

11as Jornadas Internacionales gvSIG  
Valencia, España. 2-4 de Diciembre, 2015



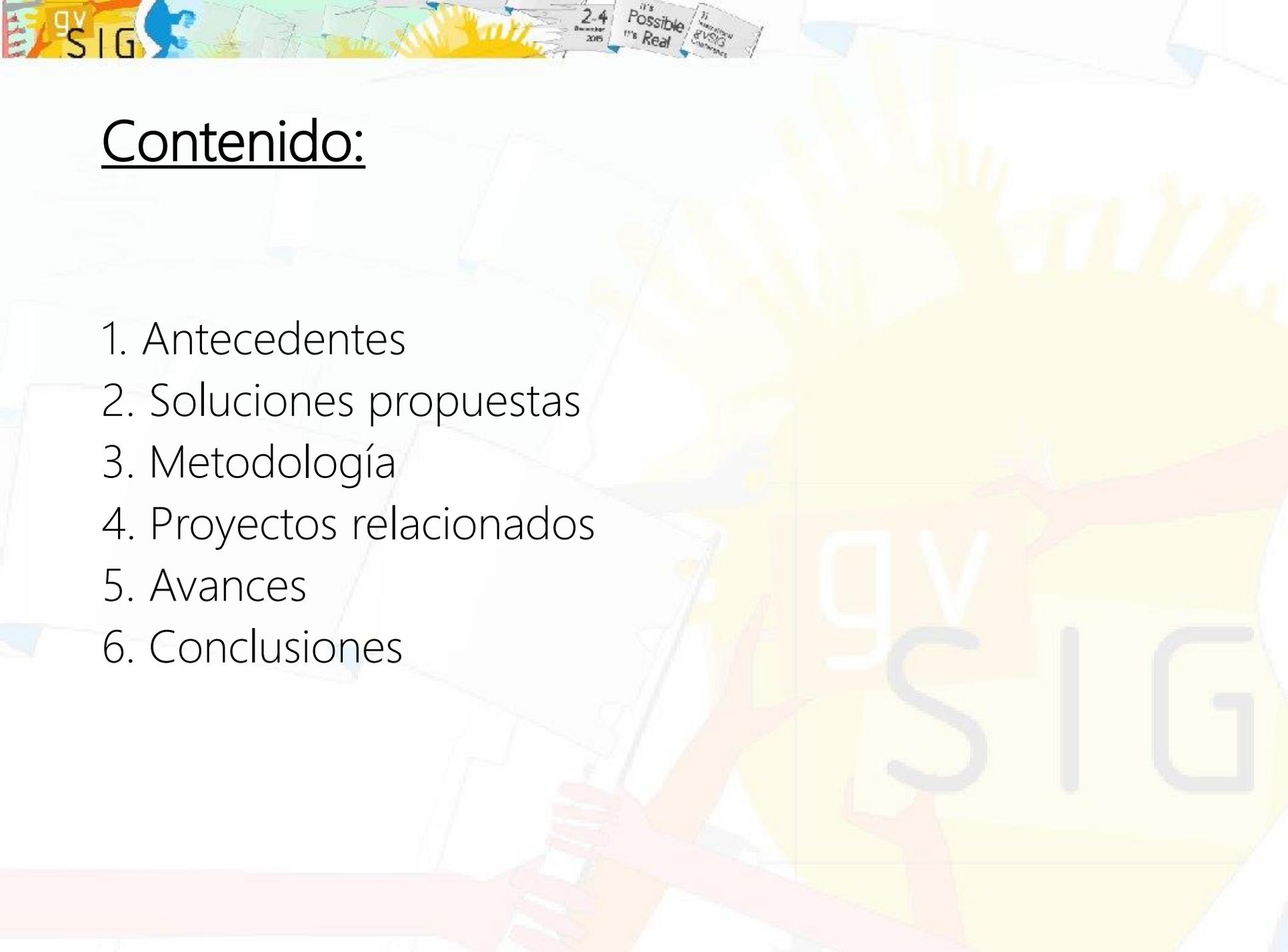
UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

# Enfoque geoespacial de inteligencia colectiva como apoyo prospectivo a la Evaluación Ambiental Estratégica de energías renovables.

