

## Sistema de Información Geográfica aplicado a la caracterización de las fuentes de residuos sólidos urbanos

ALONSO-CALPEÑO, Mariela\*†, CORTES-PEÑA, Carlos, SANTANDER-CASTILLO, Julieta y ALANIS-TEUTLE, Raúl.

Recibido Octubre 24, 2016; Aceptado Noviembre 7, 2016

### Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo ubicar la cantidad y tipo de desechos que se generan en la zona urbana de Atlixco, Puebla, a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para dimensionar de manera visual la problemática que se enfrenta. La metodología empleada para su desarrollo está dividida en 5 etapas: En la primera se efectuará el análisis y planteamiento del problema, en la segunda se generará el mapa base en el software ArcGIS, la tercera comprende el análisis de los aspectos relacionados con la ubicación geográfica de los actores involucrados, en la cuarta se llevará a cabo el desarrollo de la base de datos geográfica y se construirá el prototipo funcional del sistema, se llevará a cabo el pre-procesamiento y carga de información recolectada en campo. Finalmente, se obtendrá el mapa e informe diagnóstico final. El resultado que se espera obtener es un SIG que arroje la situación relativa a los logros alcanzados hasta ahora con la gestión de residuos sólidos urbanos de la administración municipal.

**Sistema de Información Geográfica, Residuos Sólidos Urbanos, Aplicación de las TIC's**

### Abstract

This project aims to locate the amount and type of waste generated in the urban area of Atlixco, Puebla, through a Geographic Information System (GIS) for sizing graphically the problems you face. The methodology used for its development spans five stages: At first, an analysis is made and problem statement. In the second stage, an ArcGIS software based map is generated, the third stage comprises analyzing aspects related to geographic location of the actors involved, in the fourth stage will take place the development of a geographic database and the functional prototype of the system will be built, pre-processing and loading of data collected in the field will take place. Finally, the map will be obtained and final diagnosis report. The expected outcome is a GIS to get the status report on the achievements made so far with the management of urban solid waste by the municipal administration.

**Geographical Information Systems, Solid Urban Waste, Application of Information and Communications Technologies**

**Citación:** ALONSO-CALPEÑO, Mariela, CORTES-PEÑA, Carlos, SANTANDER-CASTILLO, Julieta y ALANIS-TEUTLE, Raúl. Sistema de Información Geográfica aplicado a la caracterización de las fuentes de residuos sólidos urbanos. Revista de Sistemas Computacionales y TIC'S 2016, 2-6: 112-123

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mariela.alonso@itsatlixco.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Actualmente el crecimiento y modernización de las ciudades plantea cambios en los aspectos económico, de infraestructura, demográfico, social, y cultural. Dichos cambios generan resultados tanto benéficos como perjudiciales en las dimensiones de gobierno, planificación urbana, gestión pública, tecnología, medio ambiente, proyección turística, cohesión social, movilidad y transporte, economía y capital humano. Uno de los resultados negativos que se obtienen es el crecimiento indiscriminado de los residuos sólidos urbanos (RSU), y el reto a enfrentar radica en qué hacer con ellos para minimizar el impacto negativo que genera en las dimensiones antes mencionadas y, en contraparte, solucionar ese problema para favorecer la sustentabilidad de las mismas.

Uno de los aspectos que involucra la modernización de las ciudades es el uso de la tecnología y sus innovaciones, y al ser las tecnologías de la información y comunicación resultado de ellas, su uso resulta inherente a las actividades que se generan en las dimensiones ya mencionadas. Los Sistemas de Información Geográfica son un producto de las tecnologías de la información y sus aplicaciones ofrecen un abanico extenso de posibilidades. Una de sus características principales es que facilita la interpretación de dicha información geográfica, además de convertirse en un metadato y fuente de nueva información. Asimismo, permiten el análisis espacial de tipo consulta, análisis topológico, mediciones, superposición de capas de información, transformaciones tales como la creación de áreas de influencia en base a distancias, análisis de superficies, estadística descriptiva, inferencias, toma de decisiones, optimización y modelado, entre otros. (Del Bosque, 2012)

