



Sociedad Colombiana
de Ingenieros



Sociedad Tolimense
de Ingenieros

**XXIII Seminario
Nacional
DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA**

**Planeación de ciudades: nueva perspectiva para la gestión del
riesgo**
XXIII SEMINARIO NACIONAL DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA
IBAGUÉ, 15 AL 17 DE AGOSTO DE 2018

Maria Camila Rodríguez Parra

Ingeniera Civil MSc. Civil Engineering for Risk Mitigation, Colombia, mariaca52@hotmail.com

RESUMEN: (*1^{era}. hoja*)

La ciudad genera fenómenos característicos de cada territorio como: fomento de la economía, migración, generación de vulnerabilidades físicas y sociales, entre otros. Algunos de estos fenómenos influyen en la posible generación de riesgos y en la eventual materialización de los mismos en forma de desastres, como las inundaciones. La planeación territorial es una herramienta que guía la forma como estos fenómenos se desarrollan y su impacto, y nos debería orientar para convivir con el medio que ocupamos, como las fuentes de hídricas.

El reto es aterrizar los diseños de ciudad con el uso de herramientas inteligentes, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la toma de decisiones realistas, factibles y en tiempo real. De esta forma se justifican y priorizan las inversiones en proyectos de desarrollos e infraestructura que respondan a los desafíos propios de la ciudad, pero, sobre todo, que minimicen, mitiguen y gestionen los riesgos a los cuales están expuestos los ciudadanos y la ciudad en general.

ABSTRACT:

The city generates characteristic phenomena for each territory. Some of these phenomena influence on the development of risk and therefor, on the generation of disasters like flooding. This paper, explores a brief bibliographic research though the concepts: city and risk, as well as the relationship between the two concepts. The importance of land use planning as the main tool describing and shaping the phenomena occurring in the territory, is introduced along the text, as well as the evolution of the concept. Afterwards, the challenges of the technologic evolution are presented, more as an opportunity to incorporate Smart tools, like Geographic Information Systems (GIS), for the geographic analysis of Big Data for the process of land use planning. Closing the paper we find the example of the uses of smart tools and Big Data for the processes of disaster risk management and land use planning in the city.

PALABRAS CLAVE: Ordenamiento Territorial, Sistemas de Información Geográfica, Ciudades inteligentes, Gestión del Riesgo de Desastres, Hidrología, Hidráulica, Planeación.

Mayor Información

**Comisión Técnica Permanente
de Ingeniería de Recursos Hídricos**

57 (1) 5550520 logistica@sci.org.co



INTRODUCCIÓN

A diario, leemos un gran volumen de noticias que exaltan los desastrosos efectos que tienen los fenómenos naturales en las urbes. Varias de estas noticias se concentran en la severidad del fenómeno y en la adversidad del clima, sin darle relevancia al efecto de los modelos de ocupación del territorio, formalmente permitidos o generado de manera informal, y en cómo estos aportan a la generación de condiciones de vulnerabilidad y exposición frente a los fenómenos naturales.

El artículo parte desde la conceptualización misma de ciudad y su relación con los elementos generadores de riesgo a través de la revisión bibliográfica que permita entender la importancia de los dos conceptos. Una vez definidos estos conceptos, el artículo pretende explorar la importancia del ordenamiento territorial como la principal herramienta de planeación que, gracias a su uso apropiado, permite crear un balance adecuado entre el aprovechamiento del territorio y sus recursos naturales, y la gestión de los recursos territoriales para garantizar su correcto desarrollo.

Seguido a estas dos importantes reflexiones, se tratará sobre los medios para poder llegar a realizar un adecuado ordenamiento territorial en las ciudades de hoy en día mediante el uso de herramientas inteligentes, y datos de calidad que permitan conocer el territorio que se pretende ordenar y realizar una toma de decisiones consiente basado en dichas herramientas y datos. Se hace énfasis también en la importancia del tiempo para la toma de decisiones, especialmente en el caso de análisis de grandes volúmenes de datos.