*-Energía eólica en México como caso de estudio-*

Juan Daniel Castillo Rosas  
José J. Díez-Rodríguez  
Alex Jiménez Vélez

Doctorat en Enginyeria de Projectes i Sistemes  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
Industrial de Barcelona (ETSEIB)



# Contenido:

1. Antecedentes
2. Soluciones propuestas
3. Metodología
4. Proyectos relacionados
5. Avances
6. Conclusiones

# 1. Antecedentes

- EAE o SEA consiste en la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- “La evaluación permitirá **integrar los aspectos medioambientales** en la preparación y adopción de estos planes y programas, y supone una contribución al desarrollo sostenible” (Directiva [2001/42/CE](#)).
- Esta evaluación incluye la elaboración de un informe medioambiental así como la realización de **consultas** (al **público** y a **autoridades competentes** en cuestiones medioambientales).





[www.voxeurop.eu/en/content/article/4232141-long-live-energy-transition](http://www.voxeurop.eu/en/content/article/4232141-long-live-energy-transition)

- Las Políticas, Planes y Programas (PPP's) de desarrollo de infraestructuras tienen una estrecha relación con los aspectos esenciales de la **planeación del espacio geográfico**.
- Es necesario un **cambio** en los procesos de **planificación estratégica-espacial** y *toma de decisiones*, sustentado en **información adaptada a las necesidades**.
- En la actualidad existe poca experimentación destinada al **uso de información espacial** durante la Evaluación Ambiental Estratégica y su integración al proceso de toma de decisiones.



## 2. Soluciones propuestas

- Enfoque que integra conocimientos y herramientas de Inteligencia Colectiva, Inteligencia Artificial y Teoría de la Complejidad en una aplicación de tipo G-SDSS (9as Jornadas Internacionales GvSIG).
- Tendencias futuras resultantes del consenso interdisciplinar de un grupo de expertos, sin que además, se tenga la estricta dependencia de datos geoespaciales.
- En este trabajo se presenta el avance de un caso de estudio respecto a la planificación de la energía eólica de México, el cual se desarrolla a través de una aplicación geoweb colaborativa, en tiempo real asíncrona y distribuida, denominada Sistema Geoespacial de Inteligencia Colectiva (SIGIC).



- *Stakeholders participation* → *Inteligencia Colectiva* → *Consenso Espacial (Geoconsenso)* → *Proyección de Escenarios de desarrollo energético* → *Formulación e Implementación de PPP's*.

## Visualización jerárquica de la planificación del desarrollo en México y el ámbito actual de aplicación de la Evaluación Ambiental

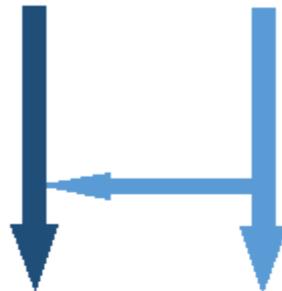


Source: adapted from Ahumada (2011)