El Municipio de Atlixco cuenta con una extensión territorial de 291.9 km<sup>2</sup>, es uno de los municipios más importantes del estado de Puebla, cuenta con 11 juntas auxiliares y 95 localidades, con una población total de 127,062 habitantes según el último censo realizado en 2010 por INEGI. De acuerdo a datos del gobierno municipal, recibe más de un millón de visitas anuales, esperando incrementar ese número para el 2016, ya que ha sido nombrado "Pueblo Mágico" a partir de septiembre de 2015. (Santibañez Rángel, 2015)

La generación de residuos en el municipio representa un reto para la gestión municipal, y requiere de herramientas que le permitan dimensionar la problemática que enfrenta y así poder generar planes y poner en marcha las acciones que le permitan contrarrestarla.

Actualmente existen SIG para realizar el cálculo de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos, localización de rellenos sanitarios, aplicación de índices de análisis con sistema de información geográfica, entre otros, pero no enfocados hacia la gestión de los residuos sólidos urbanos.

Por todo ello se plantea que, el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica permitirá dimensionar de manera visual la problemática que existe actualmente en la gestión de residuos sólidos urbanos en el municipio de Atlixco, Puebla.

Para describir este proyecto, el artículo se ha dividido en cuatro secciones. La primera describe el contexto actual referente a las tecnologías de la información y comunicación, así como el uso de los sistemas de información geográfica en la función pública.

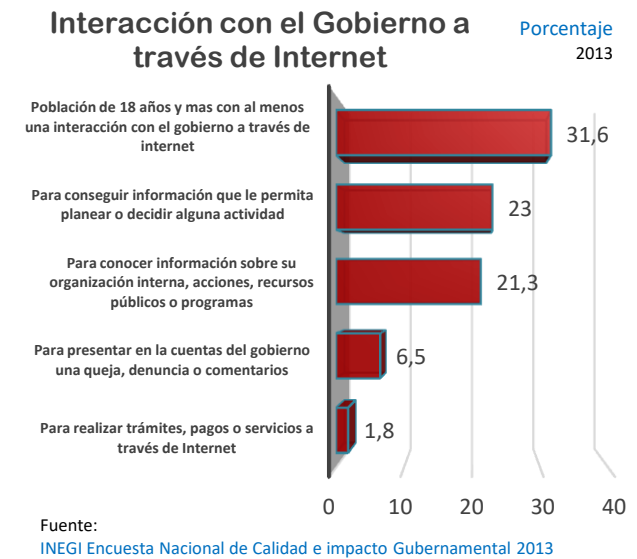
La segunda explica la problemática que da origen a este proyecto. En la tercera se puntualizan los detalles de trabajos de investigación realizados en torno a temas relacionados a la gestión de residuos sólidos urbanos a través de sistemas de información geográfica. Y finalmente en la cuarta sección se detalla la propuesta del SIG. Se incluye un apartado de conclusiones referentes a lo anteriormente descrito.

### Antecedentes

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC's) "se refieren a las múltiples herramientas tecnológicas dedicadas a almacenar, procesar y transmitir información, haciendo que ésta se manifieste en sus tres formas conocidas: texto, imágenes y audio" (Zambrano Martínez, 2009) y por ello han expandido su uso hacia cualquiera de los sectores de la sociedad y se han insertado como un elemento sustancial en el desarrollo de las actividades diarias de las personas. Su uso ha ayudado a potenciar la eficiencia y productividad de las organizaciones tanto públicas como privadas, y han propiciado un cambio de paradigma en la comunicación, convivencia y aprendizaje de las mismas.

En el marco de la Estrategia Digital Nacional, a través del programa Transformación gubernamental, el Gobierno Electrónico ha constituido la oportunidad y la estrategia para mejorar la calidad de los servicios y de los procesos para transparentar la información y rendición de cuentas en los tres niveles de gobierno en México (federal, estatales y municipales), además de fomentar un canal de comunicación más cercano entre ellos y la ciudadanía, y también se constituye como una herramienta para la planificación, organización y gestión de los recursos.

En la figura 1 se muestran las cifras emitidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) referentes a la interacción de los ciudadanos con el gobierno a través de Internet, así como los diferentes trámites que este prestó en línea durante el año 2013 a nivel nacional, puede observarse que la población lo usa en un porcentaje menor al 32%.



