

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

Formulario para la presentación de Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, Arte, Cultura y Deportes.

CONVOCATORIA 2016

1.- DATOS GENERALES

| | | |
|--|---|---|
| Título del proyecto de Investigación: Generación de Laboratorios Virtuales para el Estudio de Zonas Urbano-Sociales | Tipología del Proyecto de Investigación | |
| | Investigación Básica | |
| | Investigación Aplicada | X |
| | Desarrollo Tecnológico | X |

ÁREAS DEL CONOCIMIENTO (Tomado del Estatuto Universitario, vigente, Art. 88)

| | |
|---|---------------------------------------|
| | Área de Humanidades, Artes y Deportes |
| | Área de Ciencias de la Vida |
| X | Área de Ciencias Sociales |
| X | Área de Físico Matemático |

| | |
|---|-----------|
| Duración del Proyecto (en meses) | 24 |
|---|-----------|

| | |
|-------------------------|--------------|
| Fecha de Inicio: | 1 Junio 2016 |
|-------------------------|--------------|

| | |
|-------------------------------|--------------|
| Fecha de Fin Estimado: | 31 Mayo 2018 |
|-------------------------------|--------------|

Financiamiento:

| | |
|---------------------------|-----------|
| Monto Total \$ USA | 141.570\$ |
|---------------------------|-----------|

| | |
|--------------------------------|-----|
| Financiamiento Externo: | 0\$ |
|--------------------------------|-----|

| | | |
|--|---------------------------|---|
| Estado del Proyecto de Investigación: | Propuesta Nueva | X |
| | Propuesta de Continuación | |

| | |
|----------------------------|------|
| Unidad Responsable: | DGIP |
|----------------------------|------|

2.- OBJETIVO GENERAL

Sinopsis: Aplicar técnicas de Sistemas Complejos al estudio de problemas relacionados con el uso de espacios urbanos.

Este proyecto se enmarca dentro del acuerdo de colaboración entre el Municipio de Quito y la Universidad Central de Ecuador, ambas instituciones tienen la necesidad de investigar metodologías aplicables a el estudio de problemas urbano-sociales: al Municipio de Quito le interesa estudiar determinados conflictos urbano-sociales, a su vez, el Grupo de Modelado de Sistemas Complejos de la Universidad Central está interesado en desarrollar y aplicar metodologías provenientes de los Sistemas Complejos al estudio de este tipo de problemática, como son el **Modelado Multi-Agente** y la **Teoría de Redes Complejas**, entre otros.

En los últimos meses el **GMSC** ha tenido un acercamiento a el departamento de Seguridad del **Municipio de Quito** debido a que hemos detectado una potencial aplicación de las metodologías que venimos trabajando en el estudio de la recuperación turística en determinadas zonas. En este sentido, el proyecto que aquí se presenta pretende incidir y potenciar el uso de herramientas de modelado matemático-computacionales en el área de estudio urbano-social.

El proyecto presentado pretende estudiar problemas urbanos de diferente índole, entre los que podemos destacar:

1. Problemas relacionados con el **turismo**: Generación de modelos computacionales que permitan experimentar distintos escenarios orientados a la recuperación turística de acuerdo a la zona y problemática específica.
2. Problemas relacionados con la **movilidad**: Diseño de laboratorios virtuales que permitan analizar diferentes posibilidades aplicables a la organización del tráfico de vehículos y personas.
3. Problemas relacionados con la **seguridad**: Obtención de modelos predictivos orientados a mejorar la seguridad ciudadana en áreas específicas como delincuencia y desastres naturales, entre otros.

El desarrollo de los modelos que permitan estudiar los diferentes problemas planteados están planificados para ser desarrollados en paralelo, pero de forma que los avances en cada uno de ellos pueden ser aprovechados inmediatamente en los demás.

Además, se persigue el ambicioso pero realista objetivo de convertir al actual Grupo de Modelado de Sistemas Complejos de la UCE en un **referente nacional e internacional** en el uso de nuevas tecnologías y metodologías para este tipo de modelados. Para ello, es imprescindible generar una dinámica de trabajo completamente nueva, que comprenda las necesidades temporales de los investigadores involucrados, así como la colaboración con un conjunto de estudiantes que puedan servir de futuro motor de proyectos similares en otros grupos afines.

3.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Debido a la evolución del Grupo de Modelado de Sistemas Complejos desde su creación en el año 2014, su carácter interdisciplinar y la posibilidad de colaboración con otros grupos e instituciones hemos introducido entre los objetivos específicos de este proyecto algunos objetivos que pretenden complementar algunas carencias que han de ser cubiertas adecuadamente para asegurar la progresión establecida de la investigación dentro de la UCE.

Por ello, los objetivos específicos se enumeran a continuación agrupados según los apartados generales a los que pertenecen:

1. INVESTIGACIÓN:

- a. Mejora en el desarrollo del modelo conceptual y matemático para el modelado de sistemas complejos urbanos.
- b. Aplicación de la metodología general de modelado de sistemas complejos a estudios específicos del contexto urbano ecuatoriano (con posibles extensiones a otras regiones).

