

universidad
Verdad

A large, stylized graphic where the word 'universidad' is written in a bold, sans-serif font at the top. Below it, the letters 'u', 'n', 'i', 'v', 'e', 'r', 's', 'i', 'd', 'a', 'd' are arranged to form a large, solid black 'U' shape. The word 'Verdad' is written in a similar bold, sans-serif font at the bottom, with the 'V' starting from the base of the 'U' shape.

N° 49

GEOMÁTICA

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Agosto 2009

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Dr. Mario Jaramillo Paredes

RECTOR

Lcdo. Joaquín Moreno Aguilar

VICERRECTOR

Ing. Jacinto Guillén García

DECANO GENERAL DE INVESTIGACIONES

Econ. Carlos Cordero Díaz

DECANO GENERAL ADMINISTRATIVO FINANCIERO

UNIVERSIDAD - VERDAD

Revista de la Universidad del Azuay

Director

Dr. Claudio Malo González

Consejo Editorial

Dr. Oswaldo Encalada Vásquez

Arq. Diego Jaramillo Paredes

Ing. Francisco Salgado Arteaga

Diagramación

Mario Merchán Barros

Diseño de portada

MasakiSanto

Este número ha sido preparado por el Ing. Omar Delgado Inga

Profesor de la Universidad del Azuay

La responsabilidad por las ideas expuestas en esta revista corresponde exclusivamente a sus autores
Se autoriza la reproducción del material de esta revista siempre que se cite la fuente
Canjes y donaciones: Biblioteca <<Hernán Malo González>> de la Universidad del Azuay

ISSN 13902849

Avda. 24 de mayo N° 7-77 y Hernán Malo

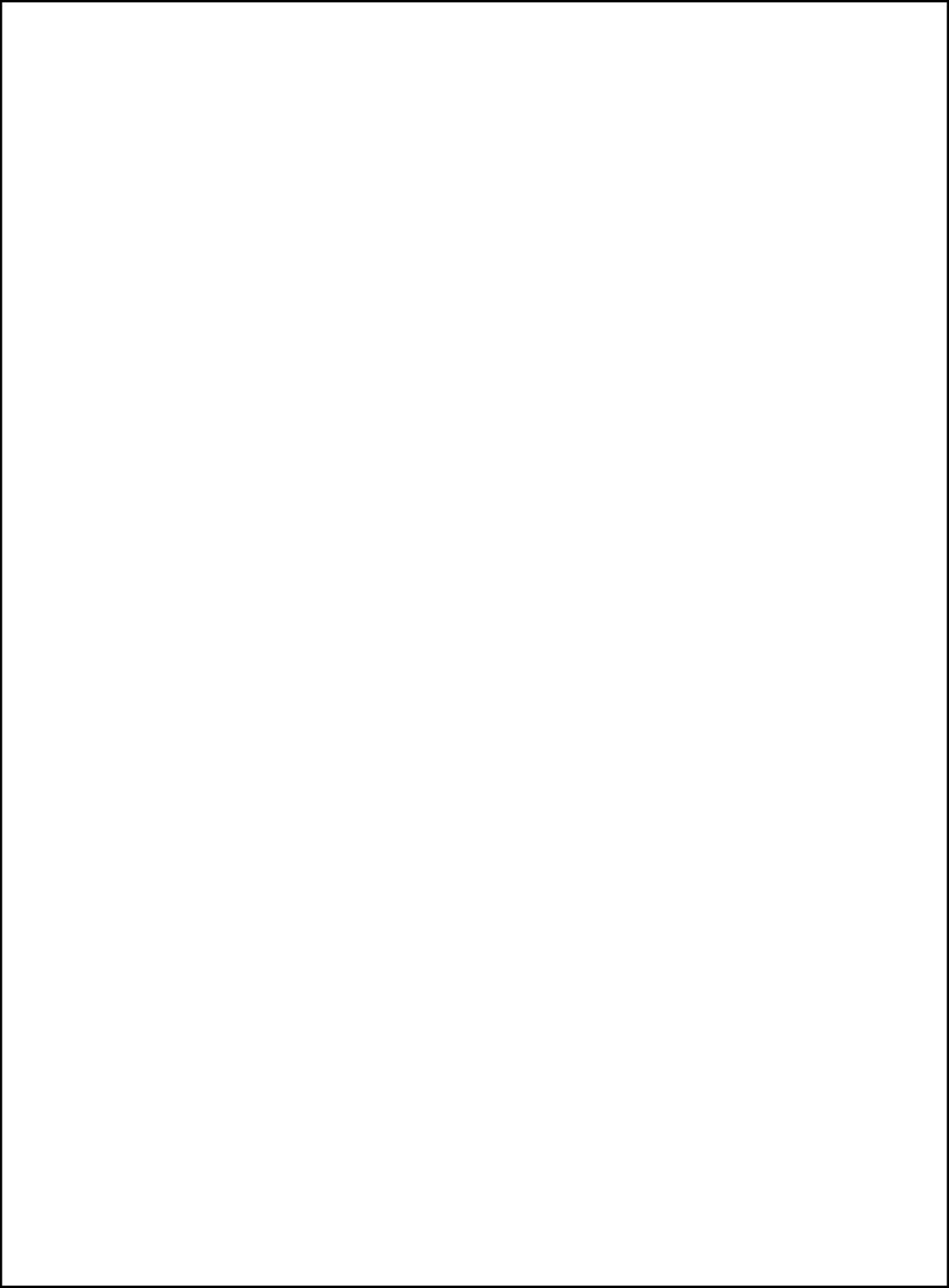
www.uazuay.edu.ec

Apartado Postal 981

Teléfono: 2881-333

Cuenca - Ecuador

GEOMÁTICA



CONTENIDO

NOTA DE LOS EDITORES	7
HÁBITAT Y MORADA Claudio Malo González	9
LA GEOWEB Y SU EVOLUCIÓN: UN MARCO DE ANÁLISIS EN TRES DIMENSIONES Daniel Orellana Daniela Ballari	25
NUEVOS SENSORES DE TELEDETECCIÓN Omar Delgado Inga	53
EL TERRITORIO, EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Antonio Malo Larrea	81
EL ATLAS DE LA PROVINCIA DEL AZUAY María Inés Acosta Urigüen	97
APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG) PARA LA GESTIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL EN LA PROVINCIA DEL AZUAY Fernanda Elizabeth López Villalba	121

**LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA (TIG'S) COMO BASE
FUNDAMENTAL EN LA EVALUACIÓN DEL
RIESGO ASOCIADO A LA CALIDAD DEL AIRE
Y AFECIONES A LA SALUD EN LA CIUDAD
DE CUENCA**

Esteban Andrés Balarezo Sarmiento

167

**GEOLOCALIZACIÓN DE VEHÍCULOS EN LA
WEB: EL PROYECTO PARA LA EMPRESA
MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA EMAC**

Paúl Ochoa Arias

197

NOTA DE LOS EDITORES

Toda cultura es dinámica por naturaleza, los cambios que constantemente ocurren abren nuevas posibilidades para solucionar problemas antes no planteados o para mejorar esas soluciones. No podemos vivir de espaldas a estas innovaciones que introducen cambios esenciales en el convivir humano. Vivimos en el planeta tierra y siempre el ser humano ha querido conocer el entorno en que vive. Siendo móvil por naturaleza, ha tratado de saber la ubicación de los lugares distantes para planificar su movilización con mayor seguridad.

