ya encaminado en un proyecto de Geomática aplicada en el tema del agua, conocí la compleja y ardua tarea que implica abordar los problemas del tema de gestión del agua; el cual me absorbió, pues es donde se puede tener un impacto directo y de gran relevancia en beneficio de la sociedad. Me di cuenta que en las ciudades de México es común enfrentarse día a día con la escasez del agua, su contaminación, las inundaciones y sobre todo, inesperadamente descubría, que a pesar de contar con el desarrollo de hidroyndraestructura, en ciencia y tecnología, organizaciones, instituciones sociales, gubernamentales y contando con recursos (aunque no siempre adecuados), para enfrentar los problemas en el tema del agua; los problemas del agua siguen teniendo una fuerte presencia.

Al asistir a conferencias y platicar con los expertos en el ámbito académico, al platicar con personas afectadas por los temas del agua y las instituciones de gobierno, fue frustrante conocer lo difuso y complicado en la forma de implementar la gestión del agua, todo esto reforzado por la vaga información en la literatura, pues poco escuchaba sobre la visión holista integradora y sostenible para la implementación de la gestión del agua, lo que es indispensable para superar sus obstáculos y obtener los resultados concretos con aplicaciones llevadas a la práctica. Sin embargo; los resultados del proyecto de Geomática aplicada enfocados a la contaminación de un río en la ciudad de México, me llevo a descubrir la importancia y la demanda de los trabajos transdisciplinarios, de ser consiente del abismo existente que separa a la ciencia, la sociedad, los organismos privados y el gobierno en la gestión del agua, relacionándose con la toma de decisiones y la gobernanza.

A partir de dicha experiencia, opte por hacer énfasis en indagar en el proyecto de investigación científica de Geomática y sociedad de CentroGeo, con el fin de aportar al “hueco” del desarrollo teórico en Geomática y la gestión del agua, siempre manteniendo la importancia de las ciencias duras y sus modelos cuantitativos, así como considerando la necesidad de tener presente las ciencias sociales pero, todo esto complementándolas con la teorización que sirve como guía para enfrentar las situaciones problemáticas que conlleva la implementación de la gestión del agua y en donde las ciencias de información geoespacial comienzan a tener una fuerte presencia. Por lo mencionado en el par de párrafos anteriores, se advierte que a pesar que en el presente documento no se hace énfasis a las tecnologías que ofrece la Geomática, éstas también fueron usadas, puesto que la implementación tecnológica representa una parte esencial durante la preparación en los estudios de posgrado en Geomática y la creación de “soluciones en Geomática”.

El presente documento se puede representar como la travesía en un tema “pantanos”, en donde cada pequeño descubrimiento al platicar sobre la Geomática con mis profesores, el Dr. Fernando Caloca, la Dra. Carmen Reyes y la Dra. Margarita Parás, y al ver cómo éstas conversaciones eran pasos concretos que encontraba que efectivamente me dirigían en un camino que ofrecía respuestas a la complejidad de la implementación de la gestión del agua, fue realmente motivador. Aunque el documento representa un planteamiento inicial para las implementaciones prácticas debido a la complejidad de la aplicación teórica; el camino futuro para el análisis de la efectividad de la presente propuesta teórica y conceptual, puede ser interesante, conforme a la experiencia de implementación del río contaminado en la ciudad de México, lo redactado en el capítulo cinco abordando la implementación en una estancia en el “Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources”, UNU-FLORES, Alemania; así como las referencias de los casos de éxito de las soluciones en Geomática realizadas en CentroGeo.

PRIMERA PARTE: SOBRE EL PLANTEAMIENTO

El significado de la gestión integral y sostenible del agua
Los problemas de su implementación
La propuesta para enfrentar la situación desde geomática

Capítulo 1. GEOMÁTICA Y LA GESTIÓN DEL AGUA URBANA

1.1 El Objetivo General

El objetivo general del presente trabajo es la elaboración de una propuesta teórica y conceptual desde la Geomática como guía para implementar la gestión integrada y sostenible del agua urbana por medio del marco transdisciplinario de Gestión Geocibernética, teniendo como finalidad, orientar los procesos emergentes en torno a la gestión y superar sus obstáculos.

1.2 Los Objetivos Específicos

Exponer la implementación de la propuesta teórica, conceptual, metodológica y geotecnológica, por medio de un caso práctico, presentando el rol de la información geoespacial desde un contexto territorial.

Realizar una propuesta de la estructuración del conocimiento entre las organizaciones encargadas de la gestión del agua urbana para integrar sus procesos con la visión de la sostenibilidad; considerando las necesidades y las interacciones determinadas por el espacio territorial.

Plantear la gestión del marco transdisciplinario de la Geomática y la Geocibernética que permita mostrar la aportación de las perspectivas integradas de conocimiento como la base hacia la implementación de la gestión sostenible e Integrada del recurso hídrico urbano; haciendo uso de conocimiento e información geoespacial, lo que facilita la comunicación entre los responsables gestores del agua urbana. Con un énfasis al apoyo de las estrategias, la planificación, el diseño, la operación y las tácticas en el sistema de gestión del agua urbana con un fuerte enfoque territorial de integración y de sostenibilidad.

1.3 Las Hipótesis

Debido a la falta de claridad en la Ley y una guía para su implementación y cumplimiento, aunado a los problemas de comunicación e información entre los responsables, genera un problema de gobernanza en la gestión integrada y sostenible del recurso hídrico urbano.

La falta de un enfoque territorial como factor de análisis base entre los responsables de la gestión del agua, genera desconocimiento sobre la manera de realizar una comunicación efectiva para la emergencia de la integración de conocimiento que se requiere para comprender la estrecha interrelación de los efectos emergentes al intervenir diversas variables sistémicas en el territorio en el ámbito de la sostenibilidad.

La aplicación de un marco sistémico desde una percepción espacial para entender este fenómeno es uno de los puntos de partida de esta investigación pretendiendo que el conocimiento creado sea de apoyo para dar origen a las políticas, el diseño y la gestión sostenibles de las aguas urbanas.

1.4 Sobre el contexto de la gestión integrada del agua urbana en México y el rol de la Geomática

Para ir desentrañando las implicaciones del término “gestión de aguas urbanas”, se pone en contexto la definición del gobierno sobre la gestión de las aguas en el territorio nacional Mexicano. Por lo cual, se explora el artículo 27° de la Constitución Política, que a su vez hace referencia a la Ley de Aguas Nacionales (LAN). Esta ley (Ley de Aguas Nacionales 2016) define los términos generales con los cuales se debe realizar la gestión del agua en México. A partir de estos términos se comienza a definir cuál es la complejidad de los procesos de la gestión del agua y cuál es papel de los actores implicados. Además, en la literatura, Dourojeanni(2004, pp.134–137), es uno de estos actores que desglosa la problemática de la gestión integrada donde se mencionan algunas de las hipótesis que tratan de identificar cual es el origen de la complejidad al gestionar las aguas nacionales.

Partiendo del contexto anterior, se procede a plantear, el cómo es que la geomática podría ser una alternativa de mejora en la eficiencia en este proceso conforme a los términos definidos por la ley y la problemática identificada por los actores de la gestión. Se añade que, a pesar de ser un contexto breve y simple, es en este donde surge la principal interrogante: ***¿Cómo se puede realizar una gestión integrada y sostenible de las aguas urbanas en México por medio de la Geomática?*** En los párrafos siguientes se detalla este contexto; el cual se toma como punto de inicial de esta investigación.

1.4.1 ¿Qué es la gestión del agua en México y quienes la realizan?

A continuación se describe el contexto inicial de esta investigación y los elementos bases para realiza la gestión del agua en México, en este punto se identifica la institución actora principal a realizar la gestión la cual se debe de apegar a la LAN y la definición de gestión del agua; para lo cual se hace referencia a lo establecido por la LAN. Por el momento se destaca el Artículo 1° y los párrafos XII, XXVIII y XXIX del Artículo 3°.

De manera general el Artículo 1° define para qué sirve la Ley de Aguas Nacionales, y que este recurso se le debe controlar, explotar, regular; etc. Lo que se rescata del Artículo 1° es la evidente necesidad del estado mexicano que promueve la indispensable gestión sustentable e integral de este recurso para el beneficio de la nación.

El Artículo 3° hace referencia a los términos estipulados en la ley por medio de sus párrafos. De aquí se identifica **la institución actora principal a realizar la gestión del agua “Comisión Nacional del Agua: CNA” párrafo XII y las definiciones de “Gestión del agua” y “Gestión Integral de los Recursos Hídricos: GIRH” párrafos XXVIII y XXIX respectivamente. Por lo que según la LAN la gestión del agua se define como:**

“Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua”(Ley de Aguas Nacionales 2016).

También rescatamos la definición de la GIRH según la LAN:

"Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, GIRH": Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la

sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque(Ley de Aguas Nacionales 2016)”.

Una observación respecto a los términos de “Gestión del Agua” y “GIRH”; es su composición, por un subconjunto de términos amplios, involucrando sistemas complejos, enfatizando la problemática de los mecanismos y guías de instrumentación para su implementación en México, por ejemplo (Dourojeanni 2004). Estos términos desprenden un sinfín de incógnitas en lo que respecta a como se puede llevar acabo la gestión integrada del agua. La LAN solo presenta estos términos de manera desorganizada y desvinculada a los procesos de gestión. Al tratar de organizar y ordenar los procesos de gestión conforme a estas definiciones, es donde comienza el reto para los actores en todos los niveles de organización a los cuales les corresponde el manejo del agua.

Otra observación es que la definición de “gestión del agua” hace referencia a los usuarios del agua como parte de los gestores de esta; por lo que la sociedad misma está integrada en este proceso. La LAN promueve:

“la participación de los órdenes de gobierno, los usuarios y la sociedad en la toma de decisiones y habilita la coparticipación de gobierno y sociedad en la solución de su problemática” (Organismo de Cuenca Río Bravo 2012).

Tal observación es de importancia debido a que esta investigación se enfoca solamente en la gestión de las aguas urbanas, donde la sociedad es la principal detectora de las ineficiencias en la gestión del agua; por tal motivo en este contexto se considera que la aportación social puede ser de gran valor al ser integrada como parte de la solución en la presente propuesta de gestión por medio de geomática.

Hasta el momento se realiza una definición conceptual de la gestión de las aguas nacionales y quienes son responsables de realizarla (gobierno y sociedad).

Con este contexto general, en los siguientes párrafos se identifican algunas hipótesis de las posibles causas de los problemas de la gestión integrada de los recursos hídricos en los términos estipulados por la LAN.

1.4.2 ¿Cuál es el problema de realizar la gestión del agua en México?

Para terminar de completar el contexto general, se exponen algunas experiencias de los actores que relata la complejidad que implica ejercer la GIRH en México. Por un lado (Vargas et al. 2007) explican que se tiene conciencia de la magnitud del reto en la GIRH y que se

tiene la necesidad de integrar a todos los actores posibles para obtener resultados eficientes. En otro análisis expuesto por Dourojeanni (2004, pp.137–140), enlistan los obstáculos experimentados al realizar la gestión del agua.

El punto esencial que mencionan Vargas et al. En sus párrafos, es que se han percatado de la dificultad de la GIRH por lo que hacen la recomendación de la construcción de la gobernanza por medio de la participación e integración gobierno-sociedad para ejercer la GIRH. En otras palabras ellos explican que la gobernanza por medio de la integración de gobierno-sociedad; el gobierno por una parte debe de dar garantía de que sean tomadas en cuenta las necesidades de la sociedad, y por otro lado que faciliten el proceso de gestión donde a la sociedad se le considere como parte de esta. Todo esto con el propósito de dialogar, generar consensos y negociar los conflictos en donde exista la representatividad de los diferentes grupos sociales y legitimidad al proceso de toma de decisiones.

Enseguida se presenta el análisis de los obstáculos de la gestión del agua la cual da la pauta para ir enmarcando el contexto general de este trabajo. Para delimitar el análisis de Dourojeanni el cual se denomina ***“Si Sabemos Tanto Sobre Qué Hacer En Materia De Gestión Integrada Del Agua Y Cuencas ¿Por Qué No Lo Podemos Hacer?”***, donde se enlistan los obstáculos no superados para la gestión del agua; se tiene que considerar que es un tema bastante amplio, por lo cual no se explorará a fondo puesto que no es el objetivo de este trabajo; sin embargo se expresarán los mensajes fundamentales del autor, con lo cual se vuelve más viable plantear una propuesta desde geomática acorde a las necesidades que aquí se exponen. A continuación se presenta el listado de manera sintetizada donde **Dourojeanni enumera los obstáculos al realizar la gestión del agua; después se continúa con un análisis del listado.**

1° La escasa accesibilidad e influencia que tienen los gestores del agua sobre las políticas, (ejem. La no consulta a los gestores del agua sobre las implicancias de las políticas).

2° La población a veces no reacciona con suficiente fuerza frente a situaciones conflictivas (sobre todo cuando hay situaciones de contaminación).

3° La carencia, el desconocimiento o la negación que tienen los actores más afectados para encauzar sus legítimas quejas (usuarios de menores posibilidades).

4° La carencia de estrategias coherentes con los medios para ponerlas en práctica (retarda la puesta en marcha de programas de GIRH).

5° *El desconocimiento que tienen muchos usuarios de los derechos que tienen con relación a presentar reclamos por esta situación (ejem. deterioros en la calidad de agua).*

6° *La existencia repetida de una “governabilidad transitoria”. (“Comisiones de emergencia” que dan la impresión de que se hace algo).*

7° *La oposición cerrada de algunos usuarios importantes del agua con poder, o en una posición de privilegio. (Atrasa la puesta en marcha de una GIRH).*

8° *Aún hay suficiente disponibilidad de recursos hídricos para absorber las demandas de agua, (se ha aprendido a vivir con las fluctuaciones del recurso hidrico).*

9° *Lo poco que utilizamos los resultados de las reuniones de especialistas.*

10° *Las “Causas de mortalidad” de las iniciativas de gestión integrada del agua. (intervención política en temas técnicos, cruce de funciones entre organismos, defensa cerrada de atribuciones en la gestión del agua, etc.).*

(Dourojeanni 2004, pp.137–140)

Primordialmente los 10 puntos que se encuentran en el listado de Dourojeanni, da la posibilidad de ir planteando un análisis holista, sencillo, y relativamente de fácil manejo que explica lo que ocurre al gestionar las aguas nacionales, además, ayuda a ir analizando y estructurando el problema, con lo cual se pueda ofrecer una propuesta de solución.

Primero, con fines del análisis; ¿Cuáles son las agrupaciones de actores?

Para este análisis, el enlistado de obstáculos permite identificar y definir a tres agrupaciones de actores-gestores del agua, a) la agrupación sociedad: (población-usuarios), b) La agrupación de especialistas: (gestores-técnicos), c) La agrupación política: (gestores institucionales y otros tomadores de decisiones incluyendo la influencia del sector privado). Hay que tener en cuenta que aquí se tiene solo una perspectiva de análisis y que en realidad existe una interacción difusa entre estas tres agrupaciones por lo que no se consideraran agrupaciones rígidas o definiciones estrictas.

Segundo, ¿Cuán buena es la comunicación entre las agrupaciones?

Se aprecia que en la definición de los 10 obstáculos, generalmente se habla de un problema de comunicación en las tres agrupaciones (sociedad-especialistas-políticos), donde existen diversas interacciones (“diálogos”) entre estos grupos; lo que es necesario para lograr el consenso, que como se expone, no sucede de este modo. Por ejemplo, **las reglas políticas no suelen resolver adecuadamente las situaciones problemáticas de la sociedad en el**

tema del agua, por lo que estas reglas no estan acordes al contexto de todos los grupos sociales, como tampoco a la prestectiva de los especialistas; también se aprecia que no hay una correcta comunicación de parte de la sociedad para expresar sus problemas a los especialistas y a los políticos, de la misma forma ocurre con el grupo de especialistas al interactuar con la parte politica y social.

Tercero, ¿Cómo se ejerce el control o manejo del recurso agua

Como no hay una buena comunicación entre las tres agrupaciones, es evidente que no se toman en cuenta de una manera incluyente a las tres agrupaciones en los procesos de la GIRH, en los cuales se requiere la interacción y cooperación de los tres grupos aquí detectados para mejorar los resultado y poderlos apreciar en la práctica. Además se puede añadir que para ejercer un correcto manejo e implementación de la GIRH, debe haber equidad en el peso e influencia que tiene cada una de las tres agrupaciones, para obtener resultados que permitan la eficiencia, el equilibrio y el orden al gestionar el recurso hídrico.

Ahora bien, tomando encuesta lo que mencionan Dourojeanni y Vargas, se aprecia que los problemas descritos por Dourojeanni están muy acordes con la recomendación de la construcción de la gobernanza por medio de la participación e integración gobierno-sociedad para ejercer la GIRH. Donde la comunicación y el control que se genera entre las tres agrupaciones (sociedad-política-especialistas) es la base para la correcta GIRH, en la cual surjan las acciones y características que menciona Vargas en la gobernanza del agua:

“El dialogo, la generación de consensos, la negociación de los conflictos en donde exista la representatividad de los diferentes grupos sociales y legitimidad al proceso de toma de decisiones” (Vargas et al. 2007, p.213).

Lo establecido hasta el momento es el contexto y el punto de inicio para indagar en esta investigación. Para concluir con este subcapítulo se resaltan algunas interrogantes que Dourojeanni se plantea, las cuales son de gran valor para conocer la temática de las preguntas que se les tiene que responder a los gestores del agua respecto al tema de la gestión integrada:

“¿Por qué nos ganan las situaciones no deseadas en la gestión del agua y el ambiente en general si somos tan buenos en dar recomendaciones sobre lo que se debe hacer? Tenemos listas de obstáculos identificados, pero no logramos superarlos (enlistado) e inclusive retrocedemos en muchas metas logradas. ¿Cuáles son las razones de que ello suceda? ¿Será que como especialistas o responsables de la gestión del agua, las cuencas y el ambiente no somos capaces de comunicarnos con los actores pertinentes como son los ministerios de hacienda, los inversionistas o los congresistas? ¿Será qué, como se menciona en la larga lista de obstáculos presentadas en el enlistado, simplemente somos fatalistas y aceptamos

las consecuencias de nuestro accionar sin quejarnos el tiempo suficiente para que se convierta en un punto de la agenda política?

¿Por qué, si sabemos tanto sobre qué hacer en materia de gestión del agua, no lo podemos hacer? La respuesta no es fácil. Todos de alguna manera tendemos a responder casi de inmediato con una idea preestablecida, como por ejemplo: “Lo que falta es voluntad política...”. Si la respuesta fuera tan sencilla podríamos trabajar sobre eso y lograr impactos positivos. Todos tenemos soluciones en mente, pero es obvio que para que tengan efecto deberán ser aplicadas más de una a la vez siguiendo una estrategia de largo plazo, para ir superando uno a uno los obstáculos, siguiendo un orden de prioridades, prioridades que aún no hemos determinado” (Dourojeanni 2004, pp.135–137).

En el siguiente tema se continua con el plantamiento acerca de, el cómo es que la geomática podría ser una alternativa de mejora partiendo del contexto definido en este subcapítulo. Para tal propósito se mostrará de manera general, algunas de las componentes de la geomática, las cuales son ideales para abordar y guiar a una propuesta de solución sobre algunas cuestiones de las que se plantean en las interrogantes de Dourojeanni, así como en su enlistado de los obstáculos de la gestión del agua. De igual forma se muestran las bases que se tienen desde la geomática para responder el cómo se podría generar la gobernanza gobierno-sociedad que expresa Vargas.

1.4.3 ¿Qué es la Geomática y cómo se podrían superar los obstáculos de la gestión integral de aguas urbanas en México con su aplicación?

Partiendo del contexto expresado en los párrafos anteriores donde se mencionan los obstáculos de la GIRH, además de la necesidad de generar la gobernanza por medio de la integración gobierno-sociedad; a continuación se introduce brevemente a la geomática así como sus mecanismo de conocimiento relacionado con la gestión integrada; después se analiza, como este conocimiento está fuertemente ligado a la generación de conocimiento que permite dar respuestas alternativas de cómo superar los obstáculos de la GIRH; por último se hace mención de la metodología la cual da la pauta para guiar al proceso que culmina en la propuesta de la solución en geomática. Por el momento, la principal intención no es adentrar en el marco teórico o metodológico, pues más adelante se expone ampliamente, sino definir los criterios conceptuales de la investigación para integrarla al contexto de esta misma.

La geomática puede entenderse como la emergencia:

“De los avances tecnológicos y del campo de las ciencias de información geográfica; la cual satisface la necesidad de conceptualizar un término que incorpore los avances de adquisición continúa, procesamiento, gestión, visualización y disseminación de la información geográfica. Generalmente se acepta que los sistemas de información geográfica (SIG), la cartografía, la percepción remota, la geodesia, la topografía y la fotogrametría son esenciales para el desarrollo de la geomática. Y su conocimiento dominante, emerge de las interacciones que se presentan en el espacio entre estas disciplinas donde los bordes entre estas son complejos y difusos” (Reyes et al. 2006, p.8).

Resalto que una de las aportaciones esenciales de esta ciencia va encaminada a entender los fenómenos en el espacio-tiempo sobre la tierra, es decir, comprender las dinámicas territoriales por medio de un conjunto de diversas perspectivas de conocimiento emergente del análisis e interpretación de la información geográfica. En lo que respecta a los procesos que conlleva la gestión del agua, estos pueden ser concebidos como un fenómeno espacio-temporal; en donde existen diversas componentes y procesos asociados al desarrollo del “fenómeno” de la GIRH, sujetos al paso del tiempo y de las modificaciones territoriales. En tal desarrollo, existen interrelaciones entre componentes sistémicas, que requieren un mejor entendimiento para que resulte eficaz la gestión del agua. Por otro lado, para realizar el estudio de estos fenómenos existen conceptualizaciones espaciales, como por ejemplo la regionalización. Al respecto se menciona que

“la regionalización es necesaria para esclarecer como los seres vivos evolucionan en el espacio tiempo y consiguen proseguir con su medio de vida en un ambiente de constante cambio” (Reyes et al. 2014, p.19).

Por lo cual la incorporación de este contexto geográfico en la gestión del agua que se implementa desde la perspectiva de geomática puede tomar un papel importante en la GIRH.

Ya introducido el término de geomática, donde se resalta la necesidad de hacer explícito el espacio por medio de un contexto geográfico, el cual es necesario para comprender mejor las interacciones entre los procesos de la gestión del agua; se retoma lo planteado en el subcapítulo: “¿Cuál es el problema de realizar la gestión del agua en México?” y se presenta a la geocibernética, la cual puede ser enfocada a superar los obstáculos de la gestión del agua.

Para esclarecer un poco lo que representa el término de “geocibernética”, se percibe que es una palabra compuesta, primero con el término “geo”, el cual es un elemento prefijo de origen griego que entra en la formación de nombres y adjetivos con el significado de “tierra”. El segundo término “cibernética”, “es un término científico definido por Wiener

(1954), el cual se enfoca en investigar cómo funcionan los sistemas, es decir, como controlan sus acciones, como se comunican con otros sistemas o con sus propios componentes” (Heylighen 2000).

Ahora bien, recordando que la GIRH requiere la integración de gobierno-ciencia-sociedad para resolver los problemas en el tema del agua; el siguiente párrafo se toma como una propuesta para abordar los obstáculos de la GIRH realizando la gestión del conocimiento por medio de la geocibernética, la cual se considera la base que encamina a esta investigación a una propuesta de solución geocibernética de la gestión de las aguas urbanas.

“Se puede observar que cuando se busca una solución basada en la demanda de la sociedad, una batería de modelos cuantitativos no es necesariamente suficiente, a pesar de que proporcionan una buena manera de describir objetos, acciones y representar una poderosa herramienta analítica. La experiencia nos dice que con el fin de abordar los problemas sociales, se necesita toda una metodología de trabajo, o una estrategia que tenga en cuenta los diferentes aspectos (conocimientos, metodologías y procedimientos), lo que conducen a una solución geocibernética. Debido a la complejidad de su organización, necesitamos nuevos métodos para describir los procesos que interactuar en un territorio (Minsky 1988, p.105) y el método Reyes (Lopez-Caloca 2011, pp.117–129) se encuentran entre los que incorporan conocimiento sobre el territorio en la búsqueda de soluciones a las demandas sociales” (C. Reyes et al. 2014, p.20).

Analizando lo que está implicado en el párrafo anterior, se puede realizar una analogía con la GIRH. Por ejemplo, considerando a la GIRH como una demanda de la sociedad, la realización de los modelos cuantitativos (eje. los modelos hidrológicos-hidráulicos entre otros) en los procesos de la GIRH, no han sido suficientes para lograr una gestión eficiente a pesar de que estas son herramientas analíticas poderosas. Por lo que se propone la aplicación de la geo-cibernética por medio del método Reyes (*“en esencia, el método Reyes permite, a través de un proceso de construcción de conocimiento colaborativo, el diseño de soluciones geo-cibernéticas”*) (C. Reyes et al. 2014, p.20), para integrar el conocimiento, las metodologías y procedimientos de la GIRH y así describir los procesos que interactúan en el territorio con lo cual se pueda dar una propuesta de solución a las demanda de la sociedad para obtener una efectiva GIRH. (En los capítulos del marco teórico y metodológico se desarrolla el tema de geocibernética y el método Reyes en el orden respectivo).

De lo anterior podemos concluir que al realizar la aplicación de la geocibernética y el método Reyes, permitirá obtener una solución geocibernética que permita el control; el

manejo del agua y la comunicación en los procesos de la GIRH, por medio de un enfoque sistémico que irá descifrando el funcionamiento de las estructuras, las componentes y las agrupaciones (sociedad-especialistas-políticos); en un contexto territorial (físico-social). En términos generales, es aquí donde se permite enfrentar la esencia de los obstáculos identificados por Dourojeanni en el capítulo nombrado: *“¿Cuál es el problema de realizar la gestión del agua en México?”*.

1.5 Sobre el ciclo hidrológico urbano y sus procesos de gestión

En el subcapítulo anterior, “Sobre el contexto de la gestión integrada del agua urbana en México y el rol de la Geomática”, se presentaron las principales cuestiones introductorias sobre el contexto de esta investigación, tales cómo; ¿Qué es la gestión del agua?, ¿Cuáles son los obstáculos a superar de la GIRH?, ¿Cómo se pueden enfrentar los obstáculos desde la geomática, por medio del marco teórico de la geocibernética? El planteamiento sobre estas cuestiones es la base para dar alguna propuesta de solución encaminada al objetivo general de la investigación sobre la elaboración teórica y conceptual que permita ejercer una forma eficiente y sostenible de gestionar las aguas urbanas. Sin embargo hasta el momento no se aborda el tema de las aguas urbanas.

El objetivo de este subcapítulo “sobre el ciclo hidrológico urbano y sus procesos de gestión”, es en esencia dirigir y acotar el tema de la gestión del agua en general, hacia las aguas urbanas. Para cumplirlo, se exponen de manera general algunos elementos conceptuales relacionados a la gestión de las aguas urbanas, como por ejemplo:

¿Qué es el ciclo hidrológico urbano?

¿Qué son las aguas urbanas?

¿Cuáles son los procesos de la gestión de las aguas urbanas?

También se discute de manera breve, **la importancia de la relación entre las instituciones y sus reglas definidas por la LAN con respecto a la forma en que se gestiona el recurso hídrico urbano, la importancia de plantear una visión sistémica entre los procesos de gestión y valorar el papel de la inclusión y la comunicación entre las diversas instituciones en los distintos niveles de gobernanza del recurso hídrico: el federal, el estatal, el municipal, y los usuarios.** Además, se exponen algunos problemas que se pueden observar físicamente en la infraestructura de las aguas urbanas, los cuales tienen que ser atendidos de manera adecuada con planeación a futuro, lo que es difícil de lograr si la raíz del problema surge desde la organización en los procesos de gestión de las aguas urbanas.

Después se expone la perspectiva y la justificación de la propuesta para la gestión de las aguas urbanas. Y por último, un breve antecedente sobre la gestión de las aguas urbanas y la aplicación de los sistemas de información geográfica (SIG) en este tema.

1.5.1 Sobre las definiciones relacionadas a las aguas urbanas

Como primer punto, las aguas urbanas son el recurso hídrico que se encuentra en interacción con el medio urbano, los ciclos que ocurren en esta interacción se pueden definir de manera informal como el ciclo hidrológico urbano (a grandes rasgos: captación, uso y desalojo del agua) y los procesos básicos con los cuales se realiza su gestión para satisfacer las necesidades de su población y ambiente que lo rodean son los siguientes (K Price & Vojinovic 2011, 17):

- 1) Suplir de agua potable
- 2) Tratamiento de agua potable
- 3) Distribución de agua potable
- 4) Recolección de agua de drenaje
- 5) Alcantarillado combinado
- 6) Tratamiento de aguas negras
- 7) Impacto al recibir estas aguas
- 8) Gestión de inundaciones urbanas
- 9) Gestión de aguas subterráneas urbanas

Los 9 procesos anteriores se pueden abordar como sistemas entrelazados, definiendo así la tarea compleja de la gestión de las aguas urbanas, en esta se crean situaciones en las cuales se requiere colaboración entre distintos niveles institucionales y de gobierno (Ayuntamientos, Delegaciones, Instituciones Estatales y Federales, como la SACMEX, CONAGUA; etc.), los cuales tienen la finalidad de gestionar las aguas urbanas; desde la construcción de infraestructura hídrica hasta la aplicación de las normas y leyes correspondientes. Una consideración importante para que las instituciones responsables logren una gestión eficiente, es el entendimiento de los procesos entre estos nueve sistemas, de tal forma que se puedan definir las causas de los problemas más apegados a cada situación particular con la finalidad de enfrentarlos de manera adecuada considerando una visión sostenible que permita una adaptabilidad eficiente conforme al desarrollo urbano y evite el deterioro negativo del sistema hidrológico urbano y su gestión.

Otra consideración respecto a la colaboración de los involucrados en gestionar las aguas urbanas, es el proceso de comunicación entre ellos, la existencia y acceso a la información

correcta y oportuna, que suele ser complejo por lo que la toma de decisiones destinadas a los proyectos y la gestión de aguas urbanas suelen terminar siendo inapropiadas, inoportunas e inclusive inexistentes, (caso estudiado en el proyecto de Geomática aplicada en colaboración con la Delegación La Magdalena contreras, Equipo río Magdalena 2015). Al respecto; Roland añade que para países en desarrollo, es común que no se prevea por el futuro desarrollo y gestión de la infraestructura hídrica donde el enfoque es satisfacer las necesidades a corto plazo de abastecimiento, distribución y mejoramiento de la infraestructura.

En cuanto a los problemas físicos que se presentan en los sistemas hídricos, se tiene el deterioro de la infraestructura, por ejemplo, las fugas en la red de agua potable y drenaje. Estos sistemas necesitarán en algún momento mantenimiento regular, renovación o rehabilitación. Como lo menciona Roland y Zoran:

“el diseño de estos sistemas debe estar considerando que en las renovaciones y expansión del servicio sean fácil de realizar en un futuro y que los costos de inversión para el mantenimiento y servicios en un determinado periodo de tiempo sean minimizados. Los ingenieros encargados en extender los servicios de agua en las áreas urbanas enfrentan bastantes retos en lo que respecta al abastecimiento de agua, las redes de distribución de agua potable así como también la red colectores y desalojo de agua residual, sin olvidar la red de desalojo de agua pluvial para las lluvias” (K Price & Vojinovic 2011, p.8).

1.5.2 Sobre la propuesta de gestión de las aguas urbanas

Roland y Zoran (2011, 1) mencionan que se estima que el mayor crecimiento de las áreas urbanas ocurrirá, en países en desarrollo, en regiones que ya se encuentran bajo tensión en el tema del agua, estas regiones tienen acceso limitado al agua potable de calidad y no cuentan con un adecuado tratamiento de agua . **Para enfrentar esta circunstancia, la gestión de los sistemas de las aguas urbanas con tendencia sostenible es una característica fundamental para el desarrollo integral. La aplicación de un marco sistémico desde una percepción espacial para entender este fenómeno es uno de los puntos de partida de esta investigación, pretendiendo que el conocimiento creado sea de apoyo para dar origen a las políticas, el diseño y la gestión sostenibles de las aguas urbanas.**

La actual propuesta de esta investigación es obtener el conocimiento y el modelo conceptual para gestionar las aguas urbanas tomando como base la Geomática y el análisis espacial para el desarrollo de dicho conocimiento. En el presente trabajo se

considera a la Geomática y a la geocibernética como el marco teórico adecuado por el cual se genera conocimiento de manera integral de los factores implicados en la gestión del territorio del recurso hídrico urbano.

Por lo tanto se pretende que el conocimiento creado podría servir para las instituciones gubernamentales y no gubernamentales encargadas de la gestión de las aguas urbanas (entidades municipales, estatales y federales, CONAGUA; etc.) como una propuesta conceptual de gestión de conocimiento enfocado al manejo de aguas urbanas con la que se sustente la creación e implementación de soluciones en geomática, de sistemas y modelos de información geoespacial; con el fin de conectar los datos, modelos y sistemas espaciales de soporte de decisión, con lo que se pueda interactuar con la información, como lo menciona K Price & Vojinovic (2011, xxx). Por ejemplo, el análisis por medio de las variables espaciales relacionadas con este fenómeno y su dependencia con la infraestructura hídrica, donde se pretende, ayude a hacer más eficientes los servicios de agua y sea de apoyo para mejorar la calidad de vida en regiones urbanas, como la salud pública, la protección de la vida en las inundaciones, sustentabilidad ecológica, reducción de fugas con su identificación y reparación, etc.

1.5.3 Sobre los antecedentes desde la geomática

Uno de los inicios de la gestión de las aguas urbanas surgió a través de la necesidad de evitar las enfermedades, un ejemplo es “la creación de las redes de drenajes para combatir la propagación de las enfermedades por desecho de aguas negras, así como también para tratarla y devolver el agua a su medio de tal manera que la contaminación hacia el ambiente sea la mínima. En cuanto a la distribución del agua potable se requiere un control de saneamiento para que pueda ser aceptable para el consumo humano. En la actualidad la gestión de las aguas urbanas se ha tornado un asunto complejo. Algunos de los problemas que se encuentran en el sistema de las aguas urbanas son las roturas en los sistemas de las tuberías por movimiento, vibración y tensión; interferencia por constructores, acumulación de sedimentos; etc. Los primeros en darse cuenta de la necesidad de una gestión moderna y eficiente de las aguas urbanas fueron los ingleses, los holandeses, los alemanes y los franceses, que fueron conscientes de las necesidades periódicas de renovación, mantenimiento y operación de las redes con el fin de rehabilitar su rendimiento” (K Price & Vojinovic 2011, p.17).

Un ejemplo acerca de cómo se realiza la gestión por medio del análisis espacial y los sistemas de información geográfica se menciona en el informe: “Fortalecer la Gestión

Efectiva y Democrática del Agua y Saneamiento en México para Apoyar el logro de los Objetivos del Milenio”:

“La adopción del SIG permite realizar el seguimiento del desarrollo de los proyectos, optimizar recursos y reportar a las instancias correspondientes de mejor manera; se podrá promover el flujo de información en ambos sentidos entre el Ayuntamiento y las Instituciones Estatales y Federales, con beneficios para ambas partes y, se promoverá la transparencia y acceso a la información” (ONU, 2011).

Otro caso similar que muestra cómo se aplica en la actualidad la geomática y el análisis espacial para la gestión de las aguas con el fin de integrar a las organizaciones gubernamentales:

“La integración entre los especialistas en el tema del agua y los planeadores espaciales crean material de consultoría para la planeación del desarrollo de regiones específicas, el cual destaca el uso de un marco de referencia que descose las cuestiones complejas entre las instituciones de un sector específico relacionado con la gestión integral de los recursos hídricos” (Kidd & Shaw 2007).