# 3. Metodología / Adopción de Modelo de EAE

## 1. Single opportunity model

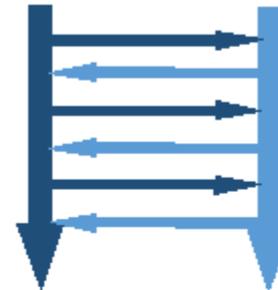
Planning process    SEA process



*"Too late"*

## 2. Parallel model

Planning process    SEA process



Parallel processes – standard SEA  
*"One size fits all"* SEA

## 3. Integrated model

Planning process + SEA process



*"Who does what?"*

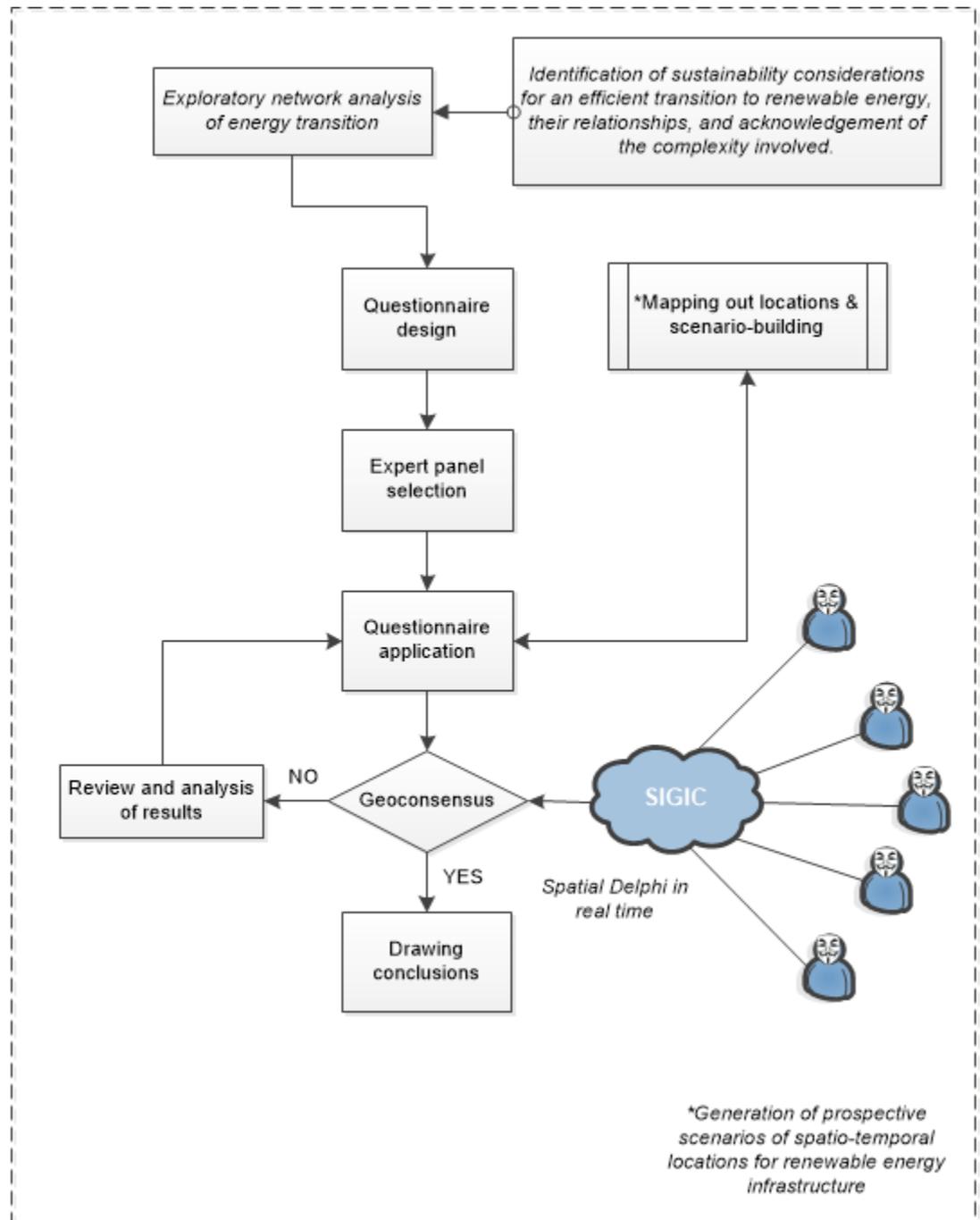
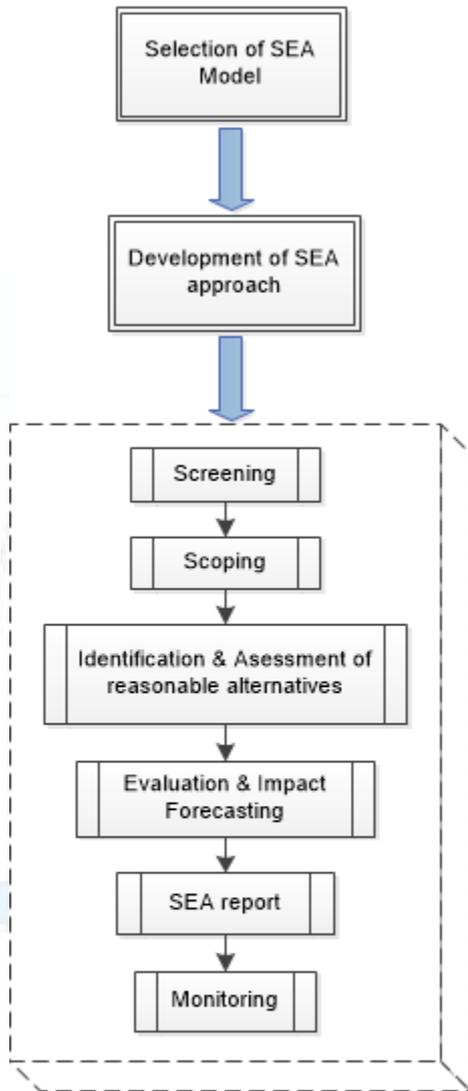
## 4. Decision-centred model