2. CAPACITACIÓN CIENTÍFICA:

- a. Capacitación de investigadores de la UCE (y algunos provenientes de los municipios ecuatorianos y otras instituciones) en el área de modelado de sistemas urbanos,
- b. Capacitación de alumnos de últimos cursos y que serán la base de la futura capa investigadora de la UCE.

3. DOCENCIA:

- a. Curso sobre modelización y representación de la información.
- b. Dirección de proyectos de investigación e integradores a nivel de pregrado y dirección de Tesis de Maestría.
- c. Involucración de estudiantes en el trabajo de investigación del Grupo de Modelado de Sistemas Complejos de la UCE.

4. ASESORÍAS:

- a. Gestión de zonas urbanas en conflicto a través de medios matemático computacionales.
- b. Adaptación de los modelos generados para el uso de las entidades beneficiarias.
- c. Políticas públicas para la recuperación de zonas urbanas conflictivas.

5. COLABORACIONES:

- a. Colaboración con centros extranjeros de investigación que tienen experiencia y/o interés en el modelado matemático computacional de zonas urbanas (en la actualidad se tienen ya contactos y colaboraciones estables con 2 grupos extranjeros que trabajan en esta área de investigación, y hay otro grupo internacional que ha mostrado interés en colaborar en el proceso).
- b. Colaboración con el Municipio de Quito (hay diversos departamentos del municipio que han mostrado su interés en potenciar la colaboración con el GMSC-UCE) así como otros municipios y GADs para la implementación de estas metodologías en sus áreas de trabajo.

4.- HIPÓTESIS PRINCIPAL

El proyecto de investigación que aquí se presenta tiene como tema central el modelado y análisis de **Sistemas Complejos por medios Matemático-Computacionales**, haciendo especial énfasis (aunque no de forma excluyente) en aquellos tipos de modelado basados en técnicas discretas y en su aplicación práctica al modelado de sistemas provenientes de otras áreas de conocimiento, cuidando con detalle aquellas áreas que puedan afectar positivamente al proyecto general del **Buen Vivir** que se ha puesto en marcha en Ecuador, y en particular a aquellas áreas de conocimiento que sean especialmente relevantes para la mejora del sistema de investigación de la Universidad Central del Ecuador, buscando integrar en el proyecto global la utilidad que un proyecto de estas características proporciona a muchas otras áreas de interés de esta institución y a sus planes de futuro.

La hipótesis principal que se baraja en este proyecto, y que comparte con otros proyectos anteriores en los que han participado algunos miembros del grupo proponente, es que las técnicas matemático-computacionales que existen en la actualidad pueden ser suficientemente adecuadas para el modelado micro de sistemas complejos que habitualmente han caído fuera del modelado matemático, como son los sistemas sociales, urbanos y biológicos. En particular, esta hipótesis de trabajo que dirige la actividad del GMSC-UCE desde antes de su formación legal, se focaliza en este proyecto en las necesidades de los diferentes municipios y GADs del Ecuador en cuanto a la recuperación de áreas urbanas conflictivas.

5.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

Uno de los principales objetivos de la metodología científica se centra en la explicación de los fenómenos observables en el mundo real, con el doble objetivo de predecir el comportamiento futuro de los mismos así como de explicar las causas de su situación actual. Para asegurar el éxito de esta tarea fundamental en el conocimiento humano el observador debe poder disponer de numerosos ejemplos que permitan ilustrar el comportamiento del fenómeno que se estudia, algo que muchas veces se puede conseguir directamente por observación y manipulación de éste, pero que en muchos otros casos es éticamente desaconsejable o físicamente imposible. Es en estos casos donde se ha de hacer uso de **modelos** como suplemento metodológico, entendidos estos como *representaciones abstractas de cierto aspecto de la realidad, formadas por los elementos que caracterizan dicho aspecto de la realidad modelada y por las relaciones entre esos elementos*. Sin duda, modelar es una actividad que se sitúa en el centro mismo del proceso de generación y obtención del conocimiento, tanto a nivel educativo como a nivel de investigación, ya que modelar un problema es una muestra de haberlo comprendido correctamente, a la vez que una demostración de poseer las habilidades técnicas necesarias para su replicación y análisis.

De entre todas las metodologías diseñadas por el ser humano para crear modelos, la del **modelado matemático** destaca sobre las demás por su eficacia y buenas propiedades. Hay quien considera que la matemática es, específicamente, la disciplina del modelado formal, ya que cada una de sus ramas proporciona, de una forma u otra, un método para modelar fenómenos reales.

En los últimos años, junto a las *teorías matemáticas* y los *modelos numéricos* surgen, como resultado de las capacidades tecnológicas alcanzadas, los *modelos computacionales*, que ofrecen la ventaja de su inmediatez de resultados y persiguen la facilidad para adaptarse al fenómeno real. Hasta el momento, la propia metodología matemática intenta provocar que todas las formas de modelar se complementen y que con el tiempo los avances en las metodologías convencionales consigan explicar los fenómenos que se modelan con las más nuevas.