Capítulo 2. EL TERRITORIO, LA GEOCIBERNÉTICA Y EL ANÁLISIS ESPACIAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA URBANA

Partiendo de los objetivos, las hipótesis y la problemática identificada en el análisis de los obstáculos al ejercer la GIRH que se realiza en el Capítulo 1, se enmarca la teoría con la cual se da respuesta y sustento a estas cuestiones. Por lo que el objetivo principal de este capítulo es esclarecer cuál es la base de conocimiento que se selecciona para dar respuesta a una gestión eficiente de las aguas urbanas desde la perspectiva de la geomática.

En el capítulo introductorio (Geomática para la gestión del agua urbana), se detecta que cuando se habla de la GIRH, se tienen diversos obstáculos que pueden ser abordados desde una visión sistémica, como un fenómeno que emerge en este caso, como un territorio urbano en el cual se ejerce la GIRH; y la complejidad de dicho fenómeno genera situaciones de precaria comunicación y entendimiento entre los diversos agentes involucrados en el manejo de las aguas urbanas en los distintos niveles jerárquicos, por lo tanto con los mecanismos actuales que regulan (“controlan”) el funcionamiento sistémico de la GIRH no se han obtenido los resultados deseados conforme a lo que estipula la LAN. La evidencia de estas ineficiencias se percibe en la actual imposibilidad de realizar una GIRH en el territorio urbano que revierta la contaminación de los cuerpos de agua que se observan en diversas partes del territorio urbano mexicano, además de otras situaciones.

Para dar soporte a la construcción del conjunto de elementos conceptuales enfocados a enfrentar la situación considerada en el párrafo anterior se aborda a la geocibernética desde una perspectiva de geomática. Con el planteamiento central que se menciona en el subcapítulo: “Abordando La Gestión Del Agua En México Desde La Geomática”, la geocibernética; en el sentido de esta investigación, se aplica con el fin de esclarecer los diversos contextos que surgen en el territorio en el que se encuentran las aguas urbanas y como a partir de esto, se pueden proponer mecanismos que regulen desde una visión holista, integradora e inclusiva el funcionamiento sistémico de la Gestión integral del recurso hídrico urbano. Con lo que se puede cumplir el objetivo del desarrollo teórico y conceptual que permita implementar una forma eficiente de gestionar las aguas urbanas.

Con la finalidad de ir entrelazando los conceptos; el marco teórico se desarrolla en el siguiente orden. En primer lugar se despliega el concepto de territorio, el cual es aquí considerado como la forma de percibir el espacio donde emergen diversas situaciones debido al entendimiento y uso que cada agente tiene del mismo. Después se aborda a la geocibernética, este punto, como ya se ha mencionado con anterioridad; en esta investigación, es enfocado al estudio del regulamiento y el entendimiento sistémico de la GIRH urbana. Por último se menciona al análisis espacial, que aquí se percibe como el medio

por el cual se analizan los problemas que surgen en el territorio. Posteriormente se hace explícito el papel fundamental entre estos elementos, y el cómo es que se relacionan con el fin de obtener el producto y la propuesta conceptual de gestión aplicada a las aguas urbanas.

2.1 El Territorio

El concepto de territorio tiene una rica diversidad de contextos, desde el contexto político que trata de definir los límites de una nación, como por ejemplo el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, hasta el contexto biológico de las zonas delimitadas por los animales de diversas especies, como cuando un oso marca su territorio. De manera general se analiza el concepto de territorio como la forma de apropiación del espacio, con la finalidad de indagar en las bases con las que se podría definir un contexto de territorio propio de la GIRH, el cual es el objetivo de este subcapítulo, que se enfoca en explorar lo que representa el territorio y pensar en las situaciones existentes en la gestión de aguas urbanas, de intuir como es que estas situaciones emergentes pueden de alguna u otra forma promover o interferir con los resultados que se obtienen al ejercer la gestión. Además se consideran algunos aspectos para determinar el modelo territorial donde encaje de manera adecuada la GIRH urbana.

2.1.1 El territorio: Desde la visión emergente

Para comenzar se enuncia una definición de lo que representa la palabra territorio desde un contexto geográfico:

“El territorio es una de las categorías de análisis de la Geografía y recientemente se ha convertido en un concepto ampliamente utilizado por diversas ciencias que se ocupan de los procesos de producción del espacio. Esta diversidad promueve la comprensión y los significados atribuidos al concepto de territorio según las intencionalidades de los sujetos.”
(Fernandes 2008, p.2).

La esencia de este concepto está inmerso en las diversas perspectivas en las que se produce y analiza el valor que se le da al espacio, en donde dependiendo de las intencionalidades, el territorio toma una gran variedad de significados. Por ejemplo, cuando se planea una ciudad por un conjunto de actores de diferentes disciplinas, cada actor evalúa el espacio conforme al conocimiento adquirido de su perfil académico, esto es, un biólogo generalmente tendrá la intención de preservar el espacio ambiental, mientras que los actores dedicados a la

industria buscaran la forma de modificar el espacio para el desarrollo de fábricas y la manufactura, en lo que respecta a los actores de la gestión de aguas urbanas, es buscar un punto donde el espacio ambiental relacionada con el agua se conserve, pero además tiene que proveer del recurso hídrico al sector industrial. En este ejemplo, el territorio comienza a tomar diversos significados y cada actor buscará que la decisión que se tome respecto a la modificación y apropiación del espacio, beneficie sus intereses.

Partiendo de esta perspectiva, las tomas de decisiones que se realizan con el fin de obtener algún tipo de beneficio respecto al uso del territorio y los bienes que se encuentran en él, pueden generar situaciones conflictivas en las cuales se requiere llegar a consensos donde todos los actores que interactúan en el territorio, sean considerados y se culmine con decisiones benéficas para todas las partes. Sin embargo, una cuestión importante a considerar se encuentra en la dificultad de predecir cómo se comportara el territorio con las decisiones que se tomen:

“Holland dice que lo más grave es que estamos lejos de entender los efectos de los cambios que hacemos en los ecosistemas y solo poseemos ideas vagas de las consecuencias a largo plazo. Sin embargo, nuestro bienestar, e incluso nuestra supervivencia, depende de que seamos capaces de utilizar estos ecosistemas sin destruirlos”(Holland 1995, p.4), haciendo referencia a que “ningún agente que conforma el territorio, controla la emergencia de estos procesos: característica de un Sistema Complejo Adaptativo (SCA) ” (Lopez-Caloca 2011, p.78,79).

Otro punto de vista del territorio de una ciudad:

“resulta de la emergencia espontanea de una estructura global de las interacciones entre territorios emergentes locales. En este sentido, un territorio es un sistema auto-organizado, intrínsecamente adaptativo, que mantiene su coherencia (orden) a pesar de los continuos cambios de su medio ambiente” (Lopez-Caloca 2011, pp.73–75).

Esta visión puede representar la condición principal de las ciudades, por el hecho de que cada ciudad funcional se auto-organiza y se adapta con la finalidad que esta mantenga sus procesos activos y que sean viables para que las personas puedan subsistir.

Analizando lo que pasa en un caudal contaminado que se encuentre en un territorio urbano, su descontaminación puede resultar difícil de realizar, partiendo de la suposición donde el:

“territorio puede ser visto como un organismo vivo, y es en el espacio-tiempo en donde los agentes se ganan la vida al realizar socialmente sus actividades en un entorno dado” (Lopez-Caloca 2011, pp.78–79);

Pero lo que generalmente sucede es que el cauce contaminado deja de formar parte de los recursos de los que dependen los agentes, debido a que el agua potable de la que estos agentes subsisten proviene de otras fuentes como las del subsuelo o es recolectada externamente de la ciudad. Es decir, la auto-organización y adaptación del sistema territorial como organismo vivo, deja de depender de estos ríos contaminados, por lo que la descontaminación de los ríos urbanos no es prioritaria. Este es uno de los grandes inconvenientes a los que se enfrenta la GIRH urbana.

Continuando con el concepto de territorio, podemos afirmar que desde una perspectiva de territorio emergente y organismo vivo

“ningún territorio es igual a otro, y dentro de esta visión, están inmersos los conceptos de sistema, de auto-organización, de emergencia, de orden, de estructura disipativa, de autopoiesis, contingencia, simbiosis, organización propagativa y acumulativa y al modelar la dinámica del espacio, se está modelando la dinámica evolutiva, creativa y de innovación de los organismos vivos en el espacio-tiempo” (Lopez-Caloca 2011, pp.78–79).

Esto apunta a que si se desea realizar un modelo territorial de la GIRH urbana, este modelo tiene que ser considerado como un modelo flexible que permita auto-ajustarse a las características que conforman el territorio mismo, que se esté hablando de un sistema abierto, que promueva el cambio y el aprendizaje acumulativo con el fin de atender las necesidades que marca la LAN y donde estas leyes también sean adaptativas, reflejando los términos de la sostenibilidad e integración. Al respecto también podemos encontrar una visión del cómo es que se debería de realizar la gestión urbana bajo este paradigma:

“consiste en dotar a la ciudad con políticas publicas flexibles capaces de negociar una adaptación a las dinámicas cambiantes de los flujos globales de poder y riqueza (regulación cibernética), que en específico son los flujos financieros, tecnológicos, de información, etc.” (Lopez-Caloca 2011, p.76).

2.1.2 El territorio: Desde la visión de la gobernanza

Ya se ha mencionado que el territorio hace referencia a diferentes contextos y relaciones sociales de los cuales van emergiendo diversos tipos de espacios y que además esto se traduce en conflictos evolutivos con los procesos de toma de decisiones de gestión en las

que el espacio es modificado. Ahora se aborda a manera de síntesis la relación de estas concepciones territoriales con su gobernanza y las políticas que representan las reglas con las que funciona el territorio.

Es importante que al estudiar el tema de gestión de aguas urbanas, se tengan en mente las estipulaciones (leyes y normas) con las cuales se decide cómo se maneja este recurso, y como están relacionadas con los efectos que provocan en la definición de los territorios; Esta también es una perspectiva de cómo es que se genera el territorio con una visión de gestión y gobernanza, lo cual aplica de igual forma en lo que respecta a la LAN donde define la gestión territorial del agua por medio de cuencas, además que también se tiene que tener en mente que los conflictos por el territorio son generados no solo por el terreno físico, sino también por el bien inmaterial (generación de las leyes):

“el territorio es utilizado como un concepto central en la aplicación de las políticas públicas y privadas, en los campos, en ciudades y los bosques, promovido por las transnacionales, los gobiernos y los movimientos socio territoriales. Tenemos, entonces, disputas territoriales en los planos material e inmaterial. Estas disputas se pueden percibir como el conflicto entre las relaciones sociales y del control de los diferentes tipos de territorios por las clases sociales” (Fernandes 2008, p.4).

Ahora bien, el hecho de que se tengan que tomar decisiones para definir el territorio tanto físicamente como inmaterialmente (los arreglos que estipulan la definición y delimitación del espacio); genera diferentes situaciones de *“disputas territoriales que se desarrollan en el ámbito político, teórico e ideológico”* (Fernandes 2008, p.5), es decir en todo el espectro multinivel de gobernanza y en distintas escalas del territorio.

Se hace énfasis en tener en consideración las diferentes implicaciones del territorio en las que está inmersa la GIRH, por lo que es esencial que si se desea abordar los temas de integración y sustentabilidad que marca la LAN; los conceptos de la visión multi-territorial, las escalas en que se aplican las leyes, la generación abstracta del territorio, la influencia multinivel de las instituciones, la diversidad social e ideológica, etcétera, son de gran ayuda para comprender la complejidad en la que se tiene que ejecutar la GIRH; es con esta visión holista que se aborda este tema. Además se añade que el territorio es el que expone las circunstancias que tienen que ser enfrentadas con la geocibernética y el análisis espacial, conceptos que se abordan en los dos siguientes subcapítulos.

2.1.3 El territorio: Su modelado

Para concluir con lo que se ha expresado en este capítulo sobre el territorio, se presenta una guía a manera de síntesis que muestra algunos aspectos claves en la modelación del territorio. En lo que respecta al trabajo presente, se desea el modelado territorial de la GIRH urbana que sirva como molde definido por el conjunto de conocimiento en los que subyace el tema de aguas urbanas. La idea es la obtención de un modelo que permita un análisis holista de tal manera que se puedan apreciar las cuestiones claves de la GIRH:

“La visión emergente y de gobernanza del territorio permitirá saber que observar y donde actuar:

El modelado del territorio debe construirse con diferentes modelos de conocimiento: Primeramente, debemos diseñar, como cuando se construye una casa, planos que nos guíen en la construcción. En segundo lugar, debemos encontrar una forma que haga corresponder los conceptos territoriales (los bloques de construcción) con los conceptos de los jugadores, de tal manera que estos últimos se expliciten territorialmente y adquieran sentido cuando, metafóricamente, se haga una lectura de bloque por bloque. Finalmente, debemos trabajar a un nivel superior de organización (a nivel conceptual) y descubrir cómo construir un modelo de conocimiento para el estudio del territorio (metasistema de gestión) que permita aprovechar los diferentes conocimientos de los actores y evitar sus limitaciones. La pregunta es entonces es: ¿Cómo se pueden acoplar estructuralmente todos los jugadores de tal forma que puedan construir un modelo de conocimiento territorial que los guíe?” (Lopez-Caloca 2011, pp.88–90).

Parte del cómo es que se ira construyendo un modelo territorial de la GIRH urbana que responda de manera adecuada a la problemática así como al “que observar y donde actuar” se muestra a detalle en la metodología propuesta para este trabajo. Hasta este punto se articulan las cuestiones esenciales en lo que respecta a las consideraciones del territorio y su importancia para desarrollar un modelo de gestión de la GIRH.

2.2 La Geo-cibernética (GC)

Eventualmente se han ido mencionado algunos de los motivos por los cuales la geocibernética es relevante cuando se habla de gestión territorial; en el tema de gestión de aguas urbanas, la consideración de diversos aspectos territoriales juega un papel importante, por lo que a continuación se explora este marco emergente de investigación desde la Geomática. Se recomienda leer el anexo “Sobre la Geocibernética: Su origen desde la Ciber cartografía” donde se expone el preámbulo de la geocibernética, refiriéndose a su definición (el conjunto de conceptos e ideas detrás) y origen de la misma. En el apartado “Geocibernética: su propósito y sus componentes” se abordan los aspectos esenciales que surgen al combinar el modelado, la teoría general de sistemas, la cibernética, el territorio. Para conocer las consideraciones previas al desarrollo de las soluciones geocibernéticas, se recomienda de igual manera leer el anexo “Sobre la Geocibernética: Preámbulo para el desarrollo de soluciones geocibernéticas”.

2.2.1 Geo-cibernética: Su propósito y sus componentes

Como se discute en el Anexo “Sobre la Geocibernética”, la GC emerge como el marco teórico de la CC conformado por el modelado, la teoría general de sistemas y la cibernética, junto con las adopciones de la perspectiva del territorio y el apoyo del análisis espacial. A continuación se aborda cual es el propósito de la GC y cómo es que sus componentes están enfocados a cumplir con tal propósito.

2.2.1.1 *El propósito de la Geocibernética*

En el subcapítulo introductorio (1.4 Sobre el contexto de la gestión integrada del agua urbana en México y el rol de la Geomática), se aborda de manera superficial a la geocibernética como el medio por el cual se pueden enfrentar situaciones donde la comunicación y los mecanismos que regulan a un sistema funcionan precariamente, refiriéndose a los procesos de gestión territorial. Tomando en cuenta la idea del enunciado anterior es como se describe el propósito de la geocibernética que a continuación se discute.

Como punto de inicio,

“la geocibernética parte de la necesidad de abordar los problemas territoriales a partir de una visión transdisciplinaria, sistémica, y analítica, de establecer el instrumento metodológico adecuado de gestión científica, en donde las soluciones están diseñadas geo-cibernéticamente, además de proponer el razonamiento transdisciplinario como la clave en la búsqueda de soluciones a las demandas sociales” (Reyes et al. 2015, p.100).

En lo que respecta a la GC las demandas que realiza la sociedad están directamente vinculadas con los problemas territoriales, por tal motivo se requiere implementar una visión multidisciplinaria en la representación del territorio con el fin de intentar recrear de la mejor manera, el contexto “real” de la situación territorial para poder acertar a las demandas de la sociedad, por lo cual, cuando una

“representación del territorio debe ser mencionada, debe capturar su propia naturaleza de manera holista y reflejar los principales procesos o fuerzas que afectan el cambio espacial significativo(Enzo 2002)”, (Reyes et al. 2006, p.15).

De igual forma si se intenta hablar de los cambios en los que el territorio está constantemente inmerso es difícil percibir con exactitud la “realidad del territorio”, siendo este tipo de cuestiones en las que está enfocada a enfrentar la geocibernética en donde

“el comportamiento social al igual que otros fenómenos biológicos y naturales, puede generar patrones muy complejos e incluso aleatorios, lo que significa que el comportamiento futuro de estos sistemas en el territorio no puede ser previsto por patrones familiares y conocidos, salvo a muy corto plazo” (Mainzer 2007, pp.424–425).

Por este motivo el proceso de modelado requerido por la GC está en constante evolución, con una visión sistémica-transdisciplinaria encargada de incluir las perspectivas de la diversidad de conocimientos que se encuentren disponibles al momento de realizar el modelado, y este proceso evolutivo esta guiado por la cibernética, vista como el medio de regulación sistémico y de comunicación por medio de la conversación entre los diversos especialistas.

Bajo esta visión, es que se realiza la gestión del conocimiento, ayudando a la comprensión de la “realidad territorial”, en donde su aplicación va dirigido al apoyo en la toma de decisiones donde la incertidumbre del funcionamiento territorial se reduzca. Por ende las decisiones que se tomen a partir del conocimiento que se esté generando darán lugar a decisiones mejor informadas con el fin de cambiar la situación problemática del territorio y por lo tanto cumplir con las demandas sociales en la medida de lo posible.

Otro de los puntos que conforman el propósito de la geocibernética está relacionado con la gestión del conocimiento territorial. En el capítulo introductorio (1.4 Sobre el contexto de la gestión integrada del agua urbana en México y el rol de la Geomática), se menciona un poco sobre cómo es que los obstáculos de la GIRH pueden ser enfrentados por medio de la gestión del conocimiento con un enfoque territorial desde la GC. Se menciona que para enfrentar las demandas sociales se requiere de una metodología de trabajo desde la visión GC que describan los procesos territoriales, en donde el conjunto de modelos cualitativos no es necesariamente suficiente. A continuación se profundiza al respecto.

La gestión de conocimiento de la GC está guiada por el método reyes (ver el marco teórico de este capítulo), por el cual se van modelando las soluciones GC en donde

“no sólo es valioso el conocimiento científico explícito y formal, sino también la creatividad y el conocimiento tácito del reclamante social. Todo el conocimiento debe estar entrelazado para crear una Base de Conocimientos que, en forma de conceptos, sintetiza el conocimiento del demandante social y de los especialistas.” (C. Reyes et al. 2014, p.20), (ver Ilustración 1).

Respecto a este punto y lo mencionado en la GIRH, se observa la inclusión del conocimiento que se obtiene de todos los actores involucrados en la GIRH, refiriéndose por un lado al conocimiento de campo tanto de los usuarios como al de los especialistas; y por otro lado al conocimiento formal y explícito donde entraría el conocimiento de la experiencia científica requerida en el tema del agua. En donde la inclusión entre estas dos vertientes se realiza por medio de la conversación y los consensos, tanto en el proceso de modelado como en el proceso de la toma de decisiones.

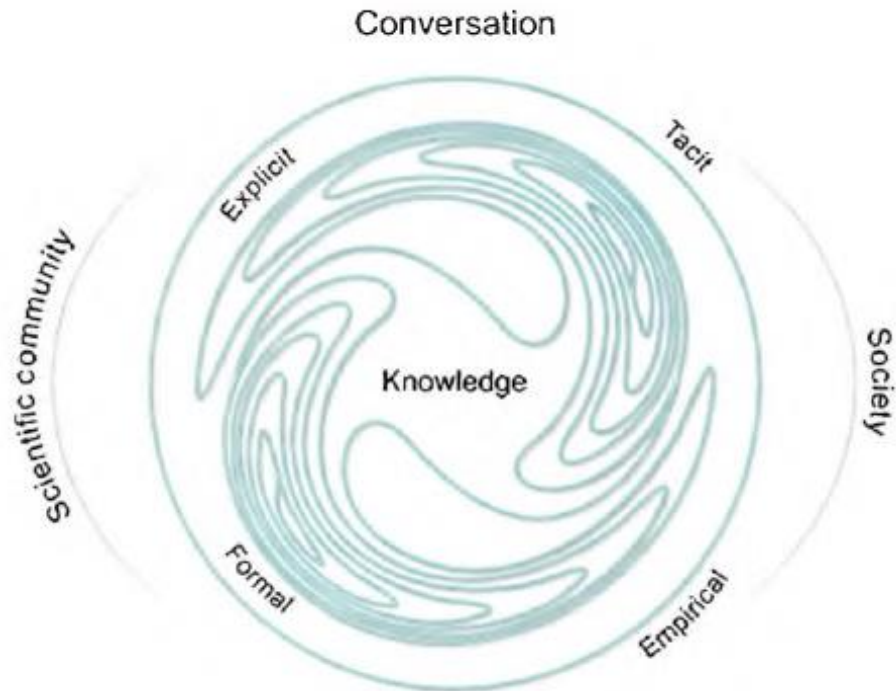


Ilustración 1: Enfoque para la emergencia de la base de conocimiento.
Obtenido de: (C. Reyes et al. 2014, p.20).

La base de conocimiento que emerge entre la interacción del conocimiento de la sociedad y de la comunidad científica tienen por objetivo actuar como catalizador en la toma de decisiones basados a partir de

“la construcción de una red de relatos que describen las complejas relaciones involucradas en los procesos sociales y naturales que interactúan en el territorio con nuevos modelos y nuevos conceptos emergentes. Esta red semántica, en su conjunto, se denomina red de conocimiento emergente y debe reflejar la visión holística del territorio”
(C. Reyes et al. 2014, p.20).

El siguiente extracto del tema “The Role of Knowledge Management” encontrado en el capítulo “From Cybercartography to the Paradigm of Geocybernetics: A Formal Perspective” (C. Reyes et al. 2014, p.21); es de ayuda para comprender un poco más del propósito que está relacionado con la geocibernética y cómo es posible conceptualizar la solución geocibernética por medio de la construcción y el modelado de una base de conocimiento y sus relaciones sistémicas que permitan una comprensión holista de la “realidad del territorio” con el fin de enfrentar sus problemáticas y actuar de mejor manera frente a las demandas sociales:

“Los reclamantes sociales buscan soluciones globales basadas en los principios guía que establecen, en lugar de una mera colección de soluciones parciales que no conducen a una solución, holística, combinada y completa. Aunque la disciplinaridad implica una diversidad de conceptos desde diferentes enfoques o dominios del conocimiento, y a pesar de que estos conceptos tienen una base científica, no es posible esperar resolver un problema de manera integral con conceptos aislados que carecen de la unidad lógica. Más bien, deben combinarse e irse adaptando al problema propuesto (Polya 1973, p.157).

Para compensar esta deficiencia, se necesita una metodología que conduce al establecimiento de un sistema de la mayor unidad concebible, y de la mayor pobreza de los conceptos de los fundamentos lógicos, que siguen siendo compatibles con las observaciones realizadas por nuestros sentidos (Einstein 1982, p.294). Lo que es crítico es el objetivo de representar la multitud de conceptos pertenecientes a una base de conocimientos, los conceptos y relaciones lo más relevante y fundamental posible, que a su vez puede ser elegido libremente y pueden proporcionar una perspectiva transdisciplinaria. Einstein explica que la libertad de elección, a pesar de ser especial; no es de ninguna manera similar a la libertad de un escritor de ficción. Más bien, es similar a la de un hombre comprometido en la solución de un crucigrama de palabras bien diseñado. Él puede, de cierta manera, proponer cualquier palabra como la solución; pero, sólo hay una palabra que realmente resuelve el crucigrama en todas sus partes (Einstein 1982, p.294,295). Lo anterior tiene muchas implicaciones, ya que requiere experiencia, creatividad, intuición, imaginación y la sensibilidad con el fin de organizar, administrar y aplicar lo que se aprende y conoce (Minsky 1988, p.105)”.

Para concluir esta sección, rescatamos que el párrafo anterior se puede realizar una analogía respecto al modelado territorial para la GIRH por medio de la GC, que en su esencia, tratar de encajar las diversas componentes (modelos de representación de conocimiento) de manera que resuelvan de la mejor manera posible las demandas sociales, lo cual es un reto; pues en el tema de la GIRH es común que cada decisión que se toma afecta positiva o negativamente ya sea beneficiando un sector de la sociedad y perjudicando a otro, sea por sus interrelaciones, e inclusive generando divergencia entre las diferentes perspectivas de la sociedad. Por tal motivo, es de vital importancia elegir con cautela y adecuar las componentes para minimizar las controversias que emergen al tomar las decisiones desde esta perspectiva de modelado. Lo anterior indica que el hecho de modelar la base de conocimiento territorial requiere de experiencia y considerar la retroalimentación a futuro, de los hechos que surjan (puesto que la GC es evolutiva), con lo cual, el conocimiento que se genera se pueda ir sintetizando con el fin de eliminar las

impurezas del modelo, esta característica permitirá detectar los cambios que se requieran hacer para mejorar la regulación del sistema, para asegurar su conservación y mejoramiento a futuro por medio del autoaprendizaje.

2.2.1.2 *Las componentes de la Geocibernética*

Ya aclarado el propósito de la GC, se introducen sus componentes o elementos conceptuales con los cuales están enfocados a guiar la construcción de los productos Geocibernéticos para dar respuesta a las demandas sociales relacionados con problemas territoriales. Se continúa introduciendo los tres bloques de construcción de la GC (el modelado, el enfoque sistémico y la cibernética).

2.2.1.2.1 *El modelado*

En primer lugar procedemos a describir lo que representa el modelado desde un enfoque geocibernético. Una de las definiciones de modelo, según (Monroy Alvarado & Vázquez 2013, p.118), como sustantivo, significa una representación y como adjetivo, implica un cierto grado de perfección o idealización. ‘Modelar’ significa demostrar, revelar, mostrar lo que una cosa es. También puede ser un esquema teórico, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento. Por lo tanto es en esta perspectiva que se utiliza como una de las componentes de la GC; el término “modelado”, que se ha ido introduciendo con una estrecha relación en el desarrollo de un modelo geográfico – territorial; por lo tanto para la GC, se puede decir que el esquema teórico y conceptual de enfoque territorial, apoyándose de elementos gráficos que representen la abstracción y las conceptualizaciones. En este sentido la importancia de este bloque conceptual subyace en permitir la comprensión y el estudio del comportamiento del sistema del fenómeno territorial que se desee. Se añade que la aplicación del modelado en la GC no se limita solo a la formación teórica-conceptual del territorio, sino que también para la GC *“son de igual importancia los modelos cualitativos, cuantitativos y los mapas”* (Reyes et al. 2006, p.9); por ejemplo la aplicación de una visión holista e inclusiva desde una perspectiva sistémica (modelo cualitativos). En el segundo caso, se aplica a los datos numéricos que reducen la incertidumbre de las cantidades de los pronósticos medibles de un fenómeno (modelo cuantitativo), donde estos modelos son los medios de apoyo para integrar las soluciones geocibernéticas, además de no olvidarnos de los modelos de los mapas que representa la geografía física del espacio como medio de comunicación.

2.2.1.2.2 El enfoque sistémico

Una de las cualidades de que deben cumplir los artefactos geocibernéticos es la visión holista y multidisciplinaria; para tal propósito el modelado en la GC hace uso del enfoque sistémico con la finalidad de intentar poseer una perspectiva amplia del entendimiento de los fenómenos territoriales.

“El enfoque sistémico permite identificar los componentes y vínculos entre los diferentes subsistemas geoespaciales y modelos involucrados en los artefactos geocibernéticos y proporciona un enfoque holista para abordar las complejidades del espacio. Se añade que este enfoque permite reconocer las interacciones entre los componentes de una situación y el papel que desempeña cada parte en el conjunto así como su contexto” (Reyes et al. 2006, p.9).

2.2.1.2.3 La cibernética

Se menciona que el modelo tiene un enfoque sistémico que le proporciona una característica holista e inclusiva, permitiendo así una representación (multidisciplinaria) “completa” de la “realidad del territorio”. Para favorecer aún más esta representación, se incluye a la cibernética, agregando la característica evolutiva a los productos geocibernéticos. Esta *“característica evolutiva se encarga de informar los procesos de comunicación, retroalimentación, control y/o interacción”* (Reyes et al. 2006, p.9) en los procesos de modelado inherentes en los artefactos geocibernéticos; esta característica define al producto geocibernético como un sistema que se debe mantener vivo, por lo tanto, no es un producto estático que representa la perspectiva territorial en un determinado momento, sino que debe mantenerse en constante evolución, adaptándose y auto aprendiendo, de esta manera se intenta que el producto geocibernético refleje el comportamiento “real del territorio” es decir; debido a que el territorio se puede percibir como un ente en constante adaptación, el producto geocibernético debe cumplir con la misma característica.

Aquí, el concepto de cibernética es el proveniente de la visión de Wiener (1954, p.61), “donde son considerados aspectos como la información, control, retroalimentación, comunicación, propósito, etc.”; que también son utilizados por los teóricos de sistemas. Además, Heylighen (2000) conecta a la cibernética con el enfoque sistémico: La cibernética

y la teoría de sistemas; al estudiar el problema de la organización se requiere hacer una distinción entre ambos enfoques:

"La teoría de sistemas se ha centrado más en la estructura del sistema y sus modelos, mientras que la cibernética se ha centrado más en cómo funcionan los sistemas, es decir, como controlan sus acciones, como se comunican con otros sistemas o con sus propios componentes" (Reyes et al. 2015, p.95). *Se añade de que en esta visión de cibernética "Wiener (1954) consideró la relación entre la comunicación y el control como parte de un proceso más amplio que él llamó cibernética: la ciencia de la comunicación y el control en los organismos, las máquinas, los seres humanos y la sociedad. (Reyes et al. 2006, p.10).*

Del párrafo anterior se observa *"que los ciclos cibernéticos están inmersos en todo momento en los productos geocibernéticos en donde colabora el grupo multidisciplinario (Reyes et al. 2006, p.10) y en sus principales bloques de construcción (el modelado y el enfoque sistémico); con el propósito de comunicar de mejor manera la "realidad del territorio" que permita a los gestores usar las acciones correctas para dirigir el sistema. Los productos GC que se obtienen del modelado están enfocados a predecir e informar en cierta medida, lo que el territorio requiere para que el sistema siga evolucionando de manera positiva; esto se puede traducir a la GIRH urbana, de cierta forma, informando donde se debe actuar y bajo qué condiciones para obtener los cambios que se desean, y así promover una gestión hídrica que satisfaga las necesidades de la sociedad.*

2.3 El Análisis Espacial

Existe una diversidad de fenómenos que surgen en el espacio, el sistema de la GIRH urbana puede ser abordado como uno de estos. Una forma de intentar comprender cómo es que este fenómeno (natural, social y antropogénico) se comporta en el territorio, es por medio del análisis espacial, lo cual es de suma importancia para las decisiones que se tomen, respecto a la manipulación del territorio de la GIRH urbana, tendrá en cierta medida el resultado que se espera. El objetivo del presente subcapítulo se encamina a definir en manera de síntesis, el marco conceptual del análisis geoespacial, el cual está conformado por elementos enfocados a analizar aspectos vinculados con el geoespacio y el tiempo en el que los fenómenos emergen, respondiendo principalmente a cuestiones como el dónde y el cuándo, entre otros puntos que a continuación se desarrollan.

2.3.1 El Análisis Espacial: Su marco conceptual

La importancia de considerar el marco conceptual del análisis espacial para complementar la perspectiva del territorio y la geocibernetica recae en que este marco

“proporciona una perspectiva única a través de la cual se examinan eventos, patrones y procesos que operan en o cerca de la superficie de nuestro planeta. Desde los fenómenos atmosféricos, pasando a los topográficos e incluyendo a los geológicos. Considera la escala, desde lo local a lo global y al tiempo desde el pasado y hacia el futuro. Por lo que opera en diversas escalas del espacio-tiempo, utilizando la información geográfica, relacionando las características de los fenómenos con su localización. Apoyándose en la interface entre el humano y computación” (Smith et al. 2015, p.51).

Por lo tanto es evidente que el análisis espacial es de gran apoyo en la medida que se genera conocimiento que permite estudiar los distintos fenómenos que ocurren en la tierra. Además de explicitar las relaciones entre las diversas características geográficas con la finalidad de comunicar los significados de la información geográfica que emergen al realizar el análisis espacial. Esto permite en cierta medida tener un diagnóstico territorial y contextualizar de manera coherente las decisiones que se estén tomando. A continuación se presentan los principales conceptos básicos con los que se realiza el análisis espacial, así como algunos de los bloques de construcción pertenecientes a este marco.

2.3.1.1 Sus componentes

Entre los componentes base del análisis espacial se encuentran

“el lugar, los atributos, los objetos, los mapas, las propiedades múltiples de los lugares, los campos, las redes, la estimación de la densidad, el detalle - la resolución - la escala y la topología. Correspondientes a los conceptos que reconoce el análisis espacial y el comienzo de un sistema de organización del conocimiento geográfico, haciendo referencia a los lugares, sus atributos y sus arreglos” (Smith et al. 2015, pp.52–69).

En primer lugar los lugares, son el centro de estudio del análisis espacial, están en constante cambio por las diversas perspectivas y lógicas que se les concede a los lugares además de las modificaciones naturales a través del espacio-tiempo. Los atributos, se refieren a las características que posee todo lugar, pues cada lugar sobre la Tierra tiene una característica

única. Los objetos en el análisis espacial hacen referencia a sus representaciones como, puntos, líneas o polígonos. Los mapas, se consideran el medio por el cual el análisis espacial comunica su información geográfica. Las múltiples propiedades de los lugares son mejor conocidas como las “layers” que permiten la superposición y el manejo de diversas capas de información geográfica. Los campos, pueden ser visualizados como la colección de superficies continuas en la representación de los lugares. Las redes, en la relación estructural y su interconexión entre objetos, como por ejemplo las líneas y los polígonos, representando por ejemplo, los ríos y las lagunas. La estimación de la densidad, por ejemplo habla de las agrupaciones por unidad de espacio. Los aspectos del detalle, la resolución y la escala están relacionados, se tiene que considerar que para el estudio de un fenómeno global como los huracanes, la escala, la resolución y el detalle deben de ser adecuados, por ejemplo no se requiere visualizar las estructuras de las ciudad por lo que la resolución debe ser baja en cierta medida, pero tiene que ser la suficiente para considerar otros aspectos como las nubes etc. Y por último la topología, la cual tiene propiedades importantes para el análisis espacial como la dimensionalidad, la adyacencia, la conectividad y la contención (Smith et al. 2015, pp.52–69). Todas estas componentes son esenciales para la aplicación del análisis espacial.

2.3.2 El Análisis Espacial: Sus bloques de construcción

Entre los bloques de herramientas del análisis espacial, encontramos a las relaciones espaciales, la cual tiene como objetivo

“describir algunas de las estructuras que se construyen con los componentes básicos del análisis espacial y las relaciones entre ellos que interesan a los geógrafos y otros, en donde el poder de la localización no proviene de la localización misma, sino de los vínculos o relaciones que se establecen de las posiciones relativas más que de las absolutas. Entre las relaciones espaciales se destacan, la co-localización, las matrices de distancia, dirección y pesos espaciales, el escalamiento multidimensional, el contexto espacial, la vecindad, la heterogeneidad espacial, la dependencia espacial, el muestreo espacial, la interpolación espacial, el Suavizado y afilado, y por último los procesos de primer y segundo orden”(Smith et al. 2015, p.70).