**Figura 1** Interacción de los ciudadanos con el gobierno a través de internet. 2013.

En la figura 2 se muestran los servicios más utilizados en esos portales gubernamentales. (INEGI, 2016)



**Figura 2** Servicios más utilizados en la interacción con el gobierno a través de internet.

Sin embargo, no existe una estadística nacional referente al porcentaje en que los tres diferentes órdenes de gobierno utilizan las TIC's para apoyar las decisiones que toman con respecto a la administración de su territorio, recursos e infraestructura, y si las utilizan, cuáles son.

Actualmente, a nivel global la visión de la administración pública vira hacia el concepto de ciudades inteligentes. En ellas, la introducción de la innovación y tecnología, apoyadas por la infraestructura resultan imprescindibles para lograrlo. Dentro de las herramientas tecnológicas y de información que utilizan para alcanzar esa visión se encuentran los Sistemas de Información Geográfica (SIG), éstos han evolucionado ligados al crecimiento de las tecnologías de la información, ofreciendo e integrando cada vez más aplicaciones técnicas para la gestión y procesamiento de los datos espaciales en el software.

La definición proporcionada por la National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) of USA acerca de un SIG es que se refiere a “*un conjunto compuesto de hardware, software y procedimientos para la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y representación de datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas complejos de planificación y gestión.*” (Del Bosque, 2012)

Asimismo el autor menciona que los SIG han supuesto un cambio paradigmático tecnológico e intelectual y que este nuevo paradigma debe ser entendido como el conjunto de procedimientos técnicos y metodológicos que permiten por un lado, tratar la especialidad de los datos y, por otro, favorecer el estudio de la realidad desde enfoques multidimensionales e integrados, como son el tiempo, el espacio y las “personas” que interactúan con el territorio en un momento determinado. Cuando las fuentes de información están debidamente vinculadas se posibilita la mejor comprensión de los temas específicos y objetos de estudio.

Los SIG se han convertido por tanto, en una herramienta tecnológica y de información muy valiosa, debido a que proveen un contexto visual enriquecido de la situación que guarda alguna problemática que se desea abordar desde esta tecnología, misma que además puede transponerse con otros aspectos o variables, lo que permite dimensionar de manera justa lo que debe solucionarse. Finalmente sirven como referencia de apoyo en la toma de decisiones.

En la administración pública, los SIG se han transformado en herramientas imprescindibles para la gestión y planificación urbana, administración del catastro urbano y rural, redes de servicios, infraestructura u obras públicas, inventario de comercios e industrias, diagnósticos urbanos, zonificación de usos del suelo, análisis de información sociodemográfica, seguridad pública, protección civil, entre muchos otros.

En nuestro país a través de portales de información en internet, diferentes entidades también muestran las aplicaciones que han implementado utilizando SIG, tales como el portal del gobierno municipal de Mérida, Yucatán, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Servicio Geológico Mexicano, INEGI, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Observatorio Urbano de la Ciudad de México de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Instituto Mexicano del Petróleo, Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED), entre otros, lo que muestra la diversidad de aplicaciones que pueden darse a los mismos.

### Problemática

Uno de los más grandes problemas que tiene actualmente la humanidad tiene que ver con la generación de diferentes residuos y desechos, los cuales, van surgiendo a través de las diferentes actividades propias de la vida humana, sin embargo, aunque existen alternativas para disminuir el impacto negativo que provoca la generación indiscriminada de desechos, no existen acciones definitivas encaminadas a hacerlo.

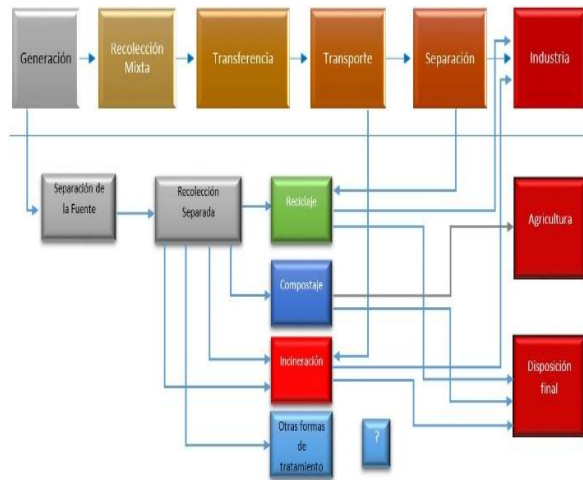
Los residuos sólidos urbanos (RSU) “coinciden en términos generales con el de basura doméstica y comercial usual (esto es, que no sea de manejo especial o de tipo peligroso) y es uno de los fenómenos que más impacto tiene sobre el medio ambiente y sus recursos.” (Carrasco Escobar & Rodríguez, 2015).