El espacio es una de las categorías en que se dan nuestras existencias y su conocimiento, lo más claro posible, ha sido siempre una inquietud que ha dado lugar a disciplinas como la Geografía, siendo la cartografía una de sus formas de expresión. Avances tecnológicos han permitido mejorar permanentemente esta visión e inventos, como la brújula y el astrolabio, han contribuido notablemente a su progreso. La posibilidad de satisfacer esta necesidad desde satélites, ha sido uno de los avances más importantes del siglo XX. Al poder contar con imágenes claras y totalmente confiables con minuciosidad de detalles, las planificaciones dejan de ser inciertas.

El desarrollo de la informática, su creciente difusión y su afinamiento como instrumento para un mejor conocimiento de la realidad, ha sido uno de los mayores avances en los últimos tiempos. Se trata de un sistema instrumental que agiliza enormemente la solución de problemas, haciendo

que se cuente con más tiempo para que nuestra capacidad de razonar incursiones en otros ámbitos. Se trata de un instrumento versátil con el que se puede incursionar en múltiples áreas con creciente precisión y profundidad.

La Geomática es una constructiva fusión de la Geografía y la informática al aplicar, con coherencia, esos instrumentos a un mejor conocimiento del espacio. Las condiciones sociales de nuestros días hacen que cada vez seamos más eficientes en la planificación de proyectos y en el manejo de situaciones. Un más preciso conocimiento del espacio nos permite saber cómo debemos aplicar las políticas establecidas. El problema de los catastros, por ejemplo, necesarios para un mejor manejo de los espacios habitados, se torna mucho más ágil si, mediante la Geomática, tenemos una visión más concreta y precisa de los predios, a la que se puede acceder desde equipos informáticos, sin necesidad de trasladarse a los lugares.

Las Universidades, una de cuyas metas es avanzar en el campo de los conocimientos, tiene que estar a la vanguardia de este tipo de cambios mediante la investigación y también estableciendo los mecanismos para obtener el mayor provecho posible de estas innovaciones. En el campo de la Geomática se han dado muy importantes pasos tanto para difundir conocimientos en las áreas académicas requeridas, como para poner en práctica proyectos. El IERSE, cuyo campo es la vinculación a la comunidad ha hecho de la Geomática un innovador medio para que las instituciones públicas puedan cumplir con mayor eficiencia sus compromisos.

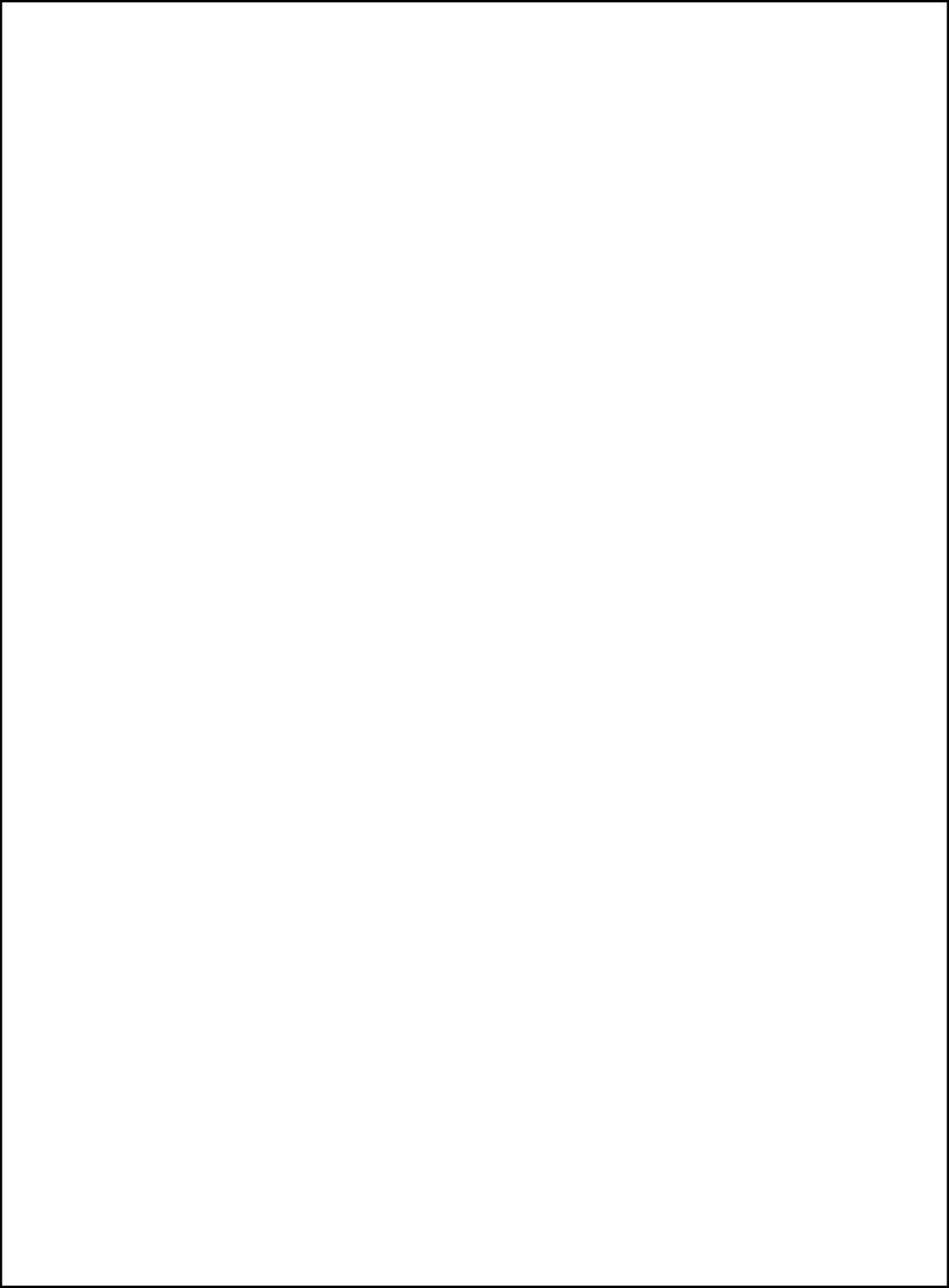
HÁBITAT Y MORADA

Claudio Malo González

Doctor en Filosofía por la Universidad de Cuenca
Doctor Honoris Causa por la Universidad de Carolina
del Norte – Ashville EE.UU.

Ex Ministro de Educación y Cultura

Email: cmalo@uazuay.edu.ec



Hábitat y adaptación

Vivir es convivir con la realidad, afirmó Ortega y Gasset. Los seres vivos nos caracterizamos por tener un ciclo de vida limitado, que varía en cada especie. No cabe olvidar que también el reino vegetal se encuentra entre los vivientes, si bien las formas de subsistencia y la manera de relacionarse con los entornos físicos difieren del reino animal, del cual los seres humanos formamos parte. La vida implica una serie de necesidades que deben ser satisfechas, partiendo de impulsos que son componentes del instinto. Si nos circunscribimos a la subsistencia biológica, es indispensable la nutrición, que se la soluciona tomando del entorno elementos para renovar la energía y reponer parte de los materiales que componen el organismo¹.