Como se menciona, la estrecha vinculación entre los componentes, y las relaciones que se explicitan con el análisis espacial permite encontrar los significados geográficos, lo que es indispensable para comprender la estructura territorial. El ciclo hidrológico urbano es un fenómeno que se encuentra intrínseco entre los procesos tanto naturales como

antropogénicos, por lo que las relaciones espaciales permiten, en gran medida, ir deshebrando la complejidad de las relaciones que emergen en el territorio de la GIRH urbana. Un ejemplo muy simple y bastante conocido es el muestreo espacial que se hace al recopilar información respecto a la precipitación de lluvia para clarificar un proceso del ciclo hidrológico. Otro ejemplo es el contexto espacial y la vecindad; conceptos aplicados en los estudios de vulnerabilidad por inundación, comparando el contexto territorial de las zonas sociales desprotegidas en conjunto con la vecindad de los ríos que tienden a desbordarse; en la mayoría de los casos las personas con menos recursos suelen localizarse en donde el lecho del río crece en el temporal de lluvias haciendo vulnerable a estas zonas sociales; ejemplos que muestran el uso y la utilidad de las relaciones espaciales que apoyan en gran medida a la toma de decisiones.

Otro bloque entre las herramientas del análisis espacial, se encuentra la estadística espacial y la probabilidad. Como su nombre lo indica, los métodos estadísticos y probabilísticos son apoyados con características geoespaciales como la localización. Entre estas técnicas se encuentra, la probabilidad espacial, la densidad de probabilidad, la incertidumbre, la inferencia estadística. (Smith et al. 2015, p.85). Los métodos de probabilidad geoespacial son bastante usados para estimar, por ejemplo la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos meteorológicos, esto es la probabilidad de que ocurra un evento extremo de lluvia en un periodo de tiempo y en un lugar determinado, posteriormente esos datos son la base para determinar el volumen de agua que inunda una superficie determinada.

Para concluir con los bloques de construcción del análisis espacial, se menciona a la infraestructura de datos espaciales, la cual

“se encarga de proveer las facilidades esenciales para el análisis espacial. Algunos de los conceptos básicos asociados, como los geoportales, los metadatos y la interoperabilidad; son en su conjunto, representaciones creadas usando estándares reconocidos y otros arreglos que proporcionan fuentes de datos espaciales y herramientas, de tal manera que apoyan el análisis espacial. Las infraestructuras de datos espaciales proporcionan algunas de las materias primas para el análisis espacial, así como un marco para la visualización de resultados que permiten una interpretación fácil por parte de los usuarios” (Smith et al. 2015, p.91).

Este bloque está asociado en la manera en que los datos geográficos son mostrados, almacenando su información fuente y utilizada entre distintos por tales de procesamiento computacional, lo que en su conjunto permite una visualización del análisis geoespacial fiable, flexible de usar entre diversas plataformas compatibles en el uso de la información espacial.

2.4 EL Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano y el Análisis Geoespacial

Para concluir el capítulo del marco teórico, se deja una breve síntesis de la perspectiva que enmarca el límite conceptual de la presente investigación. El objetivo del siguiente párrafo es explicar los vínculos relacionados entre los bloques conceptuales de construcción compuestos por el territorio, la geocibernética y el análisis espacial, en función de la GIRH urbana. Además de mencionar de manera breve, el por qué, esta visión conceptual se adecua para la generación de conocimiento teórico y conceptual que ayude a la GIRH urbana desde la perspectiva geomática. También se menciona cómo es que, al aplicar esta visión paradigmática, se aporta nuevo conocimiento y una alternativa distinta en la forma actual de gestionar el agua urbana.

Como se introducen a lo largo del marco teórico, las ideas conceptuales del territorio, la geocibernética y el análisis espacial tienen vínculos fuertes y altamente relacionados con el fin de gestionar el territorio, el cual aquí es considerado como el territorio geocibernético de la GIRH urbana apoyada por el análisis espacial, que además es la guía para el desarrollo de conocimiento en el tema. La decisión de esta propuesta expone el concepto de territorio que da pauta a considerar el espacio como un ente sistémico, vivo, emergente, de apropiación y gobernanza del mismo; lo que permite asumir una posición abierta y moldeable, con la cual se puede considerar el territorio como el medio en donde se desarrolla el fenómeno del ciclo hidrológico urbano. A partir del concepto anterior, al que además se le añade la GC, se pretende comunicar las cuestiones que surgen en el sistema territorial con respecto a la GIRH, dicho entendimiento sirve como fundamento para orientar el surgimiento de procesos que regulen el modelo sistémico de la GIRH urbana desde una perspectiva holista, donde el modelo de gestión evolucione y se adapte de igual forma como lo hace el territorio, en otras palabras, se idea un sistema y modelo de la GIRH que se comporta y se define con las mismas reglas con las que se rige y sobrevive el “territorio real” al que representa. Por otra parte, el análisis espacial funciona como un soporte al modelo sistémico de la GIRH, que permite procesar y exponer la información geográfica del territorio; información que es de relevancia para conocer la perspectiva espaciotemporal que emerge en la dinámica del territorio. El análisis de esta información territorial de la GIRH se idea con la finalidad de integrarla al modelo geocibernético territorial que dará un panorama del pasado, presente y futuro de las cuestiones territoriales del ciclo hidrológico urbano, que apoyen o refuten la toma de decisiones de la GIRH urbana.

Capítulo 3. EL MÉTODO REYES Y LA GESTIÓN DEL AGUA URBANA

El marco metodológico elegido para realizar la construcción teórica y conceptual desde la Geomática para gestionar las aguas urbanas, se define como el “método Reyes”, el cual es apoyado por los marcos conceptuales del territorio, la geocibernética y el análisis espacial. En el marco teórico se menciona que la geocibernética emerge como complemento del paradigma de la CC, para posteriormente ser el marco teórico - metodológico por el cual se desarrollan los altas cibercartográficos, los cuales pueden ser catalogados como artefactos geocibernéticos. La implementación de esta guía teórica - metodológica, bajo la geocibernética, y conformada por el modelado, el enfoque sistémico y la cibernética, da lugar a una red emergente de conocimiento que expone cuales son las consideraciones para ejercer una GIRH urbana, es decir, se muestran las componentes y sus relaciones esenciales de un modelo territorial urbano que guíe la gestión de sus aguas, lo que permite la realización de los objetivos de esta investigación.

Con la finalidad de dar una perspectiva completa de la manera en que se desarrolla la presente investigación; en la primera sección del presente capítulo se responde a el por qué se elige el método reyes. En el segundo apartado, se expone la estructura y los componentes del método reyes, donde se describe explícitamente la manera en que se desarrolla y qué es lo que se explora para realizar la investigación. En el último apartado se analiza, a manera de síntesis, cuáles son las limitaciones y las fortalezas de este marco teórico – metodológico.

3.1 Justificación de la aplicación teórica metodológica

(Se recomienda la lectura de la introducción y el marco teórico antes de abordar este subtema). Para exponer por qué el método reyes se eligió para esta investigación, es necesario exponer como es que éste marco teórico – metodológico emerge. Debido a que la geomática es un término joven en la diversidad de disciplinas científicas, los avances en geomática han ido evolucionando conforme al desarrollo de su investigación y sus aplicaciones. Parte de esto, se encuentra el paradigma de la CC, en el cual se abordó la brecha metodológica, por lo que:

“durante los años noventa, la complejidad de los problemas planteados por la sociedad ha obligado a formalizar un marco metodológico que asegure el éxito de los proyectos aplicados en los que interviene el

modelado geoespacial, sobre todo en el ámbito cartográfico y SIG” (C. Reyes 2005, pp.87-90).

Y

“Debido a la complejidad de los sistemas sociales, los organismos vivos y algunos procesos fisicoquímicos, estos son inherentemente muy difíciles de modelar, controlar o predecir, para ello se requiere de equipos transdisciplinarios que busquen modelos que puedan conducir a las soluciones de estos problemas. C. Reyes, investigadora del CentroGeo, después de treinta y cinco años de experiencia en proyectos relacionados con fenómenos sociales y naturales, ha podido determinar que se requiere de una amalgama de contribuciones transdisciplinarias y del demandante social para tratar estos problemas” (Lopez-Caloca 2011, p.98).

De esta manera, para contribuir en la brecha metodológica en la aplicaciones de los SIG y el modelado espacial, surge el método Reyes, nombrado así en la investigación: “Un Aporte Teórico: El Prototipo Geomático” (Lopez-Caloca 2011). Es por tal motivo que, considerando los aspectos que aborda el método Reyes desde una visión transdisciplinaria, su marco teórico - conceptual, las necesidades y la problemática detectada en la GIRH en la introducción del capítulo, se vuelve evidente que esta perspectiva se adecua totalmente para el desarrollo de la presente investigación.

3.2 El enfoque metodológico de la geomática para la GIRH urbana, la estructura y los componentes del método Reyes

En el marco conceptual se describen los conceptos intrínsecos en el método Reyes. Al ir realizando la aplicación metodológica, las relaciones de este marco conceptual van exponiendo un modelo de conocimiento relacionado a una temática o un marco de contenido en específico; en este caso a la GIRH urbana. Para poder realizar el modelo de conocimiento, se utiliza el modelado cualitativo, que representa la abstracción del conocimiento territorial transdisciplinario; esto es, la recopilación del conocimiento desde una visión holista que asemeje al territorio de la GIRH urbana. Sin embargo, a pesar de que la abstracción del modelo sistémico es cualitativo, la estructura de los subniveles o subsistemas pueden incluir modelos cuantitativos que sirven como soporte y se fusionan con la estructura de modelado, dependiendo de las consideraciones de los especialistas. Esta fusión entre modelos cualitativos y cuantitativos es lo que permite aproximarse y dar sustento a un modelo más “real” del territorio de la GIRH urbana para la toma de decisiones.

Respecto a la visión transdisciplinaria requerida para abordar la GIRH por medio de la geomática, en este caso en particular, una parte del desarrollo de esta investigación se adapta por medio de un análisis documental; en parte para obtener el marco de contenido y por otro lado para explorar la visión transdisciplinaria de la GIRH. Es por eso que en el análisis documental, la literatura se sintetiza en manera de metáfora con la finalidad de obtener el modelo de la GIRH urbana (en el capítulo, el modelado de la solución en geomática, se hace explícito este proceso). Por tal motivo, es importante obtener el conjunto de literaturas, donde se encuentran los discursos y las narrativas de los especialistas que expresen la transdisciplinariedad, explicitando así, el conocimiento con el cual se ejerce la GIRH. Además el análisis documental también permite la recolección de conocimiento por medio de entrevistas, discursos, discusiones en grupos, las observaciones de los grupos especialistas, etc. Debido al nivel de abstracción que se busca en esta investigación, este es el conocimiento e información que conforman sus datos de entrada principales. La parte faltante del desarrollo se explica con la estructura del método Reyes (Esquema 1) que se discute más adelante.

En lo que respecta a la exploración que se realiza en la presente investigación, está enfocado a los procesos de gestión del ciclo hidrológico urbano. La exploración de este conocimiento, se fusiona con el marco teórico metodológico, con el objetivo de generar conocimiento integral e inclusivo, aplicable al territorio de la GIRH urbana. Dicho conocimiento emergente es el principal producto que se obtiene con la exploración del conocimiento de la GIRH urbana desde una perspectiva de geomática y análisis espacial.

En los siguientes párrafos se expone la estructura del método Reyes y sus componentes, además se esclarecen las relaciones que existen con el marco teórico y los aspectos restantes del desarrollo de la investigación por medio de este método.

3.2.1 La estructura del método Reyes

El Esquema 1 es un intento de síntesis del método Reyes, cuya finalidad es sólo como ayuda visual para comprender la estructura general del método. La metodología es una guía y no constituye un diagrama de procesos que se tienen que seguir al pie de la letra para obtener un resultado en concreto y en donde no se puede obtener el mismo producto si se realiza por otros equipos de trabajo. Debido principalmente a que cada producto que surge al aplicar este enfoque teórico – metodológico depende de la visión del equipo interdisciplinario en donde cada individuo observa el mundo a su criterio y conocimiento

adquirido. En este caso se puede explorar el territorio de la GIRH urbana por diferentes grupos de especialistas, estos pueden modelarlo de una manera similar, pero nunca obtendrán el mismo resultado. También es importante señalar que las diferentes ramificaciones de la estructura del Esquema 1 no representa un orden en los pasos de desarrollo, más bien se trabaja de manera intuitiva dependiendo del producto que se desea alcanzar, y de las necesidades que se requieran en función del avance de los procesos de modelado. En este caso en particular, la parte esencial de desarrollo, se enfoca en la fusión del marco de contenido, las tres líneas de las componentes metodológicas (metasistema) y el modelado del sistema de información; puesto que esta parte de la estructura da respuesta a las incógnitas principales de esta investigación. La solución computacional se enfoca en la adaptación del conocimiento generado a una plataforma u artefacto, es decir, a un producto interactivo que sirva de apoyo a la toma de soluciones partiendo de la “realidad” del territorio modelado de la GIRH urbana.

La estructura y el contenido del Esquema 1 surge de la recopilación de diferentes referencias en donde se menciona a esta metodología, ya sea algún concepto de sus componentes, hasta el cómo es que surge el método (Reyes 2005; Reyes et al. 2006; Lopez-Caloca 2011; Carmen Reyes et al. 2014; Reyes et al. 2015).

Método Reyes
(Marco de
contenido)

Elementos conceptuales utilizados para diseñar, dirigir y construir el contenido temático del modelo. Ya que se centra en el conocimiento de los expertos, derivado de las disciplinas científicas que responden a la necesidad de una explicación y/o predicción de la situación planteada por la exigencia social. Ofrecen una orientación esencial para el contenido del artefacto geocibernético.

Método Reyes (Metodología
estructural)

Componentes
metodológicas
Aspecto cognitivo
(Metasistema)

Análisis
cualitativo

Entender y explicar el fenómeno social. Se emplea con el fin de recrear, a través de conversaciones, la forma en que el demandante social lleva a cabo los procesos institucionales y de organización en su entorno social, cultural, organizacional y político, formalizando así su conocimiento.

Análisis de
requerimiento

Evaluación de las necesidades del usuario. Funcionalidad sistémica de la solución: Se enfoca al modelo del conocimiento mas que al modelado de datos o información. Exactamente que es lo que quiere?, ¿Cuales son los satisfactores que requieren?. Se tienen en cuenta las estrategias y los modelos funcionales de la organización.

Modelo geográfico-
Territorial.
Metamodelo de
conocimiento

Modelo de generación de conocimiento: acoplamiento estructural, donde se puedan entrelazar diversos modelos en un modelo común con una perspectiva mas comprensiva. Ciclos en espiral a través de la conversación y fusión del conocimiento científico y empírico.

Construcción de la RED EMERGENTE DE Conocimiento "REC":
Solución geocibernética por medio de una red topología de conocimiento geocibernético.
Lo importante es encontrar un punto en común a un buen nivel de abstracción que permita dialogar, y de esta forma construir el MG, que no es otra cosa que hacer explicito el espacio en la problemática. (Espacios geomáticos)

Aspecto Informativo.
Modelado del
sistema. (Sistema de
información)

El metasistema guía a los modelos necesarios en el diseño del artefacto cibernético, como los modelos computacionales, geográficos, visuales, y cartográficos.

Aspecto tecnológico
(Sistema-Solución
computacional)

La estrategia tecnológica que satisfaga las necesidades del artefacto geocibernético debe ser identificado. La tecnología juega un papel central en el desarrollo geocibernético. Se toma ventaja de las tecnologías de la información y la comunicación disponibles.

Esquema 1: Bosquejo de la estructuración del "Método Reyes".

Creación propia con las siguientes fuentes:: (Reyes 2005; Reyes et al. 2006; Lopez-Caloca 2011; Carmen Reyes et al. 2014; Reyes et al. 2015;)

Como primera observación, el método Reyes se constituye por el marco de contenido y la metodología estructural las cuales se van fusionando para obtener el resultado final del modelo de conocimiento y la solución computacional. A continuación se explica la estructura metodológica del método Reyes, en donde se hace una adaptación para cumplir con la necesidad de los objetivos de esta investigación, además de tematizarla con el marco de contenido de los procesos de gestión del ciclo hidrológico urbano.

3.2.1.1 *El marco de contenido*

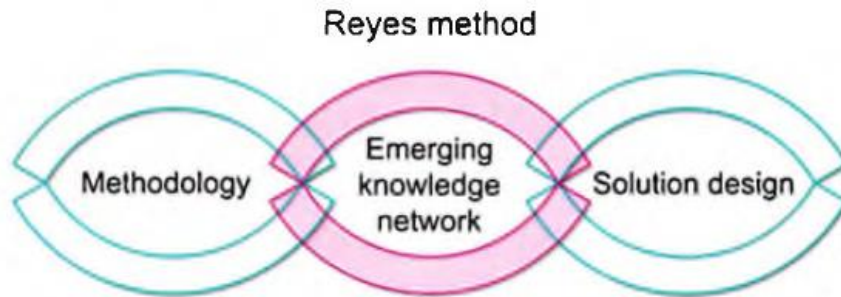
“El marco de contenido, son los elementos conceptuales utilizados para diseñar, dirigir y construir el contenido temático del modelo, ya que se centra en el conocimiento experto, derivado de las disciplinas científicas que responden a la necesidad de explicación y / o predicción de la situación planteada por las demandas de la sociedad, lo que proporciona una guía esencial para el contenido del atlas Cibercartográfico” (C. Reyes 2005, pp.87-90).

El marco de contenido por lo tanto, está encargado de contextualizar la temática de la gestión de aguas urbanas a los procesos de modelado que se van realizando durante la construcción de conocimiento del territorio de la GIRH urbana. Aquí, en vez de hablar de un atlas Cibercartográfico, se usa el término artefacto geocibernético. Y como se menciona en el enfoque metodológico de la geomática redactada anteriormente, este proceso se realiza por un análisis documental.

3.2.1.2 *La Metodología estructural*

Esta parte de la metodología, está guiada por el marco teórico conceptual sobre el territorio, la geocibernética (modelado, cibernética, teoría de sistemas) y el análisis espacial. De manera concreta, en esta parte es donde se amoldan los diversos modelos de los especialistas transdisciplinarios, para después explicitar el conocimiento de forma territorial y concretar una solución geocibernética, donde la base del lenguaje de comunicación de la información del conocimiento es visualmente territorial. Por lo que se identifica que:

“el método Reyes permite, a través de un proceso de creación de conocimiento colaborativo, el diseño de soluciones geocibernéticas. Se pueden identificar tres componentes principales del método: los aspectos metodológicos, los procesos de diseño y la aparición de redes de conocimiento, como se muestra en la ilustración 2.



*Ilustración 2: Componentes del “método Reyes”.
Obtenido de: (C. Reyes et al. 2014, p.22)*

Desde una perspectiva metodológica, el método Reyes es una guía conceptual que indica lo que hay que considerar, lo que hay que cuestionar primero, lo que hay que reflexionar, y eso es lo que ayuda al proceso a resolver el problema. Es decir, se centra y dirige el razonamiento necesario para resolver el problema, el know how, uno se preguntaría: ¿Cómo se debe tratar el problema?” (C. Reyes et al. 2014, p.22).

Estos procesos de diseño y la red emergente de conocimiento, están conectados con los ciclos geocibernéticos:

“de observación, modelización y retroalimentación y su propósito es proporcionar un marco conceptual básico para la investigación aplicada. La metodología estructural abarca tres niveles conceptuales: el meta-sistema, el proceso de modelado del sistema y la solución tecnológica” (C. Reyes 2005, pp.87-90).

Como ya se ha mencionado se culmina con un artefacto geocibernético que funcione como catalizador para generar consensos en la toma de decisiones desde una perspectiva de gestión y gobernanza del territorio. En los siguientes párrafos se abordan los tres niveles conceptuales de la metodología estructural.

3.2.1.3 Componentes metodológicas: El Metasistema

Este proceso en particular, se relaciona con el diagnóstico de la demanda social, identificando por medio del análisis de requerimientos, las cuestiones que se deben de abordar y como deben de ser abordadas, cual es la mejor manera de obtener la solución, además de generar la red emergente de conocimiento por lo cual, el meta – sistema

“es conformado por la investigación cualitativa: para comprender y explicar los fenómenos sociales; el análisis de necesidades de los usuarios: que representan las metodologías de evaluación de las necesidades de los usuarios; y por último los enfoques de modelización: que dependerá del propósito específico del ejercicio Cibercartográfico” (C. Reyes 2005, pp.87-90).

En sí, el artefacto geocibernético.

3.2.1.4 El análisis cualitativo

Para esta investigación en particular, el análisis cualitativo, se aplica a la recopilación del conocimiento que se recaba sobre la GIRH urbana, la cual se realiza con una visión holista desde la cibernética de segundo orden en donde los actores son observados e incluidos en la perspectiva sistémica. Este análisis prácticamente se centra:

“en los procesos para insertar soluciones geocibernéticas en el medio ambiente y en el componente del análisis de requerimientos sobre la funcionalidad sistémica de la solución, considerando el contexto político, organizativo, cultural y social en el que se inserta una solución geocibernética, lo anterior con la finalidad de recrear, a través de conversaciones, cómo el demandante social realiza los procesos institucionales y organizativos en su entorno social y político, formalizando así su conocimiento y, en su caso, haciéndolo explícito” (C. Reyes et al. 2014, p.22).

Parte en donde se aplica la metáfora de las síntesis de literaturas que hablan sobre la gestión y gobernanza de las aguas en México y demás experiencias internacionales. En el caso de una aplicación real de las soluciones en geomática:

"se debe llevar a cabo un análisis antropológico de la institución para saber cómo se realizan los procesos. Un arquitecto no diseña y construye una casa y después ve si le gusta a alguien que va a vivir en ella ya que es

poco probable de que les guste o les quede a la medida” (Caloca 2011, p.120).

3.2.1.5 *El análisis de requerimientos*

Este proceso esta designado a verificar a que el conocimiento esté estructurado y que no se encuentren brechas que limiten la obtención del objetivo de los artefactos geocibernéticos. Por lo que se consideran cuestiones como:

“¿Exactamente qué es lo que quiere?; ¿Cuáles son los satisfactores que requieren?, enfocándose más al modelo del conocimiento que al modelado de datos o información” (Lopez-Caloca 2011, p.20). Por tal motivo “el análisis de requerimientos toma en cuenta las estrategias y modelos funcionales de la organización. Al igual que la investigación cualitativa, el especialista en geomática debe tener conversaciones con los reclamantes y los usuarios de la solución” (C. Reyes et al. 2014, p.23).

Este parte del proceso también es adaptado por medio de metáforas de las literaturas de los expertos de la GIRH.

3.2.1.6 *El modelo territorial o meta modelo*

En el modelo territorial es donde surge la red emergente de conocimiento (REC), que está enfocado a la construcción y emergencia del conocimiento transdisciplinario y holístico que se aplicara a la GIRH urbana; este proceso está explícitamente intrínseco en el ciclo geocibernético por medio de la retroalimentaciones de conocimiento.

“Mientras se construye el modelo geográfico (o territorial), la conversación es crucial e incluye la cibernética y sus procesos de retroalimentación positiva y negativa (Wiener, 1954, p.33). Además, los agentes (actores sociales, demandantes y especialistas) aprenden y se adaptan a partir de sus experiencias (Wiener, 1954, p.48) y establecen una organización propagativa y acumulativa del conocimiento (Kauffman 2000, p.105). A través de este proceso de recombinación, también puede surgir una nueva opción o idea brillante que represente una transformación abrupta y significativa en la perspectiva de los agentes y una súbita reorganización en la forma en que se concibe el problema (Polya, 1973, p.159). Holland (1995, p.65) dice, en un sistema basado en reglas, “Las reglas fuertes representan el conocimiento ganado. Bajo la competencia, las reglas fuertes suelen determinar las acciones del agente,

por lo que son el núcleo del modelo interno del agente” Reyes considera la "conversación" el mecanismo para resolver problemas. Que puede conducir al acoplamiento estructural social que produce un modelo geográfico (territorial), resultante del acto de ver con una perspectiva más comprensiva” (C. Reyes et al. 2014, p.23).

En este caso, donde se comienza con el ciclo geocibernético de la GIRH urbana, fue por medio de la detección de los problemas al llevar a cabo la GIRH, con lo que en la solución de estos problemas, se considera la demanda social, por lo que a partir de:

“la demanda y la interacción con el grupo transdisciplinario; se continua con la definición del modelo territorial o Meta Modelo de Conocimiento (MMC); posteriormente se construye la red emergente de conocimiento (REC); finalmente la REC se transforma en la solución geocibernética” (Lopez-Caloca 2011, p.20).

Por último se tiene que considerar que al realizar este modelo holístico y territorial, los diversos modelos de los especialistas tienen que lograr un

“acoplamiento estructural social en un dominio experimental, donde se puedan entrelazar todos estos modelos en un modelo común con una perspectiva más comprensiva, para que nos ayuden a explicar la complejidad del territorio. Este método requiere que los agentes se acoplen estructuralmente al mismo tiempo que modelan el territorio en busca de la solución demandada por la sociedad” (Lopez-Caloca 2011, p.124).

Dicho acoplamiento tiene un reto bastante grande si realmente se desea resolver con la demanda social, debido a que se tiene que tener la visión holista ideal que realmente muestre la “realidad del territorio”. En lo que respecta al territorio de la GIRH urbana, se tiene conciencia de que esta investigación no alcanza dicho propósito debido a la gran cantidad de conocimiento transdisciplinario que se requiere, sin embargo, se considera bastante bueno el hecho de realizar una aportación desde este marco teórico metodológico.

3.2.1.7 Modelado del sistema de información

Este apartado es guiado por el metasistema en concreto, es decir partiendo de sus consideraciones y el modelo territorial de la red emergente de conocimiento, se plantea como se maniobra con la información y sus conocimientos intrínsecos en donde se consideran tanto modelos cualitativos como cuantitativos con los que se diseña la solución

geocibernética considerando además los modelos computacionales, geográficos, visuales y cartográficos (C. Reyes 2005, pp.87-90). Y al igual que en el modelado territorial, deben ser explícitos y claros los niveles conceptuales que comuniquen la información, de tal manera que se logre el entendimiento entre los diversos usuarios por medio del enfoque territorial.

“Lo importante es encontrar un punto en común a un buen nivel de abstracción que les permita dialogar por medio del modelo territorial, que no es otra cosa que hacer explícito el espacio en la problemática” (Lopez-Caloca 2011, p.13).

3.2.1.8 Solución tecnológica – computacional

Por último la solución computacional es la encargada de presentar el conocimiento e información recabada por medio de un artefacto geocibernético que permita la comunicación entre los actores para poder tomar decisiones respecto a la gestión de las aguas urbanas. Este modelo base se aplica a un caso particular de México.

“La estrategia tecnológica que satisfaga las necesidades del atlas debe ser identificada. Como se menciona anteriormente, la tecnología juega un papel central en el desarrollo de la cibercartografía. Los diseñadores tienen que aprovechar las tecnologías de información y comunicación disponibles” (C. Reyes 2005, pp.87-90).

Una de las características de la solución geocibernética es que se considera como

“un metalenguaje visual en donde se transmiten mensajes y se logran procesos de retroalimentación, lo que permite a los actores sociales aprovechar lo que la cibercartografía ofrece en función de sus propias necesidades. El lenguaje visual usualmente juega dos roles: primero, permite al diseñador experto establecer un orden sistémico a las ideas derivadas de las conversaciones; y en segundo lugar, se utiliza como una herramienta de comunicación y conversación para convencer a los actores científicos y sociales a invertir en las soluciones propuestas” (C. Reyes et al. 2014, p.30).

3.3 La fortaleza y la debilidad del marco teórico metodológico

En la justificación de la elección metodológica, se mencionan que este marco teórico metodológico aborda de manera efectiva algunas de las problemáticas detectadas de la GIRH; en lo que respecta a la consideración de la visión integrada y sostenible de la gestión de las aguas, por mencionar los ejemplos más relevantes. Este par de visones son

enfrentados por medio de la perspectiva holística – sistémica y la retroalimentación del conocimiento intrínseco en la geocibernética. Sin embargo, el principal obstáculo que se enfrenta en esta investigación es la manera en que se aborda la visión integral del conocimiento. **Esto, debido a que inclusive para los especialistas experimentados, puede ser un reto obtener un modelo “real del territorio de la GIRH” que enfrente de manera efectiva las demandas de la sociedad, por la diversidad de conocimientos que se requiere para tal propósito.** Además, parte de la efectividad de los productos geocibernéticos depende de la postura de los actores en los procesos de toma de decisiones, tanto en el modelado como en las acciones a ejecutar para modificar las situaciones problemáticas territoriales. Ya sea porque los actores pudieran tener una postura predeterminada y estática conforme a su visión de lo que sucede en el mundo (por mencionar algún ejemplo). Para compensar tal debilidad, se recaba el conocimiento de las diversas experiencias internacionales en la gobernanza y gestión de agua en las ciudades, documento publicado por la OCDE (OECD 2016). También es evidente, que desde una perspectiva de investigación realizada por un solo individuo, los resultados esperados pueden ser limitados dependiendo el punto de vista del evaluador. Sin embargo la aplicación de esta perspectiva es alentadora, debido a la innovación de las soluciones en geomática que abordan este tipo de cuestiones importantes, pero que poco se estudian. Por lo cual independientemente del resultado, este se considera como una interesante aportación en el ámbito de la gestión de aguas en México.

3.4 Cumpliendo los objetivos con el macro teórico metodológico

Al analizar el marco de contenido y las componentes metodológicas del método Reyes, se hace evidente que estos puntos son suficientes para cumplir el objetivo general y los dos primeros objetivos específicos. En lo que respecta a los dos últimos objetivos específicos, estos se cumplen con el modelado del sistema de información y la solución computacional, enfocados en el territorio Mexicano. En el capítulo del modelado de la solución en geomática y el artefacto geocibernético, se clarifican estas cuestiones.

SEGUNDA PARTE: SOBRE EL DESARROLLO TEÓRICO CONCEPTUAL

Fundamentos para el modelado del TGCGIRHU

Consideraciones para el modelado del TGCGIRHU

El Modelo DEL TGCGIRHU

Capítulo 4. EL MODELADO DE LA SOLUCIÓN EN GEOMÁTICA

El presente capítulo representa el fundamento de esta investigación, que tiene por objeto, establecer una propuesta teórica-conceptual, en donde emerge una aportación de conocimiento para la GIRHU. El conocimiento generado en este capítulo, surge de una primera de dos fases, que es la manera en la que en este documento se decide agrupar los procesos del “método reyes”.

El actual capítulo representa la primera fase, que muestra la integración del marco de contenido y el primer punto de la metodología estructural. En otras palabras, los aspectos abstractos e intangibles del conocimiento ([Esquema 1](#)); que en la metodología se definen como los aspectos cognitivos, el metasisistema o metamodelo y que a su vez contiene al análisis cualitativo, el análisis de requerimientos y la integración del modelo geográfico, territorial y de conocimiento.

En el Capítulo 5: “HACIA LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DEL MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL EN GEOMÁTICA COMO SOPORTE A LA GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DEL AGUA”, se abordan cuestiones un poco más tangibles y de menor abstracción, se puede representar al sistema de información, así como al sistema y solución computacional. La estructura de los capítulos 4 y 5 representa el contraste, por un lado, de la definición de las estrategias (perspectiva teórica-abstracta) y por otro, su contraparte; la definición de las cuestiones tácticas y de logísticas (perspectiva práctica-concreta). Se considera que para desarrollar el capítulo 5 se parte del conocimiento generado en el capítulo 4. Además se realiza la narración heurística de la experiencia y el conocimiento obtenidos en una estancia de investigación en la UNU-FLORES (ver anexo 7.1, 7.2) dando así lugar a una propuesta de solución en Geomática como soporte al análisis geoespacial.

En lo que respecta a la aportación de conocimiento para la GIRHU del presente capítulo. Se basa principalmente en el desarrollo del término: “*EL Territorio Geocibernético de la GIRHU (TGCGIRHU)*”, introducido como un subcapítulo en el marco teórico. Este término, representa el modelado de la solución en Geomática y pretende establecer una síntesis, que muestre lo esencial, delimitado por ideas, conceptos, consideraciones, modelos de conocimiento, características, fundamentos y estructuras, relacionados con la gestión del agua urbana y su adaptación al contexto en México, considerando las recomendaciones internacionales desde la perspectiva de Geomática. Se recuerda que se habla de un modelado territorial en donde surge una red emergente de conocimiento, que está enfocada a la construcción transdisciplinaria de conocimiento y holístico que se aplica a la GIRHU.

Este modelo establece una propuesta que determina como abordar la GIRHU y de apoyo a la toma de decisiones, ofreciendo una primera idea de lo que se espera de este prototipo de solución en Geomática. Considerando siempre la visión holista y los diversos modelos de conocimiento de los especialistas que de alguna u otra forma influyen en la GIRHU, en donde se hace un primer acoplamiento, entrelazando los modelos en un solo modelo común de conocimiento con una perspectiva más comprehensiva, que explica la complejidad del territorio de la GIRHU.

La estructura de este capítulo se compone por tres subcapítulos. Los primeros dos son los fundamentos y consideraciones para el modelado del TGCGRHU. Pone las cartas sobre la mesa, introduciendo las cuestiones sobre el tipo de modelado que se realiza, como por ejemplo, el significado de la modelación de la solución en geomática, como se construye, bajo qué condiciones y parámetros, así como la línea conductora de conocimiento. Otro punto que incluye este subcapítulo es la estructuración del modelado; cómo se pretende que el modelo organice el contenido del conocimiento y que características definen la estructura de la organización del modelado del conocimiento.

El tercer subcapítulo sintetiza y fusiona distintos modelos de conocimientos aplicables a la GIRHU así como un par de modelos geomáticos los cuales se complementan unos con otros, mostrando un contenido que recopila la experiencia de diversos países que destacan por su gestión de agua urbana así como los fundamentos que se tienen que abordar para implementar la GIRHU. Después de la fusión y síntesis de los modelos de gestión de la GIRHU, se realiza la convergencia de lo establecido durante todo el Capítulo III, dando como resultado la parcial solución en geomática, que representa la primera de las dos fases a través del modelado territorial de la GIRHU, que implica la emergencia de conceptos de manera transdisciplinaria y sintetizada del conocimiento en una solución que permita explorar la “realidad del territorio de la GIRHU” desde diferentes perspectivas.

A continuación se desarrollan estos puntos, y además se hace referencia al contenido introductorio, al marco teórico y al marco metodológico, con la finalidad de sustentar el conocimiento generado en este capítulo.

4.1 Fundamentos para el modelado del TGCGIRHU

Como primer punto, el propósito de este subcapítulo es comenzar a plantear en manera de síntesis, el significado, la función y utilidad que aquí se le da al modelado de la solución en Geomática, contextualizándolo con su producto emergente, el término, *El Territorio Geocibernético de la GIRHU (TGCGIRHU)*, cuestión que representa el cimiento para introducir al esquema general del conocimiento emergente desde Geomática.

El segundo punto, explica dos aspectos, el primero, describe la línea conductora y el segundo describe el esquema del modelado en donde se explica la relación entre la Geocibernética, la GIRHU y la línea conductora de conocimiento (el desarrollo sostenible), lo que en conjunto menciona como se le da estructura, contenido y formato a la aportación teórica – conceptual que guía el desarrollo del modelado, abordando cuestiones tales como: cuál es la temática que se desarrolla en este modelo y los componentes conceptuales de conocimiento con los que se realiza el diseño y modelado geocibernético para la GIRHU.

Por último, se describen algunas consideraciones desde la visión de sistemas, para llevar a cabo el modelado y promover la emergencia de conocimiento con una visión integrada. Es importante mencionar que desde la perspectiva del modelado geocibernético, la cual se basa en la teoría de sistemas, no se tienen reglas o procesos claros en la fase de modelado, sin embargo se menciona que tal proceso requiere experiencia, imaginación, creatividad, intuición, perspicacia y sensibilidad por parte del grupo de especialistas encargados de realizar la modelación (Minsky 1988, p.105; Monroy Alvarado & Vázquez 2013, p.252). El modelado, corresponde a los procesos del marco de contenido y a los aspectos cognitivos del “método reyes”, mencionando la emergencia de un modelo emergente de conocimiento a través de la conversación de los actores que conforman el sistema desde una visión territorial. También se toman en cuenta las características y circunstancias particulares en las que se desarrolla esta investigación y debido a la amplitud del tema de la GIRHU y de los actores involucrados, en este trabajo no se realizan tales conversaciones entre los actores, por lo que las consideraciones que aquí se proponen son una adaptación de los mecanismos requeridos para obtener y procesar información, y así llevar a cabo el modelado geocibernético, de tal forma que se obtenga un producto “funcional” para la obtención de la solución en geomática.