Entre los fenómenos que actualmente se resisten a un modelado convencional encontramos los que se conocen genéricamente como **Sistemas Complejos**, compuestos por un gran número de elementos similares, relativamente simples y homogéneos, que muestran un alto número de interrelaciones, y que evolucionan en el tiempo con una dinámica que hace que las propiedades de sus componentes varíen de manera impredecible, por lo que, incluso sabiendo las reglas simples que rigen el comportamiento local de sus actores, no podemos predecir ciertas propiedades del sistema tras un tiempo. El interés de los sistemas complejos es que muestran un paradigma teórico que abarca fenómenos presentes en casi todas las áreas del saber humano, por lo que su comprensión y modelado proporciona soluciones a problemas que van desde las ciencias sociales hasta las ciencias puras, pasando por problemas biológicos, económicos, físicos, sociales, etc.

En la mayoría de los casos, y a falta de otras herramientas más adecuadas, los sistemas complejos suelen ser abordados por herramientas de modelado matemático computacional, predominando el modelado basado en agentes y una representación basada en grafos/redes. De esta forma, la matemática computacional, uniendo el rigor matemático con la capacidad

computacional, se convierte en una pieza fundamental para el desarrollo de la ciencia y, en consecuencia, para asegurar la fiabilidad y rigor que la investigación científica exige es imprescindible que se adopten las metodologías y herramientas necesarias para que los resultados computacionales sean eficientes y de calidad, lo que se traduce en una mayor confianza en las soluciones obtenidas, y permitiendo una progresión acelerada hacia cuestiones científicas importantes que serían imposibles sin tales herramientas. Es por ello que el **Modelado de Sistemas Complejos** comienza a ocupar una posición central en el avance de muchas otras áreas de conocimiento.

Los sistemas urbano-sociales son, con mucha probabilidad, de los sistemas complejos más intrincados y ajenos al análisis científico por varias razones: por una parte, es imposible realizar sobre ellos una experimentación directa, ya que los elementos que los componen y las relaciones que entre ellos se establecen y que los definen no deben ser manipulados directamente; por otra parte, están dotados inherentemente de una gran complejidad que precisa de herramientas cuantitativas y cualitativas para su correcta comprensión, herramientas que por el momento no están completamente desarrolladas.

Por ello, de forma específica, en el proyecto que aquí se presenta se busca establecer las bases teóricas y prácticas necesarias para que se puedan aplicar de forma correcta y productiva las diversas metodologías que se han venido desarrollando en los últimos años para la comprensión y análisis de este tipo de sistemas al contexto nacional de los sistemas urbano-sociales. Para ello, y por las razones anteriormente expuestas, buscamos hacer uso de la rica información que los municipios y GADs poseen para desarrollar modelos adecuados que puedan proporcionar una visión más profunda y completa de los patrones e interacciones que se producen entre los diversos niveles del sistema urbano-social: desde las relaciones entre los individuos (entre ellos y con su entorno), hasta los patrones de comportamiento que muestra el turismo o la delincuencia, haciendo uso de las diversas capas de información que podemos extraer (capa social, geográfica, temporal, inmobiliaria, etc.).

Sin duda, conocer con mayor profundidad el comportamiento subyacente de determinadas zonas urbanas tiene unas implicaciones sociales incuestionables, que permiten mejorar la calidad de vida de los individuos y fomentar actividades beneficiosas para la población como pueden ser la movilidad y la seguridad, pero no podemos ignorar otras implicaciones de carácter no menos importante, como son la posibilidad de mejorar el rendimiento económico de un país que tiene en el turismo y en su riqueza patrimonial uno de los ejes fundamentales de su matriz productiva.

Por ello, entre los resultados esperados de este proyecto destacamos:

1. **Mejora en la tecnología** que administra las diferentes zonas urbanas del Ecuador.
2. Generación de **modelos matemático computacionales** que permitan analizar la problemática relacionada con determinadas zonas urbanas potencialmente **turísticas** del Ecuador que no se consideran recuperadas.
3. Generación de **modelos matemático computacionales** que permitan analizar la problemática relacionada con la **movilidad** en determinadas zonas urbanas del Ecuador.
4. Generación y aplicación de **modelos predictivos** que permitan gestionar de mejor manera problemas relacionados con la **seguridad** en zonas urbanas.
5. Un **mayor conocimiento** de algunas de las capas más importantes relacionadas con problemas actuales que se presentan en el Ecuador, como son: la recuperación del turismo, la mejora de la movilidad y la seguridad.
6. **Herramientas de simulación** (laboratorios virtuales) que permitan mejorar la experimentación y el conocimiento de una realidad tan compleja como la de las zonas urbanas conflictivas.