La relación con el hábitat es entonces vital, en el sentido literal de la palabra. La vida tiene dos dimensiones básicas, la temporal que se pone de manifiesto en la duración limitada que tiene y la espacial, ya que es imposible vivir fuera de un espacio concreto pues, por naturaleza, somos entes materiales. En el caso de la especie humana colectiva, se acopla a este doble condicionamiento la historia a la que es inherente el tiempo, sobre todo el pasado y la geografía que, en términos generales, se circunscribe al espacio.

1 La falta prolongada de nutrición produce la muerte biológica, Luego de la muerte la nutrición como necesidad desaparece.

La vida supone hacer las paces con el medio físico, si se lo considera hostil a la subsistencia, o convivir amistosamente con él si se lo entiende como la “pachamama” que, según la cultura incásica, obsequiosamente nos entrega, cual madre amorosa, aquellos elementos que posibilitan la vida. En el caso del mundo animal, estas paces con el entorno físico se logran mediante el proceso de adaptación. Cada hábitat tiene sus condiciones a las que los animales tienen que acoplarse; inician su vida adecuados para la relación con el medio, como el oso polar que cuenta con una gruesa capa de grasa y abundante pelambre que le permiten vivir en las muy duras condiciones que las regiones polares imponen. Salvo algunas excepciones, como el perro, la rata y la cucaracha, entre otros, lo general es que cada especie animal se acople con más funcionalidad a determinados entornos físicos para los que nace debidamente equipada y tiene, además, que adaptarse a estas condiciones para disminuir el número de conflictos que la supervivencia trae consigo.

Cultura y entorno

Los seres humanos pertenecemos al reino animal y buena parte de nuestra vida depende de estas peculiaridades biológicas y del instinto con el que nacemos programados. Pero nuestras diferencias son de trascendental importancia ya que, en buena medida, nuestra conducta depende de la observancia de una serie de normas sin las que nacimos y que las hemos creado e incorporado de manera diferente, a lo largo del tiempo. Nadie nace hablando un idioma, pero –salvo casos muy excepcionales– toda persona usa en su vida cotidiana aquel que lo aprendió en el medio humano en que creció. Los idiomas son inventos humanos, no personales sino colectivos.

Debido al psiquismo desarrollado propio de nuestra condición, nuestra relación con los entornos físicos tiene peculiaridades que nos diferencian de los demás integrantes del reino animal. Ciertamente respondemos, como los demás animales, a los estímulos del hábitat, pero, mediante un proceso reflexivo, podemos tomar la iniciativa y modificar el entorno según nuestras intenciones. En otras palabras, estamos en condiciones de adaptar el medio a nuestros intereses. La tecnología, una de las más positivas manifestaciones de la creatividad humana, tiene por objeto, en la gran mayoría de los casos, facilitar las relaciones con los condicionamientos de los entornos, partiendo de las elementales lascas² hechas por nuestros remotos antepasados, que facilitaban el corte de los elementos blandos y semi duros de la naturaleza en medio de la cual vivían, para llegar a muy complejas maquinarias que, positiva o negativamente, intervienen en los entornos.

Ser humano, entorno y morada

Al establecer las diferencias entre el ser humano y los demás integrantes del reino animal, Ortega y Gasset distingue dos formas de conducta en su relación con el medio: alteración y ensimismamiento. En el primer caso parte del sentido etimológico del término “alter” que en latín significa otro. En esta relación vital lo otro, es decir los estímulos externos, tiene la iniciativa con lo cual no se hace otra cosa que responder como ocurre con el mundo animal.

- 2 Se considera la lasca de piedra como la primera herramienta que construyó el ser humano, lo más probable es que antes lo hizo con otros elementos como la madera y el hueso que, por ser biodegradables, no se han preservado.

En el segundo caso es posible incorporar temporalmente a nuestro interior elementos de la realidad externa, analizarlos desde distintos ángulos y, al retornar, tomar la iniciativa para introducir modificaciones previamente ideadas. Los innumerables inventos que el ser humano ha hecho a lo largo de los tiempos, se debe a esta capacidad de ensimismamiento³, hasta lo que sabemos, exclusiva de nuestra especie, lo que ha posibilitado el enorme avance en la adaptación del medio a nuestros proyectos, que han dado lugar a las enormes y crecientes distancias con los demás integrantes del reino animal. Antes de que el invento se convierta en realidad, se dio en la mente del inventor.

Partiendo de esta posibilidad, los que formamos parte de la especie humana, no nos limitamos a responder sino que actuamos. Actuar implica tomar decisiones ante las diversas alternativas que se presentan, lo que implica un análisis mental y una previsión de los resultados. Nuestra condición temporalizada hace que los presentes, cuyas realidades experimentamos, estén condicionados por una serie de componentes del pasado y que, una importante parte de nuestras acciones, tenga sentido por los resultados que se darán en el futuro.

En el presente que vivo escribo este artículo en un ordenador, para hacerlo debí, hace algunas décadas haber aprendido a leer y escribir, debí haber realizado estudios que me permitan abordar el tema, alguien debió haber inventado la informática y los ordenadores y adecuado el uso de la energía eléctrica para múltiples propósitos. Escribo además porque espero que luego de un tiempo

3 Esta capacidad se conoce, de manera general, como reflexión.

será este artículo publicado en la entrega 49 de la revista Universidad Verdad. Cuando siento satisfacción al degustar un plato o al mirar una película, la experiencia casi se agota en el presente, pero en muchísimos casos tenemos plena conciencia del peso del pasado y las expectativas del futuro.

El pasado está hecho y es inmodificable, el futuro aún no ocurre y se encuentra en el ámbito de lo que esperamos que ocurra. Tomar decisiones, actuar necesariamente tiene que ver con el futuro, con los niveles de incertidumbre de los efectos de nuestras acciones. Para que esto ocurra es indispensable que funcione la libertad, pues escoger entre alternativas supone hacer algo que podía dejar de hacerse o no hacer lo que podía hacerse⁴.

En sus relaciones con el hábitat, el ser humano lo modifica en función de sus aspiraciones, más allá de adaptarse a los condicionamientos del entorno, adapta el entorno a sus aspiraciones. En palabras del Dr. Francisco Álvarez González, construye su morada⁵. Vivir es un proceso biológico válido para todo el reino animal, morar es posible en el ser humano cuya creatividad le lleva a construir, desde múltiples perspectivas, el entorno en el que se desarrollará su vida. El instinto en nuestra especie pasa a un segundo plano; el ordenamiento de la conducta se da siguiendo una amplia variedad de pautas creadas por él que se denomina cultura, en el sentido antropológico del término. Cada uno de nosotros es, en buena medida,

- 4 La responsabilidad, en la que se fundamentan los valores bueno y malo, solo es posible si es que hay libertad y capacidad de decisión
- 5 Lleva este nombre el último libro de este autor, que entró en circulación en Mayo de este año y fue editado por la Universidad de Cuenca

lo que nos ha hecho la cultura de la que formamos parte. Los seres humanos tenemos muchos elementos en común, pero, al margen de razas y conglomerados humanos, nos diferenciamos según la cultura en la que nos hemos desarrollado.