4.1.1 El modelado geocibernético para la GIRHU: solución en geomática.

Partiendo primeramente de la palabra modelo, que

“usada como sustantivo, significa una representación y como adjetivo, implica un cierto grado de perfección o idealización. ‘Modelar’ significa demostrar, revelar, mostrar lo que una cosa es” (Monroy Alvarado & Vázquez 2013; p.118).

Se aprecia que es un concepto clave cuando se quiere comprender un fenómeno, en este caso, el manejo del ciclo hidrológico urbano. Si al concepto de modelo, se le añade una perspectiva geocibernética (territorio, cibernética, teoría de sistemas, etc.), se puede comenzar a idealizar una visión, con la cual se construyan las bases de conocimiento que permitan explicar el fenómeno territorial con una visión amplia, enfocada a la integración de la diversidad de conocimientos especializados orientados a la GIRHU. El fin es crear o determinar cuáles serían las mejores estrategias para abordar las demandas sociales, impactando positivamente a la generación de los cambios que son necesarios para el desarrollo y la implementación de mecanismos requeridos para ofrecer una mejor gestión y gobernanza territorial, encaminado al desarrollo sostenible de la GIRHU, cuyo propósito final es mejorar la calidad de vida de la sociedad, siendo el tema de calidad del agua y su manejo, aspectos claves para tal objetivo.

La visión que emerge del modelado del territorio geocibernético de la GIRHU, es la base para la creación de un prototipo de solución en geomática, el cual exprese una abstracción sintetizada de las cuestiones a considerar en la GIRHU desde la perspectiva de la Geomática. En donde los detalles de la información y el conocimiento requerido se contextualizan por la lógica de un determinado espacio territorial, enfocadas en las circunstancias específicas y locales del territorio a analizar. Por lo que es en estas bases en las que se trabaja con el modelado geocibernético de la GIRHU.

Para abordar las cuestiones relacionadas con el significado, la función y utilidad del modelado del *Territorio Geocibernético de la GIRHU* (“*TGCGIRHU*”), se tiene en cuenta que en su significado se encuentra implícita la fusión de los marcos de conocimiento que se manejan durante todo este documento, y puesto que es la creación y aportación conceptual del presente documento, el significado se va desarrollando y enriqueciendo en el capítulo posterior teniendo como fundamento el marco teórico, en donde emerge por primera vez la propuesta del término. Por tal motivo la definición del significado final del *TGCGIRHU* se retoma en el capítulo siguiente.

Para hacer explícita la función del modelado, se tiene en cuenta, que responde a la necesidad de crear un “Know How” para la GIRHU; es decir, el modelo abstracto que aquí se crea se puede considerar como la caja negra encargada de realizar los procesos intangibles o el mecanismos para hacer funcionar la GIRHU. Primeramente se parte de la definición de ciertos criterios estratégicos o las variables de entrada del modelo que representen la interacción de conocimiento múltiple; como segundo punto y a partir de la integración de los criterios estratégicos, se puede definir una realidad territorial de la GIRHU, es decir; que se puede abstraer la obtención de un producto de salida, un modelo que representa un territorio en concreto de la GIRHU definido por su contexto y dinámica territorial, para un caso de aplicación específico, ver la ilustración 3: *[El mecanismo o la caja negra. Explicitando la transición entre el conocimiento, el Know How (Gestión del conocimiento, saber qué hacer con el conocimiento) y representarlo por medio de un Modelo (El TGCGIRHU)].*

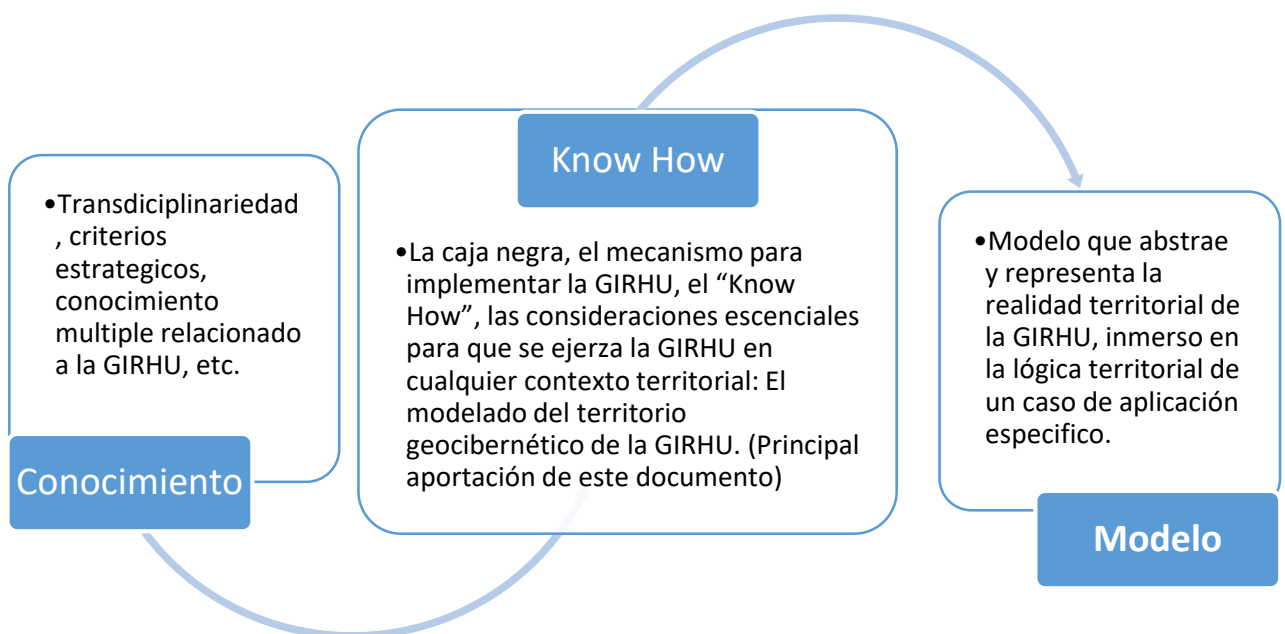


Ilustración 3: Función del Modelado Geocibernético de la GIRHU. El mecanismo o la caja negra. Explicitando la transición entre el conocimiento, El Know How (Gestión del conocimiento, saber qué hacer con el conocimiento) Y representarlo por medio de un Modelo (El TGCGIRHU). Creación propia.

En lo que respecta a la utilidad del modelo del *TGCGIRHU*, se ha ido comentando durante el transcurso del documento, que la solución en Geomática pretende catalizar la toma de decisión de los diversos actores que influyen en la GIRHU, que ayude a implementar y adoptar una visión amplia que promueva una mejor comunicación, entendimiento e integración de la sociedad de la GIRHU, en donde las decisiones tomadas representen el entendimiento holístico del fenómeno de la GIRHU en el contexto y coherencia territorial, implementando soluciones acordes a las características locales, tomando en cuenta los aspectos que tienen mayor impacto en la GIRHU: culturales, sociales, ecológicos, económicos, físicos, etc. Lo que se traduce en una toma de decisiones mejor informada, más consiente e inteligente.

Otro punto respecto a la utilidad del *TGCGIRHU*, se encuentra en la característica del modelo que crea una visión holista que conecte e interactúe con la visión reduccionista con la que se percibe la “realidad” del fenómeno de la GIRHU. Lo que aquí se interpreta como la visión estratégica, con la que es posible tener una comprensión de las situaciones de mayor impacto en la GIRHU, repercutiendo en la identificación de los umbrales de las aplicaciones tácticas y de logística a un nivel local de implementación de la GIRHU. En otras palabras, la visión amplia en el nivel estratégico, sirve como una lupa que identifica cuestiones críticas, representa el conjunto de conocimiento transdisciplinario con el cual se visualiza y se hace un zoom en el *TGCGIRHU*, se puede identificar lo esencial y lo que repercute e influye a diferentes niveles de zoom, siendo las circunstancias de mayor detalle lo que representan las cuestiones de táctica y logística (ver ilustración 4: *[Se pretende que el desarrollo del TGCGIRHU sea un apoyo para comprender la estructura sistémica de implementación de la GIRHU. Identifica, Integra, resalta y/o re organiza el conocimiento de una visión holista, se determinan mejores estrategias y se adecuan a una lógica territorial integrando las relaciones entre las distintas unidades y sus escalas de implementación de lo Global hasta lo personal.]*). La importancia de esta característica reside en la posibilidad de erradicar el ruido en el análisis de las estrategias, de las tácticas y logísticas, refiriéndose a todo el mundo de conocimiento que tiene relación con la GIRHU, lo que permite identificar e implementar de mejor manera las soluciones, es decir que repercute en la correcta aplicación de ciencia y tecnología para el beneficio de la sociedad y el ecosistema sin la generación de impactos no deseados o ignorados. Cuestión que muy a menudo surge al aplicar soluciones tecnológicas sin una perspectiva holista. Por ejemplo, se ha encontrado que al utilizar plantas desalinizadoras para el abasto de agua potable, las altas concentraciones de sal que eventualmente se regresa al mar, termina impactando negativamente al ecosistema marino, matando la fauna por el aumento de la concentración de sales y por el proceso de absorción y desalojo del agua (Younos 2005, pp.1-2) . Cuestión que puede ser abordada de mejor manera con una visión holista de los cambios que emergen al intervenir en el territorio cuando se hace una implementación tecnológica.

Con estas cuestiones se continua introduciendo a la línea conductora de conocimiento, el desarrollo sostenible, después se presenta al esquema de conocimiento que emerge en el presente trabajo, otorgándole su estructura y contenido; cumpliendo así el objetivo de la generación de conocimiento teórica y conceptual desde una visión de Geomática.

-Pensamiento Crítico & Razonamiento Analógico (nube de conocimiento) (Carmen Reyes et. al. 2014, 34):

Visión estratégica, transdisciplinaria y holista que fusiona perspectivas de conocimiento para la planeación y logística en lo global y lo local.

-Perspectiva Multi-enfoque (lupa):

Visión que desde un mundo de conocimiento, filtra, selecciona o crea, las estrategias y logísticas adecuadas al contexto territorial.

-Diversas Escalas:

Visión que toma en cuenta las logísticas de las escalas de gestión territorial administrativa, desde lo global hasta el personal.

Ilustración 4: La utilidad del Modelo Territorial Geocibernético.

Se pretende que el desarrollo del TGCGIRHU sea un apoyo para comprender la estructura sistémica de implementación de la GIRHU. Identifica, Integra, resalta y/o re organiza el conocimiento de una visión holista, se determinan mejores estrategias y se adecuan a una lógica territorial integrando las relaciones entre las distintas unidades y sus escalas de implementación de lo Global hasta lo personal. Creación propia.

4.1.2 La línea conductora: El Desarrollo Sostenible (DS)

La ilustración 5 [Esquema base del marco teórico conceptual del TGCGIRHU. Se parte del marco teórico de las soluciones en Geomática (GGC), analizando a la GIRHU como un fenómeno al que se le busca una solución de cómo implementarla con la guía del DS. Creación propia.], muestra las bases del esquema teórico conceptual que cataliza la generación de conocimiento de la GIRHU en esta investigación. El esquema se compone por tres elementos. Cada una de estos elementos abarca un cierto rango de conocimiento, ideas y conceptos, los cuales se detectaron que son indispensables para enfrentar de manera adecuada las necesidades de la sociedad desde la perspectiva de Geomática en el tema de la GIRHU. En este nivel de abstracción, se pretende tener una primera visión estratégica de cómo gestionar el conocimiento.

Como interpretación general, se tiene una base de conocimiento (la "GC"), con la cual se estudia un fenómeno (la "GIRHU"). Al inicio de establecer esta interacción de conocimiento, en donde cada término se desarrolló en diferente contexto, es posible encontrar convergencias en las ideas que se encuentran intrínsecas o relacionadas en ambos términos. El análisis de esta interacción es el punto de inicio para realizar el bosquejo emergente de conocimiento, en este caso, *surge la propuesta conceptual del "Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano - TGCGIRHU". Esta fusión, se guía con una línea conductora, el desarrollo sostenible ("DS"). La cual da propósito, dirección y sentido al conocimiento que va emergiendo. De igual manera, el concepto de DS, contiene ideas que se interceptan con los otros dos elementos; por lo que la intersección de los tres elementos se fusiona y enriquecen mutuamente el concepto y conocimiento que emerge, con este esquema se inicia el modelado de la metasíntesis teórica conceptual para la generación de conocimiento estratégico para la GIRHU.*

Para profundizar a detalle sobre la interpretación de la inclusión de estos tres elementos, se recuerda que la relación sobre la "GC" y la "GIRHU" se fueron discutiendo a lo largo del presente documento, por lo que solo resta incluir la línea conductora, el "DS". En lo que respecta al tema del DS, solo se hace referencia al conocimiento e ideas del mismo; debido a que el tema del DS es bastante amplio, solo se sintetiza las ideas principales para incluirlas de tal forma que se enriquezca y dirija la emergencia del conocimiento del "TGCGIRHU". En el subcapítulo siguiente se comienza a profundizar más sobre estas cuestiones.

El esquema de la ilustración 5, trata de mostrar una perspectiva de la combinación de conocimiento. La línea conductora es la que establece la pauta para la generación de conocimiento. Por lo que se comienza introduciendo al desarrollo sostenible (DS) por medio de unos cuantos párrafos extraídos del Informe, "Nuestro futuro común" (Brundtland 1987) de la Comisión Mundial Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en el cual se publica por primera vez el término del DS, basado en el concepto de sostenibilidad, con la principal característica de hacer referencia a la integración de los sistemas económico, social y ecológico; con la finalidad de mejorar la calidad de vida del presente y con una visión a futuro.

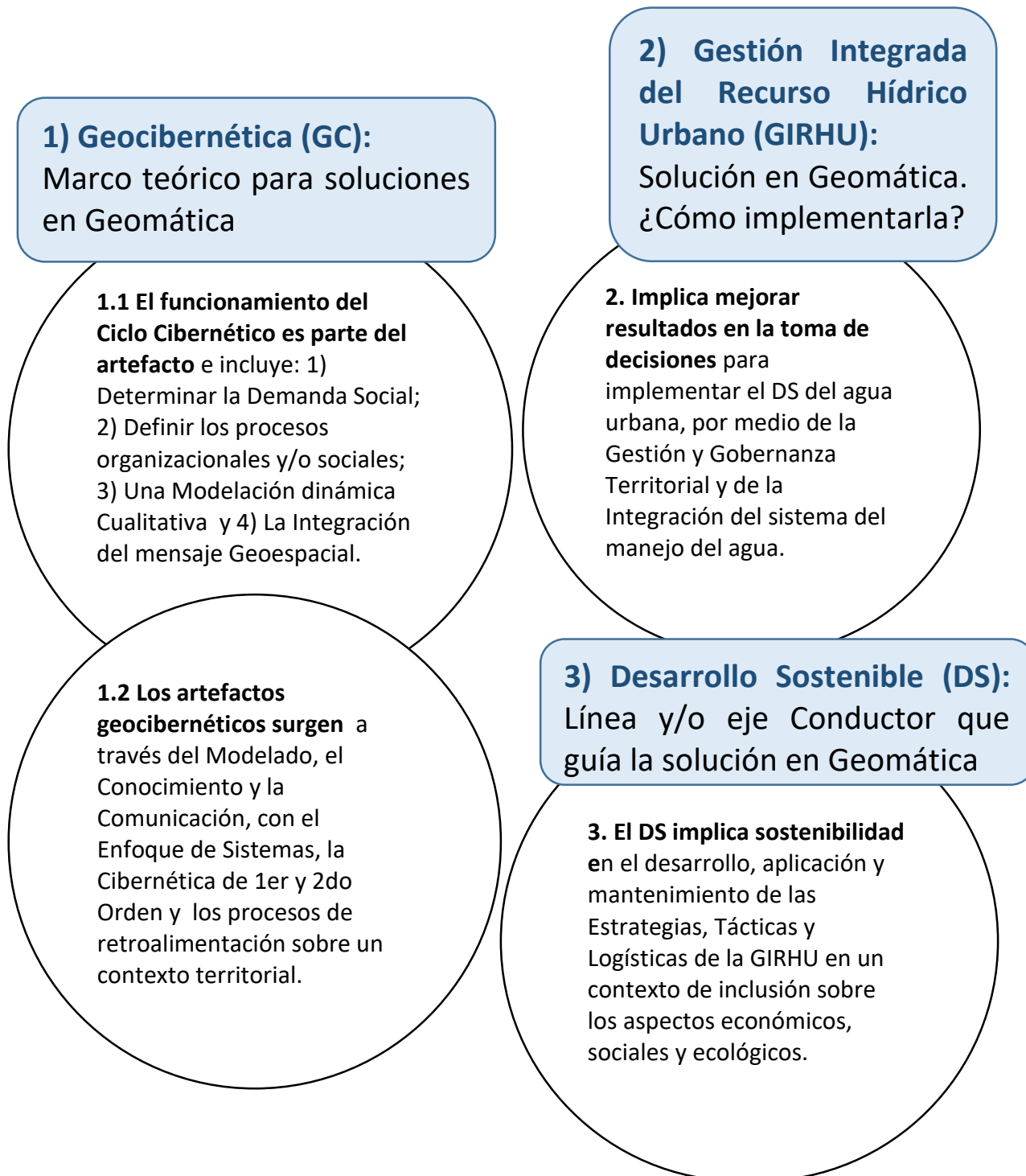


Ilustración 5: Bloques de construcción para el TGCGIRHU (GC-DS-GIRHU). Esquema base del marco teórico conceptual del TGCGIRHU. Se parte del marco teórico de las soluciones en Geomática (GGC), analizando a la GIRHU como un fenómeno al que se le busca una solución de cómo implementarla con la guía del DS. Creación propia.

Los párrafos extraídos, además de explicar los fundamentos del DS, también mencionan, las implicaciones de los objetivos del DS. A continuación se presenta la síntesis de la línea conductora, el DS:

“1. El DS, es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Encierra en sí dos conceptos fundamentales: a) El concepto de "necesidades", en particular las necesidades esenciales de los pobres, a las que se debería otorgar prioridad preponderante; b) La idea de limitaciones impuestas por la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras.

2. Los objetivos del desarrollo económico y social se deben definir desde el punto de vista de la durabilidad.

3. El desarrollo implica una transformación progresiva de la economía y de la sociedad.

4. El DS requiere la satisfacción de las necesidades básicas de todos y extiende a todos la oportunidad de satisfacer sus aspiraciones a una vida mejor.

5. El DS requiere la promoción de los valores que alimenten niveles de consumo que permanezcan dentro de los límites de lo ecológicamente posible y a los que todos pueden aspirar razonablemente.

6. El DS requiere el crecimiento económico en los lugares donde no se satisfacen esas necesidades. Que el crecimiento refleje los principios amplios de la durabilidad y de la no explotación de los demás. Que las sociedades satisfagan las necesidades humanas aumentando el potencial productivo y asegurando la igualdad de oportunidades para todos.

7. Que se pueda fomentar el DS únicamente si la evolución demográfica está en armonía con el cambiante potencial productivo del ecosistema.

8. La dirección de la evolución tecnológica puede resolver algunos problemas inmediatos, pero también provocar otros mayores. Grandes sectores de la población pueden resultar marginados a causa de un desarrollo mal concebido.

9. El DS no debe poner en peligro los sistemas naturales que sostienen la vida en la Tierra: la atmósfera, las aguas, los suelos y los seres vivos.

10. El DS exige que mucho antes de que se llegue a los límites de usos de recursos, el mundo debe asegurar el acceso equitativo a los recursos restringidos y reorientar los esfuerzos tecnológicos para aliviar la presión.

11. El DS considera que la mayoría de los recursos renovables forman parte de un sistema complejo e interconectado, y es preciso definir el máximo rendimiento

durable después de haber considerado los efectos que la explotación tendrá sobre el conjunto del sistema.

14. El DS requiere que se reduzcan al mínimo los efectos adversos sobre la calidad del aire, del agua y demás elementos naturales, de manera que se mantenga la integridad de conjunto del ecosistema

15. El DS es un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y la modificación de las instituciones están acordes y acrecientan el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas.

Una brecha en las comunicaciones ha mantenido apartados durante demasiado tiempo a los grupos de asistencia en materia de medio ambiente, población y desarrollo, impidiéndonos tomar conciencia de nuestro interés común y darnos cuenta de nuestro poder si nos unimos. Afortunadamente, esa brecha se está acortando, pues ahora sabemos que lo que nos une es mucha más importante que lo que nos divide.

Reconocemos que la pobreza, el deterioro del medio ambiente y el crecimiento de la población están inextricablemente relacionados, y que no podemos encarar en forma aislada ninguno de estos problemas fundamentales, si queremos resolverlos. Juntos triunfaremos o fracasaremos. Llegar a una definición de "desarrollo sostenible" comúnmente aceptada sigue siendo un reto que hemos de aceptar todos los que participamos en el proceso del desarrollo." (Brundtland 1987, pp.59-63)

Los párrafos seleccionados del informe "Nuestro Futuro Común" que introduce al DS, muestran las ideas esenciales que dirigen la temática que se desarrolla para la creación del Prototipo de Solución en Geomática ("PSG"): El territorio geocibernético de la GIRHU. Estos párrafos extraídos del DS son generalizados para todo tipo de manejo de los recursos renovables y no renovables, sin embargo, a partir de esta introducción del DS, han emergido ideas que se derivan en temas especializados. En el caso particular de esta investigación se mencionan cuatro objetivos particulares del DS, siendo estos, la gestión del agua (objetivo 6), las ciudades (objetivo 11), la inclusión-integración y justicia en la toma de decisiones (objetivo 16) y la creación e implementación de los mecanismos para lograr los objetivos del DS (objetivo 17, el PSG es la propuesta de este mecanismo), lo que es pertinente para conectar las ideas del DS, la GC y la GIRHU. A continuación se introducen algunos de los objetivos particulares del DS que se pueden combinar y relacionar para el desarrollo del PSG para la GIRHU:

“Objetivo 6: *Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.*

6.1 Para el año 2030, lograr acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos.

6.2 Lograr el acceso a un saneamiento y una higiene adecuados y equitativos para todos.

6.3 Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertido y minimizando la liberación de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas y aumentando sustancialmente el reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial.

6.4 Para el año 2030, aumentar sustancialmente la eficiencia en el uso del agua en todos los sectores y asegurar el retiro sostenible y el suministro de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren escasez de agua.

6.5 Para el año 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

6.6 Para 2020, proteger y restaurar ecosistemas relacionados con el agua, incluyendo montañas, bosques, humedales, ríos, acuíferos y lagos.

6. A En 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo a la creación de capacidad a los países en desarrollo en actividades y programas relacionados con el agua y el saneamiento, incluyendo la recolección de agua, la desalinización, la eficiencia del agua, el tratamiento de aguas residuales, el reciclaje y las tecnologías de reutilización.

6. B Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y del saneamiento.

Objetivo 11: *Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.*

11.1 Para 2030, asegurar el acceso de todos a viviendas adecuadas, seguras y asequibles y servicios básicos y mejorar los barrios de tugurios.

11.3 Hacia 2030, mejorar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y gestión participativa, integrada y sostenible de los asentamientos humanos en todos los países.

11.4 Fortalecer los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.

11.5 Para el año 2030, reducir significativamente el número de muertes y el número de personas afectadas y disminuir sustancialmente las pérdidas económicas directas en relación con el producto interno bruto global causadas por desastres, incluidos los desastres relacionados con el agua, centrados en proteger a los pobres y a las personas en situación vulnerable.

11.7 Para el año 2030, proporcionar acceso universal a espacios verdes y públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.

11. B En 2020, aumentar sustancialmente el número de ciudades y asentamientos humanos que adopten y apliquen políticas y planes integrados para la inclusión, la eficiencia de los recursos, la mitigación y la adaptación al cambio climático, en línea con el marco de la resiliencia a los desastres y el desarrollo e implementación de la reducción de desastres 2015-2030, gestión holística del riesgo de desastres en todos los niveles.

Objetivo 16: *Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, proporcionar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles.*

16.3 Promover el imperio de la ley a nivel nacional e internacional y garantizar la igualdad de acceso a la justicia para todos.

16.5 Reducir sustancialmente la corrupción y el soborno en todas sus formas.

16.6 Desarrollar instituciones eficaces, responsables y transparentes a todos los niveles.

16. 7 Asegurar una toma de decisiones receptiva, inclusiva, participativa y representativa en todos los niveles.

16.10 Garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales, de conformidad con la legislación nacional y los acuerdos internacionales.

16. A, Fortalecer las instituciones nacionales pertinentes, incluso mediante la cooperación internacional, para crear capacidad en todos los niveles, en particular en los países en desarrollo, para prevenir la violencia y combatir el terrorismo y la delincuencia.

16. B, Promover y aplicar leyes y políticas no discriminatorias para el desarrollo sostenible.

Objetivo 17: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la asociación mundial para el desarrollo sostenible.

17.7 Promover el desarrollo, la transferencia, la desiminación y difusión de tecnologías ecológicamente racionales a los países en desarrollo en términos favorables, incluyendo en condiciones concesionarias y preferenciales, según convenga mutuamente.

17.8 Operacionalizar plenamente el banco de tecnología y el mecanismo de fomento de la capacidad en materia de ciencia, tecnología e innovación para los países menos adelantados para el 2017 y mejorar el uso de la tecnología habilitadora, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones.

17.13 Aumentar la estabilidad macroeconómica mundial, incluso mediante la coordinación de políticas y la coherencia de las políticas.

17.14 Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible.

17.17 Fomentar y promover asociaciones eficaces públicas, público-privadas y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de asignación de recursos de las asociaciones.

17.18 Para el 2020, aumentar el apoyo a la creación de capacidad a los países en desarrollo, incluidos los países menos adelantados y los pequeños estados insulares en desarrollo, para aumentar considerablemente la disponibilidad de datos de alta calidad, oportunos y fiables desglosados por ingresos, género, edad, raza, etnia, estado, discapacidad, ubicación geográfica y otras características relevantes en contextos nacionales.

17.19 Para el año 2030, se basará en las iniciativas existentes para desarrollar medidas de progreso en materia de desarrollo sostenible que complementen el producto interno bruto y apoye el fomento de la capacidad estadística en los países en desarrollo.” (United Nations 2015)

Las ilustraciones 6 y 7 [Clústeres de ideas y conocimiento. Aspectos amplios del Desarrollo Sostenible y especificaciones del DS en el tema del Agua. Las palabras y frases representan los ideales, la ética, la cultura y la filosofía del DS. Se pretende la fusión de los aspectos del DS en el agua, la ciudad y la gestión, como el medio que guía a la creación de una metasíntesis integradora que aporte a la implementación de la GIRHU.] que se muestra a continuación, son un esquema sintetizado de la abstracción de clúster de ideas y conocimiento obtenido de las bases del DS (Brundtland 1987; United Nations 2015), es

una pieza creada con la finalidad de fusionarla con el conocimiento de los bloques de construcción de la GIRHU y la GC, en donde estas tres piezas, a su vez, crean una sola perspectiva, un solo bloque de construcción inseparable. Es de notar que el bloque de construcción del DS, esta específicamente moldeado tanto al estudio del fenómeno de la GIRHU, con los componentes del DS para la ciudad y el agua, como a la base de conocimiento de la GC, con los componentes del DS para la toma de decisiones y mecanismos de implementación. A continuación se presenta las ilustraciones 6 y 7, que muestra los clúster de ideas, frases y conceptos que se encuentran implícitos en el bloque de construcción del DS, posteriormente las cuestiones a detalle de los esquemas de las ilustraciones ilustración 5 6 y 7 se desarrollan en el siguiente subtítulo: “el esquema de modelado del TGCGIRHU”.

La línea conductora: EL Desarrollo Sostenible (DS)

Las necesidades humanas	Crecimiento	Evolución	Conciencia de la limitación del recurso
Sostener la vida e integridad del ecosistema	Gestión sostenible	Transformación	Lo ambiental
Lo económico	Durabilidad	Congruencia institucional del manejo de recursos	El Presente y El Futuro
Promoción de valores y concientización ecológica	Demografía en armonía con el uso del recurso del ecosistema	Visión holista	Lo social
Calidad de Vida		Sistema complejo interconectado	La inteligente aplicación

Desarrollo Sostenible en el tema del Agua

Comunidades locales en la gestión del agua	Gestión sostenible del agua y saneamiento	Eficiencia en el uso del agua	Calidad del agua: Contaminación, vertido de materiales peligrosos , aguas residuales no tratadas, reciclaje y la reutilización , saneamiento y una higiene adecuados, proteger y restaurar ecosistemas relacionados con el agua
Enfrentar la escasez	Acceso universal y equitativo al agua	Capital social y humano	Implementación de la GIRH a todos los niveles

Ilustración 6: Esquema de fusión de la línea conductora (DS).

Clústeres de ideas y conocimiento. Aspectos amplios del Desarrollo Sostenible y especificaciones del DS en el tema del Agua. Las palabras y frases representan los ideales, la ética, la cultura y la filosofía del DS. Se pretende la fusión de los aspectos del DS en el agua, la ciudad y la gestión, como el medio que guía a la creación de una metátesis integradora que aporte a la implementación de la GIRHU. Creación propia.

DS en la Ciudad

Acceso universal a espacios verdes	Asentamientos humanos inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles.	Viviendas adecuadas, seguras, con servicios básicos y asequibles
Proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo	urbanización inclusiva y sostenible, capacidad para la planificación y gestión participativa, integrada, de los asentamientos	Acceso universal a espacios verdes
Proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo	Gestión holística del riesgo de desastres, que adopten y apliquen políticas y planes integrados para la inclusión, la eficiencia de los recursos relacionados con el agua a personas en situación vulnerable.	

DS Mecanismos de Implementación y Toma de Decisiones

Toma de decisiones receptiva, inclusiva, participativa y representativa	Sociedad pacífica e inclusiva en todos los niveles	Leyes y políticas no discriminatorias y coherencia para el DS
Transferencia, deseminación y difusión de tecnologías ecológicamente racionales	Acceso público a la información	Reducir corrupción y el soborno, Instituciones eficaces, responsables, transparentes y capaces, públicas, privadas y de sociedad civil
Operacionalizar la tecnología y el mecanismo de fomento de la capacidad de ciencia , énfasis en la tecnología e innovación de la información y las comunicaciones	Aumentar la disponibilidad de datos de alta calidad , oportunos y fiables, ubicación geográfica, seguimiento y rendición de cuentas- fomento de la capacidad estadística	

Ilustración 7 : Esquema de fusión de la línea conductora (DS). Especificaciones del DS en la ciudad, Mecanismos de Implementación y Toma de Decisiones. Las palabras y frases representan los ideales, la ética, la cultura y la filosofía del DS. Se pretende la fusión de los aspectos del DS en el agua, la ciudad y la gestión como el medio que guía a la creación de una metasíntesis integradora que aporte a la implementación de la GIRHU. Creación propia.

4.1.3 El esquema de la base del modelado del TGCGIRHU

En el transcurso de este capítulo 4, se ha ido describiendo el esquema y la temática de la generación de conocimiento desde la Geomática para la GIRHU, además de introducir la línea conductora, el DS, enfocándola a la gestión del agua urbana, por medio de los objetivos 6 (el agua), 11 (la ciudad), 16 (la toma de decisiones) y 17 (la generación de mecanismos) del DS. Por lo cual, los tres bloques de construcción (GC, GIRHU, DS) ya fueron introducidos, lo que permite desarrollar la conexión entre estos bloques de la ilustración 5, dándole un significado nuevo a la emergencia de conocimiento que surge con la interacción de estos componentes, teniendo por objeto guiar el diseño y modelado geocibernético para la generación de las estrategias de la GIRHU, así como darle el propósito, funcionalidad y utilidad al desarrollo del PSG para la GIRHU.

Como primer criterio, la interpretación detallada de la ilustración 5, se hace mediante una analogía sobre la imagen de un universo en espiral de ampliación infinita. Se menciona que la abstracción de la idea principal de este esquema, parte de la interpretación de un universo generalizado de conocimiento, la Geomática para la GIRHU, con una espiral infinita como línea conductora, los ideales “utópicos inalcanzables” del DS, que representa una característica propia sobre la manera en que se modela el conocimiento, dando sentido y estructura, lo que permite encontrar patrones de conocimiento a través de una visión amplia, de tal forma que al irse adentrando en los detalles de las cuestiones tácticas y de logísticas (perspectiva práctica-concreta), se tenga una idea del comportamiento que debe de representar el modelado geocibernético, con la cual se pueda ir estableciendo el orden en la gestión del conocimiento que emerge al abordar los detalles del fenómeno de estudio de la GIRHU. Teniendo en mente que el conocimiento tanto de ciencia y tecnología (formal y explícito) como el de la sociedad (tácito y empírico) se encuentra en constante evolución conforme al contexto y la dinámica local; siempre considerando que el PSG es soportado por el marco teórico y metodológico que se expuso con anterioridad.

Un segundo criterio, se relaciona con la forma de representar la interacción del contenido de los bloques de conocimiento. Es importante considerar que al analizar el esquema de los bloques de construcción de conocimiento (GC, DS, GIRHU), sus relaciones no tienden a ser totalmente explícitas, ni tampoco se puede definir de manera concreta que tan importante es la relación entre los diversos campos de conocimiento, es decir, se carece de jerarquías preestablecidas en las interacciones, sobre todo cuando se aplica a un caso territorial específico para la GIRHU, por tal motivo, estas relaciones se manejan por clúster de conocimiento que trata principalmente de normalizar a una temática y objetivo común (la línea conductora); esto debido a que la generación de conocimiento emergente, debe proporcionar la flexibilidad suficiente para adaptarse a una presente situación territorial

con una visión a futuro, representando la base del desarrollo sostenible. Dicha característica en la representación de este modelo cualitativo preliminar y normalizado, no es posible representarse por esquemas convencionales como redes, diagramas de Veen (teorías de conjuntos), diagramas de flujos o similares; puesto que la representación esquemática es de carácter abstracto, además de la carencia de jerarquías, lo cual trata de crear un modelo de conocimiento que asemeje pretenda dar explicación a la “realidad” y al comportamiento del territorio de la GIRHU, término que aquí se analiza como un fenómeno sistémico complejo, y que realmente no tiene una representación estrictamente definida, sin embargo, el esquema que se presenta en la ilustración 8, es una propuesta inicial de cómo se puede transmitir y sintetizar el mensaje que muestra la visión amplia de los tres bloques de conocimiento, la GC, la GIRHU, el DS.

Por último, un ejemplo sintetizado que destaca de la interpretación del esquema entre las conexiones de la GC, el DS y la GIRHU, es la relación entre el DS y la GC. Al respecto, estos términos se pueden concebir como bloques de construcción en donde se rescata la esencia de las ideas del DS y se embonan con las ideas de la GC para la creación del PSG. El primer ensamble, es la consideración de sistemas complejos interconectados del DS (económico - social - ecológico) en donde se detectan las necesidades de la sociedad, lo cual tiene relación con la perspectiva sistémica de la GC; otra conexión es la retroalimentación positiva y negativa del PSG aplicado a la evolución continua del conocimiento, coincidiendo con la necesidad de enfrentar el manejo de los recursos en el presente y a futuro por medio de la adaptación al medio; también se tiene el ejemplo de la relación entre el contexto de la dinámica territorial del PSG con la evolución demográfica en armonía con el potencial productivo del ecosistema del DS; y como último ejemplo la brecha de comunicación entre los diversos actores y la falta de conciencia para analizar el fenómeno sistémico del manejo de recursos de manera integrada, lo que puede ser abordado con la cibernética de segundo orden. Además se menciona que los objetivos específicos 16 y 17 relacionados con la toma de decisiones y la generación de mecanismos para el DS, se abordan de manera contundente con el propósito de la GC, lo que irá catalizando la emergencia de conocimiento.