Planning process



SEA – framework  
of key activities

Decision process leads the way  
*"Tailor-made SEA/ designed to fit  
decision-making"*



SEA proposed framework

*\*Generation of prospective scenarios of spatio-temporal locations for renewable energy infrastructure*

# 3. Metodología



Documentación no georreferenciada



Opiniones de expertos en tiempo real-asíncrono

Consiste en responder espacialmente y de manera anónima a una encuesta, ubicando un punto sobre el mapa y aportando un argumento de justificación...

depositados en la base de datos del Instituto Antártico Ecuatoriano (INAE), Ecuador.

## 2. Materiales y Métodos

El área de estudio comprende el sector de la península Punta Fort Williams (Isla Greenwich, Antártida), donde se encuentra la Base Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado. El muestreo se lo realizó el 11 de Febrero del 2008, durante el verano antártico, donde se registró una temperatura superficial promedio de 8.3°C durante el periodo de muestreo.

La Isla Greenwich es parte del gran conjunto de islas Shetland del Sur, consideradas por la comunidad científica como un sitio de interés estratégico para la conservación Antártica [9].

Se trazaron dos transectas lineales, denominados A y B, con longitudes de 1.1 km y 0.91 km respectivamente. (Fig. 1).



Figura 1. Posición de las transectas lineales usadas en el estudio de cobertura superficial en la Punta Fort Williams, Isla Greenwich. Las transectas están sobrepuestas sobre una imagen obtenida de Google

## 3. Resultados y discusión.

El 90.4% de Punta Fort Williams está cubierta por rocas, piedras y clastos. Los musgos son la vegetación predominante del área. Esta observación coincide con los resultados obtenidos por Convey [1]. En el área de estudio, los musgos representaron el 9% del área superficial total mientras que *C. quitensis* cubrió el 0.6%. Los musgos fueron mayormente encontrados en las zonas planas donde el suelo era más húmedo, mientras que *C. quitensis* se encontró en las zonas más altas y con poca humedad. No se encontró vegetación a orillas del mar y en áreas con capas delgadas de suelo. La distribución de la vegetación en la península es parcelada. Las transectas cubrieron áreas con diferentes características geomorfológicas que influyen, evidentemente, en la



Figura 2. Vista panorámica del área mu... la Punta Fort Williams, Isla Greenwich.



General Geoconsenso Analisis Busqueda

Argumentos de la Opinión 3

Respuestas: 14 Geoconsenso actual: d= 59.43 m .: a= 2774.37 m<sup>2</sup>

Usuario	Fecha	Geoconsenso
92	06/10/2015,...	d= 800.00 m .: a= 0.50 km <sup>2</sup>
110	06/10/2015,...	d= 800.00 m .: a= 0.50 km <sup>2</sup>
98	06/10/2015,...	d= 118.63 m .: a= 0.01 km <sup>2</sup>
97	10/10/2015,...	d= 60.05 m .: a= 2831.78 m <sup>2</sup>
<b>Argumento:</b> Para evitar afectar otras áreas, la descarga de aguas residuales debe hacerse en el mismo sitio donde zarpan los zodiacs.		
105	13/10/2015,...	d= 64.53 m .: a= 3270.88 m <sup>2</sup>
107	16/10/2015,...	d= 43.61 m .: a= 1493.91 m <sup>2</sup>
96	16/10/2015,...	d= 74.43 m .: a= 4350.59 m <sup>2</sup>
104	17/10/2015,...	d= 52.49 m .: a= 2163.67 m <sup>2</sup>
94	17/10/2015,...	d= 56.33 m .: a= 2492.10 m <sup>2</sup>
7	17/10/2015,...	d= 56.33 m .: a= 2492.10 m <sup>2</sup>
95	17/10/2015,...	d= 56.33 m .: a= 2492.10 m <sup>2</sup>
99	18/10/2015,...	d= 56.33 m .: a= 2492.10 m <sup>2</sup>
101	19/10/2015,...	d= 59.43 m .: a= 2774.37 m <sup>2</sup>
108	20/10/2015,...	d= 59.43 m .: a= 2774.37 m <sup>2</sup>