Creatividad y movilidad

La satisfacción de la más básica de las necesidades para subsistir, comer, es el principal motor para la movilidad animal. Se establecen en determinados lugares que le ofrecen medios de subsistencia o, como los animales de presa, recorren su hábitat para cazar exitosamente. Los animales domésticos –que no son muchos- están liberados de este problema, pues sus propietarios humanos lo solucionan para luego aprovecharse de su esfuerzo o de su carne o simplemente gozar de su compañía al otorgarles la categoría de mascotas.

El reposo suele ser el estado de las diversas especies animales cuando han satisfecho su apetito o el juego como alternativa, pues la necesidad de movilidad no se agota con la búsqueda de alimentos. Cuando nos admiramos del complejo comportamiento de las abejas o las hormigas, llegamos a la conclusión de que tienen como meta comer para vivir y garantizar la subsistencia de la especie mediante la reproducción. La necesidad de su territorio lleva en muchos casos a modificar el entorno de manera simple, como las guaridas de algunos animales o complicadas como las colmenas y los hormigueros, pero en ningún caso hay un proceso de aprendizaje para este propósito o para mejorarlo luego de cuestionar lo que tienen.

Somos la especie más móvil, como lo demuestra el hecho de vivir en casi todas las regiones del planeta, al margen de sus encantos o rudezas. El perro también lo hace pero por iniciativa humana. Con gran frecuencia lo hacemos para mejorar las condiciones de vida, lo que conlleva conocer las características del lugar al que nos dirigimos, si bien puede darse el caso de movilizaciones forzadas por la guerra en las que la incertidumbre tiene un espacio mayor. Conocer el medio mediante referentes que organicen nuestra acción se da también en los animales, pero conocer previamente –aunque sea de manera parcial e incierta aquel al que pretendemos ir, es propio de los seres humanos. En el caso de las aventuras se da el encanto de superar lo incierto, pero en la vida cotidiana hay que conocer a dónde nos dirigimos.

El planeta, curiosidad y sabiduría

Decía Platón que la curiosidad es la madre de la Filosofía, en aquellos tiempos casi todo conocimiento organizado estaba incluido en la Filosofía. Buscamos lo que está más allá de la experiencia que nuestros sentidos nos muestran y las causas que sustentan y legitiman los fenómenos del entorno en que vivimos, de esta curiosidad organizada surgen las ciencias que abordan áreas específicas de la realidad⁶. Vivimos en un planeta, ¿Cuál es su forma y su extensión? ¿Qué hay más allá de nuestro entorno cercano? ¿Cuál es la proporción entre la parte emergida y la cubierta por agua? Son algunas de las preguntas generales sobre las características de nuestro “domicilio” extenso.

6 Toda ciencia requiere de algo conocido y sospecha de lo que se desconoce, como en el caso de las hipótesis. El reto es constatar lo que desconocemos aunque lo sospechemos.

La capacidad de anticipar en la mente lo que esperamos que sea u ocurra, la proyección de nuestras vidas hacia un futuro que da sentido a actividades del presente, nos incitan a tener una idea más o menos clara de lo que luego ocurrirá y organizar actividades con metas establecidas. Debido a nuestra movilidad, con alguna dosis de aventura, hemos tratado de conocer lo que es el fracaso cuando culminan nuestras acciones. La garantía de nuestra movilidad es tanto mayor cuanto mejor conocemos las condiciones de los lugares a los que tratamos de ir, en otras palabras del espacio físico.

La Geografía trata de cubrir estas aspiraciones, mediante una parte instrumental de ella, la cartografía. La incertidumbre es propia de cualquier movilización: mediante estas disciplinas se busca disminuir estas condiciones inciertas.

Ya los griegos, padres de la Filosofía en la cultura occidental, se plantearon estos problemas, habiendo perdurado con más fuerza nombres como el de Eratóstenes y Ptolomeo que desarrollaron sistemas de mediciones y avanzaron a la mejor comprensión de tan amplio espacio al organizar el planeta en paralelos y meridianos.

En los siglos XV y XVI los avances geográficos se intensifican notablemente, se denomina a esta época la de los “grandes inventos y descubrimientos”, cambios tecnológicos trascendentales como el perfeccionamiento de la brújula y el astrolabio así como la navegación a vela permiten ampliar el espacio de la navegación y, desde occidente, llegar por mar en menor tiempo a tierras consideradas muy lejanas. La aplicación a la práctica de la teoría de la redondez de la tierra por parte de Cristóbal Colón, trajo como resultado el

llamado descubrimiento de América, estando de por medio un muy grave error geográfico.

Creyó Colón que, como se proponía, había llegado a las indias por otra ruta, habiendo sido denominados los habitantes de estas tierras indios, error que no se ha rectificado. Colón murió en 1502 sin saber que había descubierto un nuevo continente, quien constató este hecho fue Américo Vesputio a través de la cartografía, mediante un mapa que demostraba que no se había llegado a las indias. El nombre América se debe a este cartógrafo y no a quien realmente llegó desde Europa e inició el proceso de conquista y colonización. Posteriormente Magallanes, por primera vez, dio la vuelta al mundo completando el recorrido entre América y Asia por el Océano Pacífico. Quien realmente completó este periplo fue Juan Sebastián Elcano ya que Magallanes murió en la travesía, pero la idea y la organización de tan complejo proyecto fue de Magallanes.

Cambios tecnológicos y Geografía

Los enormes cambios que ha experimentado la especie humana desde que inició su presencia en el planeta, han estado muy estrechamente vinculados a los avances tecnológicos. Para lograr un cambio en este campo se necesita previamente saber y, una vez introducido el cambio, éste genera nuevas inquietudes para ampliar los conocimientos. Podemos hablar de un círculo virtuoso en cuanto el saber genera tecnologías y las tecnologías saber⁷.

7 La transitoriedad de las verdades en las ciencias y las técnicas es cada vez más fugaz.

Es imposible vivir al margen de los avances tecnológicos, no solamente hay que aceptarlos sino adecuarlos a las condiciones en que se vive. Si aplicamos el término “revolución” en un sentido integral: enormes y trascendentales cambios en la organización de las colectividades y en las formas de vida, podríamos decir que en la historia de la humanidad se han dado dos grandes revoluciones: la agrícola y la Industrial, gestándose ambas en trascendentales innovaciones tecnológicas. Hay quienes creen que estamos viviendo una tercera gran revolución, la informática, pero el tiempo lo dirá. Lo real es que los impactos son enormes en muchísimas áreas del convivir social y en las pautas de comportamiento individuales.

En pocas décadas, las innovaciones han sido gigantescas considerando los progresos intrínsecos de la informática, la creciente amplitud de áreas que aborda y la difusión -masificación llaman algunos- a sectores cada vez más amplios de la población de su instrumental y manejo. Por una parte es posible con este complejo de instrumentos resolver con mayor facilidad y muchísimo menos tiempo múltiples problemas. El tiempo ahorrado no tiene por objeto disminuir la actividad creativa de las personas sino, al contrario, disponer de más tiempo para incursionar en otras áreas del conocimiento.