Para terminar de explicitar las relaciones de conocimiento, solo falta añadir la GIRHU a la relación descrita entre el DS y la GC. Por lo que hasta este punto, la relación de la GIRHU es la más fácil de añadir debido a la el DS tiene objetivos particulares en el tema del agua y la ciudad, y por supuesto que la GC está totalmente vinculada pues en el capítulo del marco teórico se mostró la perspectiva de cómo se pretende que la Geomática enfrente la problemática de la GIRHU. De esta manera, es que se tiene un buen entrelace entre los tres pilares de conocimiento. Lo que permite el desarrollo del PSG. Es importante mencionar que en esta introducción al modelado solo se clarifican las cuestiones bases sobre estos

pilares de conocimiento puesto que en el subcapítulo: *‘La Emergencia del modelo base de conocimiento: El Modelo territorial geocibernético de la GIRHU’* se tiene la generación de conocimiento y el prototipo de modelo estratégico que esclarece la realidad del territorio del GIRHU, solución en Geomática que pretende ser una aportación a la brecha de conocimiento en el “know how” de la GIRHU.

4.2 Consideraciones para el modelado del TGCGIRHU

El objetivo del presente apartado, está enfocado a proporcionar la idea general de las consideraciones con las cuales se realiza el modelo geocibernético desde una visión de sistemas, la cual está tematizada con el marco teórico metodológico presentados en los Capítulos 2 y 3. Las consideraciones que se mencionan, son solo una guía de apoyo que explica las ideas con las cuales se desarrolla el “modelado geocibernético”. Primordialmente el modelado geocibernético que aquí se propone, se sustenta con las consideraciones para modelar los sistemas. Las ideas expuestas se ajustaron al propósito del presente documento, en este caso en particular para modelar el sistema del TGCGIRHU, lo cual es una aportación en la brecha de conocimiento en el tema de gestión y gobernanza de las aguas urbanas.

Para comenzar a mencionar las consideraciones y realizar el modelado de la GIRHU, primero se introduce a la utilidad del modelado desde la visión de teoría de sistemas, componente teórico esencial de la GC:

“Los conceptos de sistemas usan los modelos como representación de estados, objetos y eventos de la realidad, los modelos se usan para generar, acumular y relacionar el conocimiento” (Monroy Alvarado & Vázquez 2013, p.119) además, “Los modelos no sólo nos ayudan a solucionar un problema, también pueden ser útiles para formularlos. Es decir, nos guían para explorar la estructura de un problema y para revelarnos posibles cursos de acción que de otro modo no serían detectados, ayudan tanto a la evaluación de cursos de acción, al descubrimiento o desarrollo de nuevas acciones”(Monroy Alvarado & Vázquez 2013, p.255).

Se pretende que al modelar el TGCGIRHU se logre conseguir la utilidad descrita en el párrafo anterior, es decir, el modelo del TGCGIRHU tiene que mostrar lo eventos de la realidad en donde se relacione, genere y acumule el conocimiento de las diversas dinámicas territoriales en el tema del agua, que ayude a formular, entender y resolver los problemas de ejercer la GIRHU, descifrar su estructura, catalizar y descubrir una inteligente toma de decisiones. Esta cuestión, representa un reto cuando se tiene un problema tan amplio como

lo es la GIRHU, sobre todo cuando solo se tiene una guía abierta sobre cómo se debería de realizar el modelado y donde se pueden obtener una gran cantidad de resultados únicos y diversos, sin tener la certeza de saber que tan efectivo puede ser el resultado del modelo al aplicarlo a la realidad que representa.

Por tal motivo, se muestran algunas de las consideraciones más importantes que se seleccionaron de la guía metodológica para la planeación y construcción de sistemas (Monroy Alvarado & Vázquez 2013). La guía representa los ideales pretendidos, considerando que todo modelo siempre será una representación en el proceso de ir aproximándose a un modelo que represente lo más posible al “fenómeno de la GIRHU” y que genere los mecanismos que necesita el territorio para implementar el DS en el tema del agua.

4.2.1 Los reductores de complejidad de la solución en Geomática

Antes de introducirse a la perspectiva de la planeación y construcción de sistemas, se hace mención de tres reductores de complejidad en una solución en Geomática (asesoría con el Dr. Fernando López Caloca, investigador de CentroGeo, 2017). Como se mencionó en el párrafo anterior, el tema de la GIRHU es bastante amplio y complejo, y el hecho de realizar un modelo sistémico en manera de síntesis, que no pierda lo esencial, que tenga un contenido rico en conocimiento y que aporte a la toma de decisiones; se puede tornar en un proceso desgastante e incoherente en donde existe la posibilidad de no obtener un producto de solución Geomática de impacto. Una característica del proceso de modelado a tener en cuenta para reducir la complejidad del fenómeno de la GIRHU, es la consideración de la línea conductora, el análisis cualitativo y de requerimiento y por último el territorio (ver ilustración 8: [En cada reductor se identifican cuestiones críticas para lograr la implementación de la GIRHU. Se re-organiza y/o atenúa el conocimiento y las perspectivas que enturbian o que no aporta a la implementación de la GIRHU. Creación propia.]).

Cuando se introdujo la línea conductora del DS, se establecieron los ideales que se desean alcanzar con una perspectiva amplia sobre el tema del manejo del agua en la ciudad, tal perspectiva permite el desarrollo de la visión holista del fenómeno de la GIRHU que representa la primera fase para acotar la situación completa, también otorga el propósito que funciona como eje para envolver el contenido teórico conceptual en el proceso de modelado. La segunda etapa para reducir la complejidad, se realiza con el análisis cualitativo y de requerimientos, explicando el fenómeno social de la GIRHU, formalizando su conocimiento tácito - empírico, detectando las brechas existentes en las necesidades de los actores involucrados en la GIRHU, tomando en cuenta las estrategias y modelos propios

de la organización y por último, determinar la funcionalidad sistémica que se requiere expresar mediante el modelo del TGCGIRHU.

El tercer y último reductor de complejidad es el territorio, este punto considera la dinámica territorial, y también los comportamientos locales en el territorio, lo que permite ligar todo el proceso del modelado de una visión general a una situación específica, es decir, el resultado de la abstracción del modelado puede ser adaptado a diferentes situaciones específicas territoriales, permitiendo la emergencia de soluciones conforme a las situaciones específicas que pueden ser implementadas y mejor aceptadas por la localidad.

En el caso particular de esta investigación, gran parte de la complejidad será reducida principalmente con el contexto territorial del caso de aplicación del Río Magdalena que se aborda en el siguiente capítulo en combinación con el análisis cualitativo y de requerimientos que se realiza con la investigación de literatura y algunas conversaciones realizadas con expertos relacionados con la gestión del agua. Recordando que la idea principal del presente capítulo es obtener un modelo general con visión holista del TGCGIRHU, que se puede contextualizar a diferentes contextos territoriales aplicando los dos últimos reductores de complejidad.

a) La línea conductora. El Desarrollo Sostenible para la GIRHU (espiral de conocimiento).

El primer filtro identifica los objetivos que se pretenden, incluyendo los valores, la ética y el enfoque filosófico de la sociedad en el tema del manejo del agua en la ciudad. Identifica las características de la gestión que se desea. Ejemplo, Objetivos del Desarrollo Sostenible, Agenda 2030, Plan Nacional de Desarrollo, Ley de Aguas Nacionales.

b) El análisis Cualitativo y de Requerimientos.

Partiendo de la línea conductora, se identifica el comportamiento del fenómeno social, procesos organizacionales y su entorno, determina las necesidades del usuario, su operación sistémica, las estrategias de gestión del agua urbana. Delimita las soluciones en congruencia con el sistema organizacional de gestión partiendo de este análisis (C. Reyes et al. 2014, 23, 24).

c) El territorio.

Los dos reductores anteriores pasan por un contexto territorial y local, donde se converge conforme a las posibilidades que son determinadas tanto por las características geográficas como la dinámica y lógica espacial, la cual influye en la forma de realizar la gestión del agua, con esta perspectiva, se fusiona el conocimiento ciencia y sociedad.

*Ilustración 8: Los reductores de complejidad en la modelación Geocibernética.
En cada reductor se identifican cuestiones críticas para lograr la implementación de la GIRHU.
Se re-organiza y/o atenúa el conocimiento y las perspectivas que enturbian o que no aporta a la implementación de la GIRHU. Creación propia.*

4.2.2 Las dos vertientes de la visión del TGCGIRHU: Holismo & Reduccionismo

Una de las primeras características que distingue a la modelación del TGCGIRHU, es la distinción entre dos fases o visiones como se menciona en la introducción del presente capítulo. La primera visión, es una visión holista, amplia, de la estructuración de la emergencia de las estrategias, planes, ideologías, ideas y conceptos globales, la representación de la transdisciplinariedad en la integración de conocimiento como base a las cuestiones de las demandas sociales en el tema del agua en un contexto territorial. La segunda visión, se relaciona con el reduccionismo, las tácticas y la logística con la que se opera el sistema de la GIRHU, enfrentando situaciones puntuales desde la visión específica de cada una de las ramas de las ciencias y estudios disciplinarios que se relacione con la GIRH. Esta visión se puede observar en la ilustración 9 [*Se pretende que en el proceso de modelo del TGCGIRHU se integre las visiones reduccionista y holista, en donde el territorio será el escenario y la cuenca de atracción para la integración de conocimiento y la emergencia de los consensos para lograr la implementación de la GIRHU.*], las características que se muestran están consideradas en la modelación del TGCGIRHU donde se hace la distinción por medio de la visión holista y reduccionista, sin embargo, la representación de la imagen también intenta expresar que ambas visiones son intrínsecas entre ellas, cada punto de las dos visiones, no se pueden excluir y pueden estar contenidas una dentro de la otro. También se expresa la idea de vincular ciencia y sociedad en el proceso de modelación. Por otro lado Monroy & Vázquez (2013, p.131) menciona una distinción similar desde la visión sistémica haciendo referencia por un lado a los sistemas duros, mencionando a las ciencias reduccionistas relacionadas con la ingeniería y la tecnología; y por otra parte los sistemas suaves relacionadas con las actividades humanas.



*Ilustración 9: Característica de TGCGIRHU: Holismo & Reduccionismo.
Adaptación de (C. Reyes et al. 2014, p.20). Se pretende que en el proceso de modelo del TGCGIRHU se integre las visiones reduccionista y holista, en donde el territorio será el escenario y la cuenca de atracción para la integración de conocimiento y la emergencia de los consensos para lograr la implementación de la GIRHU.*

Lo que se pretende al enfatizar esta diferenciación, es la consideración e integración de las vertientes de conocimiento. Con el objetivo de abordar de la mejor manera una problemática compleja como la GIRH, pues las soluciones tecnológicas solo ayudan a resolver parcialmente el problema del agua y en donde las situaciones de la sociedad pueden resultar contradictorias. La visión de la ilustración 9, es una convergencia de las vertientes de conocimiento que generalmente se presentan una fuerte división entre ambas. Lo que se propone es atenuar tales divisiones y crear un espacio en donde las dos vertientes interactúen rescatando lo mejor de ambas, creando la oportunidad de considerar conceptos e ideas emergentes de la visión del TGCGIRHU que no se encuentren restringidas por definiciones preestablecidas de las perspectivas individuales, con la intención de catalizar la toma de decisiones donde la dinámica territorial da el contexto para establecer una misma base en donde estas vertientes interactúan.

4.2.3 Procesos continuos de retroalimentación en el modelado y el modelo del TGCGIRHU

Las dos vertientes del TGCGIRHU, representa una amplia variedad de perspectivas de conocimiento enfocado a responder a la demanda social mediante los ideales del DS en

buscan satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. Considerar el tema del DS del agua en la ciudad, implica que las soluciones y los planes deben ser con una visión a largo plazo. En lo que respecta a este punto, en el marco conceptual de la GC se introduce a la hélice virtual, que representa los ciclos cibernéticos de retroalimentación de conocimiento. Por lo que esta característica es considerada durante el proceso del modelado así como para su mantenimiento mientras este en uso, lo que asegura que el conocimiento se encuentre en armonía con la dinámica en la que se encuentre el territorio. El proceso de modelado, es claro que se realiza por una organización sistémica y las organizaciones como sistemas según Monroy Alvarado & Vázquez (2013; 175), estas deben de mantener y mejorar permanentemente el sistema, las soluciones y los planes en condiciones cambiantes. Así, la solución de problemas y la planeación deben conceptualizarse como procesos continuos permanentes dirigidos a ideales aproximables, pero inalcanzables (como los presentados en el DS). En donde la verdad absoluta, la eficiencia y la eficacia perfectas nunca se obtienen, pero siempre podemos acercarnos a ellas.

4.2.4 El modelado de la realidad artificial del TGCGIRHU

Una perspectiva interesante de cómo se puede percibir el modelo del TGCGIRHU desde la visión de sistemas, es como una realidad artificial, por el hecho de ser una propuesta de modelado en donde es realmente difícil obtener una descripción de las operaciones del sistema del TGCGIRHU; Monroy Alvarado & Vázquez (2013; p.254), consideran así al modelo de un sistema con el que no se puede experimentar ni describir adecuadamente. Desde esta opinión, Monroy menciona que este tipo de modelo se debe considerar como una realidad a modelar que se utiliza para generar una historia por medio de una teoría que se elaborará para después formular macroteorías y en el proceso se irán formulando macroteorías que explican la realidad artificial para acercarla un poco a la realidad. Este proceso se reitera y se analiza la secuencia de realidades artificiales, microteorías, macroteorías, para encontrar metateorías. Esta opinión que menciona Monroy, se presenta como una característica del modelado, pues es una aportación complementaria en la manera en la que se puede percibir el modelo del TGCGIRHU y que se encuentra relacionada con la emergencia de un conocimiento base que representa la integración del conocimiento de los actores, en lo que respecta a las teorías y las macroteorías en la construcción de la red emergente de conocimiento de la solución en Geomática.

4.2.5 La planeación del modelado del TGCGIRHU

La última consideración a mencionar, son las cuestiones de la planeación de sistemas que añaden otra perspectiva de apoyo al proceso de modelado del TGCGIRHU. La planeación desde la visión de sistemas es

“el proceso de decidir qué hacer y cómo hacerlo antes de la acción (...), es un conjunto de numerosas decisiones, tantas, que se dificulta manejarlas todas simultáneamente. El conjunto de decisiones necesarias no se puede dividir en subconjuntos independientes ya que forman un sistema. Se preocupa tanto por evitar acciones incorrectas, como por fallar en utilizar oportunidades (...) afirma que a menos que hagamos algo el estado futuro deseado no ocurrirá (...) cree que se puede hacer algo para incrementar las oportunidades de alcanzar el futuro deseado(...)no buscan la satisfacción, ni la optimización, buscan ideales. La formulación de ideales no es un ejercicio hueco o vacío de utopías, sino es un paso necesario para establecer rumbos de largo plazo para el desarrollo continuo.” (Monroy Alvarado & Vázquez 2013; pp.278-284).

La visión de planeación está relacionada con la función del modelado del TGCGIRHU (ilustración 6), en otras palabras con la generación del mecanismo, el “know how” o la caja negra para implementar la GIRH desde la visión de Geomática, de igual manera la planeación de sistemas se encuentra acorde con la situación que presenta la implementación de la GIRHU, pues la incertidumbre para realizar una adecuada toma de decisiones guiada por los ideales del DS está siempre latente. Otra cuestión que se puede mencionar, se relaciona con el marco metodológico sobre la forma en que se crea la red emergente de conocimiento, en donde concierne a los especialistas la creación de esta base común de conocimiento. Al respecto, Monroy Alvarado & Vázquez (2013; p.273), plantea que los tomadores de decisiones son los que logran extraer situaciones problemáticas y no problemas aislados partiendo de un contexto; en este caso el contexto que aquí se define para la planeación sistémica del modelo del TGCGIRHU, está definido por el esquema de los tres bloques de construcción (DS- GC – GIRHU).

Por último, Monroy (2013; pp.287-289) mencionan tres principios para la planeación de sistemas, los cuales son una perspectiva de apoyo que se añade para realizar el modelado del TGCGIRHU:

“El primer principio es la participación: La planeación eficaz no puede hacerse para un sistema, debe hacerse por el sistema.

El segundo principio es la continuidad: Los planes deben actualizarse, extenderse, corregirse continuamente.

El tercer principio es el Holismo: que está constituido por la coordinación e integración, considerando que las organizaciones se dividen en niveles

y éstos en unidades que se diferencian por función, producto o mercado: Por un lado la coordinación tiene que ver con la interacción entre diferentes unidades al mismo nivel y por otro, la integración se interpreta como la interacción entre unidades de diferentes niveles. En lo que respecta a la integración en organizaciones cuyos fines dominan a los fines de sus miembros, como una corporación, las estrategias fluyen de arriba hacia abajo, y los aspectos tácticos fluyen de abajo hacia arriba. En sistemas cuyos fines principales son servir a sus miembros como las ciudades, las estrategias y las tácticas fluyen al contrario del caso anterior” (Monroy 2013; pp.287-289).

Las cuestiones de la participación, la continuidad, el holismo, la coordinación, la integración y el flujo de las estratégicas y tácticas en el modelado del sistema, son conceptos que ya se han ido mencionando y que son esenciales para implementar la GIRH, se menciona esta perspectiva para reforzar y formalizar la importancia de este planteamiento a tener en cuenta en el proceso de modelado del TGCGIRHU.

4.2.6 Comentario final de las consideraciones para el modelado del TGCGIRHU

El hecho de tener en mente las ideas como los reductores de complejidad, las dos vertientes de la visión del TGCGIRHU, los procesos continuos de retroalimentación, la realidad artificial y la planeación del modelado sistémico; da la oportunidad de conocer el funcionamiento de la presente solución. En esencia, se presentan unas perspectivas de apoyo para realizar el modelado de la solución en Geomática. Las perspectivas son adaptaciones para el caso particular de este documento, que su principal enfoque es el desarrollo teórico que aporte a la brecha de lograr implementar la GIRHU. Estas consideraciones se presentan como apoyo al proceso de modelado pues como se argumentó, no existe una guía definida para la modelación pues requiere de experiencia y del conocimiento de los diversos especialistas (Monroy Alvarado & Vázquez 2013, p.252); abordar el tema de la GIRHU es bastante complejo incluso para los actores mismo, pues conforme a lo obtenido en esta investigación, aún continúan existiendo brechas importantes en el tema de la integración de conocimiento para el manejo del agua (Dourojeanni 2004). Un comentario pertinente es el hecho de encontrar actitudes positivas de actores en la gestión del agua al presentar la perspectiva que aquí se desarrolla (entrevista con especialistas de la Universidad de las Naciones Unidas, Dresden, Alemania). Lo que puede ser interpretado como una señal positiva en el desarrollo teórico que se obtienen de este modelo.

4.3 El Modelo del Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano

El presente apartado corresponde al metamodelo de conocimiento, perteneciente a los aspectos cognitivos del “método reyes”, implica el análisis y la representación de lo obtenido en el marco de contenido, el análisis cualitativo y de requerimientos para la *emergencia de la metasíntesis o de la red emergente de conocimiento del TGCGIRHU*.

Como primer punto, se menciona el origen de los modelos de conocimiento de la GIRHU que recolecta la experiencia y recomendaciones, internacionales y nacionales, siendo referentes para el modelo a proponer. Como la OECD, la UNESCO, la ONU y CONAGUA, mencionando el por qué se seleccionaron. Entre estos modelos también se incluyen dos modelos Cibercartográfico realizados en CentroGeo: Chapala Atlas Cibernético y Geo Ciudad de México (©CentroGeo 2015), pues se considera que tienen una estrecha relación con la GIRHU.

El segundo punto, el subcapítulo aplica el marco transdisciplinario de la GC (Carmen Reyes et al. 2014) para la generación del modelo del TGCGHIRHU, el modelo se desarrolla por medio de una metasíntesis que describe el significado de la estructuración de las palabras usadas en el modelo como intento de representación de la “realidad” del TGCGHIRHU; además se mencionan diversas cuestiones como el papel del razonamiento analógico, la transdisciplinariedad en la modelación del territorio *para enfrentar las brechas de la GIRH y la implementación de la estrategia metacognitiva* (Carmen Reyes et al. 2014, p.36) como guía de la solución geocibernética, que conlleva especificar la estructuración del modelo, como está organizado y el por qué se decide tal organización por medio de *las ideas conceptualizadas que se eligen en el modelo*, en el proceso también se bosquejan las relaciones entre los conjuntos de las ideas y por qué cada concepto está relacionado con los demás componentes del modelo; sin dejar de tener en cuenta las consideraciones de modelado mencionadas en el subcapítulo anterior.

Por último, se explica y se describe el contenido del modelo, el conocimiento, los conceptos, las ideas y la propuesta general como intento de definir una abstracción de la realidad que ofrece un panorama amplio del comportamiento del TGCGIRHU; representación que tiene la función de catalizador como solución transdisciplinaria que contemple a las demás visiones de gestión en el objetivo de realizar la implementación de la GIRH en el ámbito urbano en cuestiones tales como el soporte el proceso de persuasión para la implementación de soluciones holistas, integradas y sostenibles, acelerar la aprobación y apropiación de estas soluciones, que apoye a sus diseño, implementación y operación,

además de los procesos de toma de decisiones, creación de estrategias, planeación, tácticas y logística.

El esquema de la ilustración 10 [*El Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano (TGCGIRHU)*], es un esquema que representa una guía teórica desde Geomática y sociedad para complementar a la actual forma de gestionar el agua urbana. El esquema teórico representa una respuesta a la identificación de la falta teórica y metodológica desde una visión holista integrada y sostenible debido a la complejidad que conlleva llevar a cabo los conceptos de la GIRHU y el DS.], el modelo del TGCGIRHU, es un intento de sintetizar la integración de las conceptualizaciones, la estructuración del conocimiento y su comportamiento cíclico, de retroalimentación y convergencia que se requiere para expresar al desarrollo sostenible la Gestión integrada de las aguas urbanas y la Geocibernética. También representa los resultados obtenidos de aplicar; primeramente, el marco teórico: referente a Geomática y sociedad; segundo, al marco metodológico: “el método Reyes” y tercero, al marco conceptual y mecanismo de implementación: lo pertinente al tema de la gestión integrada y sostenible del agua urbana.

La espiral de la línea de investigación de Geomática y sociedad envuelve todas las conceptualizaciones del TGCGIRHU, después se tienen los tres bloques de construcción conceptuales, la geocibernética, el desarrollo sostenible y la gestión integrada del recurso hídrico urbano, fusionándose en una estructura de ADN; dentro de la misma estructura de ADN, convergen y se integran en el ciclo de integración de conocimiento a cuatro grandes conceptualizaciones; *Chunks concepts*, que representan la metasíntesis (Evolución de la dinámica territorial, El gobierno del agua, Agua urbana como soporte de calidad de vida y su Medio construido). Durante el transcurso del presente subcapítulo: El Modelo del TGCGIRHU se describe a detalle el modelo del TGCGIRHU.

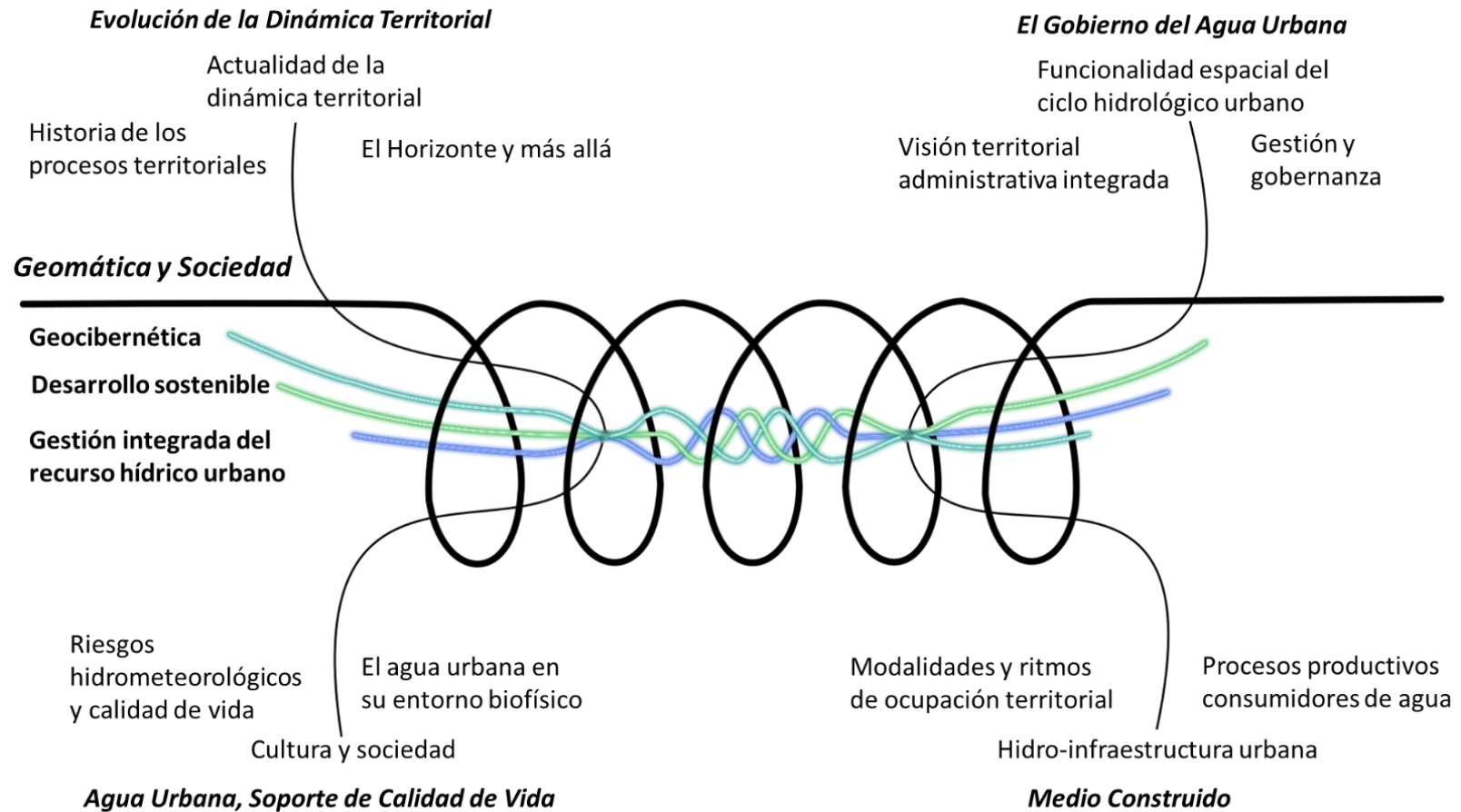


Ilustración 10 Un Esquema del Modelo del TGCGIRHU.
 El Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano (TGCGIRHU), es un esquema que representa una guía teórica desde Geomática y sociedad para complementar a la actual forma de gestionar el agua urbana. El esquema teórico representa una respuesta a la identificación de la falta teórica y metodológica desde una visión holista integrada y sostenible debido a la complejidad que conlleva llevar a cabo los conceptos de la GIRHU y el DS. Grafico modificado de (Sánchez Reyes 2014, p.101).

4.3.1 Origen del modelo del TGCGIRHU

El origen del cual emerge la ilustración 11: “*El modelo del TGCGIRHU*”, se puede explicar mediante una distinción de dos perspectivas, por un lado, se tiene el conocimiento correspondiente al “know how” de las soluciones de GC, y por el otro, un marco de contenido de conocimiento especializado de la GIRHU el cual es el fenómeno de estudio. Ambas perspectivas se mencionan a continuación:

Desde la perspectiva del “know how”, las cuatro esferas representan una metasíntesis de conocimiento para el modelo del TGCGIRHU, surge a partir de la adaptación y desarrollo de los procesos del marco de contenido, el análisis cualitativo y el marco transdisciplinario de la GC. Estas guías desarrolladas en CentroGeo se sustentan con alrededor de dos décadas de aplicación (C. Reyes et al. 2014, p.35) y más de 60 proyectos empíricos (C. Reyes et al. 2014, p.7) en donde se usa la geocibernética con un enfoque de Geomática y sociedad en el desarrollo de soluciones transdisciplinarias (Lopez-Caloca 2014; López Caloca et al. 2015; Parás Fernández 2008). Las conceptualizaciones de la metasíntesis representadas con las esferas, representan conocimiento holístico y de transdisciplina, son conceptos que permiten la integración tanto de diversos actores como de conocimiento relacionado a la GIRHU, que se funde en la visión territorial, por tal motivo no se debe pensar como conceptos o frases sin fundamento ni propósito, si no que emergen con respaldo de conocimiento científico desde la visión de Geomática. El origen del presente trabajo cuenta con las recomendaciones de investigadores de CentroGeo (Dra. Carmen Reyes, Dr. Fernando López y la Dra. Margarita Paras) pues sus experiencias en el desarrollo de soluciones geocibernéticas fue fundamental para el presente trabajo.

Desde la perspectiva del marco de contenido en relación con los modelos de conocimiento para ejercer la GIRHU, se usa principalmente la siguiente documentación: *Urban Hydroinformatics* (K Price & Vojinovic 2011), *Hacer posible la reforma de la gestión del agua en México* (OCDE 2013), *Water Governance in Cities* (OECD 2016), *Los Sistemas Complejos y la Gestión de la demanda de Agua* (Cruz Vicente 2011), *Chapala Atlas Cibernético* (CentroGeo 2000), *GEO Ciudad de México - Atlas GeoCibernético* (CentroGeo 2004), *GEO Ciudad de México: Una visión territorial del sistema urbano ambiental* (UNEP & Centro Geo 2003), *BIBLIOTECA GEOMÁTICA DIGITAL* (©CentroGeo 2015). Dicha documentación fue seleccionada como idónea pues considera elementos para la creación del “know how” para la gestión del agua urbana, incluyendo además la visión de los modelos geomáticos que se han desarrollado en CentroGeo, haciendo énfasis en la extracción de las ideas de la visión territorial en el agua y la ciudad.

Se menciona que en cuestión de la información de la literatura sobre cómo se ejerce la GIRHU se cuenta con apoyo bibliográfico limitado pero que cuenta con calidad de contenido para los objetivos del presente documento. Al entablar conversaciones con algunos expertos y al asistir a conferencias en el tema del agua (principalmente profesionales en el tema del agua: UNAM, CONAGUA), se observa una interacción difusa respecto a la manera de ejercer una GIRH. Sin embargo, la bibliografía obtenida es adecuada, pues se abordan cuestiones como consideraciones, elementos, ciclos y procesos de gestión, actividades, administración, diagnósticos, recomendaciones, fundamentos; etc. La metasíntesis de conocimiento de las cuatro esferas y sus elementos derivados, integran estas cuestiones emergiendo un nuevo modelo de conocimiento de para ejercer la GIRHU. Se recuerda que a pesar que se hace gestión de agua urbana en México, no se cuenta con un marco teórico de conocimiento que guie a la implementación de una gestión integrada del agua en la ciudad; por lo que el presente desarrollo teórico desde la perspectiva de geomática y sociedad resulta un aporte como marco teórico tomando en cuenta las necesidades acordes a la definición de la LAN, la GIRH y el DS en el tema del agua en la ciudad, que representa el panorama de los diagnósticos y recomendaciones de manera global y local de un conjunto de expertos en colaboración internacional, que describen la necesidad de una gestión integrada del agua urbana.

Geomática y Sociedad, un Esquema de Modelado:
El Territorio Geocibernético de la
Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano
(TGCGIRHU)



Ilustración 11: El modelo del TGCGIRHU.

Metasíntesis por medio de 4 “chunks concepts” como perspectiva integradora de la “realidad del TGIRHU” en apoyo a la implementación de la GIRHU. Las conceptualizaciones de las esferas del TGCGIRHU son adaptaciones de la combinación de las metasíntesis del Atlas cibernético de Chapala (CentroGeo 2000) que aborda el tema del agua, en conjunto con la metasíntesis del Atlas cibernético de Geo Ciudad de México (CentroGeo 2004) que aborda el tema de la ciudad; ambas metasíntesis se complementan para la creación de la metasíntesis de la gestión del Agua en la ciudad, además se considera los modelos de conocimiento de la GIRHU con el DS, lo que se observa en el desglose de la metasíntesis.

Antes de profundizar en el modelo del TGCGIRHU, además de la introducción y las consideraciones realizadas en el subcapítulo anterior, se requiere abordar el marco teórico transdisciplinario del TGCGIRHU, creado con el marco de la GC para realizar las soluciones geocibernéticas. Durante el transcurso del presente apartado se toma en cuenta la idealización de las soluciones Geocibernéticas, encontrada en el capítulo: “Geocibernética como herramienta para el desarrollo de marcos transdisciplinarios” (Carmen Reyes et al. 2014). El marco teórico transdisciplinario del modelo del TGCGIRHU (*ilustración 12: [Se muestra el contenido del conocimiento en sus respectivos niveles y sistemas, es una propuesta como intento de relacionar, integrar y de gestionar el conocimiento para la implementación de la GIRHU. Incluye las propiedades y características para el desarrollo del artefacto del TGCGIRHU.]*), se representa por medio de una red de gestión de conocimiento como parte de la aportación teórica.

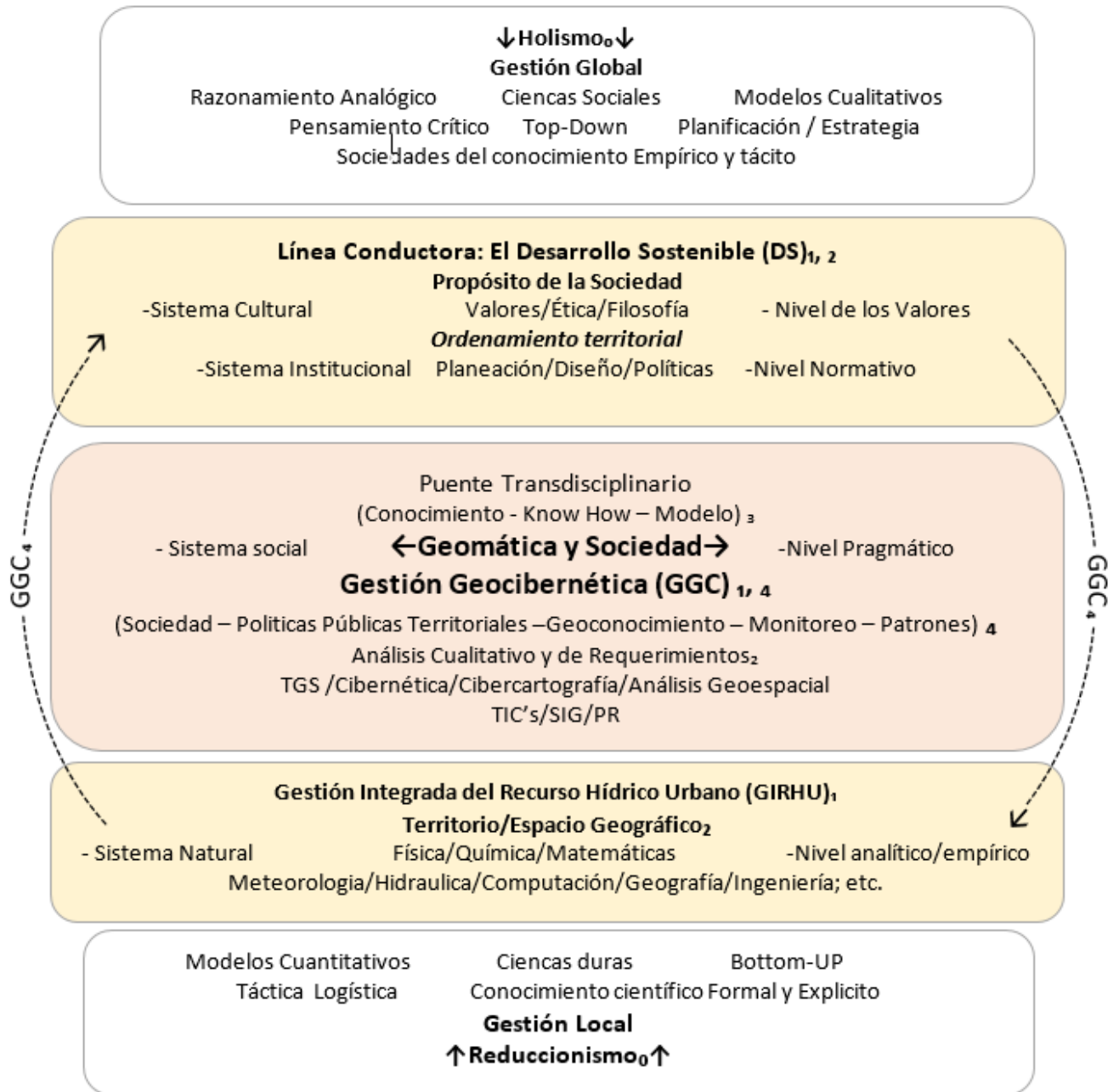
Con el fin de dar orden al conjunto de ideas que se muestran en *el modelo del TGCGIRHU*, primeramente se tiene que prestar atención al enunciado externo de la ilustración: “*Geomática y Sociedad: Un Esquema de modelado - El Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano (TGCGIRHU)*”, el enunciado tiene el fin de englobar de manera omnipresente la metasíntesis de visión holista y de transdisciplina, conteniendo cuatro chunks de conocimiento como intento de representar la “realidad” del TGCGIRHU. El enunciado representa la adaptación de un esquema de modelado para la GIRHU desarrollado durante el subcapítulo: Fundamentos para el modelado del TGCGIRHU, creado con la base de conocimiento en GC, en donde se explora el panorama y las brechas existentes en la implementación de la GIRHU y que es dirigido con la línea conductora del DS, expresando la necesidad y la demanda social.