Entre los principales impactos que generan dichos residuos en la población y los ecosistemas se encuentran: a) Generación de contaminantes y generación de gases tipo invernadero, b) Adelgazamiento de la capa de ozono, c) Contaminación de los suelos y cuerpos de agua, d) Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades. (SEMARNAT, 2013)

La generación y gestión de los RSU ocasiona una especie de «efecto externo en cascada», debido a la heterogeneidad de los agentes económicos implicados y la falta de un cauce de interacción económica entre ellos.

Desde que se extraen las materias primas y se transforman para producir los bienes de consumo, hasta que se generan los residuos y tal vez se recuperen mediante alguna técnica de valorización; los RSU pasan de un agente económico al siguiente formando una cadena de transformación no necesariamente articulada de modo racional. Ninguno de estos agentes tiene incentivos para considerar los efectos de su actividad sobre los siguientes eslabones de la cadena. (André & Cerdá, 2006)

En nuestro país, la administración del proceso de los RSU, conocido como “*Gestión integral de los residuos sólidos urbanos*”, consta de un intrincado sistema de partes íntimamente relacionadas unas con otras. En sus aspectos más simples, implica tres grandes etapas: Generación → Recolección → Disposición final. A su vez, se dividen en varias subetapas, algunas de las cuales se muestran en la figura 3.



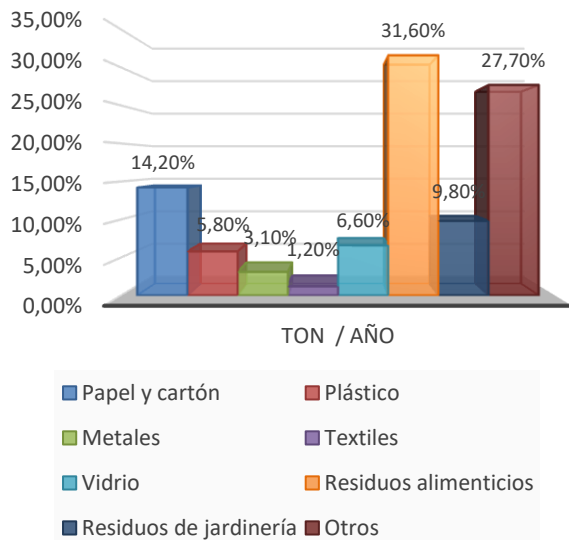
**Figura 3** Rediseño del diagrama de flujo de un sistema de manejo de residuos sólidos diferenciado, basado en SEMARNAT 2007. (Carrasco & Rodríguez, 2012)

La información sobre RSU ha adquirido una gran relevancia y, como ejemplo, el 7 de noviembre de 2014 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (INEGI, 2014a) el llamado Acuerdo por el que se aprueba la inclusión al Catálogo Nacional de Indicadores de un conjunto de indicadores clave en materia de emisiones y residuos, en el cual se establece la adición en dicho Catálogo, en el marco del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, de los siguientes indicadores: a) Porcentaje de municipios con disposición adecuada de RSU, b) Proporción de la población con acceso a la recolección de residuos. El hecho de que estos dos indicadores se hubiesen propuesto y aprobado implica que esta información se considera básica para la formación de políticas públicas en la materia tendientes a contar, de manera general, con un mejor sistema de gestión integral de los RSU, situación en sí misma de importancia. (Carrasco Escobar & Rodríguez, 2015)