Un complemento muy importante de la informática son los satélites artificiales que arrancaron con la “carrera”, en la segunda mitad del siglo XX, entre las dos grandes potencias del mundo: Estados Unidos y la Unión Soviética para conquistar el espacio. Estos satélites se los usa hoy con fines prácticos, ya que es posible tener una visión más rápida y precisa de muchos aspectos de la humanidad, lo que ha llevado a algunos a hablar de un

empequeñecimiento del mundo, en cuanto con mayor rapidez se pueden conocer innumerables áreas.

Geomática y morada

De estos permanentes avances en el conocimiento han surgido las ciencias, que no son estáticas sino que cambian con el tiempo, apareciendo algunas del desarrollo de otras. En el mundo Occidental, inicialmente la Filosofía, como un gran árbol, incluía todas las ciencias y a medida que algunas de ellas lograban notorios avances, se han separado de la ciencia madre para convertirse en áreas organizadas del saber, independientes, de manera que el número de disciplinas científicas se ha incrementado con los siglos y los años.

Los avances tecnológicos han contribuido a ampliar el campo de los conocimientos con la aparición de nuevas disciplinas que antes permanecían inaccesibles a la curiosidad humana. Lo que comenzó siendo un avance instrumental para acelerar y ampliar los campos del conocimiento, la informática, se ha convertido en una disciplina que cada día cobra mayor importancia. Su incidencia en otras áreas tradicionales ha dado lugar a cambios tan importantes que podemos hablar del nacimiento de nuevas disciplinas científicas, casi como de una fusión de dos o más áreas. Es el caso de la geomática en la que confluyen la geografía tradicional con sus metas y objetivos y la informática que, al aplicarse a la geografía, genera otras dimensiones.

Geomaticas Canadá define Geomática en estos términos: “Es la ciencia y tecnología de obtención,

análisis, interpretación, distribución y uso de información Geográfica. La Geomática. Comprende un amplio rango de disciplinas que pueden unirse para crear una visión detallada y comprensible del mundo real y nuestro lugar en él”.

La Geomática nos ofrece una visión cada vez más exacta de las peculiaridades del entorno físico, según los intereses e intenciones de quienes tratan de poner en marcha proyectos de diversa índole; gracias a los avances informáticos es posible lograr esta visión desde los lugares en que se encuentran las computadoras y consultar las peculiaridades requeridas, sin necesidad de trasladarse a los lugares correspondientes. La cartografía ha tenido este propósito y mediante los mapas hemos podido conocer, parcialmente, los accidentes geográficos, pero la precisión de la Geomática se amplía enormemente posibilitando la planificación y seguimiento de una serie de servicios destinados a las comunidades correspondientes. Los proyectos agrícolas se facilitan en la medida en que se obtiene de manera inmediata y directa las características de los suelos, el complejo ordenamiento, sobre todo urbano, de los catastros, se ha tornado simple pues desde el ordenador se puede saber con precisión la localización y dimensiones de los inmuebles.

El hábitat está conformado por las características naturales de nuestro planeta que posibilitaron el surgimiento de la vida, la morada implica una aproximación a ese hábitat con el propósito de intervenir en él para obtener mayor provecho, tomando las iniciativas adecuadas. Para el mejor desarrollo de nuestras personas, en la historia de la humanidad, entre otras cosas, ha sido la de la construcción de viviendas ya que en su interior se desarrolla

a plenitud aquellos espacios de privacidad e intimidad muy propios de nuestra condición, ya que no somos individuos como cualquier animal sino personas en cuanto tenemos capacidad para tomar decisiones poniendo en práctica nuestra libertad.

Una de las estrofas del himno de la Universidad del Azuay dice: “Abierta a todos creen/ Que el mundo es nuestro hogar/ Que debemos cuidarlo/ Para los que vendrán”. La ampliación del hogar es cada vez mayor y el planeta se reduce en cuanto tenemos una visión cada vez más cercana de su integridad. Los ámbitos de nuestra morada son cada vez mayores, así como la ampliación del conocimiento de sus características. La morada es el lugar en el que con más intensidad se desarrolla el amor y la solidaridad. Anhelamos que en el planeta-morada se impongan estas dimensiones constructivas de la vida y que no se use su ampliación para incrementar nuestras actitudes negativas propias de nuestras limitaciones.

Bibliografía:

Álvarez González, Francisco;

La Morada, 2009, Universidad de Cuenca, Cuenca.

Las Exclusivas del Hombre, 2003, Universidad de Cuenca, Cuenca

Cousteau Jacques;

Los Humanos, Las Orquídeas y Los Pulpos, 2008, Ariel, Barcelona

Tironi Eugenio;

Comunicación Estratégica, 2004, Taurus, Santiago de Chile

Varios;

América Migración, 2007, Fundación Mointerrey, Monterrey

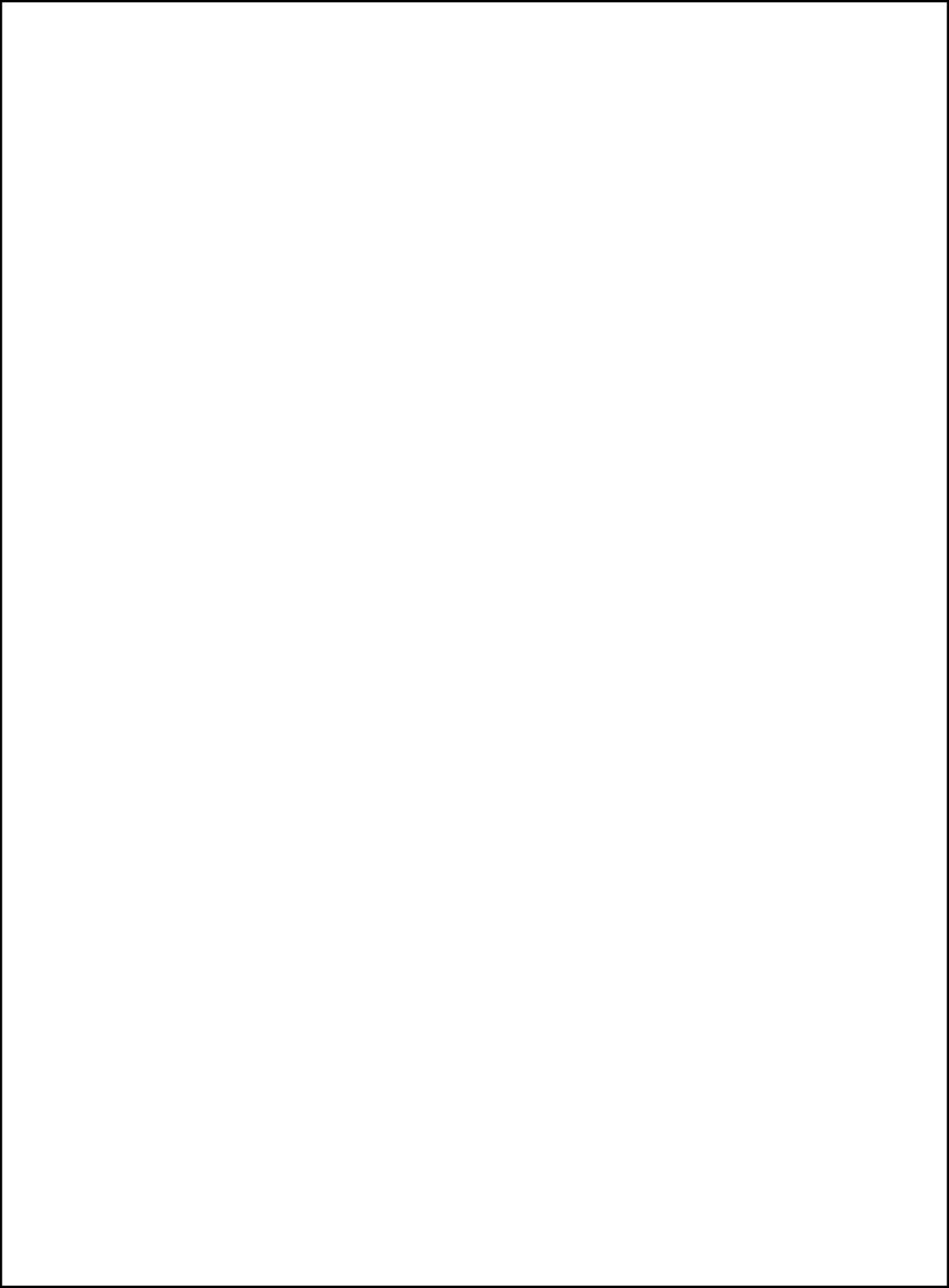
La GeoWeb y su evolución: Un marco de análisis en tres dimensiones