Respecto a la capacitación, la estrategia metodológica tiene dos vertientes: una teórica que se basa en los modelos matemáticos de análisis y manipulación de sistemas complejos (que abarca fundamentalmente mecánica estadística, modelado computacional y teoría de redes), y otra de carácter aplicado haciendo uso de diversas herramientas software para la implementación de sistemas multiagente y redes complejas. En este sentido, haremos uso de aquellas herramientas que tienen un rango de aplicación más extenso, que son de carácter libre y de código abierto, basadas en lenguajes de programación de carácter general y que presentan capacidades de extensión y adaptabilidad, muy adecuadas para la creación de prototipos flexibles. Por ejemplo, una herramienta libre para la creación de modelos basados en agentes como **NetLogo** (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>) o herramientas de simulación basadas en capas referenciadas geoespacialmente como **Gamma** (<http://www.gamma.org>), **Gephi** (<http://gephi.org/>) para el modelado de redes, así como herramientas para el almacenamiento y análisis de información usando Bases de Datos basadas en Grafos, como podrían ser **Neo4J** (<http://www.neo4j.org/>) y **SylvaDB** (<http://beta.sylvadb.com/>).

Gracias a la robustez de las herramientas teóricas y prácticas sobre las que se soporta esta propuesta, el conjunto de aplicaciones no está limitado al objetivo fundamental que aquí se propone de modelar un sistema urbano, por lo que la metodología desarrollada podrá ser aplicada posteriormente a otros contextos igual de ricos y productivos como son los modelados biológicos, otros modelados de realidades sociales y económicas, modelados culturales, etc.

Además, algunos miembros del GMSC tienen experiencia demostrable por publicaciones y direcciones de tesis en esta metodología y sus aplicaciones, por lo que en el proyecto que aquí se presenta se comenzará adaptando las soluciones encontradas en diferentes proyectos al contexto ecuatoriano, asegurando la consecución de los resultados esperados de forma inmediata.

Por supuesto, y dado el muy probable éxito de las colaboraciones entre el GMSC y los diferentes municipios y GADs del Ecuador, este proyecto de 24 meses nace con la segura intención de ser ampliado en proyectos concretos posteriores en los que se mejoren los resultados obtenidos, se amplíen las zonas urbanas sobre las que se aplicarán las metodologías propuestas, se optimicen los protocolos de identificación de conflictos (que han de ser evaluados y afinados por expertos), y se mejoren las herramientas diseñadas para la comprensión y visualización de los sistemas urbanos.

En el cronograma que se ofrece más adelante se exponen las actividades concretas y su secuenciación temporal, con el fin de que pueda ser valorada adecuadamente la metodología propuesta.

Con respecto a la difusión de resultados, hay claramente 3 vías que ya han sido exploradas y que se convertirán en las vías principales de difusión de resultados:

1. **Publicaciones con los municipios y GADs.** Propuestos por estas instituciones, ya que es el medio habitual por el que dan a conocer de forma abierta todo el trabajo de investigación que ellos mismos generan.
2. **Ponencias en congresos.** Gracias a la interdisciplinariedad del tema tratado, tenemos como objetivo cubrir congresos especializados en Modelado Urbano-Social, así como congresos de modelado y tratamiento computacional de la información (en este sentido, el grupo está preparando ya algunas ponencias para congresos internacionales donde se tratarán desde diversos ángulos los temas tratados en este proyecto).
3. **Revistas especializadas.** Que podrán cubrir diversos ámbitos de especialización, como ocurre con los congresos.

Además, sería interesante si las condiciones lo permiten, mostrar los resultados obtenidos por medio de **cursos de especialización** en donde se muestren la metodología y bases teóricas utilizadas, tanto en el área de la gestión urbana, como en el área del modelado matemático-computacional.

7.- BIBLIOGRAFÍA DE LOS PRINCIPALES AUTORES SOBRE EL TEMA

- **J.C. García Vázquez; D.H. Cámpora Pérez; S. Rodríguez Gómez; F. Sancho Caparrini.** (2012) *Biham-Middleton-Levine traffic model in a two-dimensional hexagonal lattice*. Proceedings of the European Conference on Complex Systems, part. XIII.
- **J.L. Suárez; F. Sancho Caparrini.** (2011) *A Virtual Laboratory for the Study of History and Cultural Dynamics*. Journal of Artificial Societies and Social Simulation 14 (4) 19,.
- **Arriaga, E.; Suárez, J.L.; Sancho Caparrini, F.** (2013) *Modeling Afro-Latin American Artistic Representations in Topic Maps*. Digital Humanities Quarterly, 7(1).
- **C. O'Donoghue;** (2001) *Dynamic Microsimulation: A Methodological Survey*, Brazilian Electronic Journal of Economics.
- **I. Benenson; I. Omer; E. Hatna;** *Entity-based modeling of urban residential dynamics: the case of Yaffo, Tel Aviv,*

Environment and Planning B: Planning and Design, vol. 29, no. 4, pp. 491 – 512, 2002.