Continuando con el significado de los cuatro chunks de conocimiento contenidos en el esquema de modelado, se parte de la relación del marco de contenido de la GIRHU el cual es procesado con el marco transdisciplinario de la GC (Reyes et al. 2014, p.34) involucrando el modelado territorial del manejo del agua urbana para implementar la gestión integrada; surgiendo el rol de las soluciones geocibernéticas (*ver ilustración 13*), en los que algunos de sus objetivos se encuentra, mantener la emergencia de la construcción de geoconocimiento y promover la relación e interacción ciencia y sociedad en donde se considera que los actores participan de manera transdisciplinaria en la creación de una base común de conocimiento, en el proceso de elaboración de la metasíntesis para implementar la GIRHU.

En tal sentido, la GC es el puente que permite fusionar conocimiento para enfrentar las brechas de integración de la GIRHU implícitas en las soluciones aisladas ofrecidas por las disciplinas y los diversos expertos involucrados en la gestión del agua en la ciudad. Para lograr la GIRHU, la GC permite efectuar un mecanismo de fusión, que consiste en la explicitación del conocimiento de cada disciplina sobre el principal factor común donde converge el conocimiento relacionado con la gestión y gobernanza del agua en la ciudad, siendo este, *el espacio-tiempo con la perspectiva de la dinámica del territorio*.

El modelo del TGCGIRHU representa una conceptualización descendiendo al contenido de lo global a lo local, se encuentran unidades conceptuales enfocadas en lo esencial para comprender los procesos naturales y sociales que surgen en el territorio del fenómeno de la GIRHU. La Red Transdisciplinaria de Conocimiento (ilustración 12), idealiza una relación entre los niveles, los sistemas y las unidades de la red de conocimiento para el TGCGIRHU. Se parte de las vertientes del holismo y reduccionismo, la fusión entre el conocimiento de los sistemas sociales/culturales y de los sistemas físicos/naturales; en donde la línea de Geomática y Sociedad a través de la GGC actúa como el medio de fusión de conocimiento por medio del diálogo y la generación de historias emergentes de la nueva red de conocimiento transdisciplinario. Además, se considera la interacción de las historias entre las unidades de conocimiento en su respectivo nivel, así como entre las unidades de conocimiento entre los distintos niveles (Lopez-Caloca 2011, p.19).

Según Kleene (2009, p.51), los *chunks concepts* pueden ser interpretados con diferentes perspectivas que dependen del conocimiento de cada actor; sin embargo esta característica que menciona Kleene se aprovecha por medio del uso de inferencias y analogías que permita la interacción, fusión y emergencia de conocimiento común, con el fin de lograr un entendimiento integrado que aporte a la mejora de los consensos en la toma de decisiones de la GIRHU.



Propiedades del TGCGIRHU:

- 0 -Integración de las dos visiones del TGCGIRHU
- 1 -Los tres bloques de construcción para la emergencia del TGCGIRHU
- 2 -Los tres reductores de complejidad en la creación de los artefactos GC
- 3 -La función del artefacto para el TGCGIRHU
- 4 - Marco Transdisciplinario de la GC

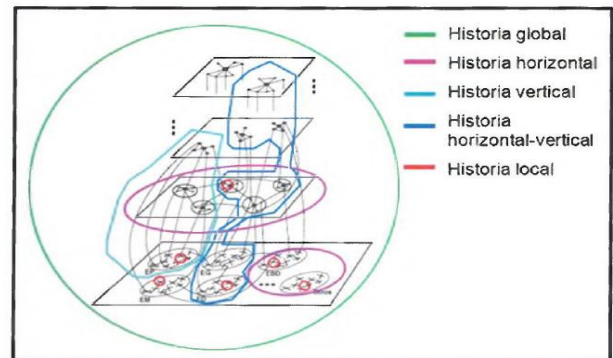


Ilustración 12: Red Transdisciplinaria de Conocimiento para el TGCGIRHU. Adaptación de (Parás Fernández 2008, p.115; Caloca 2011,p.19). Se muestra el contenido del conocimiento en sus respectivos niveles y sistemas, es una propuesta como intento de relacionar, integrar y de gestionar el conocimiento para la implementación de la GIRHU. Incluye las propiedades y características para el desarrollo del artefacto del TGCGIRHU.

Es de importancia notar que la aplicación del marco transdisciplinario de la GC conlleva un fuerte proceso social por medio del dialogo para la emergencia de la metasíntesis, en el presente documento, la metasíntesis se realiza por medio del análisis literario; es un bosquejo en la creación del marco conceptualizado del TGCGIRHU representando una guía teórica para implementar la GIRH en la ciudad. Un caso de aplicación real del marco conceptual requiere involucrar diversos actores claves en el manejo del agua en el territorio de estudio.

El marco de la GC considera una estrategia metacognitiva (pensar sobre lo que se piensa), que ayuda a entender el proceso de transdisciplina (Reyes et al. 2014, p.36-40), el cual es adaptado para su aplicación en la integración de conocimiento de la GIRHU. Para profundizar en el caso particular del proceso de desarrollo del marco del TGCGIRHU, su metasíntesis y sus *chunks concepts* que se abordan posteriormente; se muestra el panorama esencial que relaciona; por una parte la problemática de la implementación de la GIRHU detectada en la literatura (OCDE 2013; Vargas et al. 2007; Cruz Vicente 2011; Dourojeanni 2004; OECD 2016; CNA 2004), y por otro lado, a la perspectiva de solución sobre el rol de la estrategia metacognitiva de las soluciones en GC. La ilustración 13, muestra los componentes de la estrategia de la GC que a continuación se adapta para el desarrollo del marco conceptual del TGCGIRHU.

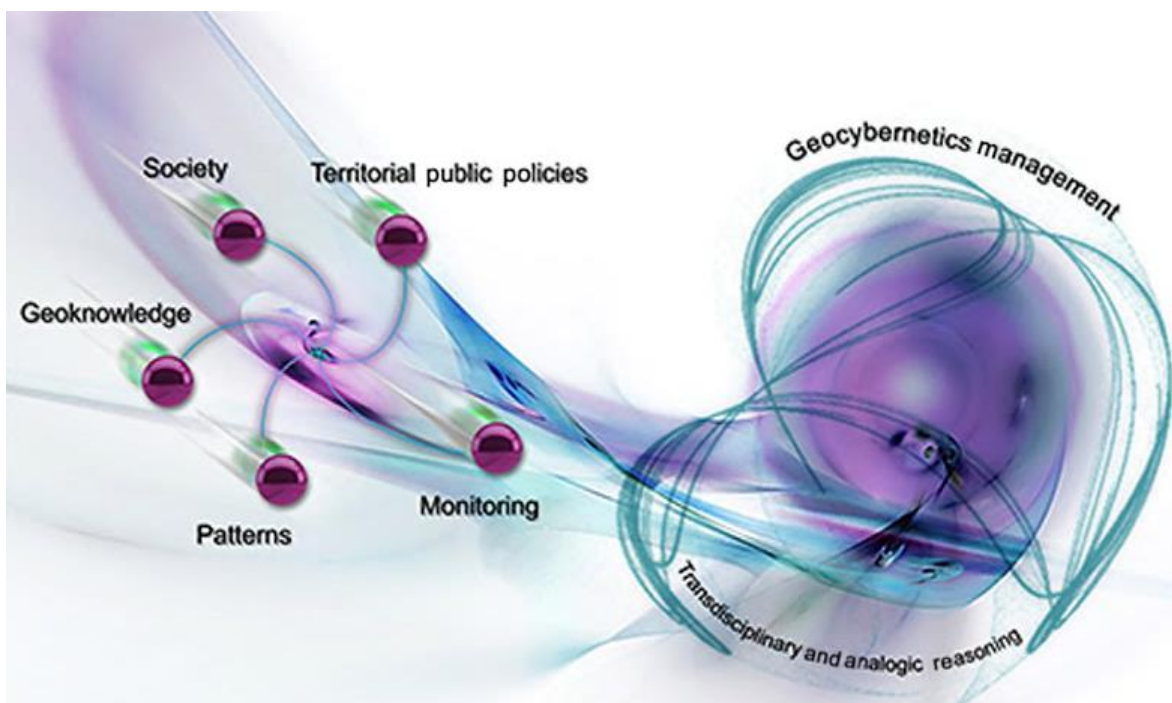


Ilustración 13: El rol de las soluciones geocibernéticas inmerso en un modelo transdisciplinario. Obtenido de: (Carmen Reyes et al. 2014, p.36).

4.3.2.1 Gestión Geocibernética “GGC” para el TGCGIRHU

La componente base mostrada en la ilustración 13, es la Gestión Geocibernética (GGC), que es apoyada con las prácticas de transdisciplina y el razonamiento analógico con el fin de promover el desarrollo de estrategias para la solución de problemas en el territorio (Reyes et al. 2014, 37). En este caso, la GGC implica lograr establecer estrategias integradas, que conlleva el proceso de la emergencia de conocimiento común por medio de una metasíntesis que muestra “*chunks concepts*”, en donde el conocimiento es vertido sobre la idealización del TGCGIRHU basándose en los fundamentos y consideraciones del presente capítulo adaptado para implementar la GIRHU. Respecto a las componentes restantes: Geoconocimiento, Sociedad, Políticas públicas territoriales, Monitoreo y Patrones; estos se encuentran intrínsecos en la GGC y son componentes esenciales que se acoplan naturalmente para ejercer la GIRHU de manera que se cumpla con lo establecido en la LAN y los objetivos del DS en el tema del manejo del agua en la ciudad, y que además se encuentran estrechamente relacionado con la Agenda 2030 y el Plan Nacional de Desarrollo en México (Presidencia de la República, 2017).

4.3.2.2 Emergencia del Geoconocimiento en el TGCGIRHU

Con el propósito de evidenciar el acoplamiento entre las componentes de la GGC y el desarrollo de estrategias para implementar la GIRHU, se hace referencia, a la componente de geoconocimiento (Carmen Reyes et al. 2014, p.40) la cual puede ser visualizada como un desglose de las demás componentes como se explica en el par de párrafos posteriores.

En los términos que se proponen para el estudio del fenómeno de la GIRHU desde la GC, se tiene que proveer de una amplia gama de información en la **Red Transdisciplinaria de Conocimiento para el TGCGIRHU**. La ilustración 12; es un intento de evidenciar la relación de los [tres bloques de construcción del TGCGIRHU](#) con los [componentes estratégicos de la GC](#), mediante el puente transdisciplinario del ciclo de la GGC que conecta la vertiente holista (DS) y la vertiente reduccionista (GIRHU) en la red transdisciplinaria de conocimiento.

Para clarificar, en mayor medida la vertiente del conocimiento científico (reduccionista), responde a lograr el manejo del *sistema urbano del agua (GIRHU)* (K Price & Vojinovic 2011, p.17): suplir, tratar, y distribuir agua potable, recolección de agua de drenaje y su tratamiento, gestionar las inundaciones urbanas y las aguas subterráneas; predominando la aplicación de las ciencias naturales, exactas y sus derivados: meteorología, biología, física, química, ingeniería; etc. Mientras que la vertiente del conocimiento empírico y tácito (Holista), se encarga del manejo del sistema institucional/cultural en el nivel de las normas y los valores; correspondiendo por ejemplo a la CONAGUA en la implementación de la LAN, las normativas así como alcanzar los objetivos establecidos por estas (DS).

A continuación, la GCC mediante sus componentes, se toman como el puente transdisciplinario de apoyo a la conexión de las vertientes: GIRHU-DS, mostrando la idealización teórica para la emergencia de geoconocimiento en el TGCGIRHU.

En la **conexión GIRHU-DS** de la red de conocimiento, se pueden destacar a las componentes de **monitoreo y políticas públicas territoriales**.

“Por un lado el monitoreo se relaciona con: variabilidad espacio temporal, cambio, regulación, supervisión, retroalimentación, aprendizaje, seguimiento de procesos y metas cumplidas, entendimiento del problema, monitorear necesidades propias de los procesos internos organizacionales, lo que se relaciona con la emergencia del geoconocimiento y por otra parte la política pública territorial se relaciona con: los objetivos deseados, las decisiones y acciones adoptadas por un gobierno para la gestión social, económica, política” (Carmen Reyes et al. 2014, pp.37,38).

El TGCGIRHU considera la generación de datos para el seguimiento y la rendición de cuentas de manera transparente, que demuestre que las políticas ejercidas por las instituciones sean inclusivas; se tiene que demostrar avances en el presente y a futuro como lo indica la sostenibilidad; el patrimonio del agua tiene que ser preservado y tanto el monitoreo como la política pública permite conocer los avances y la implementación de la GIRHU; por ejemplo en la eficiencia del uso del agua urbana, hacerla accesible a la sociedad, conocer y mejorar la calidad del agua. De tal forma que **al monitorear e implementar las normativas en el sistema natural (GIRHU)** se genera el puente transdisciplinario que da **sustento al sistema cultural/social (DS)**.

En lo que respecta a la componente **sociedad** en la conexión **GIRHU-DS**, K Price & Vojinovic (2011; pp.235,245), redactan sobre la inclusión de la sociedad en la GIRHU, resaltando que las comunidades urbanas son las que tienen la principal preocupación en un en su buena gestión, aseverando que los proyectos de gestión del agua que incluyen a las personas afectadas en su planeación, implementación y el sistema de operación, son más éxitos. Se tiene que tomar en cuenta las necesidades de las comunidades en las cuestiones del saneamiento, las inundaciones y el tema del agua en general, lo que permite satisfacer las necesidades en un contexto de gobernanza en la estructura institucional, dando lugar a la GIRHU. En lo que respecta a la perspectiva de la GGC sobre la sociedad, se puede añadir que la sociedad debe contar a su disposición con el conocimiento sobre el manejo del agua así como la información geoespacial y el contexto territorial para lograr la implementación de la GIRHU pues según Carmen Reyes et al. (2014, p.36) el geoconocimiento y su información es clave para una mejor implementación de políticas públicas, el mejoramiento del ecosistema, la regulación y el entendimiento de las condiciones naturales y sus procesos. Como se expone en la línea conductora del DS, **el DS al igual que la GGC y la GIRHU, resalta la inclusión, participación y representatividad de la componente social en la implementación de la GIRHU**, lo que resulta de igual forma en la conexión de los vértices de la red de conocimiento del TGCGRHU. A continuación se muestra como los componentes estratégicos de la GC (marco transdisciplinario de la GC) conecta al DS y la GIRHU.

La componente de los **patrones** geoespaciales de la GCC (Carmen Reyes et al. 2014, pp.39,40), provee un entendimiento del lugar observado, lo que este caso en particular tiene el objetivo de modelar de mejor manera el comportamiento funcional y estructural del sistema del TGCGRHU, que facilita el entendimiento de los procesos entre la sociedad y lo que ocurre en el territorio, resaltando la conexión de la GIRHU-DS. La identificación de los patrones geoespaciales están estrechamente relacionados con el monitoreo y la emergencia de geoconocimiento.

Por último, la **GGC** tiene a la componente de la emergencia **Geoconocimiento**, el principal conector en la vertiente DS-GIRHU pues en su emergencia se encuentran intrínsecos las componentes: Sociedad, políticas publicas territoriales, monitoreo y patrones. Cuando la Red de conocimiento transdisciplinario para la TGCGRHU, la información y conocimiento, son procesados, representados y expresados en términos espacio-temporales, conceptualizando su integración sobre un contexto territorial, se genera el medio por el cual se realiza la GGC para la GIRHU, implica la creación de una nueva forma de conocimiento, el geoconocimiento, el cual puede ser concebido como *conocimiento transdisciplinario*(Parás Fernández 2008, p.82).

La característica particular en el recorrido para lograr la GGC, es la comunicación que transmite la referencia espacio-temporal de los mensajes en un contexto territorial. En lo que respecta a la comunicación, se transita por el dialogo entre los actores de la GIRHU para generar un aprendizaje cooperativo siendo parte del proceso de la *emergencia de geoconocimiento*. En el caso de requerirse consensos para soluciones específicas, el dialogo en la GGC es posible realizarse con el método Estrabón, que tiene orígenes en el método Delphi, al cual se le añade la dimensión espacial (Lopez-Caloca 2011, p.115; Luscombe & Reyes 2004; Gordon 1994). Algunas de las herramientas que pueden ser usadas para generar y transmitir la componente geoespacial, son los SIG, el Análisis Espacial y la Geoinformática, pues funcionan como soporte para el procesamiento y representación del geoconocimiento que puede ser vertido en un artefacto geocibernético; por ejemplo, una plataforma GeoWeb.

4.3.3 Descripción del modelo del TGCGIRHU

La red de conocimiento como marco teórico para el TGCGIRHU, es una guía para gestionar, estructurar e integrar conocimiento y que con la perspectiva territorial, emerge un nuevo sistema de GGC basado en el geoconocimiento y la geoinformación, siendo una propuesta para implementar la GIRHU desde Geomática.

En esencia, la metasíntesis con los 4 *chunks concepts* de la ilustración 14 y sus niveles bajos (ilustración 15, 16, 17, 18), representa un esfuerzo por conocer y explorar el fenómeno de la GIRHU. Los chunks concepts: Evolución de la dinámica territorial, El gobierno del agua, Agua urbana como soporte de calidad de vida y su Medio construido; son el mayor nivel de abstracción que intenta englobar todo lo que concierne a la realidad territorial del fenómeno de la GIRHU. En el modelo, al igual que la naturaleza de las situaciones problemáticas de implementación del a GIRHU, conforme se detalla (o se traslada a los niveles bajos de gestión) a una situación específica del territorio, se pretende que se pueda comprender el comportamiento desde la gestión global (sistemas culturales/institucionales) hasta la gestión local (sistemas físicos/naturales), lo que se representa con los “*chunks concepts*” de los niveles conceptuales altos a los bajos.

Se recuerda que el presente capítulo: El modelo de la solución en geomática; responde a cuestiones generales de implementación de la GIRHU; en un caso de aplicación concreto, se requiere “*bajar*” a un contexto territorial específico para desarrollar un producto de solución en Geomática. La implementación del modelo del TGCGIRHU a un caso de aplicación específico corresponde a los procesos del sistema de información: que es donde se dota de información y conocimiento que describe la dinámica territorial específica; así

como al sistema de la solución computacional: que es donde se vierte el contenido de geoconocimiento y geocomunicación mediante un artefacto como una plataforma cibercartografía.

Geomática y Sociedad, un Esquema de Modelado:
El Territorio Geocibernético de la
Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano
(TGCGIRHU)



*Ilustración 14: El modelo del TGCGIRHU
Nivel 1: Nivel más alto de la Metasíntesis integrado por 4 "chunks concepts"
como perspectiva holista e integradora de la "realidad del TGIRHU"*

4.3.3.1 En cuanto a la implementación del modelo del TGCGIRHU

La manera de implementar las soluciones de Geomática es mayormente abordada mediante el "[Método Reyes](#)", sin embargo, se añade esta breve mención de la implementación particular del modelo del TGCGIRHU. Debido a la definición del DS y la GIRHU, agregan las características de gestión integrada y sostenible que son aspectos claves que se deben explicitar en el modelo de GGC para el TGCGIRHU.

En lo que respecta a la integración de conocimiento de los actores a los que se dirige esta solución; la propuesta particular para implementar el presente modelo, considera una fuerte demanda social detectando una problemática del manejo del agua urbana en donde es de gran valor implementar la GIRHU; partiendo de tal circunstancia, se tiene que contar con la voluntad social en sus distintos niveles, dando como resultado el impulso principal hacia la integración de las organizaciones, sus actores y su conocimiento para mejorar la gestión del agua urbana, evitando el conflicto de intereses ajenos al DS y la GIRHU. La voluntad de solucionar problemas en conjunto, da la pauta para generar el dialogo participativo con un fin en común; siendo el dialogo cooperativo la herramienta base de la GGC para la emergencia de la base común de conocimiento para el TGCGIRHU de manera continua.

En lo que respecta a los usuarios a los que está dirigido esta solución de Geomática. Se considera que cuando una problemática en el manejo del agua es abordada, surgen algunos de los principales actores que influyen en el manejo del agua urbana en los distintos niveles de la red de conocimiento transdisciplinaria. Debido a que se habla de un modelo para una la solución transdisciplinaria, se tiene que dirigir y diseñar considerando la inclusión de los diversos actores respectivos en los distintos niveles de la red de conocimiento transdisciplinaria. Parte del proceso propuesto de la GGC para la GIRHU es detectar a los actores de mayor influencia en el manejo del agua urbana. Por tal motivo la solución de GGC puede sesgarse conforme a la visión de los usuarios, puede involucrar características altamente tecnológicas para representar el conocimiento científico y a su vez presentar características tecnológicas básicas multimedia para representar el conocimiento tácito/empírico social; ambas representaciones mediante elementos geoespaciales. Un caso ideal es que se obtenga la participación de los actores en todos los niveles para que sea evidente la inclusión de los todos actores claves en la solución de Geomática, además la solución debe ser retroalimentada (sostenida e integrada) por el mismo grupo que emerge en la creación de la solución en Geomática.

Para mostrar algunos ejemplos de lo que representan una solución en Geomática de este tipo, se pueden explorar mediante la siguiente referencia: (©CentroGeo 2015). En donde se muestran geoconocimiento tematizado conforme a una demanda por medio de productos en plataformas GeoWeb.

4.3.3.2 *Componente 1: Evolución de la Dinámica Territorial (El ayer, el ahora y el mañana)*

La componente de la evolución de la Dinámica territorial del TGCGRHU (ilustración 15), se integra por: La historia de los procesos territoriales, La actualidad de la dinámica territorial y el horizonte y más allá. Lo que se busca representar con los conceptos, son los procesos que han llevado a determinar la manera en que el territorio del GIRHU se adapta; es decir, que cuestiones del territorio en el pasado se generaron en los sistemas político, cultural, social, biofísico, tecnológico, económico y ambiental que ha llevado a una situación problemática de la gestión del agua en el presente. La historia puede hacerse explícita en el territorio mostrando el dinamismo de la estructura sistémica, permitiendo aprender del pasado por medio de la retroalimentación para realizar acciones en el presente entendiendo el trasfondo del por qué surge la problemática así como tener criterios sobre lo que depara el futuro si no se toma ninguna medida que enfrente el problema, además ayuda a determinar los beneficios esperados si se implementan soluciones sostenibles e integradas en el manejo del agua urbana.

Geomática y Sociedad, un Esquema de Modelado:
El Territorio Geocibernético de la
Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano



*Ilustración 15: Evolución de la Dinámica Territorial
Nivel 2: Desglose de los componentes de la Evolución de la dinámica territorial.
Entendimiento de los fenómenos sistémicos de la GIRHU en el espacio tiempo.*

La emergencia de historias de la dinámica territorial por medio de los diálogos entre los distintos actores, permitirá facilitar la creación de consensos, es una forma de identificar los procesos críticos de la GIRHU, comprender cuales practicas del manejo del agua fueron inadecuadas, resaltando la necesidad de adoptar nuevas soluciones para implementar la gestión integrada y gobernanza del agua, en donde el enlace sociedad, ciencia y política conforme al contexto territorial tiene que ser fomentado por medio de la cooperación mutua en los distintos niveles de la red de conocimiento transdisciplinaria de la GIRHU.

4.3.3.3 *Componente 2: El gobierno del Agua Urbana*

La componente del Gobierno del Agua Urbana (ilustración 16), se integra por: La funcionalidad espacial del ciclo hidrológico Urbano, La gestión y gobernanza del agua y por último la Visión territorial administrativa integrada. Lo que se pretende comunicar con el desglose de este componente, es de explicitar espacialmente el manejo del agua, lo que corresponde a la implementación de las normas y leyes, sean formales e informales y el comportamiento de las organizaciones para ejercer la GIRHU.

El primer punto, la funcionalidad espacial del ciclo hidrológico Urbano; hace referencia a determinar el comportamiento de la operación del ciclo hidrológico urbano, y como es implantada la táctica y la logística, que eficiencia se logra con la actual forma de gobernar el agua, como se realiza la inversión en la gestión del agua y cuál es el papel de los consumidores del servicio del agua en su manejo. Todo esto analizado desde el ciclo donde se tienen las fuentes de agua, potabilizarla, distribuirla, recolectar el agua después de su uso, desalojarla en conjunto con el agua de lluvia por medio de los drenajes, tratar las aguas negras antes de regresarla al medio natural y por último la gestión de prevención de las inundaciones y el manejo del agua subterránea. Conocer la operación de manera integrada permite cerrar múltiples brechas pues se habla de un ciclo de procesos que se traslapan y la visión territorial es el factor clave para comprender tal traslape en el ciclo. Un ejemplo de un caso común, en donde se traslapan 3 partes del ciclo urbano del agua en una localidad particular, es cuando se presenta una inundación, los conductos o canales de drenaje se saturan o desbordan y parte de los contaminantes terminan contaminando los acuíferos que son usados para abastecer de agua potable.

El punto dos, Gestión y Gobernanza del agua urbana, alude a los instrumentos que se tiene para implementar la GIRHU, así como lo que se hace para crear la capacidad de gestionar el agua, cómo es la interacción entre los tomadores de decisiones, los especialistas y los ciudadanos, ya sea por organización institucional o por comunidades (ONG'S, SEMARNAT-CONAGUA-IMTA-Consejos de Cuenca –SACMEX), como estas crean la planeación y las estrategias, la recaudación de los recursos y su distribución; que leyes, normas o acuerdos se implementan para obtener los resultados conforme a lo que se establece en la GIRHU y el DS. De igual forma el monitoreo y el dialogo por medio del territorio permitirá la transparencia pues los resultados podrán ser mostrados, con el objeto de generar confianza siendo la base para el desarrollo de redes de capital social que represente la integración de la red de conocimiento.

El punto tres, Visión territorial administrativa integrada, representa la diversidad de unidades territoriales que se encuentran involucradas en la gestión y como es requerido hacer una integración áreas en donde los límites sean flexibles respecto a una situación territorial concreta. En el GIRHU se cuentan con áreas de gestión administrativas, tales como, la cuenca urbana, la función del mando del limites estatal, municipal e incluso nacional e internacional según la localización de la cuenca, también puede existir el área metropolitana, los límites de la ciudad misma así como la posibilidad de interactuar con pueblos, villas, ejidos; etc. La visión territorial es vital para comprender el traspale de estas abstracciones del territorio y que cada una de las abstracciones tiene sus derechos y obligaciones en el tema del manejo del agua. La combinación de estos puntos en su conjunto dará la pauta para catalizar la integración y sostenibilidad en la manera en que se gobierna el agua urbana.

Geomática y Sociedad, un Esquema de Modelado: El Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano



*Ilustración 16: El Gobierno del Agua Urbana
Nivel 2: Desglose de los componentes del Gobierno del Agua Urbana.
Entendimiento de los mecanismos reglamentarios y regulatorios de las
organizaciones sobre una visión integrada de áreas territoriales para
implementación de la GIRHU.*

4.3.3.4 Componente 3: Agua Urbana, Soporte de Calidad de vida

La componente de Agua Urbana, Soporte de Calidad de vida (ilustración 17), se integra por: Riesgos hidrometeorológicos en la calidad de vida, Cultura y sociedad y por último, el agua urbana en su entorno biofísico. El mensaje de esta componente comprende el entendimiento del agua urbana como factor clave en el desarrollo de la calidad de vida, no solo de los seres humanos si también del medio natural que le rodea; la visión territorial permite transmitir la vulnerabilidad y dependencia que tiene la sociedad respecto a la manera en que se maneja el agua urbana.

El primer punto, riesgos hidrometeorológicos y la calidad de vida, habla sobre los tres riesgos del agua, las inundaciones (más agua de la que se pueda manejar), la escases y la sequía (su mal manejo así como la falta de lluvia y/o fuentes de agua) y por último la contaminación del agua. La manera en que se toman las medidas para enfrentar estos riesgos, tienen afectaciones a la salud pública y al bienestar social. *La visión territorial en este punto, nuevamente no queda excluida como punto de integración de perspectivas aisladas.* Para ejemplificar se menciona una experiencia propia en el análisis de la contaminación del Río Magdalena en la CDMX. El cauce, en el que además se presentaban casos de inundación provocando desbordamientos y por consecuente, la dispersión de la contaminación; a pesar de que se encontraron múltiples descargas de aguas negras, lo crítico fue encontrar descargas de aguas negras a cielo abierto provenientes de un hospital, en donde aguas abajo, el río colinda con comedores públicos, escuelas y parques. Con el análisis espacial y la visión territorial se puede esclarecer la afectación que este hecho tiene a la salud pública y por ende a la baja calidad de vida de los habitantes que residen en los márgenes del río Magdalena.

El punto dos, cultura y sociedad, se refiere a como los diversos estratos sociales culturales que conviven en el territorio y como el manejo del agua influye en su desarrollo y calidad de vida; pues la manera en que se hace gestión y se distribuye el agua, está altamente relacionado con el estatus social de la vivienda, su distribución espacial y con su entorno natural. Siendo común que las sociedades establecidas en asentamientos irregulares terminan siendo vulnerables a los riesgos del agua, representando a la población más pobre, resultando en un bajo bienestar social.

El punto tres, el agua urbana en su entorno biofísico, tiene como finalidad transmitir la relación del ciclo del agua en su medio natural con la calidad de vida. Es decir los efectos de las variaciones climatológicas, las afectaciones o los beneficios de la calidad del agua en la sociedad o el deterioro de las zonas de recargas.

Geomática y Sociedad, un Esquema de Modelado:
El Territorio Geocibernético de la
Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano



*Ilustración 17: Agua Urbana, soporte de Calidad de Vida
Nivel 2: Desglose de los componentes del Agua Urbana, soporte de calidad de Vida. Entendimiento del medio biofísico del agua urbana, su relación entre la cultura, la sociedad y los riesgos del agua desde la visión territorial para la generación de propuestas de un mejor manejo del agua para el desarrollo social y calidad de vida de los más vulnerables.*

4.3.3.5 Componente 4: Medio Construido

La última componente, el medio construido (ilustración 18), se integra por: La hidroynfraestructura, la modalidad y ritmos de ocupación territorial y los procesos productivos consumidores de agua. La componente expresa como el territorio de la GIRHU y las actividades que se realizan en el territorio (escuelas, hospitales, espacios verdes; etc.) dependen de la hidroynfraestructura y su buen manejo. También muestra como la hidroynfraestructura y su manejo, se acopla al uso de suelo urbano y de conservación y como todo el entorno construido en el territorio es influenciado por el manejo urbano del agua, por ejemplo, afectando al sistema económico (actividades productivas o servicios ambientales).

En el primer punto, la hidroynfraestructura urbana; la aportación desde la GGC para lograr la implementación de la GIRHU y el DS; se aborda por medio del monitoreo y la geolocalización para exponer la visión territorial de la hidroynfraestructura. La infraestructura requiere y requerirá mantenimiento para obtener condiciones aceptables de operatividad del sistema a largo plazo, lo que es esencial para el DS.

El segundo punto, modalidades y ritmos de ocupación territorial, permite contextualizar como la hidroynfraestructura influye en las diversas actividades como la movilidad, la salud, la educación y la economía. Por ejemplo, se suele desconocer cuando la hidroynfraestructura de la ciudad presentará una ruptura en la tubería que genere socavación; generalmente cuando esto sucede, se afecta a las vías de tránsito, pues la tubería de agua se suele instalar debajo de la carpeta asfáltica, lo que genera problemas a la movilidad de la ciudad, con una alta probabilidad de generar accidentes y alentando o deteniendo el tráfico. Además, la escases de agua que se genera cuando el sistema de distribución de agua falla durante un cierto periodo de tiempo, puede significar impactos graves en un hospital, e inclusive en una fábrica. Lo que a su vez está implícito con el tercer punto, los procesos productivos consumidores de agua.

Geomática y Sociedad, un Esquema de Modelado:
El Territorio Geocibernético de la
Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano



*Ilustración 18 : Medio Construido. Creación propia.
Nivel 2: Desglose de los componentes Medio Construido.
Entendimiento de la dependencia de la Hidroinfraestructura urbana con
las modalidades y ritmos de ocupación territorial, así como los procesos
productivos consumidores de agua. Muestra la interrelación de la
hidroinfraestructura y las afectaciones a la movilidad, la salud, la
económica, la educación; etc.*

4.3.3.6 Componentes 1, 2, 3 y 4

Con el fin de reunir todos los componentes en una sola imagen se muestra la ilustración 19. Se recuerda que cada punto no debe ser percibido como un elemento aislado, pues se encuentra en interacción con los demás componentes.

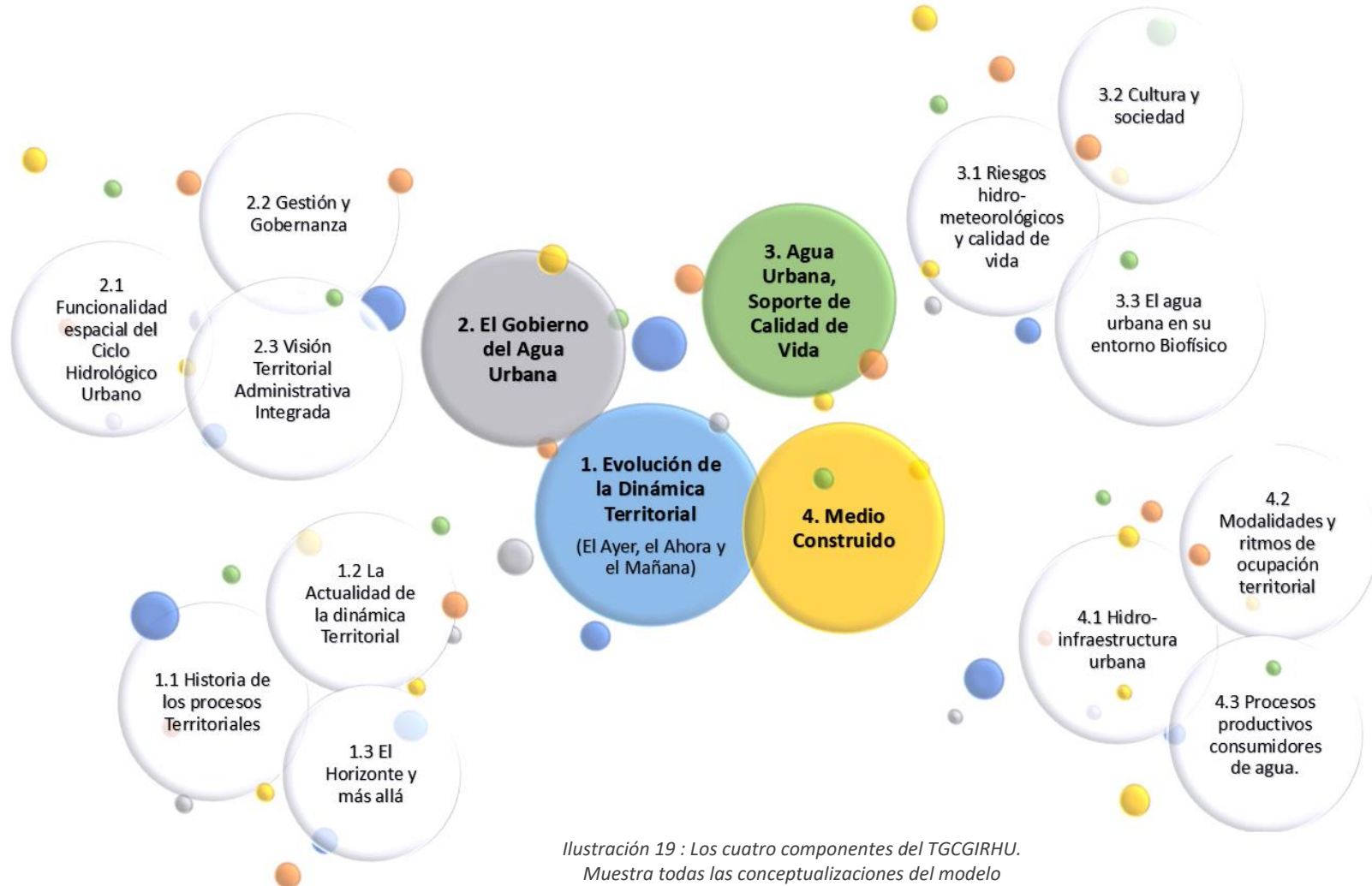


Ilustración 19 : Los cuatro componentes del TGCGIRHU. Muestra todas las conceptualizaciones del modelo generado.