Escala: 1:2133 Posición actual X', Y' (EPSG:4326):-59.74542, -62.44902 Proyección del mapa base:

← Argumentos de expertos

Relación de *geoconsenso* correspondiente al área señalada en el mapa con un círculo color verde

→

General Geoconsenso Analisis Busqueda

Argumentos de la Opinión 3

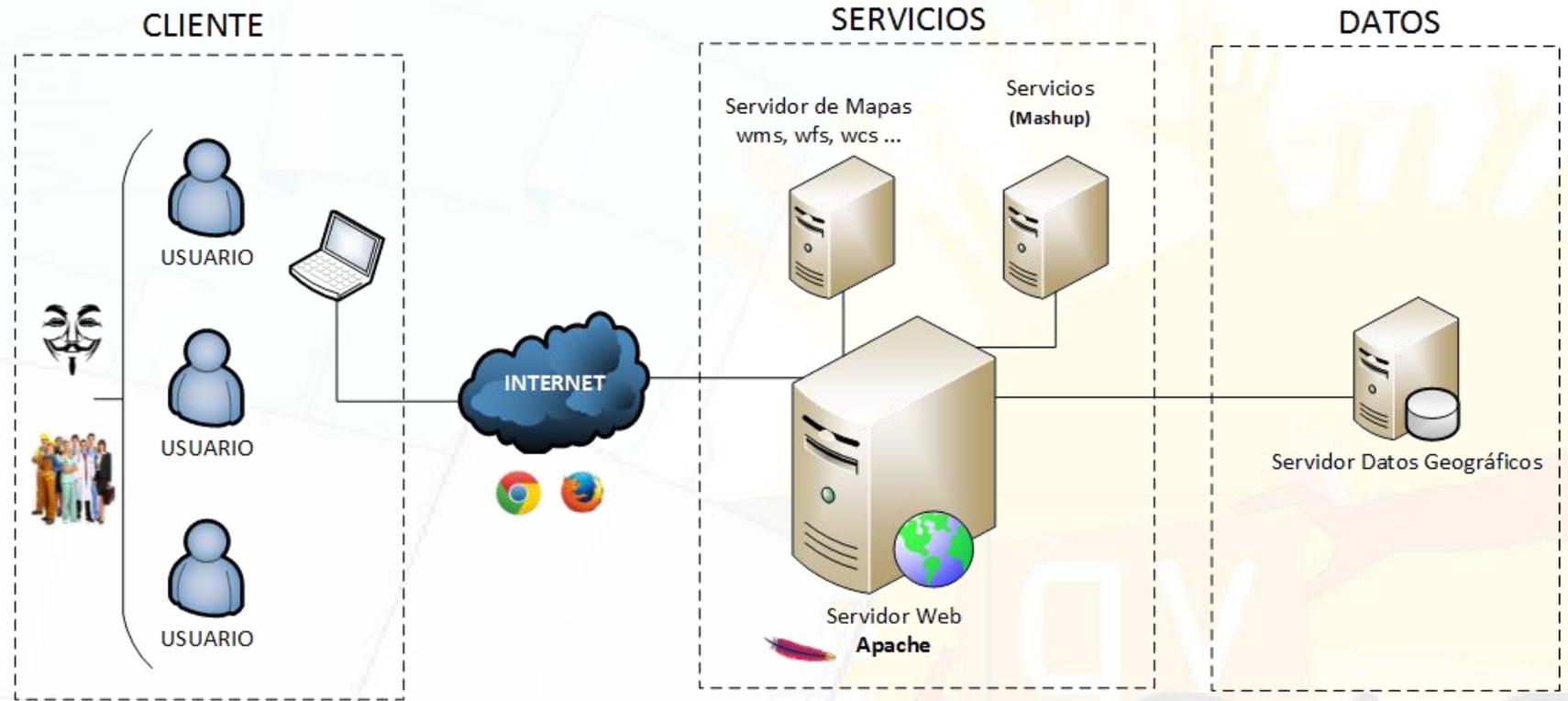
Geoconsenso actual: d= 59.43 m .: a= 2774.37 m<sup>2</sup>