En esta discusión, se quiere concientizar sobre la importancia de estos conceptos para la adecuada toma de decisiones de inversión pública y privada, para la administración del territorio, pero articuladas estrechamente dentro de las agendas de desarrollo, ordenamiento territorial, gestión del riesgo tan importantes para los ciudadanos.

CIUDAD Y RIESGO

Las ciudades, especialmente las ciudades modernas se conocen como grandes centros poblados que aglomeran a gran parte de la población mundial y que conviven en urbes complejas que interactúan con el espacio físico que ocupan. Las ciudades tienden a generar fenómenos complejos de interacción entre los habitantes, el territorio, la economía entre otros que describen el desarrollo y evolución misma de la ciudad y que representan apalancadores económicos, incluso al nivel país y región. Sin embargo, las ciudades necesitan de recursos para subsistir donde muchas veces la ciudad depende de otros territorios para producir

Mayor Información

los productos que garantizan su sostenimiento. Estos territorios son generalmente áreas rurales agrícolas productivas. Este modelo simbiótico sin embargo no es sostenible ya que la población mundial se está transformando de rural a urbana según las Naciones Unidas el 56% de la población mundial total es urbana y para 2030 la población urbana será de 65% con un crecimiento descrito por la gráfica 1. Esta tendencia afecta especialmente a las ciudades de América Latina y el Caribe, con porcentajes de urbanización que varían desde 51% hasta 92% donde Colombia un 76% de población es Urbana, encontrándonos por encima del promedio global y muy cerca del promedio de la región (80%) (Hardoy, 1974). Es de estas cifras desde donde se empiezan a describir los retos de la urbanización, con urbes dependientes de las zonas rurales y con población rural descendiente.

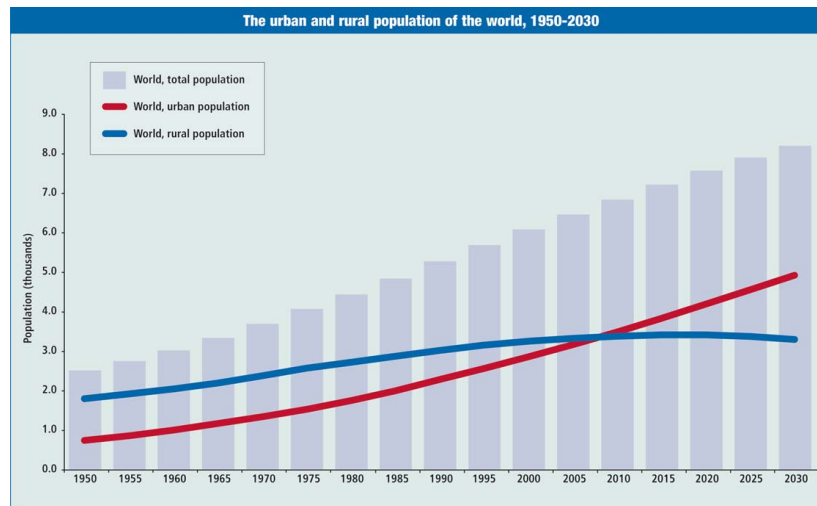


Gráfico 1, Crecimiento población urbana mundial

Fuente: (Naciones Unidas para el Asuntos de Desarrollo Economico y Social, 2006)