En el resumen ejecutivo emitido por el Grupo Temático sobre Ciudades Inteligentes Sostenibles de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), se menciona que la economía, el gobierno, el medio ambiente y la sociedad son los cuatro pilares fundamentales que caracterizan a una ciudad. Estos son reflejados a través de tres dimensiones globales de una ciudad: (1) Medio ambiente y sostenibilidad, (2) Niveles de servicios de la ciudad y (3) la calidad de vida. Cada una de estas dimensiones tiene varias características que las identifican, algunas de las cuales se superponen. La sostenibilidad y el medio ambiente son fundamentales para el paisaje urbano ya que las ciudades representan el 75% del consumo de energía y el 80% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial. Las características primarias en esta dimensión incluyen infraestructura y gobierno, energía y cambio climático, contaminación, residuos, aspectos sociales, económicos y de salud. (UIT-T Grupo Temático sobre Ciudades Inteligentes Sostenibles, 2014)

El Estado de Puebla, en el año 2012 generaba la cantidad de 4,812.27 ton/día de RSU, presentaba un índice de recolección de basura menor al 50% y de esa cantidad, sólo el 4% de lo recolectado era separado. En el mismo año, era uno de los ocho estados a nivel nacional que contaba con un Programa Estatal de Cambio Climático (PECC). El municipio de Atlixco, en ese mismo año era el único de los 217 que conforman el estado que contaba con una normatividad relacionada con RSU. (SEMARNAT, 2012)

En un informe realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INEC) en el 2010, mismo que sirvió de base al informe de la SEMARNAT del 2012, se muestran los indicadores de la cantidad y tipo de subproductos que se encuentran con mayor frecuencia en los residuos sólidos de tipo domiciliario, estos se ilustran en la figura 4. (Instituto Nacional de Ecología, 2011)



**Figura 4** Indicadores promedio de los subproductos presentes en los RS municipales generados a nivel nacional.

Conforme a lo publicado en el diario electrónico *poblanerías.com*, el municipio de Atlixco era uno de los catorce municipios que contribuían con el 57% de RSU del Estado de Puebla cuando los 203 municipios restantes tan solo generaban el 43%. (Alfaro Galán, 2013)

En el marco de la inauguración de la Feria Nacional de los Pueblos Mágicos 2015, celebrada en la ciudad de Puebla, Atlixco recibió la denominación como “Pueblo Mágico” y de acuerdo a lo declarado en dicho evento por Enrique de la Madrid Cordero, Secretario de Turismo a nivel federal, esta ciudad recibió en el 2015 cerca de 12 millones de visitantes y alrededor de 3 millones de pernoctas. (Santibañez Rángel, 2015)

Al darse este crecimiento en el sector turístico, de igual forma existe un crecimiento proporcional en la cantidad de RSU que se generan por la prestación de diferentes servicios en la ciudad.

El rápido crecimiento que en los últimos años ha tenido el municipio de Atlixco agrava el problema de los RSU y su adecuado tratamiento de acuerdo al sistema de manejo propuesto por la SEMARNAT, ya que hasta hoy se carece de una caracterización de las fuentes y tipos de RSU que produce la zona urbana que permita incrementar el índice de recolección y volver eficiente su disposición final.

### Estado del Arte

Los SIG se han aplicado a múltiples campos, a continuación se describen algunos de los trabajos encontrados en investigación documental relacionados al ámbito de los RSU:

- 2005. En España se realizó un SIG en la Universidad de VIGO, denominado “Sistemas de Información Geográfica Aplicados a Residuos Sólidos Urbanos” con la finalidad de mejorar los procesos de recolección de los Residuos Sólidos Urbanos y con ellos reducir los costos de transporte y recolección, ya que en este caso se buscó realizar el cálculo de las rutas de recolección. (Goicoechea Castaño & Goicoechea Castaño, 2005)