- **Peña Pimentel, M.; Sancho Caparrini, F.; Suárez, J. L.** (2009) *Topic Maps for Philological Analysis*. Linked Topic Maps, Maicher, L. & Garshol, L. M. (editors).
- **J. M. Epstein y R. L. Axtell;** (1996) *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. Brookings Institution Press, 1996.
- **Suárez, J. L.** (2007) *Hispanic Baroque: A Model for the Study of Cultural Complexity in the Atlantic World*. South Atlantic Review, 72(1).
- **Suarez, J.L.; Sancho Caparrini, F.; Ortega, E.; de la Rosa, J.; Caldas, N.; Brown, D.** (2013) *Towards a digital geography of Hispanic Baroque art*. Literary and Linguistic Computing.
- **Suárez, J.L.; Vásquez, S.; Sancho Caparrini, F.** (2011) *The Potosí Principle: Religious Prosociality Fosters Self-Organization of Larger Communities under Extreme Natural and Economic Conditions*. Literary and Linguistic Computing, 27(1).
- **Suárez, J.L.; Sancho Caparrini, F.** (2013) *Evolving Creativity: An Analysis of the Creative Method in elBulli Restaurant*. International Conference on Culture and Computing. Kyoto University, Japan.
- **Medina, I.;** (2014) *Simulación Social*. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- **M. G. A. Huigen; K. P. Overmars; W. T. de Groot;** (2006) *Ecology and Society: Multiactor Modeling of Settling Decisions and Behavior in the San Mariano Watershed, the Philippines: a First Application with the MameLuke Framework*, Ecology and Society, vol. 11, no. 2.
- **L. An; M. Linderman; J. Qi, A. Shortridge; J. Liu;** (2005) *Exploring Complexity in a Human–Environment System: An Agent-Based Spatial Model for Multidisciplinary and Multiscale Integration*, Annals of the Association of American Geographers, vol. 95, no. 1, pp. 54–79.
- **S. Hassan Collado;** (2009) *Towards a data-driven approach for Agent-Based Modelling: simulating Spanish postmodernisation*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

8. RESUMEN EJECUTIVO: Este es un breve análisis de los aspectos más importantes del proyecto.

El proyecto que aquí se presenta busca perfeccionar y aplicar las bases teóricas y prácticas necesarias para aplicar metodologías desarrolladas para la comprensión y análisis de sistemas complejos al contexto de los sistemas urbano-sociales, en concreto al contexto de los sistemas urbano-sociales del Ecuador.

Este proyecto se enmarca dentro de un acuerdo de colaboración entre el Municipio de Quito y la Universidad Central de Ecuador (lo cual no implica necesariamente que los problemas a tratar estén localizados exclusivamente en el Municipio de Quito). Dicho acuerdo ha permitido que la colaboración por parte del GMSC con dicho municipio ya haya comenzado.

El proyecto presentado pretende estudiar problemas urbanos de diferente índole, entre los que podemos destacar:

1. Problemas relacionados con el turismo: Generación de modelos computacionales que permitan experimentar distintos escenarios orientados a la recuperación turística de acuerdo a la zona y problemática específica.
2. Problemas relacionados con la movilidad: Diseño de laboratorios virtuales que permitan analizar diferentes posibilidades aplicables a la organización del tráfico de vehículos y personas.
3. Problemas relacionados con la seguridad: Obtención de modelos predictivos orientados a mejorar la seguridad ciudadana en áreas específicas como delincuencia y desastres naturales, entre otros.

Para ello, haremos uso de la información que los municipios y GADs poseen sobre los temas a tratar. En el caso del Municipio de Quito ya han comenzado las reuniones con el Departamento de Seguridad, el cual se ha comprometido a hacernos llegar la información necesaria para la correcta implementación de los modelos.

Además de las implicaciones sociales, no podemos ignorar otras implicaciones de carácter igualmente importante, como son la posibilidad de mejorar el rendimiento económico de un país que tiene en el turismo y en su riqueza cultural uno de los ejes fundamentales de su matriz productiva.

Entre los resultados esperados de este proyecto destacamos:

1. Aplicación de **técnicas de modelado** propias de los sistemas complejos al análisis y gestión de zonas urbanas del Ecuador **mejorando así la tecnología** que administra dichas zonas.
2. Generación y aplicación de **modelos matemático computacionales** que permitan analizar **problemáticas urbano-sociales** relacionadas con el **turismo** y la **movilidad** en diferentes municipios del Ecuador con el objetivo de generar recomendaciones

en políticas públicas cuyo éxito ha sido demostrado a través de la simulación.

3. Generación y aplicación de **modelos predictivos** que permitan gestionar de mejor manera problemas relacionados con la **seguridad** en zonas urbanas del Ecuador.

4. Generación y transferencia (a municipios y GADs) de **herramientas de simulación** que permitan mejorar la experimentación y el conocimiento de una realidad tan compleja como la de las zonas urbanas conflictivas.