Mi respuesta: \*

- Dentro de geoconsenso
- Fuera de geoconsenso

Escala: 1:2133 Posición actual X', Y' (EPSG:4326):-59.74392, -62.44902 Proyección del mapa base: EPSG:900913 | SIGIC, UPC-BarcelonaTech, MMXIV

# Arquitectura



Logos for client-side and development tools: OpenLayers™, GeoExt, Ext JS, Eclipse, and gv SIG.

Logos for server-side and data technologies: php, GeoServer, PostgreSQL, PostGIS, Google Maps, Magnifying Glass, Sun, Wikipedia, and Panoramio.

# 4. Proyectos relacionados

The screenshot displays a GIS application interface. The main map shows a satellite view of a snowy, mountainous area. A red dashed line indicates a path or boundary. A green circle highlights a specific area, and a blue circle highlights another. The interface includes a menu bar at the top with options like 'Mapa', 'Archivos', 'Ayuda', and 'Acerca de...'. Below the menu is a toolbar with various icons. On the left, there is a 'Capas' (Layers) panel with a tree view showing 'Mapas de base' and 'Mapas especiales (WMS)'. The 'Mapas especiales (WMS)' section includes 'UPC, BarcelonaTech - V' with sub-items like 'PVM\_Construcciones', 'PVM\_Elevaciones', 'PVM\_Planimetria', and 'PVM\_Altimetria'. At the bottom, there is a scale bar (0 to 0.2 Kilometers) and a status bar showing 'Escala: 1:4265', 'Posición actual X, Y (EPSG:4326): -59.74532, -62.44873', and 'Proyección del mapa base: EPSG:900913 | SIGIC, UPC-BarcelonaTech'. On the right, there is a 'Consulta a Expertos' panel with a 'Escenario Actual' section and three questions. Question 1 asks for a location to restrict visitor access. Question 2 asks for a site for a water supply system. Question 3 asks for a site for a wastewater treatment system. Each question has a 'Visible' checkbox and options for 'Opinión' and 'Argumentos'.

- Estación Pedro Vicente Maldonado, Isla de Greenwich, Antártida
- Los Abruzos, Italia.
- Cuenca, Ecuador.
- Esmeraldas, Ecuador.





# 5. Avances

The screenshot displays the SIGIC web application interface. The main map shows the states of Puebla, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, and Chiapas, with various geographical layers overlaid. The interface includes a top navigation bar with 'Mapa', 'Archivos', 'Ayuda', and 'Acerca de...'. Below this is a 'Mapas' section with 'Arbol de Capas' and 'Agregar/Eliminar' buttons. The 'Capas' list on the left includes 'Mapas de base' (OpenStreetMap, Google Hybrid, Physical, Streets, Satellite) and 'Mapas especiales (WMS)' (UPC, BarcelonaTech, Areas naturales protegidas, Inventario energía eólica, Regiones indígenas, Densidad de potencia, Velocidad de Viento 1). A context menu is open over the map, showing options like 'Información', 'Eliminar', 'Zoom por Extensión', 'Editar mapas temáticos', 'Transparencia', and 'Descargar'. The right side features a 'Consulta a Expertos' panel with a text box for user input and three question prompts. The bottom status bar shows 'Escala: 1:4367821', 'Posición actual X, Y (EPSG:4326): -99.02822, 17.65946', and 'Proyección del mapa base: EPSG:900913 SIGIC, UPC-BarcelonaTech'.