Mayor Información

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

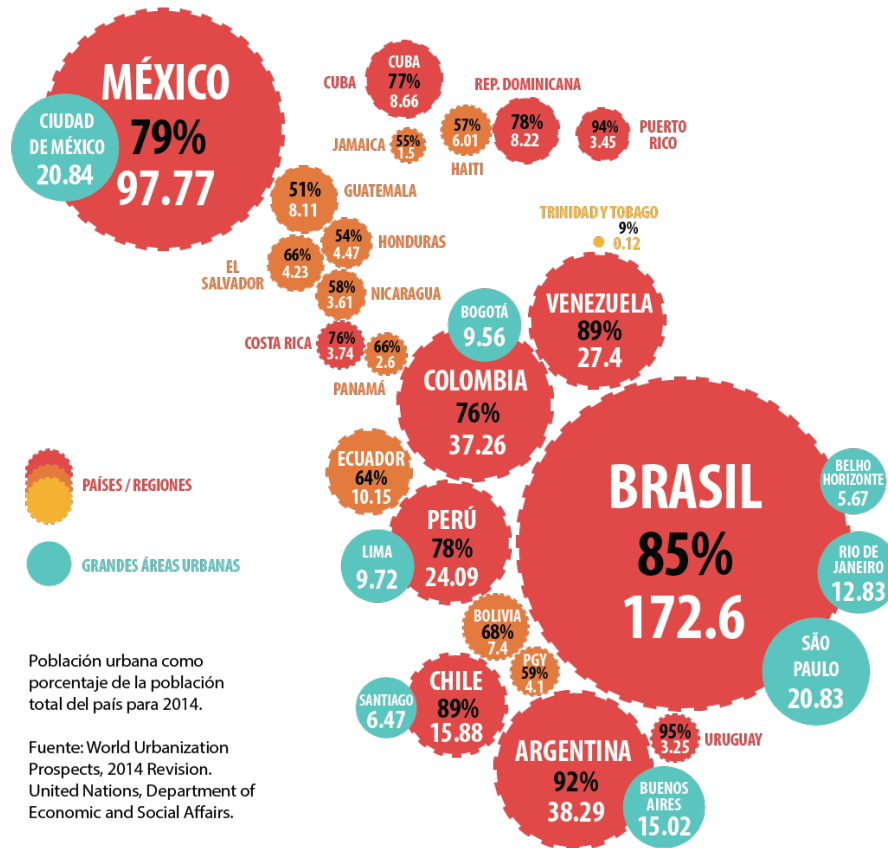


Gráfico 2, Distribución de la población urbana en América Latina (Praxis Económica y Social, 2015)

Dentro de las condiciones de ocupación del territorio, se tienden a generar condiciones de transformación del mismo, ya que el espacio urbano se vuelve cada vez más apetecido y demandado por los habitantes (Satterthwaite, 2010). Ante estas demandas, muchas veces se cede a la urbanización y densificación para desarrollo de territorios que hacen parte del medio natural y que garantizan la subsistencia, por los aparentes beneficios económicos de la urbanización del territorio. En la figura 1 se visualiza este fenómeno, se evidencia como se ha roto la conectividad de las zonas de protección de los drenajes con una canalización en beneficio del desarrollo de actividades productivas que inicialmente parecen más rentables.

Mayor Información



Figura 1, Canalización de drenajes en Villavicencio
Fuente: Mapa base Esri, construcción propia

El riesgo de desastres comprende la conjugación de tres elementos principales: la existencia de una amenaza, la exposición de elementos que pueden llegar a verse afectados y la vulnerabilidad de estos elementos, como se describe en la figura 2. Los modelos de ocupación y aprovechamiento del territorio afectan principalmente los elementos de exposición, al permitir una mayor cantidad de elementos expuestos al fenómeno amenazante; y sobre la vulnerabilidad, aumentando las condiciones de vulnerabilidad de los elementos que pueden verse afectados frente al fenómeno amenazante.



Figura 2, Elementos de riesgo de desastres
Fuente: Construcción propia

Mayor Información



En estos y otros ejemplos de ocupación del territorio, se evidencia que dicha ocupación es, en sí misma, la generadora de fenómenos tanto positivos como negativos de la ciudad entendida como un sistema dinámico y cambiante entre los cuales se destacan: el desarrollo económico, al ser focos de activación económica; migraciones, generalmente hacia las ciudades tal y como lo describe la tendencia de urbanización global; generación de vulnerabilidades, al permitir modelos de ocupación territorial que aumentan la exposición y generan vulnerabilidades físicas, sociales, sistémicas, económicas entre otras.

ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El ordenamiento territorial se define como la herramienta misma que permite ordenar o gestionar los fenómenos de ocupación del territorio de las ciudades. A través de esta herramienta, se deben gestionar las cargas territoriales y los beneficios de los modelos de ocupación del mismo, para superar los desafíos de urbanización arriba mencionados. Es esta la herramienta global la que nos permitirá como primera medida, salvaguardar la integridad de los ciudadanos y demás elementos críticos, públicos y privados, de la ciudad, frente a la ocurrencia de fenómenos amenazantes. Estos fundamentos son los que hacia el final nos conducen a los conceptos de herramientas inteligentes vs los desafíos tecnológicos que hacen frente a las necesidades de ordenamiento territorial.

El ordenamiento territorial es la herramienta de planeación que describe los modelos de ocupación del territorio que se quieren implementar en un territorio. Como lo describen Vergara y de las Rivas, aunque el ordenamiento territorial empieza a surgir en el siglo XIX, originalmente se concibió como la herramienta para describir los fenómenos que ocurrían, casi sin ningún control en las ciudades frente a los efectos de urbanización mundiales en parte generados por las revoluciones; tiempo después y frente a la priorización y protagonismo de las ciudades a principios del siglo XX, el ordenamiento territorial fue concebido únicamente como sinónimo de la planeación urbana, ya que se pretendía ordenar la ciudad para aprovechar al máximo sus beneficios dejando a un lado las cargas que se imponían sobre el territorio frente a la implementación de estos modelos y desconociendo el ordenamiento del territorio rural. Esto sin embargo ha evolucionado hacia el último siglo, ya que, frente al desafío de la creciente tendencia de urbanización, se evidencia la necesidad de generar visiones más holísticas del territorio, al igual que de los recursos ofrecidos por el mismo. Hacia el futuro, y frente a las revoluciones tecnológicas, lo que se espera es poder generar herramientas de ordenamiento territorial en tiempo real, enfocado hacia la generación de territorios inteligentes, concepto que se desarrollará más adelante.

Se genera entonces un boom de fenómenos que dan cuenta de la necesidad de ordenamiento territorial, nacen conceptos como el de Geodiseño en 1995, y se empiezan a generar los primeros pasos hacia la ordenación territorial a partir de las cuencas como eje estructurante y superior del ordenamiento de ciudades. Este factor, permite tener una visión macro de las realidades y las relaciones simbióticas de la urbe con el territorio que ocupa y con las realidades rurales de las cuales

Mayor Información

depende su subsistencia. El ordenamiento a partir de cuencas, genera beneficios y evidencia un avance significativo en términos de disminuir las cargas sobre el territorio y generar una visión que tenga en cuenta los beneficios de los recursos naturales que nos ofrece el territorio y que garantizan la sostenibilidad en el tiempo.

Por otro lado, la gestión del riesgo también ha sufrido importantes evoluciones, pasando de ser una visión reactiva, enfocada hacia la atención de los desastres, en ser una visión preventiva, al evidenciar que se deben gestionar los riesgos, prever los desastres a partir del conocimiento del riesgo y así maximizar los recursos hacia mejores resultados. En la nueva era, se ha evidenciado que la agenda de gestión del riesgo, tienen necesariamente que articularse con el ordenamiento territorial, ya que, como se mencionó anteriormente, los modelos de ocupación del territorio, pueden ser en sí mismo los generadores de condiciones de riesgo. En Colombia, el efecto ha sido claramente entendido desde la generación de políticas e instrumentos, tal es el caso del Índice Municipal de Riesgo de Desastres, evaluado por el DNP en conjunto con varias entidades del orden nacional, metodología que evalúa que tan propenso es el municipio a las condiciones de riesgo de acuerdo a factores que evalúan la efectividad y actualización de sus herramientas de ordenamiento territorial, desde el parámetro de capacidad, además de los parámetros de amenaza y exposición.