9.-PRODUCCIÓN DEL PROYECTO:

| | |
|----------------------------------|--|
| Productos | <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios Virtuales (Herramientas de Simulación) que permita a los diferentes municipios y GADs entender y gestionar problemas urbano-sociales relacionados con el turismo. • Laboratorios Virtuales (Herramientas de Simulación) que permita a los diferentes municipios y GADs entender y gestionar problemas urbano-sociales relacionados con la movilidad. • Modelos predictivos que permitan gestionar de mejor maneras problemas relacionados con la seguridad en entornos urbanos. |
| Resultados | <ul style="list-style-type: none"> • Publicaciones (Municipios, GADs, Congresos y Revistas especializadas). • Herramientas de Análisis y Predicción para Zonas Urbanas en conflicto. • Cursos de especialización para investigadores (UCE y INPC). • Capacitación del personal (investigadores y alumnos) del GMSC-UCE. |
| Usuarios de los productos | <ul style="list-style-type: none"> • Municipios y GADs. • Juntas Parroquiales. • Ministerios. |

10.- DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

1. Mejorar la capacidad de prevención de conflictos urbano-sociales, evitando o disminuyendo pérdidas económicas y/o culturales.
2. Acercar las herramientas de simulación a diferentes instituciones del Ecuador, como son: municipios, GADs, juntas parroquiales o ministerios.
3. Extraer conocimiento a partir de los resultados de los análisis realizados sobre los conflictos urbano-sociales del Ecuador relacionados con el turismo, la movilidad y la seguridad, lo que mejorará la comprensión por parte de expertos de importantes conflictos urbano-sociales del país y redundará en una más óptima toma de decisiones por parte de las autoridades.
4. Capacitar a personal de diferentes instituciones ecuatorianas en la aplicación de metodologías de modelado de Sistemas Complejos, lo que facilitará la posterior aplicación de dichas metodologías a otros contextos.

13.- PARTICIPANTES EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

INVESTIGADOR -DIRECTOR DEL PROYECTO (DOCENTE TITULAR TIEMPO COMPLETO)

| | | | |
|-------------------------------|--|----------------------------------|--|
| APELLIDOS | ALMAGRO BLANCO | NOMBRES | PEDRO |
| NÚMERO DE CÉDULA DE IDENTIDAD | 1756591846 | DIRECCIÓN DOMICILIARIA | Calle Fernandez de Recalde, N24-76 |
| TITULO TERCER NIVEL | Ing. Informático | TITULO CUARTO NIVEL | Maestría en Lógica Computación e Inteligencia Artificial |
| CARGO ACTUAL | Profesor Auxiliar a Tiempo Completo | UNIDAD ACADÉMICA | Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas |
| TELÉFONO FIJO | | TELÉFONO MÓVIL | 0998631083 |
| CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL | Palmagroblanco@gmail.com | CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL | palmagro@uce.edu.ec |

INVESTIGADOR ADJUNTO (DOCENTE TITULAR TIEMPO COMPLETO)

| | | | |
|-----------|------------------|---------|-----------------|
| APELLIDOS | REGALADO BOLAÑOS | NOMBRES | SONIA ELIZABETH |
|-----------|------------------|---------|-----------------|

| | | | |
|-------------------------------|--|----------------------------------|---|
| NÚMERO DE CÉDULA DE IDENTIDAD | 1706950654 | DIRECCIÓN OMICILIARIA | Pasaje D N19 121 y Bolivia |
| TITULO TERCER NIVEL | Matemática | TITULO CUARTO NIVEL | Maestría en Lógica Computación e Inteligencia Artificial / Maestría en Docencia para Ingenieros |
| CARGO ACTUAL | Docente Auxiliar a Tiempo Completo | UNIDAD ACADÉMICA | Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas |
| TELÉFONO FIJO | 2508423 | TELÉFONO MÓVIL | 0991455273 |
| CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL | regaladoeli@gmail.com | CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL | sregalado@uce.edu.ec |

INVESTIGADOR EXTERNO ADJUNTO

| | | | |
|-------------------------------|--|----------------------------------|---|
| APELLIDOS | MEDINA CARRANCO | NOMBRES | EDGAR IVÁN |
| NÚMERO DE CÉDULA DE IDENTIDAD | 0400800405 | DIRECCIÓN DOMICILIARIA | Pasaje D N19 121 y Bolivia |
| TITULO TERCER NIVEL | Ingeniero en Informática | TITULO CUARTO NIVEL | Maestría en Lógica Computación e Inteligencia Artificial. Especialista en Proyectos de Desarrollo |
| CARGO ACTUAL | Administrador Financiero y de Tecnologías | UNIDAD ACADÉMICA | Oficina Técnica de Cooperación en Ecuador de la AECID |
| TELÉFONO FIJO | 2508423 | TELÉFONO MÓVIL | 0999686642 |
| CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL | eimednac@hotmail.com | CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL | ivan.medina@aecid.ec |

INVESTIGADOR EXTERNO ADJUNTO

| | | | |
|-------------------------------|--|----------------------------------|---|
| APELLIDOS | SANCHO CAPARRINI | NOMBRES | FERNANDO |
| NÚMERO DE CÉDULA DE IDENTIDAD | AAD368165 (Pasaporte) | DIRECCIÓN DOMICILIARIA | C/ Alejandro Valdez. Edif. Parque Italia,3, 1ºD |
| TITULO TERCER NIVEL | Licenciado en Matemáticas | TITULO CUARTO NIVEL | Doctor en Matemáticas |
| CARGO ACTUAL | Docente Investigador a Tiempo Completo | UNIDAD ACADÉMICA | Universidad de Sevilla |
| TELÉFONO FIJO | 23203472 | TELÉFONO MÓVIL | |
| CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL | fsanchoaparrini@gmail.com | CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL | fsancho@us.es |