Daniel Orellana Veintimilla

Biólogo por la Universidad del Azuay
Especialista en SIG por la Universidad del Azuay
Master en Sistemas de Información Geográfica por
la Universitat Politècnica de Catalunya
Diploma de Estudios Avanzados en Ingeniería
Geográfica por la Universidad Politécnica de Madrid
Center for Geoinformation and Remote Sensing
Wageningen University and Research, The
Netherlands
Email: daniel.orellana@wur.nl

Daniela Ballari

Agrimensora por la Universidad Nacional de
Córdoba, Argentina
Diploma de Estudios avanzados por la Universidad
Politécnica de Madrid
Center for Geoinformation and Remote Sensing
Wageningen University and Research, The
Netherlands
Email: daniela.ballari@wur.nl



Introducción

En los últimos años hemos sido testigos de un crecimiento exponencial del volumen, valor y uso de información georreferenciada. De hecho, la aparición del prefijo “geo-” junto a la más variada terminología (geomarketing, geovisualización, geoinformación, etc.) evidencia la importancia de la referencia geográfica. El avance de la sociedad de la información está encontrando un enorme potencial al agregar a las bases de datos (y de conocimiento) una referencia geoespacial.

Empresas líderes de tecnología de la información y la comunicación han realizado inversiones multimillonarias para incluir en sus modelos de negocio la variable geográfica. Google ha participado con GeoEye en el lanzamiento de uno de los satélites de observación terrestre más avanzados del mundo [1]. La gigante de telefonía móvil Nokia ha comprado NavTeq, una de las empresas de cartografía más grandes del planeta, por 8100 millones de dólares [2] mientras que el fabricante de dispositivos de navegación TomTom adquirió Tele Atlas, rival de NavTeq, por 4200 millones de dólares [3]. Por otra parte, las empresas productoras de software, como Oracle, Adobe y Microsoft no han tardado en agregar en sus productos nuevas características para gestión de geoinformación.

Estos grandes movimientos en el mundo de los negocios también tienen su contraparte en los usuarios:

Un municipio implanta un sistema de seguimiento por GPS en las unidades de transporte público para mejorar su gestión, a la vez que brindar a los usuarios información en tiempo real de la ubicación de autobuses urbanos y el tiempo aproximado de llegada a través de mensajes SMS. Una empresa estudia la distribución de su público meta para colocar almacenes en sitios más accesibles. Un organismo internacional estudia el patrón de propagación de una enfermedad para predecir su incidencia en la población y establecer zonas de riesgo.

Considerando estos ejemplos, y tomando en cuenta la diversidad de usuarios, podemos encontrar una característica común: el acceso rápido, libre y equitativo a información geográfica potencia exponencialmente su desempeño. Sin embargo, y aunque los ejemplos mencionados son realidad hoy en día, aún falta mucho por recorrer, pues nos encontramos en camino hacia la consolidación de un sistema global de información geográfica análogo a la World Wide Web.

Este sistema, conocido como GeoWEB [4] tiene similitudes con la WWW: es abierto, dinámico, distribuido, colaborativo, interoperable, facilita la interacción entre usuarios, y permite la creación de nuevos servicios y aplicaciones a partir de los ya existentes. El concepto básico detrás de la GeoWEB implica la fusión de la geoinformación con la información abstracta que domina Internet. Esta idea abre posibilidades infinitas, desde la simple creación de motores de búsqueda basados en localización, hasta el estudio de complejos procesos espaciales (por ejemplo, el cambio en las actitudes de las personas en una región específica con respecto a la implementación de una política de protección ambiental).

Son muchos los factores que influyen en el desarrollo de la GeoWEB, por ejemplo, los avances en capacidades de almacenamiento y procesamiento, la implementación de nuevos sistemas de posicionamiento alternativos u complementarios al GPS, el desarrollo de algoritmos de indexación y búsqueda de datos, la aceptación social y las implicaciones culturales de las nuevas tecnologías, el desarrollo de nuevas formas de representación y almacenamiento de información, etc.

En este artículo proponemos centrarnos en algunos de los aspectos claves para construir un espacio de análisis y comprender el estado actual del uso y aplicación del conocimiento geográfico y su evolución hacia la consolidación de la GeoWeb como el nuevo paradigma de la sociedad de la información. Este espacio de análisis está definido por tres ejes: a) La representación, b) La semántica y c) La participación.

Colocando cada uno de estos ejes de forma ortogonal a los otros dos podemos crear un esquema espacial de la evolución y desarrollo de las ciencias y sistemas de información geográfica. En este espacio de análisis podremos identificar el momento actual y las tendencias de investigación futuras (Figura 1). Mostraremos cómo el paradigma dominante de la geoinformación que se encuentra en la región (A) tiende a evolucionar en cada uno de los tres ejes hacia la región (B) donde cada uno de los ejes alcanza un alto desarrollo.