TERCERA PARTE: SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN

Fundamentos para el modelado del TGCGIRHU

Consideraciones para el modelado del TGCGIRHU

El Modelo DEL TGCGIRHU

Capítulo 5. HACIA LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DEL MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL EN GEOMÁTICA COMO SOPORTE A LA GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DEL AGUA

Este último capítulo, indaga en evidenciar la relevancia y la aplicación práctica de la presente propuesta del marco teórico y conceptual, como guía para la implementación de GIRHU con enfoque al DS. Se recuerda, que el presente capítulo 5, representa la segunda fase de la aplicación metodológica (ver capítulo 4), la parte tangible y menos abstracta de la metodología, la cual, hace énfasis en la representaciones de soluciones en Geomática por medio sus artefactos, analizando el aspecto informativo y tecnológico de la metodología.

Para comenzar a indagar en la relevancia de proponer una teoría, se menciona que:

“una de las razones por las que se requiere desarrollar una teoría, es para modelar un aspecto de la realidad, una cierta visión de la realidad observada. Y la importancia de teorizar reside en una guía, en donde Holland (1995, p.5) afirma que sin una teoría, caminamos a ciegas en terrenos inexplorados y pantanosos; en cambio, si disponemos de un marco teórico sólido, podemos separar las características fundamentales de las peculiaridades casuales (...) así, no caminaremos a ciegas ni nos hundiremos en el pantano. (...) pues no basta con hacer aplicaciones útiles a la sociedad; se requiere formalizarlas, esto es, necesitamos teorizar.”
(López Caloca et al. 2015, p.9)

Lo siguiente, es conocer la utilidad de un marco o guía conceptual con enfoque a la transdisciplinariedad:

“Adoptando la noción de que una metodología es esencialmente una guía conceptual para perseguir un propósito y seguir un razonamiento heurístico, podríamos decir que los puentes transdisciplinarios no son necesariamente únicos y que existe una alta dependencia de los marcos cognitivos.”(Carmen Reyes et al. 2014, p.41)

Con el fin de aportar una perspectiva practica y tangible que lleve a la aplicación de la presente propuesta, se presenta una narración reportando las actividades y resultados que expresa la heurística sobre la experiencia y conocimiento obtenido durante una estancia realizada en la UNU-FLORES(UNU 2012) (ver anexo: 7.2, sobre el proyecto: CWKP), en donde se sigue generando, una *“solución en Geomática”* (nombre desde la perspectiva de esta tesis), para **la construcción de una plataforma de conocimiento de humedales construidos (CWKP por sus siglas en inglés) que también se prevé la integración del**

proyecto: *Resource recovery from wastewater in the Americas: “Sludge Tec” enfocada a los objetivos del desarrollo sostenible en materia de tratamiento de agua.*

La presente narración, representa un proceso heurístico, es decir, “*el arte o la ciencia del descubrimiento(...) usualmente estrategias que guían el descubrimiento...*” (Aliseda Llera 2000, p.9,10), el cual es usado para el acoplamiento de la propuesta teórica conceptual en un caso llevado a la práctica (CWKP – Sludge Tec) en el ámbito de la GIRH y el DS.

La narración se realiza de manera cronológica en un periodo de tres meses (01/09/2017 al 30/11/2017), expresando los puntos del proyecto de la CWKP, en donde se hace explícito al fragmento que corresponde a la propuesta del marco teórico, conceptual y metodológico que se desarrolla en los capítulos anteriores. El proceso de la narración puede percibirse en las siguientes fases, partiendo de la metodología de la presente tesis: marco de contenido, análisis cualitativo y de requerimiento, metamodelo de conocimiento, aspecto Informativo y tecnológico, haciendo énfasis en las fases del aspecto informativo y tecnológico, pues las fases restantes se abordaron en el capítulo 4.

5.1 Preámbulo: La UNU-FLORES, el Enfoque Nexo y la propuesta de Geocibernética, soluciones en Geomática para la GIRH

Como un complemento, durante la estancia realizada en la UNU-FLORES (Dresden, Alemania), ***se obtuvieron referencias bibliográficas (Schreier et al. 2014; Kurian & Ardakanian 2015; Herath 2015; Alcamo 2015), que ofrece una perspectiva paralela a la propuesta del presente documento***, la cual, fue inaccesible en México por distintas circunstancias particulares (principalmente por falta de acceso a la información y la divergencia de vocabulario). Por considerarse de relevancia se comienza abordando estas referencias como un preámbulo, que además funcionan como evidencia que soportar la propuesta del presente marco teórico y conceptual desde la Geomática para implementar la GIRH enfocado al DS. Además, las referencias ofrecen el contexto institucional de la UNU-FLORES, que muestra el interés de las instituciones e investigadores, en abordar la implementación de la GIRH desde la visión de sistemas, enfatizando las relaciones entre sus componentes (el enfoque nexa), el cual, considera el aspecto local del territorio; nicho que aborda la geocibernética.

Primeramente, se comienza contextualizando a la institución y su rol general, dentro de los cuales se encuentra la GIRH y el DS:

“UNU-FLORES es uno de los 13 institutos y programas, ubicados en 12 países diferentes, que en conjunto conforman la Universidad de las

Naciones Unidas (UNU), un grupo global de expertos y una organización de enseñanza de posgrado, con sede en Tokio.(...) El Instituto de la Universidad de las Naciones Unidas para la Gestión Integrada de los Flujos de Materiales y de los Recursos (UNU-FLORES) se estableció para ayudar a abordar (...) las complejas relaciones entre las demandas, la disponibilidad y la calidad de los recursos, las limitaciones financieras y físicas, solo pueden considerarse a través de políticas basadas en el conocimiento y la práctica profesional. Los métodos de gestión de recursos sostenibles deben ir más allá de los modelos estáticos de entrada - salida y comprometerse con la complejidad del sistema de la Tierra interconectado. En otras palabras, garantizar la salud y el bienestar humanos y el desarrollo sostenible para todos, lo que requiere un cambio de mentalidad sobre la gestión de los recursos: un Enfoque Nexo". (UNU-FLORES 2012a). Misión: "Avanzando en el enfoque nexo para la gestión sostenible de los recursos ambientales".(UNU-FLORES 2012b)

A continuación, se introduce la definición del enfoque nexo desde la perspectiva de la UNU-FLORES:

"La gestión del Enfoque de Nexo para los recursos ambientales" examina la interrelación e interdependencias de los recursos ambientales y sus transiciones y flujos a través de escalas espaciales y entre compartimentos. En lugar de solo observar los componentes individuales, también se tiene en cuenta el funcionamiento, la productividad y la administración de un sistema complejo".(UNU-FLORES 2012c)

Ya que la definición del enfoque de nexo se menciona a los sistemas complejos, Alcamo(2015, pp.3, 4) presenta en su documento: *Pensamiento sistémico para avanzar en el enfoque de nexos para el agua, el suelo y los desperdicios*, que tal perspectiva

"ayuda al entendimiento de la complejidad de sistemas y sus relaciones críticas entre sus componentes, que determinan el comportamiento del sistema, tema relacionado con la cibernética, tales puntos críticos, indican donde se aplica la política y puede ser usado para identificar opciones de gestión".

Claramente puede ser usado para abordar las relaciones entre los sistemas de recursos ambientales, dentro de los cuales se encuentra el agua y por lo tanto GIRH. Partiendo de este punto, se muestra que el análisis del nexos se pueda analizar con la propuesta de la geocibernética, marco de gestión de conocimiento de la presente propuesta.

Otro punto que menciona Alcamo(2015, p.7) en su sección de: Usando modelos para los problemas de nexos, es que *"se requiere la ayuda de una diversa variedad de modelos, teniendo sentido, la combinación de diferentes enfoques de modelado y modelos".* En lo

que respecta a la presenta propuesta, el Metamodelo de conocimiento: “El Territorio Geocibernético de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano” es una combinación de distintos modelos cualitativos, un Metamodelo de conocimiento científico con una visión holista de las interacciones entre sus componentes. También se considera los modelos cuantitativos, como la modelación hidrológica entre muchas otras, tales modelos al nivel técnico, corresponde a la visión reduccionista. Todos estos modelos, siempre deben tener en cuenta la visión territorial si se hace referencia a la geocibernética.

Por otro lado, se ha mencionado con anterioridad que la geocibernética, también representa comunicación y regulación o dirección del sistema con una visión territorial. A lo que se añade, que los artefactos geocibernéticos no solo ayudan al análisis del comportamiento de las relaciones sistémicas (nexos con visión territorial), sino que también, a transmitir dicho mensaje para dirigir las acciones a la regulación sistémica; en este caso específico, al sistema de gestión integrada del agua. Lo que ayuda a enfrentar la situación problemática de la GIRH que menciona Schreier (2014, p.14,15):

“Comunicar ciencia a los responsables de las políticas y al público, es un gran desafío y la comunidad académica no ha hecho un muy buen trabajo traduciendo la ciencia de una manera que el público entienda.(...) Hacer que la información esté disponible en un formato de mapa digital e interactivo es uno de los primeros pasos y la traducción del conocimiento puede mejorarse aún más mediante el uso de herramientas de desarrollo de video y escenario que muestran a los responsables de la toma de decisiones diferentes opciones y compensaciones”.

Se recuerda que los elementos de las plataformas geocibernéticas, se apoya en la cibercartografía, que incluye la representación de datos sus modelos y material multimedia para la obtención de un producto que transmita los mensajes que surgen de la información científica, para apoyar a los actores que requieren tomar decisiones con la certeza de tener cierta noción de los beneficios y consecuencias de sus acciones en el tema de la GIRH.

Herath (2015, p.8) menciona que:

“Si bien la generación tradicional de conocimiento basada en la disciplina ha sido muy efectiva en el avance del conocimiento y la tecnología, necesitamos nuevas plataformas para volver a unir las piezas para resolver estos complejos problemas interrelacionados. El enfoque Nexo es una plataforma en la que uno puede abordar los problemas interconectados de una manera eficiente y efectiva”.

Mientras que Schreier (2014, p.5):

“La unidad de cuenca sirve como una herramienta de integración que vincula toda la actividad humana con respuestas naturales. Es una

plataforma donde las actividades humanas, el clima, el agua, los sedimentos, la ecología, los nutrientes y los contaminantes se pueden examinar de una manera interdisciplinaria utilizando un enfoque basado en el sistema. Las partes interesadas locales pueden desempeñar un papel activo presentando datos y conocimientos locales que a menudo no están disponibles cuando los problemas son evaluados por expertos. (...) El conocimiento científico obtenido al cuantificar procesos, determinar cambios, modelar y desarrollar escenarios nos ayuda a comprender sistemas complejos”.

Por lo que al retomar, que tanto los modelos cualitativos (por ejemplo, el Metamodelo de conocimiento) como cuantitativos (modelos técnicos, como el modelado de cuencas), se expresan en una visión territorial (incluida la cuenca), por medio de los artefactos o plataformas geocibernéticas. Permite la integración de conocimiento de la sociedad en general, así como de diversas disciplinas, sus datos, modelos y diálogos que catalizan los consensos, sobre el mismo factor y herramienta común de integración; ***un mismo espacio tiempo en los que se abordan preguntas sobre qué hacer, dónde, cuándo, cómo y la factibilidad de abordar las posibles soluciones; por lo que los artefactos geocibernéticos,*** pueden ser un complemento a la plataforma de enfoque de nexos mencionada por Herath (2015, p.8) y servir como el puente, entre la visión “Top-Down” y “Bottom-Up”, lo que se identifica como un reto por Schreier (2014, p.6). El proceso de construcción de un artefacto geocibernético por tener la posibilidad de recibir los procesos de retroalimentación positiva y negativa, y **por involucrar tanto el conocimiento local de la sociedad como a la ciencia, también tiene la posibilidad de enfrentar la situación de ligar a la investigación con los procesos de implementación de la gestión, política y autoaprendizaje, mencionados por Schreier (2014, pp.1, 9, 10, 12)**

Por último, se deja el siguiente mensaje en el tema de Arreglos institucionales y estructuras de gobernanza que promueven el enfoque Nexos para la gestión de los recursos ambientales, que resalta las necesidades de las guías, de los “blue prints” en el enfoque Nexos:

“Las complejas relaciones entre las demandas, la disponibilidad de recursos, la calidad, las limitaciones financieras y físicas, pueden abordarse mediante políticas basadas en el conocimiento y la reforma de la práctica profesional.

El enfoque Nexos reconoce la necesidad urgente de este conocimiento y su interpretación en un entorno relevante para las políticas, guiado por la comprensión de que no existen “blueprints” para el desarrollo basados en la gestión integrada de los recursos de agua, suelo y residuos en los Estados miembros de las UN.

La generación y aplicación de conocimiento es una prioridad para el desarrollo de capacidades individuales pero también institucionales. En este contexto, se estableció en Dresden el Instituto UNU-FLORES para la Gestión Integrada de Flujos de Materiales y de Recursos”. (Kurian & Ardakanian 2015, p.57)

5.2 Marco de contenido

En el preámbulo del presente capítulo sobre el panorama institucional de la UNU-FLORES, así como en el contexto del capítulo cuatro, se identifica a la GIRH y al DS como parte del marco conceptual sobre el cual, se debe dirigir la solución en Geomática, generando así, un marco de contenido general, del cual puede desglosarse dos marcos específicos, el del proyecto: CWKP y el del “Sludge Tec”.

Para el proyecto CWKP (Anexo: 7.1, 7.2). Para contribuir a la misión general de UNU-FLORES en el desarrollo de estrategias de gestión integradas y sostenibles para el uso de recursos hídricos, suelos y residuos, se brindó una plataforma en línea y consultoría, con el objetivo de desarrollar el proyecto "Plataforma de Conocimiento de Humedales Construidos: Base de datos en línea y mapa de Humedales artificiales en el mundo". Esta tarea representa el desarrollo más temprano de un Sistema de Información Geográfica y el despliegue de una infraestructura de datos espaciales, basada en una encuesta piloto de distintos actores para proporcionar la geo-tecnología adecuada para la participación científica ciudadana de una amplia gama de partes interesadas. Está considerando las posibilidades de recopilación voluntaria de datos, visualización y disseminación de información geográfica para evaluar la cantidad de aguas residuales tratadas globalmente por sistemas de humedales artificiales (CW) y apoyar la investigación, formulación de políticas, financiación, implementación y operación de CW.

Para el proyecto, “Sludge Tec” (debido a su etapa temprana de desarrollo solo se menciona un punto de su contexto). Según en el documento interno institucional de la UNU-FLORES, llamado “Resource recovery from wastewater in the Americas - Assessing the Water-Soil-Waste Nexus (Sludge Tec)”, una parte del proyecto, pretende probar y validar indicadores teniendo en mente un marco de monitoreo para el objetivo del desarrollo sostenible 6.3:

“para el año 2030, mejorar la calidad del agua al reducir la contaminación, eliminar los vertidos y minimizar la liberación de productos químicos y materiales peligrosos, reducir a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas e incrementar sustancialmente el reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial” (Ban Ki-moon 2012)

5.3 Análisis cualitativo y de requerimientos

Dentro del contexto del proyecto “CWKP” (Anexo 7.1, 7.2), el análisis cualitativo y de requerimientos requería una comprensión general del objetivo a alcanzar, los recursos tecnológicos y humanos disponibles para el desarrollo y mantenimiento de una plataforma geográfica, revisión de literatura de la UNU-FLORES y humedales construidos (CW), diálogos con expertos de CW, entender los procesos de gestión para CW, posible uso de datos, análisis de la prueba piloto de la encuesta para la CWKP, conversaciones y acuerdos para definir los alcances de la implementación de la plataforma. En lo que respecta a los resultados, se obtuvo la definición de la plataforma adecuada a la situación de UNU-FLORES y la Unidad de Gestión de Recursos Hídricos, además del establecimiento de un plan para el desarrollo e integración de roles en el equipo de trabajo de la CWKP, así como la preparación preliminar de la geo tecnología, que en este caso se propuso, Geonode, la cual es una aplicación y una plataforma basadas en la web para desarrollar sistemas de información geoespacial y para desplegar infraestructuras de datos espaciales (Geonode 2012).

En lo que respecta al proyecto “Sludge Tec”, aún se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, en donde se discutirá al análisis cualitativo y de requerimientos.

5.4 Metamodelo de conocimiento

Una forma de análisis para explicitar la estructuración del metamodelo de conocimiento para el futuro desarrollo de la solución en Geomática desde la perspectiva de la presente propuesta para los proyectos “CWKP” y “Sludge Tec”, es por medio de la *“Red Transdisciplinaria de Conocimiento para el TGCGIRHU”*, contrastando la visión reduccionista contra la holista.

Por un lado, ***para el proyecto de la CWKP***, considerando las particularidades de los resultados del análisis cualitativo y de requerimientos, que enfatiza primordialmente la necesidad de la comunidad científica, que usa la modelación cuantitativa, datos, análisis numérico, etc.; **el sesgo de la estructuración del metamodelo de conocimiento inició en el proceso de modelado pertenece a la visión reduccionista, pues en la fase del prototipo de la CWKP, se trabaja en la estructuración de una infraestructura de datos espaciales.**

Pretendiendo que eventualmente en las fases posteriores del proyecto “CWKP”, se comience a conectar con la parte holista del metamodelo de conocimiento; que incluye los modelos cualitativos de la visión de Gestión integrada y el DS, así como la visión territorial de los flujos del nexo agua-suelo-desperdicios de los humedales construidos mostrados en

la dinámica territorial propuesta por Avellán (2017, p.2243); se puede tener en mente el uso de casos territoriales locales. *Una vez conectando la visión cuantitativa con la visión de la solución en Geomática (la plataforma "CWKP"), se crea el puente que conecta a los modelos cualitativos del DS.* Con tal supuesto, se identifica a los Humedales construidos, en el TGCGIRHU de la *ilustración 21. "Localización de los humedales construidos en el TGCGIRHU"*, como un medio construido perteneciente a la hidroynfraestructura.

Por otro lado, **para el proyecto "Sludge Tec"**, relacionado con indicadores y el monitoreo para la gestión y recuperación de los recursos del agua residual; **se comienza con una visión holista relacionada con la modelación de conocimiento de estructuración cualitativa que incluyen la visión de las ciencias sociales.** Pues durante la estancia en la UNU-FORES, se tiene la experiencia en un ejercicio de "lluvia de ideas"; **ejercicio de tendencia paralela a los procesos geocibernéticos de comunicación para la emergencia de conocimiento de un metamodelo.** La "lluvia de ideas" (Ilustración 22: Ejercicio de comunicación interdisciplinaria), tiene el fin de determinar los posibles indicadores en el contexto del proyecto "Sludge Tec", mediante un equipo interdisciplinario, donde se tiene como resultado la agrupación de conceptos, tanto cualitativos como cuantitativos, con el fin de planear una futura recolección de datos en Guatemala y México.

De tal forma que se vuelve evidente que se podrían determinar y validar tales indicadores, desde la perspectiva de geomática, respaldado por evidencia de las situaciones locales del territorio, es decir, por la futura recolección de datos en campo. En otras palabras, por medio de un diagnóstico territorial que funcione como el medio por el cual, las relaciones críticas entre los distintos indicadores sean explícitas, conectando los conceptos cualitativos y cuantitativos de un mismo factor común, el espacio tiempo (la dinámica territorial). Para el proyecto "Sludge Tec", se puede hacer un énfasis en todo el modelo del TGCGIRHU, pues no sería recomendable descartar las componentes del modelo de visión holista hasta comprobar con evidencia la poca relevancia de las componentes.



Ilustración 20 La "CWKP" y el "Sludge Tec" en la red transdisciplinaria de la gestión geocibernética

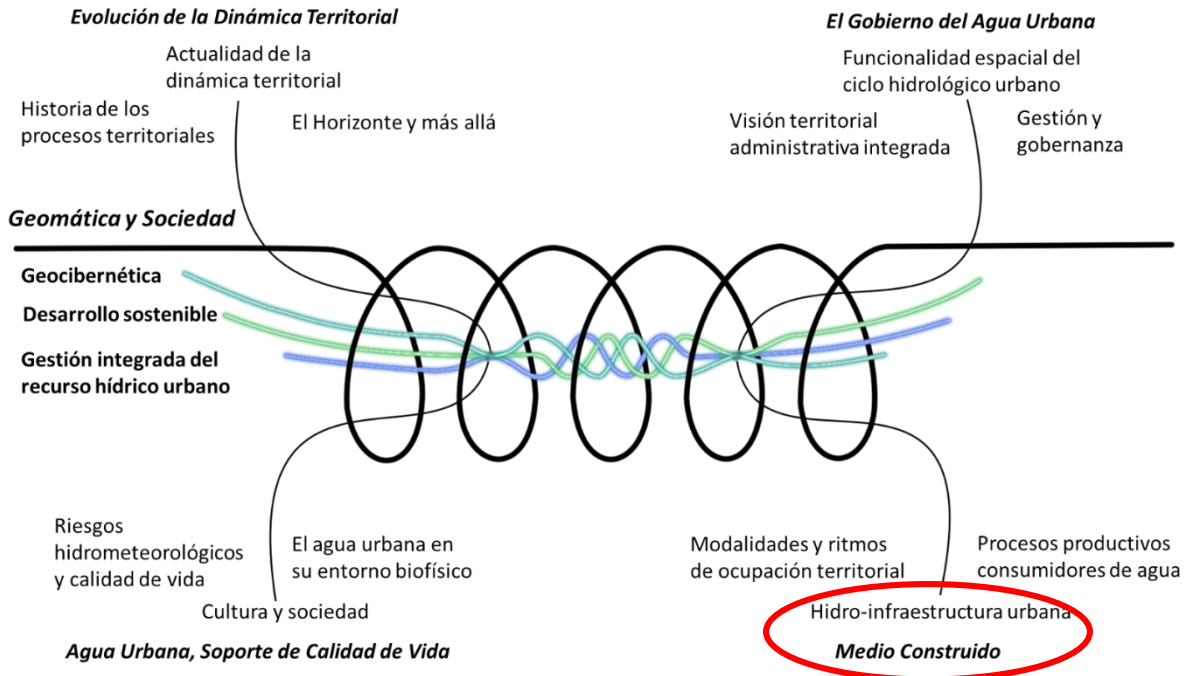


Ilustración 21 Localización de los humedales construidos en el TGCGIRHU.
 Grafico modificado de (Sánchez Reyes 2014, p.101).



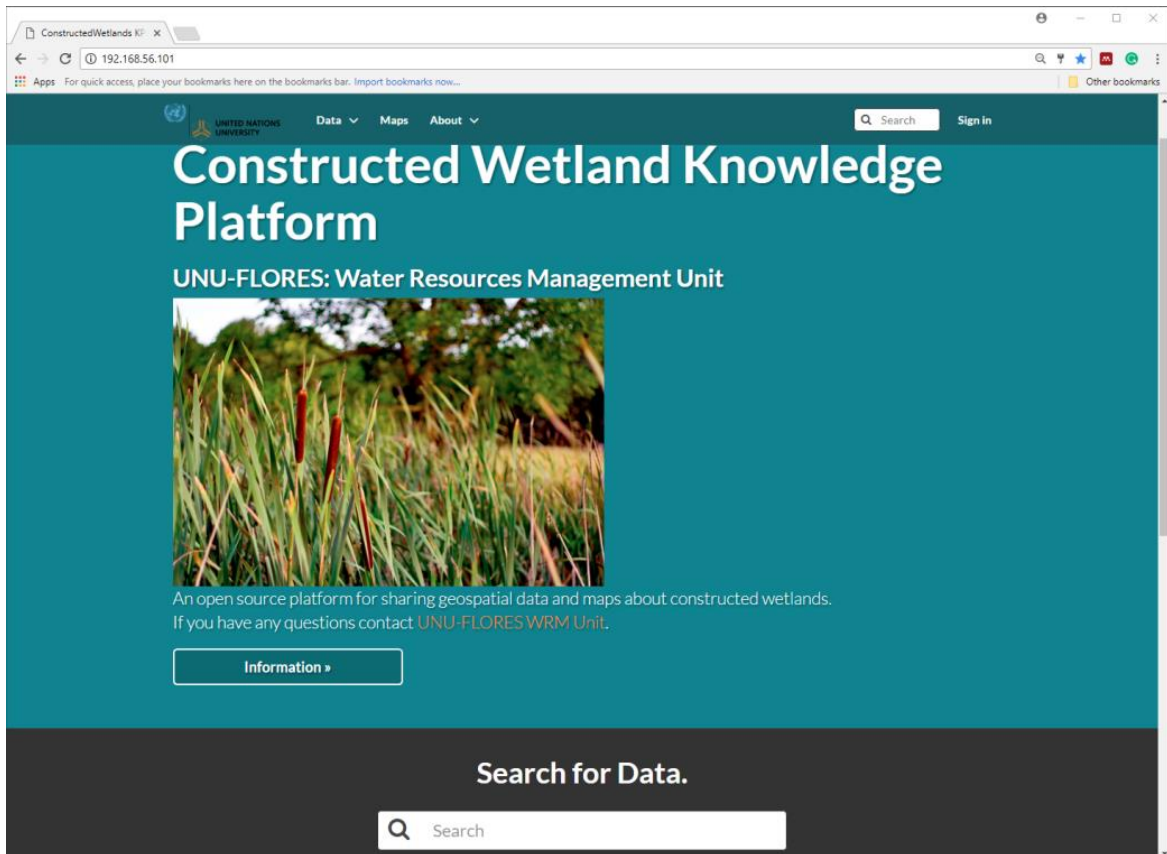
Ilustración 22: Ejercicio de comunicación interdisciplinaria. Lluvia de ideas para la identificación de indicadores, por medio de la agrupación y red de conceptos. Imágenes: Cauci, Serena – UNUFLORES Research Assistant; Néstor De la Paz - CentroGeo

5.5 Aspecto Informativo y tecnológico

Retomando el proyecto de CWKP, el aspecto informativo y tecnológico, también conocido como el modelado del sistema de información y la solución computacional, resulto lo siguiente:

Para el sistema de información, se propuso una infraestructura de datos espaciales para desarrollar un marco para la recopilación de datos, en un trabajo en conjunto del equipo de CWKP. Se requirió un proceso iterativo de retroalimentación y tomar varias decisiones para seguir adelante en el establecimiento de un proceso de gestión de la plataforma y para obtener una buena aceptación de la tecnología. En donde el resultado se puede representar en tres manuales. El primero, relacionado con la recopilación de referencias para apoyar el proceso de construcción del sistema de información de la plataforma con un enfoque en la recolección de datos. El segundo está relacionado con el **uso de la plataforma de Geonode**, que guía a las funcionalidades más comunes para los usuarios habituales, también se mencionan aspectos generales para administrar la plataforma y finalmente, se proporcionan los recursos para acceder al sistema operativo para un mayor desarrollo. El último manual tiene un fuerte enfoque en hacer coincidir el marco de datos creado y la importación de información en el CWKP.

El proceso de proveer con la solución computacional, es decir, la plataforma de Geonode, es la siguiente: Una vez que la mayoría del panorama general del proyecto se estableció y partiendo de diferentes tipos de software de fuente abierta recopilados con anticipación, se requirió contactarse con el Campus Computing Center (C3) de la Universidad de las Naciones Unidas ubicada en Tokio para solicitar apoyo para alojar la plataforma y configurar la red. El siguiente paso fue continuar con la configuración de la tecnología en un nuevo sistema operativo y modificar la estructura interna del back-end y el “front-end” de Geonode para que coincida con las necesidades del CWKP. Como resultado, se creó una plataforma piloto que está cerca de los requisitos preliminares de recopilación y disseminación de información. La adaptación de la solución tecnológica continuará en el futuro, y la plataforma se puede utilizar para una amplia gama de propósitos, no solo con CW, sino también con el proyecto de tecnología de todos y otros proyectos relacionados.



*Ilustración 23: Plataforma de conocimiento de humedales construidos "CWKP",
Basada con la tecnología de Geonode. Creación propia*

En lo que respecta al proyecto "Sludge Tec", de igual manera que en la sección del análisis cualitativo y de requerimientos, aún se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, en donde solo se puede especular; una estructura de conocimiento y de datos que exprese la visión territorial de los casos de recuperación de recursos del agua residual en Hidalgo y Guatemala.

Capítulo 6. CONCLUSIONES

El presente trabajo desarrolla una propuesta teórica y conceptual que aborda la manera en que la Geomática, puede ofrecer un aporte respecto a los mecanismos de implementación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano (GIRHU), enfocados al desarrollo sostenible (DS). Diversas consideraciones y adaptaciones del “método reyes” se desarrollaron para crear un modelo de gestión de conocimiento para la GIRHU.

La Geocibernética y su propuesta para el desarrollo de marcos transdisciplinarios fueron aplicados, con ello se logra complementar la propuesta teórica por medio de la Gestión Geocibernética para implementar la GIRHU.

Debido a los conceptos de Gestión Integrada del Agua Urbana y Desarrollo Sostenible, se tiene un fuerte enfoque en el desarrollo teórico como mecanismo de implementación, pues conforme a lo encontrado en bibliografía reciente y de ámbito internacional, poco se menciona sobre marcos teóricos guías para implementar la GIRHU.

El marco teórico obtenido, las ilustraciones teóricas y conceptuales emergentes, así como el modelo creado, es una primera propuesta para guiar la implementación de la GIRHU por medio de la Geomática. Aplicar la presente propuesta en casos prácticos, obtener resultados que reflejen los objetivos del DS y la GIRHU así como determinar qué tan útil resulta ser lo que se desarrolla en este documento, requiere profundizar en la investigación e involucrarse en sistemas organizacionales de la GIRHU; sin embargo, se prevee concluir la aplicación de la actual propuesta, con el fin de obtener resultados concretos en una investigación futura.

Por lo encontrado en la literatura, las charlas con los expertos en el tema y durante la experiencia en una estancia internacional en la Universidad de las Naciones Unidas: Instituto para la Gestión Integrada de Flujos de Materiales y de Recursos (UNU-FLORES), en Dresden (Alemania), se encontró que abordar la implementación de la gestión integrada y sostenible del agua, es un tema complejo, novedoso, que se encuentra en debate y genera controversias, lo que refleja la necesidad de profundizar en su investigación.

Durante el desarrollo de la presente investigación y la experiencia profesional de la estancia, se encontró bibliografía y comentarios positivos, que sugieren que la actual propuesta es de relevancia en el tema de la GIRH, puesto que el **planteamiento desde la Geomática y la Geocibernética están enfocados en llenar el espacio entre ciencia y sociedad para lograr su vinculación**, cuestión esencial para abordar la sostenibilidad e integración en la GIRH. Por otra parte, debido a que la GIRHU y el DS son problemas complejos, donde es difícil predecir la efectividad de las acciones que se realizan en el territorio. **Para evidenciar la**

efectividad de la presente propuesta en Geomática para la gestión integral y sostenible del agua, la tarea que aguarda es un reto ambicioso.

Por último, se encontró que la aplicación de la presente propuesta en un caso práctico, como lo fueron los proyectos de la plataforma de conocimiento de humedales construidos (CWKP) y el “Sludge Tec Project”, en el tema de agua residual, en donde se propone considerar el marco teórico, conceptual, metodológico, la visión territorial del metamodelo de conocimiento y el uso de la geo tecnología, los cuales pueden ser usados como soporte a la gestión integrada y sostenible del agua. Finalmente, se considera que aún quedan más resultados y conclusiones que pueden ofrecer evidencia sólida, debido a que los proyectos aún se encuentran en una fase temprana de aplicación y desarrollo.

REFLEXIÓN

La elección de la presente travesía durante el desarrollo de esta investigación, resultó un reto bastante interesante, de dudas, incertidumbres, controversias y un sin número de preguntas en este ámbito, que hasta después de cierto tiempo, se atenuan, pues no existe un consenso aún entre los mismos expertos para implementar la GIRH. Por otro lado, encontrar comentarios positivos tanto en el ámbito nacional e internacional, que consideran que la Geomática aporta a la implementación de la GIHR, de manera tal que se promueva el desarrollo de la sociedad y la conservación de los ecosistemas, resulta un incentivo invaluable que hace que valore los cientos de horas invertidos en este proyecto, especialmente en la preocupación de encontrar y decidir cuál es el conocimiento y los instrumentos adecuados para abordar el tema. Tal situación, genera inquietud, pues es evidente que el camino que queda por delante, es inminentemente largo, pero a su vez genera motivación, pues también representa la oportunidad de contribuir al desarrollo sostenible.

Capítulo 7. ANEXOS

7.1 Certificado de la estancia en la UNU-FLORES



**UNITED NATIONS
UNIVERSITY
UNU-FLORES**

flores.unu.edu

UNU-FLORES

United Nations University
Institute for Integrated Management of
Material Fluxes and of Resources

Ammonstrasse 74

01067 Dresden, Germany

Tel +49 (0) 351 8921 9370

Fax +49 (0) 351 8921 9389

Email flores@unu.edu

30 November 2017

Internship Certification for Mr. Néstor De la Paz Ruíz

I hereby confirm that Mr. Néstor De la Paz Ruíz has undertaken an internship at the United Nations University Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES) from September 1st to November 30th, 2017. During the internship programme he supported the Water Resources Management unit. He acquired theoretical and practical knowledge, and he developed personal skills by focusing on the following internship activities:

- Support the literature review to fulfil the relevant criteria for a useful and interactive database (building of the database framework in collaboration with team members);
- develop and set-up a test version of the Constructed Wetlands Knowledge Platform (CWKP), a central platform about Constructed Wetlands worldwide, consisting of a comprehensive database, including system properties and performance parameters of CWs, and a visual interface representing their geographic distribution through a WebGIS
- Set up or link to an appropriate online site that allows easy input of new information and is visually attractive and easy to use (interaction with C3 and TUD);
- Collaborate with his team mates on the organization of a thematic table on constructed wetlands at the UNU-FLORES Open House.

Mr. De la Paz Ruiz has demonstrated abilities to work in an interdisciplinary manner, coordinating and bringing together the needs of diverse parties. He has developed in just two months a functional platform that has the ability to grow and be further refined. His willingness to venture into challenging IT territory was demonstrated repeatedly over the course of the internship. We would like to thank Mr. De la Paz Ruíz for the valuable support he provided to UNU-FLORES.

Dr. Kai Schwaerzel

7.2 Reporte de la estancia en la UNU-FLORES



UNITED NATIONS
UNIVERSITY
UNU-FLORES
Institute for Integrated Management
of Material Fluxes and of Resources

ADVANCING A NEXUS APPROACH
TO THE SUSTAINABLE MANAGEMENT
OF ENVIRONMENTAL RESOURCES

Internship report

United Nations University

Institute for Integrated Management of Material
Fluxes and of Resources

Presented by: Néstor De la Paz Ruíz

Position: Research intern in Water Resources Management Unit

Period: From September 01 to November 30, 2017.