Municipios con mayor puntaje en el Índice de Riesgo ajustado por Capacidades

PROMEDIO NACIONAL 51,8

MUNICIPIO	PUNTAJE DE RIESGO CON CAPACIDADES
Murindó - Antioquia	81,6
El Tarra - Norte de Santander	81,4
Cárcota - Norte de Santander	75,7
Quipama - Boyacá	75,6
San José del Palmar - Chocó	75,4
El Peñón - Bolívar	75,3
Hatillo de Loba - Bolívar	75,1
Lourdes - Norte de Santander	74,8
Paime - Cundinamarca	74,1
San Calixto - Norte de Santander	74,0

Gráfico 3, Índice Municipal de Riesgo de Desastres
Fuente (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Mayor Información



Por otro lado, el cambio climático genera presiones aún mayores sobre las capacidades de gestión de riesgo. Esto ya que acentúa los alcances y efectos del fenómeno amenazante. La gestión del riesgo de desastres, y el cambio climático, constituyen hoy en día los principales desafíos que enfrenta el ordenamiento territorial.

El ordenamiento territorial, se enmarca en la descripción de los fenómenos urbanísticos a partir de la geolocalización, esto es, la descripción geográfica de las interacciones de los elementos a ordenar en el territorio. Es a partir de la descripción inteligente y del análisis geográfico de estos elementos con el uso de herramientas tecnológicas inteligentes, aplicado a las evoluciones antes mencionadas del concepto de ordenamiento territorial, que nace el ordenamiento de territorios inteligentes.

HERRAMIENTAS INTELIGENTES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Los nuevos desafíos tecnológicos, representan herramientas y retos inminentes a los procesos cotidianos que se describen en la actualidad. Con la proliferación de las redes sociales, el internet y los teléfonos inteligentes, casi la totalidad de los ciudadanos se han convertido en generadores de datos e información importante que se comparte en tiempo real, la capacidad de procesar y usar estos volúmenes de datos se define bajo el concepto de Big Data. Algunos autores llaman a este fenómeno la cuarta revolución industrial (Ariza, 2018) y es bajo el marco de esta revolución que se encasillan los usos oportunos de herramientas inteligentes para el ordenamiento territorial.

Los desafíos propios de la era que empieza son el fundamento para crear territorios inteligentes y resilientes. La instrumentación de fenómenos con sensores, reportes ciudadanos entre otros generadores de datos se ha vuelto una realidad en el mundo que vivimos; tener la capacidad territorial de procesar los datos eficazmente en tiempo real para evidenciar tendencias y realizar análisis de las mismas. Una de las características principales del Big Data es que se presenta con factores de georreferenciación, permitiendo así la geo-habilitación (Ariza, 2018), esto es, permite realizar análisis espaciales de las relaciones geográficas entre los datos.

El concepto de ciudades inteligentes describe entonces la capacidad de usar herramientas tecnológicas novedosas de manera tal que se puedan procesar y analizar grandes volúmenes de datos, provenientes de las fuentes ya mencionadas, en tiempo real para soportar las decisiones importantes de logística y de inversión con efectos positivos en el funcionamiento mismo de las dinámicas de ciudad. Es además un concepto que enmarca la evolución del ordenamiento territorial entendido como el diseño de ciudad.

Una de esas herramientas inteligentes, son los Sistemas de Información

Mayor Información



Geográfica (SIG) que permiten el análisis espacial de la interacción de los elementos descritos a partir de esos datos habilitados geográficamente (Steinitz). Es a partir de los SIG como herramienta misma, que se puede aplicar al diseño inteligente de ciudades a partir del ordenamiento territorial salvaguardando la vida de las personas a partir de la gestión del riesgo del territorio.

Se destacan de estos ejercicios, el realizado por la ciudad de Bogotá en cabeza del Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, donde ha realizado un verdadero trabajo de articulación de los procesos de gestión del riesgo:

- Se han realizado estudios de riesgo para los distintos fenómenos amenazantes de la ciudad, uno de ellos, la inundación por desbordamiento de los drenajes.
- Se ha fortalecido la instrumentación de los drenajes propensos a generar inundaciones y la instalación y mantenimiento de estaciones hidrometeorológicas con sensores que transmiten señales en tiempo real de la situación en la ciudad.
- Se han desarrollado aplicativos web y móviles que permiten al ciudadano acceder al Sistema de Alerta Temprana de la ciudad, construido a partir de estos sensores.
- Se ha entregado esta información a las otras secretarías para la toma de decisiones sobre los barrios de origen informal, generando soluciones de legalización y reasentamiento, evaluado a partir de los datos generados por los estudios de riesgo.
- Se han atendido oportunamente emergencias gracias a la preparación y a la previsión de las mismas.
- Se han articulado procesos de apropiación social del conocimiento, permitiendo el acceso de la ciudadanía a las herramientas y capacitándolos con programas como Primer Respondiente.