PASANTES (cf. Reglamento de Pasantías)

| | | | |
|----------------------------|------|------------------|--|
| Apellidos | 4 NN | Nombres | |
| Número de CI | | Dirección | |
| Teléfono fijo/movil | | Facultad | |
| Carrera | | Semestre | |

14.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD | Miembros implicados | Observaciones | FECHA INICIO | FECHA DE FIN |
|--|--|--|--------------|--------------|
| 1. Reuniones con Entidades Interesadas en Recuperación Turística | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Se deben localizar a través de reuniones con las entidades, problemas relacionados con la Recuperación Turística potencialmente modelables | 1/6/2016 | 31/8/2016 |
| 2. Análisis Problemática Recuperación | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso para analizar los problemas localizados en el problema anterior | 1/9/2016 | 31/11/2016 |

| | | | | | |
|---|--|---|------------|------------|--|
| Turística | | | | | |
| 3. Identificación de los actores fundamentales relacionados con la Recuperación Turística | Todos | En reuniones de el grupo de investigación completo, se indentificarán las unidades fundamentales que definen en cada problema | 1/12/2016 | 31/1/2017 | |
| 4. Reuniones con Entidades interesadas en Recuperación Turística | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Reuniones para obtener los parámetros que definen el comportamiento de los elementos identificados en la actividad anterior | 1/ 2 /2017 | 31/4/2017 | |
| 5. Afinación de parámetros en modelos de Recuperación Turística | Todos | Ajuste de los parámetros del modelo | 1/5/2017 | 31/6/2017 | |
| 6. Reuniones con Entidades Interesadas en Movilidad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Se deben localizar a través de reuniones con las entidades, problemas relacionados con la Movilidad potencialmente modelables | 1/6/2016 | 31/8/2016 | |
| 7. Análisis Problemática Movilidad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso para analizar los problemas localizados en el problema anterior | 1/9/2016 | 31/11/2016 | |
| 8. Identificación de los actores fundamentales relacionados con la Movilidad | Todos | En reuniones de el grupo de investigación completo, se indentificarán las unidades fundamentales que definen en cada problema | 1/12/2016 | 31/1/2017 | |
| 9. Reuniones con los Entidades interesadas en Movilidad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Reuniones para obtener los parámetros que definen el comportamiento de los elementos identificados en la actividad anterior | 1/ 2 /2017 | 31/4/2017 | |
| 10. Afinación de parámetros en modelos de Movilidad | Todos | Ajuste de los parámetros del modelo | 1/5/2017 | 31/6/2017 | |
| 11. Reuniones con Entidades interesadas en Seguridad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Se deben localizar a través de reuniones con las entidades, problemas relacionados con la Seguridad potencialmente modelables | 1/6/2016 | 31/8/2016 | |
| 12. Análisis de modelos de Aprendizaje Automático (AA) | Todos | A priori, los modelos preseleccionados son: Redes Neuronales, Máquinas de Soporte Vectorial y Random Forests. | 1/9/2016 | 31/11/2016 | |
| 13. Entrenamiento del modelo AA con muestras de riesgos | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro | Se utilizará una porción de las fichas de riesgo obtenidas | 1/12/2016 | 31/1/2017 | |
| 14. Evaluación del aprendizaje de riesgo obtenido | Todos | Se validará el modelo obtenido en el paso anterior sobre las fichas que no han sido usadas en el entrenamiento. | 1/ 2 /2017 | 31/4/2017 | |
| 15. Reuniones de validación con entidades interesadas | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Tras estas reuniones se produce un ajuste de los parámetros obtenidos con el fin de optimizar el | 1/7/2017 | 31/8/2017 | |