- 2010. Artículo “Los indicadores ambientales como componentes de la calidad de vida: Aplicación de índices y análisis con Sistemas de Información Geográfica. El caso de la ciudad de Mar del Plata” , hace referencia a la tesis de Juan Pablo Celemín, quien profundizó el análisis del vínculo entre los aspectos sociales y económicos de la calidad de vida y el ambiente desde una visión mayoritariamente empírica rescatando las virtudes que posee la Geografía para abordar estudios científicos desde una postura práctica. Para ello se elaboraron dos índices, uno socioeconómico y otro que muestra la calidad ambiental, se auxilió del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y programas para el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, en inglés), los cuales le permitieron medir, localizar y estudiar el territorio. De manera especial se destaca la aplicación de la autocorrelación espacial, un procedimiento poco usado en Argentina en el campo de la Geografía, a pesar de ser un método estadístico inherentemente espacial. Los resultados obtenidos en la tesis dejan ver una estructura ambiental urbana fragmentada en la que la disponibilidad de recursos económicos permite acceder o crear mejores condiciones ambientales a pesar del carácter público que le es característico. Entonces, las problemáticas ambientales quedan acotadas en sectores específicos de la ciudad, mayoritariamente periféricos, donde residen las personas con menores recursos. (Velázquez, 2010)
- 2012. El artículo “Metodología para la localización de rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica. Un caso regional colombiano”, presenta un desarrollo metodológico para la localización de rellenos sanitarios mediante la combinación de sistemas de información geográfica (SIG), con el proceso analítico jerárquico (PAJ) y el método de ponderación aditiva simple (MPAS). La metodología desarrollada fue aplicada a un caso regional colombiano: Tame, Arauca. Se desarrolló un escenario de comparación entre la legislación colombiana y la metodología propuesta.  
  
Los resultados muestran que existen diferencias significativas en la estimación de la disponibilidad de área. Con respecto al 95% de la ponderación máxima (1.000 puntos), la metodología propuesta fue un 81% más restrictiva que la legislación colombiana. (Zafra Mejía, Mendoza Castañeda, & Montoya Varela, 2012)
- 2013. En la Universidad Complutense de España, se desarrolló el trabajo “*Optimización de la Localización y Recogida de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*”, el cual propone una metodología para organizar la recolección de RSU empleando las herramientas que proporcionan los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para lo cual se desarrollaron diferentes modelos para zonas de uso residencial, con el análisis de redes para localizar, ubicar y recoger con menos costo los RSU trabajando en dos líneas: La óptima localización de los contenedores de RSU, diferenciándolos en eficiencia y equidad, y la recogida de ellos. (Marí Pastor, 2013)



### Planteamiento de la Propuesta

Partiendo del hecho de que los SIG permiten representar datos numéricos a través de mapas, y cruzarlos con diferentes variables para visualizar la magnitud de un problema determinado, es que en el presente artículo se explora el uso de SIG para dimensionar la problemática de generación de basura en la zona urbana del municipio de Atlixco, Puebla, con el fin de que el gobierno municipal y los sectores educativo y productivo participen en la búsqueda de soluciones integrales que permitan al municipio cumplir con la normatividad relativa a la gestión integral de RSU y así convertir este problema en una oportunidad en el área ambiental para apoyar el inicio de la transición hacia una ciudad inteligente.

Para lograrlo se proyectó llevar a cabo las siguientes actividades: Planteamiento del problema, delimitación del estudio, definición de la muestra inicial, diseño del proyecto, recolección y análisis de los datos, interpretación de los resultados, y elaboración del informe final.

Asimismo se determinó aplicar un método de investigación mixto, ya que se requiere abordar tanto al método cuantitativo como al cualitativo.

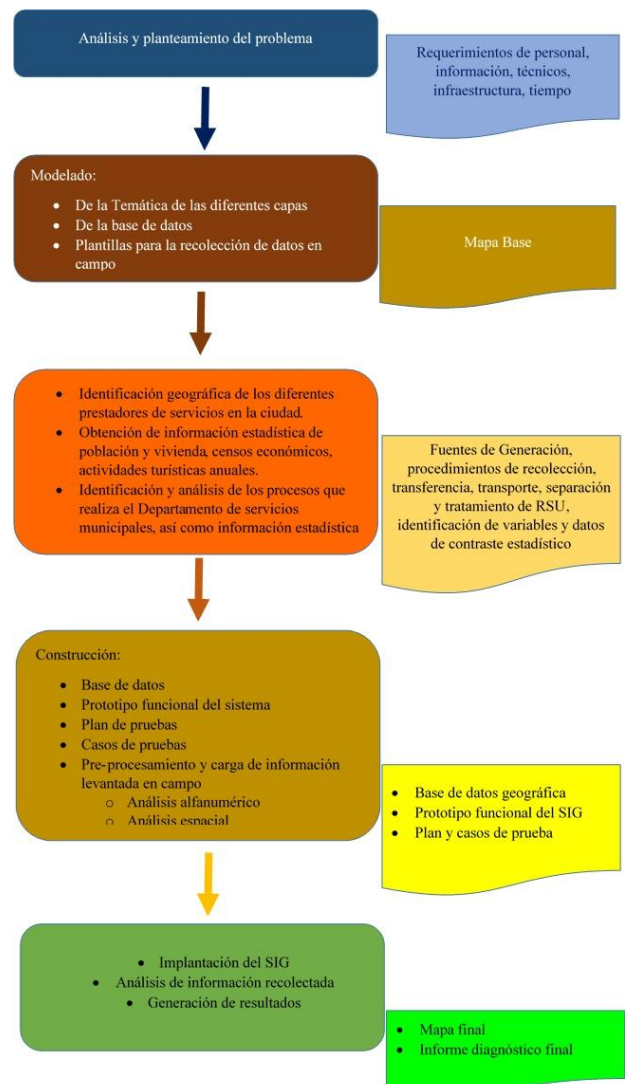
Las etapas principales para el desarrollo de este proyecto son:

- Etapa 1: Se efectúa el análisis y planteamiento del problema, identificación del personal involucrado, la recopilación y organización de la información para conocer los requerimientos de desarrollo del SIG, selección del software y hardware a emplear para el montaje del sistema.

- Etapa 2: Se generará el mapa base de la zona urbana de la ciudad de Atlixco en ArcGIS que “es una plataforma de software que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica” (ARCGis Resources, 2016) para lo cual se requerirá modelar la información geográfica organizada en forma de capas temáticas, modelar la base de datos y crear las plantillas para la recolección de datos en campo.
- Etapa 3: Comprende el análisis de los aspectos relacionados con la ubicación geográfica de los tipos de desechos que se generan en las colonias de la ciudad de Atlixco, para lo cual se deberá conocer la infraestructura municipal y rutas actuales para la recolección de basura en la zona urbana de la ciudad, obtener datos estadísticos del departamento de limpia municipal, identificar las actividades turísticas que impactan en la generación de basura en la zona urbana, obtener el último censo de giros comerciales por colonia, así como realizar un estudio sobre la relación con la cantidad de desechos que generan. Este análisis conducirá a un estudio integral de las variables con el fin de identificar y localizar por colonia, calle, y giro comercial la cantidad y tipos de desechos que se generan en las zonas urbanas de la ciudad, se deberá realizar la programación del levantamiento y la selección de la muestra, caracterización de las entidades espaciales (puntos (nodos), líneas (arcos) y polígonos (áreas)), así como la selección de variables relevantes y significativas en la escala de representación del modelo, además de realizar un diseño preliminar del sistema de información geográfica.

- Etapa 4: Se llevará a cabo el desarrollo de la base de datos, se construirá el prototipo funcional del sistema así como el plan y casos de pruebas para su evaluación y aceptación.
- Etapa 5: Se realizará el pre-procesamiento y carga de la información, en la cual se podrán realizar modificaciones a las capas temáticas. Asimismo, se realizará un análisis estadístico de la información recolectada, entrega del mapa final y reporte correspondiente que incluirá las conclusiones de los hallazgos encontrados.

El proceso, así como la documentación que deberá generarse por etapa se muestra en la figura 5.



**Figura 5** Etapas para generar el SIG que muestre el diagnóstico de la situación actual de la gestión de RSU

Al obtener el mapa se podrá visualizar:

- Zonificación de generación de RSU.
- Identificación de desechos que se generan por zona.
- Logística de la infraestructura urbana para recolección de RSU de peatones.
- Logística de recolección, transferencia y tratamiento de RSU residenciales y comerciales.
- Análisis por temporada de generación de RSU.

- Cruce de variables identificadas en el proceso.

Con ello se podrá determinar la magnitud de la problemática a abordar y las soluciones integrales que deberán implementarse para mejorar la eficiencia en la gestión de dichos residuos.

El proyecto está planificado a un año y se involucrará inicialmente al gobierno local, específicamente al departamento de servicios públicos municipales; el equipo de trabajo está conformado por cuatro docentes y se involucrará a diez estudiantes de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales.