Interfaz de usuario de SIGIC



# Abordando las dimensiones de la Sostenibilidad

The screenshot displays a GIS web application interface. The main map shows a geographical area in southern Mexico, including parts of Puebla, Veracruz, Tabasco, Chiapas, and Oaxaca. The map is overlaid with several layers, including a 'Densidad de potencia' (Power Density) layer shown in red and blue. A scale bar indicates 0, 100, and 200 kilometers. The interface includes a 'Mapa' menu, 'Opciones' (Options) section with 'General' and 'Geoconsenso' tabs, and a 'Consulta a Expertos' (Expert Consultation) panel on the right. The 'Consulta a Expertos' panel contains three questions related to wind energy development and environmental degradation, each with a 'Visible' checkbox and options for 'Opinión' (Opinion) or 'Argumentos' (Arguments).

**Consulta a Expertos**

Escenario Actual

Tomando en cuenta las condiciones actuales y las capas de información presentadas, por favor responda poniendo su opinión con un punto en el mapa, lo siguiente:

**Cuestión 1**

¿Dónde considera que sean las zonas o emplazamientos más adecuados para el desarrollo de nuevas instalaciones de energía eólica en términos de sustentabilidad?

Visible  Opinión  Argumentos [Modificar](#)

**Cuestión 2**

De los sitios/zonas probadas -mostradas en la pantalla- con potencial de generar energía eléctrica a través de energía eólica, elija una zona la cual considere de mayor prioridad y relevancia estratégica para el desarrollo de energía eólica en el país

Visible  Opinión  Argumentos [Modificar](#)

**Cuestión 3**

En relación con la consulta anterior y considerando posibles efectos acumulativos, elija una zona donde estime que se producirá una mayor degradación

Visible  Opinión  Argumentos [Modificar](#)

Notificaciones

## Integración de Planificación Espacial y Evaluación Ambiental Estratégica



Mapa Archivos Ayuda Acerca de...

General Geoconsenso

Cerrar sesión Contraseña Cambiar Idioma

2-4 December 2015 It's Possible It's Real

Consulta a Expertos

Escenario Actual

Tomando en cuenta las condiciones actuales y las capas de información presentadas, por favor responda poniendo su opinión con un punto en el mapa, lo siguiente:

**Cuestión 1**

¿Dónde considera que sean las zonas o emplazamientos más adecuados para el desarrollo de nuevas instalaciones de energía eólica en términos de sustentabilidad?

Visible  Opinión  Argumentos Modificar

**Cuestión 2**

De los sitios/zonas probadas -mostradas en la pantalla- con potencial de generar energía eléctrica a través de energía eólica, elija una zona la cual considere de mayor prioridad y relevancia estratégica para el desarrollo de energía eólica en el país

Visible  Opinión  Argumentos Modificar

**Cuestión 3**

En relación con la consulta anterior y considerando posibles efectos acumulativos, elija una zona dónde estime que se producirá una mayor degradación ambiental como

Notificaciones

### Capas de análisis:

- Inventarios de Energía Eólica (Actual y potencial)
- Densidad y Potencia del viento a 120 m
- Áreas Naturales Protegidas
- Regiones Indígenas

### Stakeholders:

- Servidores públicos
- Académicos
- Empresa
- ONG's

## Integración de documentación para soporte de opiniones

The image shows two overlapping windows of the SIGIC (SIG) user interface. The top window displays a document titled "Integrating Environmental Considerations in Policy Formulation: Lessons from Policy-Based SEA Experience" from The World Bank, Report No. 32783. The bottom window displays a document titled "INDUSTRIA DE ENERGÍAS RENOVABLES PROSPECTIVA Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN MÉXICO" from the Unidad de Inteligencia de Negocios, dated 2015. Both windows show a file explorer on the left with a list of documents, including "Application of Multicriteria Decision Analysis", "Diagnostico Energias Renovables Mexico", "EAE - Propuesta para fortalecer la aplicaci...", "EAE Modelo Metodologico para la evaluaci...", "Environmental Assessment Tools as a Fra...", "Estrategia Nacional de Energia 2013-2027", "Estrategia Nacional de Transicion Energeti...", "Integrating Environmental Considerations in...", "LGEEPA.pdf", "Presentacion Sectorial-Perspectivas Energ...", "Programa Nacional de Infraestructura 2014", "Programa Sectorial de Energia 2013-2018", "SEA Manual - IAIA.pdf", "SEA methodological guidance for strategic...", "SEA Protocol.pdf", "Spatial Planning - Economic Commission fo...", "Sustentabilidad ambiental del concepto a la...", and "UVP Tutorial\_Thomas Fischer\_SIA in Engl...". The background features a stylized sun and hands holding a globe.