| | | | | | |
|---|--|--|-----------|------------|--|
| en Seguridad. | | reconocimiento de riesgos. | | | |
| 16. Ciclo de vida de AA de riesgos | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro | Se condensa en esta actividad la repetición del ciclo de trabajo en la sección de riesgos: entrenamiento-validación-afinamiento. | 1/9/2017 | 31/10/2017 | |
| 17. Generación de modelos de simulación relacionados con Recuperación Turística | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Se generarán modelos que permitan simular el comportamiento de los sistemas relacionados con Recuperación Turística | 1/11/2017 | 31/2/2017 | |
| 18. Generación de modelos de simulación relacionados con Movilidad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Se generarán modelos que permitan simular el comportamiento de los sistemas relacionados con Movilidad | 1/11/2017 | 31/2/2018 | |
| 19. Generación de modelos de simulación relacionados con Seguridad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Se generarán modelos que permitan predecir el comportamiento de los sistemas relacionados con Seguridad | 1/11/2018 | 31/2/2018 | |
| 20. Reuniones con las entidades interesadas en Recuperación Turística para presentación de resultados | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso de verificación de modelos con las entidades interesadas en modelos de Recuperación Turística | 1/3/2018 | 31/3/2018 | |
| 21. Reuniones con las entidades interesadas en Movilidad para presentación de resultados | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso de verificación de modelos con las entidades interesadas en modelos relacionados con Movilidad | 1/3/2018 | 31/3/2018 | |
| 22. Reuniones con las entidades interesadas en Seguridad para presentación de resultados | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso de verificación de modelos con las entidades interesadas en modelos predictivos relacionados con Seguridad | 1/3/2018 | 31/3/2018 | |
| 23. Capacitación Entidades interesadas en Recuperación Turística | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso de capacitación y transferencia de modelos para las entidades interesadas en modelos de Recuperación Turística | 1 /4/2018 | 31/4/2018 | |
| 24. Capacitación Entidades interesadas en Movilidad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso de capacitación y transferencia de modelos para las entidades interesadas en modelos de Movilidad | 1 /4/2018 | 31/4/2018 | |
| 25. Capacitación Entidades interesadas en Seguridad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Proceso de capacitación y transferencia de modelos para las entidades interesadas en modelos de Seguridad | 1 /4/2018 | 31/4/2018 | |
| 26. Ciclo de vida modelos Recuperación Turística | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Tras la capacitación y transferencia se entra en un ciclo de ajuste para ajustarlo a las necesidades de las diferentes entidades interesadas en este tipo de modelos | 1/5/2018 | 31/5/2018 | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|----------|-----------|--|
| 27. Ciclo de vida modelos Movilidad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Tras la capacitación y transferencia se entra en un ciclo de ajuste para ajustarlo a las necesidades de las diferentes entidades interesadas en este tipo de modelos | 1/5/2018 | 31/5/2018 | |
| 28. Ciclo de vida modelos Seguridad | Elizabeth Regalado, Pedro Almagro, Ivan Medina | Tras la capacitación y transferencia se entra en un ciclo de ajuste para ajustarlo a las necesidades de las diferentes entidades interesadas en este tipo de modelos | 1/5/2018 | 31/5/2018 | |

15.- PRESUPUESTO

El presupuesto que se presenta es para un proyecto de dos años de duración, aunque sería interesante plantear una continuidad a las labores realizadas con extensiones anuales que permitieran la consecución de objetivos a largo plazo y la maduración de las metodologías desarrolladas, tanto al ámbito de las zonas urbanas ecuatorianas como a zonas urbanas de otras regiones. Por supuesto, los presupuestos de los años posteriores serían sensiblemente inferiores al no ser necesario el total del apartado dedicado a Equipos Informáticos.

| <i>Concepto</i> | <i>Cantidad</i> |
|---|------------------|
| <i>Pasantías y Servicios Ocasionales(8 alumnos, 24 meses)</i> | 87.590\$ |
| <i>Equipos informáticos de usuario</i> | 21.580\$ |
| <i>Equipo Servidor de Cálculo</i> | 10.800\$ |
| <i>Viajes, Invitados, Eventos</i> | 18.000\$ |
| <i>Insumos</i> | 3.600\$ |
| <i>Total</i> | 141.570\$ |

Creemos que el futuro investigador de la UCE y de Ecuador pasa por una correcta formación de los jóvenes que serán los que configuren los proyectos y grupos que determinarán la evolución productiva del país. En este sentido, hemos puesto un especial énfasis en asociar a cada una de las partes de este proyecto un grupo de **estudiantes pasantes** que puedan completar su formación académica dentro de un proyecto real que ofrece una robusta base teórica a la vez que un conjunto de aplicaciones prácticas muy diverso. El cálculo que se ha realizado contempla un pago a los pasantes de 357\$ por mes. Y cuando hayan completado su formación pasen a ser servidores públicos Nivel 1 con un salario de 752\$ (a lo que habría que añadir todos los beneficios de ley: décimos, vacaciones, aporte patronal, etc...).

Además, se ha considerado la compra de **equipos informáticos** de usuario para el grupo, la compra de una impresora común para todo el grupo y la dotación de equipos de una pequeña sala de cálculo en la que trabajarán los pasantes y que dispondrá de un equipo centralizado de cálculo formado por un pequeño cluster de ordenadores personales y una **máquina central con varios procesadores**. De esta forma, estamos seguros de poder abordar los problemas de cálculo con los sistemas de gran complejidad que manipularemos en el proyecto.

Adicionalmente, se ha añadido un apartado relacionado con **viajes, invitados y eventos** con el fin de poder financiar los gastos derivados de las colaboraciones que ya se han comenzado con grupos internacionales, así como la asistencia a congresos nacionales e internacionales. Si fuera posible, se tiene planificado también la realización de unas jornadas internacionales de modelado matemático-computacional en la UCE, que mezclarían pequeños seminarios y cursos de especialización junto con trabajo de modelado sobre problemas reales.

En el apartado de **insumos** se incluyen los gastos de material fungible propios de un grupo de estas características: material de papelería, tóner de impresora, fotocopias, y pequeño material electrónico (USB-pen, cables, ...), etc.