Submitted to:

Dr. C. Tamara Avellán
Research Fellow - Water Resources Management Unit

Abstract

In order to contribute to the general mission of UNU-FLORES to the development of integrated and sustainable management strategies for the use of water, soil and waste resources, a web-based application and consultancy were provided with the aim of developing the project *“Constructed Wetland Knowledge Platform: Online database and map of Constructed Wetlands Worldwide”*. This task, represent the earliest development of a Geographic Information System and the deploying of a spatial data infrastructure, based on a pilot stakeholder survey to provide a suitable geo-technology for the citizen science engagement of a wide range of stakeholders. It is considering the possibilities of volunteer gathering of data, visualization and dissemination of geographic information for assessing the amount of wastewater that is treated globally by constructed wetland (CW) systems and supporting CW research, policy-making, financing, implementation, and operation.

Task and Results

Diverse kinds of tasks were developed during a period of three months for the earliest development of the web-based application. A brief description of those tasks and their results are described:

-Requirement and user analysis. For developing this task was required a general understanding of: The goal to be achieved, technological and human resources available for the developing and maintenance of a geo platform, literature review of the UNU-FLORES and CW, interviews with CW experts, management process for the CW, possible use of data, analyzing the pilot test of the survey for the CWKP, conversation and agreement to define the scopes and limits.

-Result: Defining the suitable platform matching the situation from UNU-FLORES and the Water Resource Management Unit, setting a schedule for the development, integration, and roles of the CWKP team, preliminary preparation, and draft of the geo-technology (Geonode). This task was developed during the whole period of the internship, it includes the application process from June 2017 to November and it may continue.

-Implementation of the Technological solution. Once most the general panorama of the project was established and parting from different kinds of opens-source software collected with anticipation, it was required to contact with the Campus Computing Center (C3) from the United Nations University located in Tokyo to ask for support to host the platform and to configure the Network. The next step was to proceed with the setup of the technology in a fresh operating system and modify the internal structure of the back-end and the front end of Geonode to match the needs of the CWKP. For the look of the front-end of the platform, it was required the advice of the Communications & Advocacy team.

-Result: As an outcome, a pilot platform was created that is close to the preliminary requirements of collection and dissemination of information. The adaptation of the technological solution will continue in the future, and the platform may be used for a wide range of purposes, not only with CW but also to the sludge tech project and other related projects.

-Integration of the technological solution into the internal organization of the CWKP team.
With the CWKP running, a spatial data infrastructure was proposed to develop a framework for gathering data. It was required an iterative process of feedback and taking several decisions to keep forward on establishing a process of managing the platform and to get a good acceptance of the technology.

-Results: The outcome can be represented on three manuals. The first one, related to collecting references to support the process of building the platform with a focus on data gathering. The second is related with the use of the platform that guides you to the most common functionalities for regular users, also it is mentioned general aspects to administrate the platform and finally, it is provided the resources to get access to the operation system for further development. The last manual has a strong focus on matching the data framework created and the import of information into the CWKP. These three manuals are created with the purpose of supporting the CWKP team.

-Others: Some others minor tasks were made during this internship, such as supporting on some specific points of the survey for the CWKP, including translation into Spanish, supporting in the creation of the data framework to match the CWKP, assist to meetings, seminars, and events of the UNU-FLORES.

Acknowledgement

I would like to thank UNU-FLORES for giving me the opportunity to implement my knowledge at a professional level during my three months living in Germany. The kind environment and the high professionalism of all the staff that I was surrounded, exceed my expectation of the experience that I was looking for. I am glad to say that this experience has reinforced my path, not only into science but overall to value the approach that I have decided for living based on helping others to improve the quality of life of the environment.


Néstor De la Paz Ruíz

Research Intern Water Resources Management Unit


Tamara Avellán
01-DEC-2017

7.3 Sobre la Geocibernética

7.3.1 Geo-cibernética: Su origen desde la Cibercartografía

Para conocer el concepto y el trasfondo del término geocibernética es necesario hablar de su origen el cual está vinculado con la cibercartografía, por tal motivo se explica en manera de síntesis la estrecha relación de la cibercartografía (CC) y la geocibernética (GC). Es importante resaltar que el objetivo de este subcapítulo, no es desarrollar el tema de la CC por lo cual, solo se muestra la base de la CC para contextualizar e introducir a la GC, posteriormente se indaga en los conceptos que dan origen a la GC.

7.3.1.1 La cibercartografía (CC) como base para la emergencia de la geocibernética (GC)

La Cibercartografía surge en 1997, fue expuesta en la conferencia internacional de cartografía en Suecia *“como el nuevo paradigma requerido para adoptar un rol de mayor importancia en la era de la información”*(Taylor 2005, p.1), respondiendo a la evolución tecnológica del siglo XX y con miras de una nueva forma de hacer cartografía para el siglo XXI. Según Taylor, la CC es:

“Un concepto evolutivo y concentrado en la investigación del paradigma de la implementación de las nuevas tecnológicas de la información, este nuevo termino tiene la finalidad de reiterar y demostrar la importancia de los mapas, el mapeado y la utilidad de la cartografía en la era de la información con sus principales siete elementos identificados que son:

1.- Es multisensorial utilizando la visión, el oído, el tacto y eventualmente el olfato y el gusto,

2.- Utiliza formatos multimedia y nuevas tecnología de telecomunicaciones, como la WEB,

3.- Es altamente interactiva, incorpora e involucra al usuario de nuevas maneras.

4.- Es aplicada a un amplio ámbito de temas de interés de la sociedad, no únicamente con propósitos de localización o con temas del entorno físico.

5.- No es un recurso per-se, sino que es parte de un paquete de información/análisis.

6.- Se compila por grupos de individuos de diferentes disciplinas.

7.- Involucra alianzas innovadoras entre academia, gobierno, sociedad civil y el sector privado” (Taylor 2005, p.2,3).

A partir de la idea conceptual de párrafo anterior, surge la necesidad de complementar y dar sustento al paradigma de la CC. En lo que respecta a las aportaciones que se han ido realizando, existen diversas publicaciones de C. Reyes, E. Martínez y F. L. Caloca investigadores del Centro de Investigación en Geografía y Geomática, “Ing. Jorge L. Tamayo”, A.C. (C. Reyes et al. 2014; Reyes et al. 2015; Reyes 2005; Reyes et al. 2006; Carmen Reyes et al. 2014), en las que eventualmente se propuso el término de geocibernética el cual se ha ido enriqueciendo con el tiempo. La primera pista del surgimiento de la geocibernética emergió partiendo del prefijo “ciber” contenido en la palabra “ciber-cartografía”. Como lo menciona Tylor,

“C. Reyes y E. Martínez propusieron el término “ciber” que hace referencia al concepto de cibernética de Norbert Winer; resaltando principalmente las aportaciones de la cibernética de segundo orden y la socio cibernética” (Taylor 2005, p.4,5).

7.3.1.2 La definición de la GC a partir de la aportación a la CC

A continuación se indaga un poco más en exponer cual es la aportación que se le hace al paradigma de la CC exponiendo el origen de la GC. Una de las formas de entender el aporte que tiene la GC a la CC es por medio de la siguiente analogía realizada por C. Reyes,

“la topología es a la geometría como el álgebra es a la aritmética. De la misma manera se puede decir que la geocibernética es a la cibercartografía” (C. Reyes et al. 2014, p.18).

En una publicación más reciente se encuentra otra de las formas en que se hace explícita la aportación de la GC a la CC, en donde se menciona que la CC carecía de un marco teórico y la GC complementa esta brecha de conocimiento conceptual. En lo que respecta a la investigación de la CC se detectó que:

“hacía falta un marco teórico para abordar a profundidad los desafíos de las interacciones complejas de los diversos procesos sociales y naturales que se presentan en la dinámica, siempre cambiante, del territorio. C. Reyes estableció que el modelado, la teoría general de sistemas y la cibernética deben considerarse como los bloques básicos teóricos de construcción de la cibercartografía”(Reyes et al. 2015, p.94).

Este marco teórico constituido por el modelado la teoría general de sistemas y la cibernética junto con las adopciones de los enfoques del territorio y del análisis espacial pasaron a ser

nombrados como Geocibernética formalizaron la base del concepto (Reyes et al. 2015, p.98).

7.3.2 Geo-cibernética: Preámbulo para el desarrollo de las soluciones geocibernéticas

Para concluir con la geocibernética se hace énfasis en discutir aspectos fundamentales que responden al “cómo es que se desarrollan los artefactos geocibernéticos a partir de este marco conceptual”. En este punto solo se abordan algunas consideraciones básicas y no se pretende profundizar en los detalles puesto que en el capítulo del marco metodológico estas cuestiones se hacen explícitas.

Como se ha ido mencionando los artefactos geocibernéticos pueden ser vistos como instrumentos catalizadores en la toma de decisiones mejorando el panorama y enfrentando de mejor manera las demandas sociales en lo que respecta a la gestión del territorio. También se menciona que los artefactos están constituidos y creados por los procesos de modelado por medio de ciclos cibernéticos considerando la diversidad de representaciones del territorio desde la perspectiva de un grupo multidisciplinario que hace explícita la visión holista de la “realidad del territorio”. (Reyes 2005, p.86) llama al ciclo cibernético de la cibercartografía *la hélice virtual* (Ilustración 24).

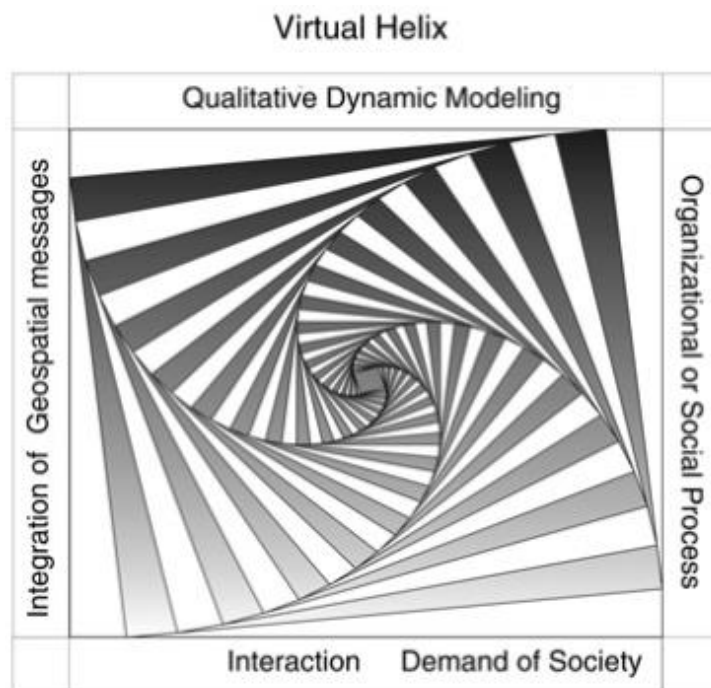


Ilustración 24: La Hélice Virtual.
(Reyes 2005, p.86).

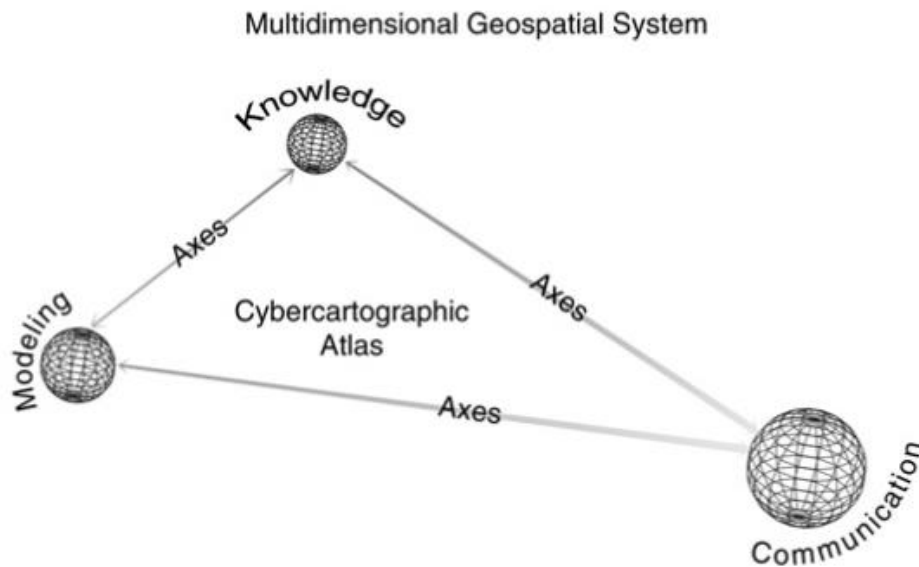
La ilustración 2 es una manera de representar el funcionamiento del ciclo cibernético. Lo que representa la imagen es la fusión de los procesos evolutivos de sus cuatro fases, el proceso es iniciando por:

“la demanda social, que representa el propósito y la necesidad de conocimiento e información geoespacial. Después sigue el proceso del modelo dinámico cualitativo, se refiere a la interactividad que permite al usuario manipular el mensaje mediante los ciclos de retroalimentación adaptándose a una dinámica territorial y sus temáticas, generando nueva información geoespacial. Una vez que un producto se incorpora a procesos organizativos o sociales, puede evolucionar de acuerdo con los deseos de los usuarios a través de la interactividad proporcionada por la tecnología” (Reyes et al. 2006, p.12).

El ciclo cibernético evoluciona constantemente con lo que vuelve a partir de las demandas sociales, conservando los avances positivos de la experiencia previa donde las organizaciones se mantienen en un aprendizaje constante adaptando y creando nuevos modelos cualitativos e información geoespacial.

“Para realizar un artefacto geocibernético (atlas Cibercartográfico), se requiere de un trabajo transdisciplinario, en el que especialistas, demandantes y redes sociales participantes, aporten y entrelacen sus conocimientos, tanto en la selección como en la organización de la información que consideren necesaria comunicar. Este proceso de selección y modelado, permite que emerjan prototipos de artefactos geocibernéticos que articulan conocimientos, lenguajes, medios de comunicación y mensajes geoespaciales, como un producto integral. Los artefactos se pueden visualizar como un meta-modelo, una representación de conocimiento o como un dispositivo de comunicación, en donde hay un espacio de interacción "compartido" entre estas tres perspectivas y es en este espacio que el artefacto emerge (Ilustración 25). Estos prototipos están constituidos por una red de modelos geográficos entrelazados también nombrada como una Red Emergente de Conocimiento (REC), la cual es construida con historias con modelos cuantitativos, matemáticos, físicos, estadísticos y heurísticos, a la vez, también contiene historias cualitativas o metáforas” (Reyes et al. 2015, p.96).

Los ciclos cibernéticos permiten que el sistema que se está modelando adquiera nuevos conocimientos y nuevos modelos tanto cualitativos como cuantitativos, en donde los usuarios forman parte de la solución al ser considerados como parte del sistema mismo, en donde estos tienen el papel enriquecer el proceso y el modelo mismo (Reyes et al. 2015).



*Ilustración 25: Sistema Geo-espacial Multidimensional.
Obtenido de: (Reyes 2005, p.78).*

Para lograr el desarrollo efectivo del modelado mediante los diversos puntos de vista multidisciplinares, el modelado de la GC considera un nivel de abstracción de los conocimientos que permita el entendimiento entre los diferentes actores que interactúan en los procesos de modelado. Por lo que la GC usa el

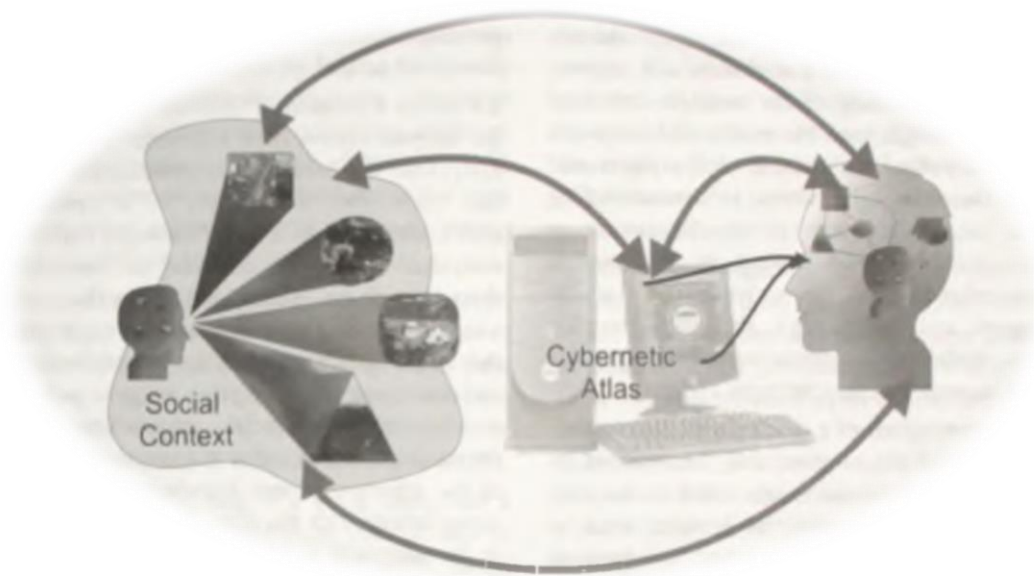
“metalenguaje: un lenguaje holístico formado por una variedad de otros lenguajes. En el diseño de un artefacto geocibernético, el lenguaje que expresa con mayor eficacia un proceso, un concepto o un problema es seleccionado y utilizado para generar mensajes que se transmiten a través de diferentes medios” (Reyes et al. 2006, p.11).

De igual manera que la GC utiliza el metalenguaje para crear un lenguaje común de mayor efectividad en la transmisión del mensaje y su entendimiento. También *la GC implementa el Metamodelo cualitativo* (Reyes et al. 2006, p.11), esto es un modelo holístico que contiene los demás modelos de los diferentes expertos y donde las relaciones de estos son explícitas por medio de las relaciones espaciales, aportando un mejor entendimiento del contexto territorial.

Para lograr una buena representación del modelado geocibernético, es de vital importancia el uso de las diversas herramientas tecnológicas relacionadas con computación, la geo tecnología, la multimedia y la Web, (Reyes et al. 2006, p.12).

Otra de las consideraciones esenciales de la GC para desarrollar los artefactos geocibernéticos, es la cibernética de segundo orden, al respecto Heinz Von Foerster, basado en los conceptos de la cibernética clásica distinguió a la cibernética de los sistemas observados, proponiendo así el término "cibernética de segundo orden", definido como la cibernética de los sistemas en observación (Geyer 1994).

“Desde esta perspectiva los observadores son parte del sistema, tienen sus propios propósitos y construyen los modelos de los sistemas con los que interactúan (ilustración 26). Estos sistemas cambian como resultado de tales interacciones” (Reyes et al. 2006, p.13).



*Ilustración 26: Procesos de la cibernética de segundo orden.
Obtenido de: (Reyes et al. 2006, p.13).*

Esta característica es de gran utilidad, debido a que los actores que construyen el sistema son conscientes de las interacciones que realizan y como su papel influye en el meta-sistema como un todo, basando así su propósito más allá de su función como organismo atomizado, obteniendo una visión universal del sistema al que pertenece. Como se aprecia en la ilustración 26, el contexto social es propuesto por un grupo multidisciplinario en donde cada especialista modela el territorio desde su perspectiva, después, el modelo pasa al artefacto geocibernético (atlas cibernético). El atlas representa el meta-modelo (visión holista), donde se analizan a los sistemas (modelos) creados como un sistema único interrelacionado, para posteriormente por medio de la retroalimentación los diversos especialistas se les pueda transmitir la perspectiva universal del sistema, donde se

selecciona la información con la finalidad de pulir las imperfecciones de los modelos y proceder a los cambios requeridos cumpliendo así con el ciclo cibernético donde se considera la demanda social, los modelos cualitativos, cuantitativos, la información geoespacial, los procesos sociales de organización.

Mientras se pone en práctica esta diversidad de características conceptuales, son consideradas además otras cuestiones emergentes, como la gestión heterárquica (es decir donde el control de las tomas de decisiones es promovida por el sistema holístico como un todo), la generación de capital social (donde las raíces que conforman el territorio entrelazan a todo el sistema territorial para que el conjunto de actores se comporte, piense y actúe como un conjunto en beneficio del territorio) y la acción colectiva (Integrar una visión consensual y comprometerse en esta). Al respecto se deja la siguiente referencia que respalda estas 3 importantes cuestiones de la aplicación de la GC:

“En la cibernética de segundo orden, el control "no puede estar ni en lo controlado ni en el controlador, sino que está entre ellos: es compartido". A medida que ellos (los actores) comparten la cultura, la historia y los valores que están arraigados en un territorio o que dan identidad a una organización social, tienden a percibir las cosas de manera relativamente similar y a construir el significado que asignan socialmente a tales percepciones. Si se logra tal construcción social, los participantes pueden llegar a una comprensión consensuada de la información y el conocimiento construidos a través de sus conversaciones con el artefacto geocibernético.

Es nuestra hipótesis que la cibercartografía afecta los procesos cognitivos de la gente, ayudando a los usuarios a construir conocimiento que puede animarlos a actuar. Los artefactos que se insertan en la dinámica de los grupos sociales tienen un impacto en la manera en que estos grupos perciben el espacio y los fenómenos que ocurren en él. El desafío es descubrir cómo estas percepciones influyen en la forma en que estos grupos dan sentido a su realidad, para ayudarles a integrar una visión consensual y comprometerse en acciones colectivas dirigidas al logro de objetivos deseados compartidos. Los artefactos pueden influir la dirección que los sistemas sociales adoptan en un territorio ayudando a identificar y analizar situaciones problemáticas complejas y a diseñar posibles cursos de acción colectiva. Los acuerdos y el consenso requieren un lenguaje común, significados compartidos, negociaciones y un sentido de identidad grupal. Los artefactos pueden ayudar a construirlos apoyando los procesos de comunicación, reduciendo las incertidumbres y ayudando en la evaluación de las consecuencias e impactos de diferentes cursos de acción(Reyes et al. 2006, p.14)”.

Respecto a los resultados que se pueden esperar de la aplicación de un artefacto geocibernético Reyes (2006, p.14) menciona que su éxito, en cuanto a su efectividad como herramienta de comunicación, dependerá de la comprensión del grupo de investigación sobre el contexto social del tema y la capacidad del grupo para integrar un modelo de conocimiento. Otras cuestiones conforme al tema de la eficiencia de los artefactos es la disponibilidad de los actores a cooperar como grupo, ya que los artefactos geocibernéticos dependen totalmente del trabajo en equipo desde distintas vertientes disciplinarias.

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Enfoque para la emergencia de la base de conocimiento.	26
Ilustración 2: Componentes del “método Reyes”	41
Ilustración 3: Función del Modelado Geocibernético de la GIRHU.....	52
Ilustración 4: La utilidad del Modelo Territorial Geocibernético.	54
Ilustración 5: Bloques de construcción para el TGCGIRHU (GC-DS-GIRHU).....	56
Ilustración 6: Esquema de fusión de la línea conductora (DS).	63
Ilustración 7 : Esquema de fusión de la línea conductora (DS).	64
Ilustración 8: Los reductores de complejidad en la modelación Geocibernética.	69
Ilustración 9: Característica de TGCGIRHU: Holismo & Reduccionismo.	71
Ilustración 10 Un Esquema del Modelo del TGCGIRHU.	77
Ilustración 11: El modelo del TGCGIRHU.....	80
Ilustración 12: Red Transdisciplinaria de Conocimiento para el TGCGIRHU.....	83
Ilustración 13: El rol de las soluciones geocibernéticas	84
Ilustración 14: El modelo del TGCGIRHU.....	89
Ilustración 15: Evolución de la Dinámica Territorial.....	92
Ilustración 16: El Gobierno del Agua Urbana	94
Ilustración 17: Agua Urbana, soporte de Calidad de Vida.....	96
Ilustración 18 : Medio Construido. Creación propia.	98
Ilustración 19 : Los cuatro componentes del TGCGIRHU.	99
Ilustración 20 La "CWKP" y el "Sludge Tec" en la red transdisciplinaria de la gestión geocibernética.....	109
Ilustración 21 Localización de los humedales construidos en el TGCGIRHU.	110
Ilustración 22: Ejercicio de comunicación interdisciplinaria.	111
Ilustración 23: Plataforma de conocimiento de humedales construidos “CWKP”,	113
Ilustración 24: La Helice Virtual.....	123
Ilustración 25: Sistema Geo-espacial Multidimensional.	125
Ilustración 26: Procesos de la cibernética de segundo orden.....	126
Esquema 1: Bosquejo de la estructuración del “Método Reyes”	39

GLOSARIO

LAN	Ley de Aguas Nacionales de México
GIRH	Gestión Integral del Recurso Hídrico
GIRHU	Gestión Integral de Recurso Hídrico Urbano
SIG	Sistema de Información Geográfica
GC	Geocibernética
GCC	Gestión Geocibernética
CC	Cibercartografía
DS	Desarrollo sostenible
PSG	Prototipo de Solución en Geomática
TGCGIRHU	Territorio Geocibernético de la Gestión Integral de Recurso Hídrico Urbano
CDMX	Ciudad de México
UNU-FLORES	United Nations University: Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources
CW	Constructed Wetlands, Humedales construidos
CWKP	Constructed Wetlands Knowledge Platform, Plataforma de conocimiento de humedales construidos
SDI	Spatial Data Infrastructure, Infraestructura de Datos Espaciales

BIBLIOGRAFÍA

- ©CentroGeo, 2015. BIBLIOTECA GEOMÁTICA DIGITAL - CentroGeo UNEP. Disponible en: <http://mapas.centrogeo.org.mx/> [Consultado marzo 20, 2017].
- Alcamo, J., 2015. Systems Thinking for Advancing a Nexus Approach to Water, Soil and Waste. En R. Shindelar, ed. Dresden: United Nations University Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES), p. 14. Disponible en: http://collections.unu.edu/eserv/UNU:3154/LectureSeries_No2.pdf [Consultado octubre 13, 2017].
- Aliseda Llera, A., 2000. *Heurística, hipótesis y demostración en matemáticas*, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.
- Avellan, C.T., Ardakanian, R. & Gremillion, P., 2017. The role of constructed wetlands for biomass production within the water-soil-waste nexus. *Water Science and Technology*, 75(10), pp.2237–2245.
- Brundtland, G.H., 1987. *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común*, Disponible en: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>.
- CentroGeo, 2000. Chapala Atlas Cibernético. Disponible en: <http://mapas.centrogeo.org.mx/ciberatlas/chapala/> [Consultado enero 1, 2017].
- CentroGeo, 2004. GEO Ciudad de México - Atlas GeoCibernético. Disponible en: <http://mapas.centrogeo.org.mx/geocm/> [Consultado enero 1, 2017].
- CNA, 2004. *La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en México: Nuevo paradigma en el manejo del agua*, Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/gest_integra_recursos_hidricos_cuenc a.pdf.
- Cruz Vicente, M.A., 2011. Los Sistemas Complejos y la Gestión de la demanda de Agua: Un Análisis introductorio para México. *Revista académica de economía, Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2011/macv.html> [Consultado junio 27, 2017].
- Dourojeanni, A.C., 2004. Si Sabemos Tanto Sobre Qué Hacer En Materia De Gestión Integrada Del Agua Y Cuencas ¿Por Qué No Lo Podemos Hacer? En SEMARNAT & INE, eds. *El manejo integral de cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. p. 264.
- Einstein, A., 1982. *Ideas and Opinions*, New York: Three Rivers Press.
- Enzo, R., 2002. The Industrial Cluster as a Complex Adaptive System. En *Complexity and Industrial Clusters. Dynamics and Models in Theory and Practice*. pp. 35–64.

- Fernandes, B.M., 2008. Sobre la tipología de los territorios. , (1973), p.20.
- Geonode, 2012. GeoNode. Disponible en: <http://geonode.org/> [Consultado diciembre 3, 2017].
- Geyer, 1994. The Challenge of Socio-Cybernetics. En *Paper read at Symposium VI: Challenges to Sociological Knowledge, 3rd World Congress of Sociology*. Bielefeld. Disponible en: <http://www.unizar.es/sociocybernetics/chen/pfge2.html>.
- Gordon, T.J., 1994. THE DELPHI METHOD. Disponible en: http://www.gerenciamento.ufba.br/downloads/delphi_method.pdf [Consultado julio 10, 2017].
- Herath, S., 2015. Nexus Approach and Sustainability: Opportunities and Challenges. En *Dresden Nexus Conference 2015: ADVANCING A NEXUS APPROACH TO THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER, SOIL AND WASTE. WHITE BOOK*. Dresden: United Nations University Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES), pp. 8–18.
- Heylighen, F., 2000. *Foundations and Methodology for an Evolutionary World View: a review of the Principia Cybernetica Project.*, Brussels, Belgium.
- Holland, J., 1995. *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*. B. B. Inc, ed., New York.
- K Price, R. & Vojinovic, Z., 2011. *Urban Hydroinformatics: Data, Models and Decision Support for Integrated Urban Water Management 1 st.*, London: IWA. Disponible en: http://books.google.com/books/about/Urban_Hydroinformatics.html?id=pYPNHUdJvGkC.
- Kauffman, 2000. *Investigations*, New York: Oxford University Press.
- Kidd, S. & Shaw, D., 2007. Integrated Water Resource Management and Institutional Integration: Realising tht Potential of Spatial Planning in England. *The Geographical Journal, Vol. 173, No.4, December 2007, pp. 312-329, 173(4), pp.312–329*.
- Kleene, S., 2009. *Introduction to Metamathematics*, New York: Ishi Press International.
- Kurian, M. & Ardakanian, R., 2015. Institutional Arrangements And Governance Structures That Advance The Nexus Approach To Management Of Environmental Resources. En *Dresden Nexus Conference 2015: ADVANCING A NEXUS APPROACH TO THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER, SOIL AND WASTE. WHITE BOOK*. Dresden, Germany, pp. 57–68.
- Ley de Aguas Nacionales, 2016. LEY DE AGUAS NACIONALES. , p.110.
- Lopez-Caloca, F., 2014. Geomática y sociedad, El Universal - Blogs. *Geomática y sociedad*. Disponible en: http://blogs.eluniversal.com.mx/weblogs_detalle20188.html [Consultado junio 9, 2017].
- Lopez-Caloca, F., 2011. *Un Aporte Teórico : El Prototipo Geomático*.

- López Caloca, F., Reyes Guerrero, C. & Sánchez Sandoval, R., 2015. *¿Hacia dónde se dirige la Geomática?*, Ciudad de México. Disponible en: [https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/49/1/013-2015 - ¿ Hacia dónde se dirige la Geomática.pdf](https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/49/1/013-2015-¿Hacia%20d%C3%B3nde%20se%20dirige%20la%20Geom%C3%A1tica.pdf) [Consultado julio 9, 2017].
- Luscombe, B.W. & Reyes, C., 2004. Building Consensus in Environmental Decision Making: A Methodology Integrating GIS Tools and Structured Communication. En *Paper read at the 29th Annual Conference of the National Association of Environmental Professionals (NAEP)*. Portland, OR.
- Mainzer, K., 2007. *Thinking in Complexity. The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*. S.- Verlag, ed., Berlin Heidelberg.
- Minsky, M., 1988. *The Society of Mind*, New York: Simon & Schuster.
- Monroy Alvarado, G.S. & Vázquez, H.J., 2013. *Sistemas: Enfoque, Metodología y Participación* 1ra ed., CDMX: UAM.
- OCDE, 2013. *Hacer posible la reforma de la gestión del agua en México. Diagnóstico y Propuestas*,
- OECD, 2016. *Water Governance in Cities*, Disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/governance/water-governance-in-cities_9789264251090-en.
- Organismo de Cuenca Río Bravo, 2012. Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Río Bravo. Visión 2030: Resumen ejecutivo. , pp.281–315. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/OCRB07/Contenido/Documentos/3ResumenEjecutivoPHOCRB.pdf> [Consultado agosto 1, 2016].
- Parás Fernández, M.M., 2008. *Aportes al desarrollo científico en Geomática: un enfoque de conocimiento transdisciplinario*. CentroGeo.
- Polya, G., 1973. *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Presidencia de la República, 2017. Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible | Presidencia de la República | Gobierno | gob.mx. Disponible en: <https://www.gob.mx/presidencia/articulos/consejo-nacional-de-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible?idiom=es> [Consultado junio 26, 2017].
- Reyes, C., 2005. *Cybercartography from a Modeling Perspective*,
- Reyes, C. et al., 2014. From Cybercartography to the Paradigm of Geocybernetics: A Formal Perspective. En F. Taylor, ed. *Developments in the Theory and Practice of Cybercartography*. pp. 17–32.
- Reyes, C. et al., 2006. Geo-cybernetics: A New Avenue of Research in Geomatics? *Cartographica: The international journal for geographic information and geovisualization*, 41(1, Cybercartography), pp.7–20.

- Reyes, C. et al., 2014. Geocybernetics as a Tool for the Development of Transdisciplinary Frameworks. En F. Taylor, ed. *Developments in the Theory and Practice of Cybercartography*. pp. 33–42.
- Reyes, C. et al., 2015. Nuevas tendencias en geomática: cibercartografía, geocibernética, interoperabilidad en la información geoespacial e investigación geotecnológica. En Y. M. FERNANDEZ-ORDONEZ, ed. *Avances y perspectivas de Geomática con aplicaciones ambientales, agrícolas y urbanas*. CDMX: Editorial del Colegio de Postgraduados, pp. 1–8.
- Sánchez Reyes, R.F., 2014. *Design ReExplorer : Interactive Design Narratives for Feedback , Analysis and Exploration*.
- Schreier, H., Kurian, M. & Ardakanian, R., 2014. *Integrated Water Resources Management: A Practical Solution to Address Complexity by Employing the Nexus Approach*, Dresden, Germany. Disponible en: http://collections.unu.edu/eserv/UNU:2701/WorkingPaper_No2.pdf [Consultado octubre 13, 2017].
- Smith, M.J. de, Goodchild, M.F. & Longley, P.A., 2015. *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools* 5th edición., Disponible en: http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/?conceptual_frameworks_for_spat.htm [Consultado octubre 4, 2017].
- Taylor, F., 2005. The Theory and Practice of Cybercartography: An Introduction. En *CYBERCARTOGRAPHY: THEORY AND PRACTICE*. pp. 1–13.
- UNEP & Centro Geo, 2003. *GEO Ciudad de México: Una visión territorial del sistema urbano ambiental*,
- United Nations, 2015. Sustainable Development Knowledge Platform. *Sustainable Development Goals*. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>.
- UNU, 2012. UNU - Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources. Disponible en: <https://flores.unu.edu/en/> [Consultado noviembre 4, 2017].
- UNU-FLORES, 2012a. About UNU-FLORES - UNU - Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources. Disponible en: <https://flores.unu.edu/en/about/unu-flores#overview> [Consultado noviembre 28, 2017].
- UNU-FLORES, 2012b. Mission and Vision - UNU - Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources. Disponible en: <https://flores.unu.edu/en/about/mission-vision> [Consultado noviembre 28, 2017].
- UNU-FLORES, 2012c. The Nexus Approach - UNU - Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources. Disponible en: <https://flores.unu.edu/en/research/nexus> [Consultado noviembre 4, 2017].

- Vargas, J.C.V., Nigenda, J.J.D. & Martínez, L.V., 2007. La gestión integrada de los recursos hídricos en México: un nuevo paradigma en el manejo del agua. En *El manejo integral de cuencas en México*. Instituto Nacional de Ecología, pp. 213–258.
- Wiener, N., 1954. *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society*, Lexington: Da Capo Press.
- Younos, T., 2005. Environmental Issues Environmental Issues of Desalination. *JOURNAL OF CONTEMPORARY WATER RESEARCH & EDUCATION*, (ISSUE 132), p.PAGES 11-18,. Disponible en:
<http://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1047&context=jcwre>
[Consultado julio 21, 2017].