Actualmente se está trabajando en la etapa uno, donde se han dado acercamientos con la autoridad municipal con el fin de que conozca el proyecto, proporcionen las facilidades para llevarlo a cabo y se definan los alcances del mismo, para con ello obtener la documentación resultante de dicha etapa.

El proyecto busca involucrar a los diferentes sectores de la población con el fin de lograr un municipio limpio, con respeto al medio ambiente, con alternativas que permitan hacerlo sustentable e innovador.

### Conclusiones

El desarrollo de la tecnología ha detonado la evolución de las TIC's, y con ellas se ha incrementado a nivel global el valor de la información en las organizaciones en sus diferentes niveles funcionales ya que permite gestionar estratégicamente a través de las personas recursos y funciones con el fin de alcanzar la visión planteada por cada una de ellas ya sean públicas o privadas.

Actualmente la administración pública en nuestro país hace uso de las TIC's para lograr un acercamiento con la ciudadanía y para gestionar algunos de los procesos inherentes a sus funciones operativas o transaccionales, sin embargo, a pesar de que a nivel global muchos de los países hacen uso de los SIG para ejercer la función pública en los niveles tácticos y estratégicos, en nuestro país poco se ha utilizado, es por ello que esta propuesta plantea hacerlo inicialmente en la administración municipal y de ahí migrar hacia los sectores que lo requieran.

Este proyecto inicialmente pretende marcar el inicio de una cultura del uso de los SIG en la región de Atlixco, e impactar de manera positiva en las decisiones que apoyen a los diferentes sectores de la población con el fin de detonar su desarrollo a través de una visión estratégica.

Los resultados que esperan obtenerse permitirán detectar áreas de oportunidad que pueden ser cubiertas por los diferentes actores de la sociedad con el fin de resolver el problema de una manera integral y participativa.

### Referencias

Alfaro Galán, A. (23 de 04 de 2013). Concentran 14 municipios 57% de la basura en Puebla. *poblanerías.com*.

André, F., & Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: Análisis económico y políticas públicas. *Dialnet*, 71-91.

ARCGis Resources. (2016). ARCGis Resources. Obtenido de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

Carrasco Escobar, J. P., & Rodríguez, J. L. (2015). Análisis de estadísticas del INEGI sobre residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 18-35.

Del Bosque, I. (2012). Los sistemas de información geográfica y la investigación en las ciencias humanas y sociales. Madrid, España: Confederación Española de Centros de Estudio Locales (CSIC).

Goicoechea Castaño, M., & Goicoechea Castaño, M. I. (2005). Cartesia.org. Obtenido de <http://www.cartesia.org/geodoc/ingegraf2005/gis9.pdf>

INEGI. (12 de 07 de 2016). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/gobierno/>

Instituto Nacional de Ecología. (2011). Instituto Nacional de Ecología - SEMARNAT. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/128/cap3.html>

Marí Pastor, J. (2013). eprints.ucm.es. Obtenido de [http://eprints.ucm.es/22981/2/TFM\\_jordimari\\_pastor.pdf](http://eprints.ucm.es/22981/2/TFM_jordimari_pastor.pdf)

Santibañez Rángel, A. (25 de 09 de 2015). Atlixco es nombrado Pueblo Mágico por la Sectur. [municipiospuebla.mx](http://municipiospuebla.mx).

SEMARNAT. (2012). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. México.

SEMARNAT. (2013). Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental. México: SEMARNAT.

UIT-T Grupo Temático sobre Ciudades Inteligentes Sosténibles. (2014). Una visión General de las Ciudades Inteligentes Sosténibles y el papel de las TICs. UIT.

Velázquez, G. A. (2010). Los indicadores ambientales como componentes de la calidad de vida: Aplicación de índices y análisis con Sistemas de Información Geográfica. El caso de la ciudad de Mar del Plata. *Revista Universitaria de Geografía*, 189-191.

Zafra Mejía, C. A., Mendoza Castañeda, F. A., & Montoya Varela, P. A. (2012). A methodology for landfill location using geographic information systems. *Ingeniería e Investigación*, 64-70.

Zambrano Martínez, F. (01 de 11 de 2009). *Revista UNAM.mx*. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num11/art79/int79.htm>