Interfaz de usuario de SIGIC

\*Documentación no georreferenciada



## 6. Conclusiones

- Con esta propuesta se pretende **incrementar la previsión de impactos ambientales** significativos en materia de energías renovables, con lo que se presume el aumento de la influencia y **consideración de las variables medioambientales** en el proceso de **toma de decisiones**.
- Adicionalmente se contribuirá al desarrollo de un enfoque sistemático para la evaluación de la planeación de proyectos de infraestructura en energías renovables, adoptando la filosofía de la **EAE** como un **instrumento** que **potencializará la sostenibilidad**; asimismo se enriquecerá el proceso de identificación, evaluación y **propuesta de alternativas** razonables durante la EAE, lo que a su vez ayudará a fortalecer un marco de transparencia en la toma de decisiones estratégicas.
- Se logra la configuración y adaptación de una herramienta de **inteligencia estratégica territorial** de gran **utilidad** para la implementación de la **EAE**.
- Finalmente, se pretende contribuir a la construcción de una **estructura compartida de pensamiento estratégico** que refleje percepciones más nítidas y aliente la diversidad acerca de los cambios y oportunidades relacionados con el contexto de estudio circunscrito.

# Gracias por su atención



[juan.daniel.castillo@estudiant.upc.edu](mailto:juan.daniel.castillo@estudiant.upc.edu)

[jose.jose.diez@estudiant.upc.edu](mailto:jose.jose.diez@estudiant.upc.edu)

[alex.fernando.jimenez@estudiant.upc.edu](mailto:alex.fernando.jimenez@estudiant.upc.edu)



[@jdcastillor](https://twitter.com/jdcastillor)

[@jjoshua\\_10](https://twitter.com/jjoshua_10)

[@afjimenezv](https://twitter.com/afjimenezv)



# Referencias

- Castillo Rosas, J. D., Jiménez Vélez, A. F., Díez Rodríguez, J. J., Monguet Fierro, J. M., & Núñez Andrés, M. A. (2015). Geospatial System of Collective Intelligence: a technological application for the interdisciplinary study of the geographical space complexity. In *2015 Collective Intelligence Conference*. Santa Clara: Center for the Study of Complex Systems. University of Michigan. Retrieved from <http://sites.lsa.umich.edu/collectiveintelligence/wp-content/uploads/sites/176/2015/06/Rosas-CI-2015-Abstract.pdf>
- Castillo Rosas, J. D., Jiménez Vélez, A., Monguet Fierro, J. M., & Nuñez Andrés, M. A. (2015). Conceptualización y desarrollo de un sistema para el soporte a la decisión espacial colectiva. El Sistema Geoespacial de Inteligencia Colectiva. In Á. Rocha, A. Martins, G. Paiva Dias, L. Paulo Reis, & M. Pérez Cota (Eds.), *Atas da 10a Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação - CISTI'2015* (pp. 176–179). Águeda, Portugal: IEEE. <http://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170488>
- CFE. (2014). *Inventario Nacional de Energías Renovables*. México D.F.: SENER. Retrieved from <http://inere.energia.gob.mx>
- Commission, E. (2001). SEA Directive 2001/42/EC. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/eia/sea-legalcontext.htm>
- Díez Rodríguez, J. J., Cremades Oliver, L., & Ahumada Cervantes, B. (2015). Addressing Strategic Environmental Assessment of Mexico's transition towards renewable energy. In *19th. International Congress on Project Management and Engineering*. Granada: Spanish Project Management and Engineering Association (AEIPRO). Retrieved from [http://www.aepro.com/aplic/tree\\_congresos/detalle\\_repositorio\\_aepro.php?file=4413](http://www.aepro.com/aplic/tree_congresos/detalle_repositorio_aepro.php?file=4413)