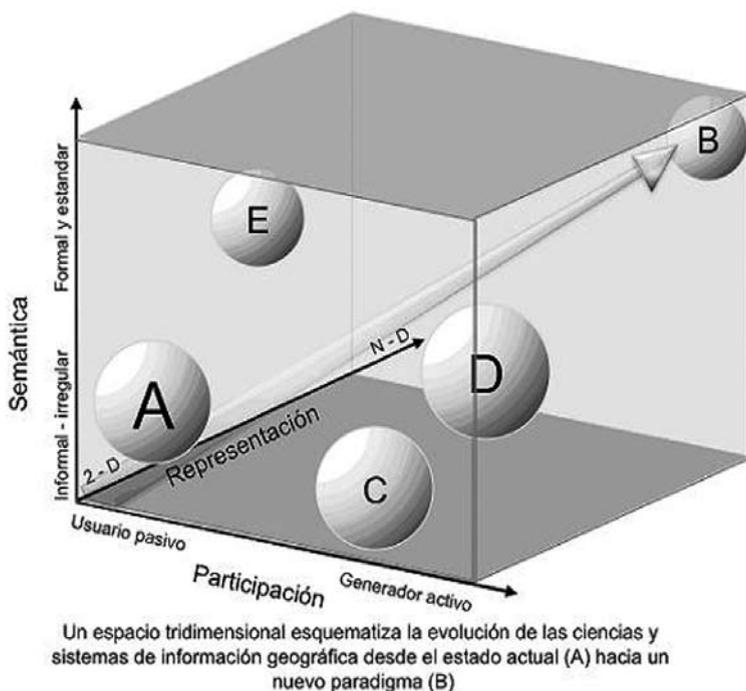


Figura 1

a) Representación

Una representación es el modelo que se utiliza para reproducir el conocimiento que una persona o un grupo de personas tienen sobre un aspecto determinado. El término representar implica, de hecho, “volver a presentar”, es decir reconstruir la información previamente adquirida para explicar, analizar o incluso imaginar hechos, fenómenos u objetos del mundo que nos rodea. La representación geográfica se refiere por

lo tanto, a la forma de adquirir, almacenar y replicar la información y el conocimiento sobre el entorno geográfico.

El concepto de representación está estrechamente relacionado con el concepto de modelo, siendo un modelo una versión simplificada de un sistema, que es capaz de reproducir parcialmente algunas de las características del sistema original con el fin de analizar, reproducir o compartir el conocimiento que se tiene sobre él. Más formalmente, M es un modelo del sistema S para el observador O, si O es capaz de utilizar M para explicar alguna característica interesante de S.

Así, un mapa es un modelo del mundo real ya que explica algunas de sus características, por ejemplo la disposición de sus elementos con respecto a un sistema de referencia (coordenadas geográficas), la posición relativa de unos elementos con respecto a otros (topología), y las características asociadas a esos elementos (simbología). Más aún, una persona puede utilizar un mapa para adquirir información de una región que no conoce. El proceso de construcción de un modelo, o modelización, implica una serie de procesos de abstracción y un cierto “acuerdo” o lenguaje común entre los usuarios del modelo para poder interpretarlo (Figura 2).

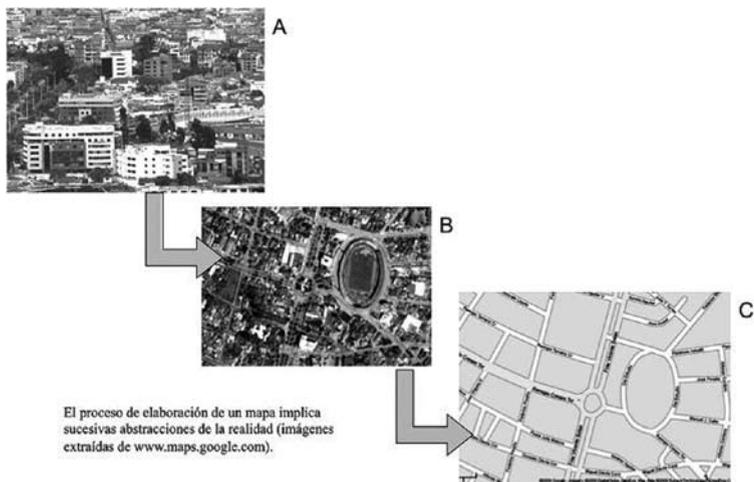


Figura 2

Según el concepto presentado anteriormente, C es un modelo de A ya que un observador puede explicar algunas características de la realidad a partir del mapa, por ejemplo el largo de las calles, su disposición y conectividad. Sin embargo, es obvio que a partir de C no es posible explicar toda la realidad, pues no se puede saber por ejemplo, el tipo de material de cubierta de cada calle, el sentido de circulación o la intensidad promedio de tráfico en diferentes horas del día. Un modelo, por lo tanto, es siempre una representación parcial de la realidad.

Ya que el papel ha sido el soporte usual para la cartografía, los modelos de representación geográfica han sido tradicionalmente estáticos y bidimensionales (el término “plano” lo confirma), lo que ha limitado mucho sus posibilidades; pues la representación de elementos volumétricos tridimensionales y de procesos de cambio en el tiempo es prácticamente imposible. A pesar del interés

general de la comunidad científica por la representación y los análisis espacio-temporales, Langran concluyó en su obra fundamental sobre Sistemas de Información Geográfica Temporales (T-SIG) en 1992, que solamente existe un “escueto bosquejo” de lo que debe ser un SIG temporal [5].

Han pasado más de 15 años y el panorama no ha cambiado demasiado; sin embargo el camino está claramente marcado y los crecientes esfuerzos por crear nuevas representaciones que incluyan múltiples dimensiones parecen marcar un futuro prometedor. Aún así, la implementación de un SIG temporal con herramientas analíticas para el reconocimiento de patrones de cambio a través del tiempo y con simulaciones dinámicas para la elaboración de predicciones de cambios futuros, es aún más un proyecto que una realidad (Peuquet, 2002). Desde el campo de visualización de la información se han dado avances importantes al utilizar las posibilidades interactivas de herramientas multimedia, incorporando incluso elementos de sonido y tacto para crear representaciones enriquecidas de la realidad.

Este primer eje de análisis, la representación, puede ser por lo tanto esquematizado como una línea evolutiva que parte desde las representaciones bidimensionales estáticas (2-D) en un extremo, hacia sistemas capaces de representar múltiples dimensiones (N-D) en el otro extremo (Figura 1).

b) Semántica

El segundo elemento axial de análisis, la semántica, hace referencia al significado de la información representada. Para explicarlo, utilizaremos un ejemplo

sencillo: El topónimo “Tarqui” hace referencia a un punto conocido para muchas personas. Sin embargo, el significado geográfico puede variar enormemente, pues puede referirse a toda la extensión de la parroquia Tarqui, al pueblo que es la cabecera de dicha parroquia, a un monumento histórico que conmemora una batalla, a un Río de Cuenca o a una calle de la misma ciudad. Incluso, fuera del contexto local, el topónimo “Tarqui” puede hacer referencia a la parroquia más poblada de Guayaquil, a una división administrativa de segundo orden del departamento del Huila en Colombia, a un monte en Bolivia o a un pueblo en Perú (Figura 3). Por lo tanto, el significado del término es extremadamente difuso.