Este es un gran ejemplo de los pasos que ya se están generando en el país para avanzar hacia el ordenamiento territorial a partir de herramientas inteligentes.

CONCLUSIONES

Los procesos de urbanización han descrito modelos de ocupación y aprovechamiento del territorio que generan oportunidades y beneficios, especialmente en términos económicos, pero que además generan cargas sobre el territorio que se ocupa. Las constantes demandas de suelo urbano presionan el territorio hasta límites inadmisibles, que muchas veces, ponen en riesgo la vida de los ciudadanos y otros elementos vitales del sistema, al generar condiciones de vulnerabilidad y exposición que empeoran los efectos desastrosos frente a la materialización de amenazas de origen natural como las inundaciones.

El ordenamiento territorial es la principal herramienta de planeación que debe garantizar el balance entre los beneficios de aprovechamiento del territorio frente a las presiones que se ejercen sobre el mismo. Esto con el fin único de generar modelos sostenibles de desarrollo

Mayor Información



que permitan un futuro del territorio que se pretende ordenar. Se destaca el ordenamiento a partir de cuencas como una visión holística del territorio que permite evidenciar y balancear la relación simbiótica de la ciudad con otros sistemas como el rural-urbano.

Los desafíos planteados por las nuevas tecnologías, enfrentan oportunidades únicas al permitirnos analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, generando la oportunidad de realizar procesos de ordenamiento territorial basados en datos reales.

Se resalta que la discusión ya empezó a darse en la región y en Colombia, por lo que se plantean finalmente los horizontes y los siguientes pasos frente a los desafíos planteados, siempre teniendo presente las lecciones aprendidas en la evolución del ordenamiento territorial.

REFERENCIAS

- Naciones Unidas para el Asuntos de Desarrollo Economico y Social. (01 de 10 de 2006). *UN*. Recuperado el 15 de 06 de 2018, de UN:
http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005WUPHighlights_Final_Report.pdf
- Urbanet. (25 de 08 de 2016). *Urbanet*. Recuperado el 10 de 06 de 2018, de Urbanet:
<http://www.urbanet.info/world-urban-population/>
- Praxis Económica y Social. (10 de 07 de 2015). *Praxis*. Recuperado el 10 de 06 de 2018, de Praixis:
<http://luisernestomijangos.blogspot.com/2015/07/el-proceso-de-urbanizacion-en-america.html>
- Hardoy, J. E. (01 de 01 de 1974). El Proceso de Urbanización en America Latina. *Oficina Regional de Cultura para America Latina y el Caribe*.
- Satterthwaite, D. (2010). La Transición a un Mundo Predominantemente Urbano. Tendencias y Fundamentos. *Urbanización y Desarrollo*, 3-29.
- Vergara, A., & de las Rivas, J. (2004). *Territorios Inteligentes, Nuevos Horizontes del Urbanismo*. Madrid: Fundación Metropoli.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). *Sostenibilidad Urbana en América Latina y el Caribe*. Washington: Oficina de Relaciones Externas del BID.
- Ariza, A. (2018). Big Data en el Desarrollo Tecnológico e Innovación Cartográfica. *desafios de la cuarta de revolución industrial* (págs. 20-40). Bogotá: Diario La Republica.

Mayor Información



Sociedad Colombiana
de Ingenieros



Sociedad Tolimense
de Ingenieros

**XXIII Seminario
Nacional
DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA**

Steinitz, C. (s.f.). *Geodesign - Case Studies in Regional and Urban Planning*. Redlands, CA: Esri Press.

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Índice Municipal de Gestión del Riesgo Ajustado por Capacidades*. Bogotá: DNP.

Mayor Información

Comisión Técnica Permanente
de Ingeniería de Recursos Hídricos

 57 (1) 5550520  logistica@sci.org.co