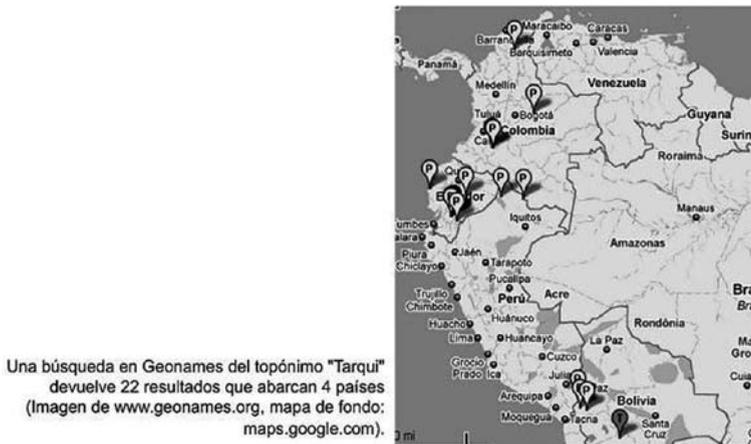


Figura 3

Está claro que si queremos precisar el significado del topónimo Tarqui, debemos ser más explícitos: “*Tarqui, parroquia rural del cantón Cuenca, de la Provincia del Azuay en Ecuador*”. Esto debería bastar para detallar con precisión el significado del topónimo. Sin embargo no siempre es así,

pues el significado de “parroquia” o “provincia” puede variar de un país a otro. Por ejemplo en Ecuador las provincias son la primera subdivisión administrativa, mientras que en España son la segunda subdivisión. Adicionalmente, cuando se quiere trasladar un concepto a otro idioma, pueden existir aún más problemas; por ejemplo el término “río” en español hace referencia a un curso de agua de un caudal mínimo determinado. Sin embargo en francés, existen dos términos claramente diferenciados para un río, dependiendo de si éste desemboca en el mar (*fleuve*) o en otro río (*rivière*).

Si tomamos en cuenta el inmenso y creciente flujo de información geográfica que circula en Internet, veremos que sería imposible y poco práctico escribir el significado literal de cada término. Resultaría más eficiente y útil definir una sola vez un término (tal como se hace en un diccionario) y cada vez que necesitemos utilizar ese término, hacer una referencia (hiperenlace) a esa definición. Esta es la idea en la que se basa el futuro inmediato de la WWW: La Web Semántica o también conocida como Web 3.0.

Así, de la misma manera que ahora se utiliza un hiperenlace para unir páginas Web en lenguaje HTML, se pueden utilizar enlaces en un lenguaje semántico para la Web para relacionar significados [7]. Estos significados se agrupan en vocabularios controlados con una semántica formal llamados ontologías y que siguen recomendaciones de organismos de estandarización como el consorcio W3C que regula los estándares para Internet. Estas ontologías están disponibles en Internet en direcciones estables de manera que se pueden establecer vínculos permanentes a ellas.

Las Figuras 4 y 5 muestran algunas diferencias entre la Web actual y la Web Semántica. Actualmente, los motores de búsqueda utilizan palabras claves para realizar búsquedas y por lo tanto devuelven todas las páginas Web que contengan los términos buscados (Figura 4), y el usuario tiene que consultar cada uno de los resultados para extraer la información que necesita y estructurarla para enriquecer su conocimiento. Por el contrario, en un escenario de Web Semántica, los términos clave en cada página Web hacen referencia a terminologías claramente definidas (Figura 5), permitiendo realizar procesos automatizados de razonamiento y mejorando la capacidad de las computadoras para utilizar el conocimiento e inferir nueva información que no está explícitamente almacenada. Por ejemplo, un motor de razonamiento puede inferir a partir del texto, que “Radio la Voz del río Tarqui” es un medio de comunicación radial en el centro de la ciudad de Cuenca, que transmite en FM y que tiene una página Web, que sus instalaciones están en una dirección determinada que corresponde a unas coordenadas geográficas, y puede reportar una historia de las ubicaciones donde ha estado. Podría además calcular el número de medios de comunicación per cápita, medir la concentración espacial de diferentes medios de comunicación, zonificar la ciudad por sectores de especialización, clasificarlos por tipo y compararlos con otros países. Así, un usuario podría realizar una consulta sobre el acceso a la información en un país y un servicio de procesamiento de información en la GeoWEB elaboraría automáticamente un mapa temático con estadísticas e información recolectada de distintos sitios.

Google Alimentación

Web **63500 resultados para "Río Tarquí"!!!**

RADIO LA VOZ DEL RIO TARQUI. UNICO MEDIO DE COMUNICACION CUENCAN
 - [Traducir this page]
 19 Jul 2009 ... en la asamblea: caños redóñez (ezuzi ga) Sin ensartar esfuerzo alguno
 RADIO LA VOZ DEL RIO TARQUI. PUNTO POR PUNTO INTERNACIONAL E ...
 www.puntopropuntointernacional.com/inde/284 - Cachad - Simular - [] []

Radio PUNTOPORPUNTOINTERNACIONAL desde Cuenca - Ecuador | Nuestr
 - [Traducir this page]
 1 Ago 2009 ... Peñada - Noticia del Día - Editorial - Deportes - Cuenca - Sin Fronteras - New York - Imagen Hogana - Sociales - Eventos - Publ Reporte ...
 www.puntopropuntointernacional.com/ - Cachad - Simular - [] []

RR Show more results from www.puntopropuntointernacional.com

Relleño amenaza taponar río Tarquí - Diario HOY | Noticias del... - [Traducir this page]
 Un millero que se realiza a orillas del río Tarquí, al sur de Cuenca, amenaza con taponar el río y resparar el agua, con consecuencias impredecibles ...
 www.hoy.com.ec/.../relleno-amenaza-taponar-río-tarquí-332138.html - Cachad - Simular - [] []

Día Tarquí se desahoga a través de Cuenca - Diario HOY

Un buscador de Internet devuelve todas las páginas que contengan los términos buscados. Captura de pantalla de www.google.com

Figura 4

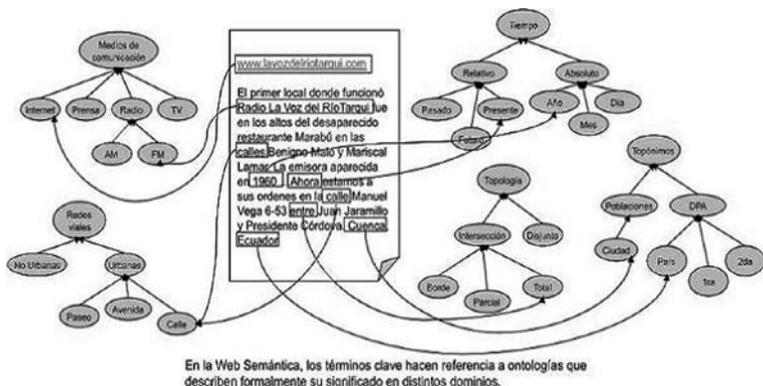


Figura 5

De esta manera, el valor potencial de la información geográfica puede ser enormemente incrementado, ya que con la inclusión de la semántica, un ordenador o una red de ordenadores puede inferir conclusiones a partir de la información disponible y del conocimiento representado en las ontologías. En último término, la GeoWEB será no solamente una red de información, sino una red de conocimiento.

Como podemos observar en la Figura 1, el segundo eje de análisis abarca desde el simple almacenamiento de datos cuyo significado es implícito y comprensible solamente para la persona o el grupo que los creó (semántica informal), hasta el almacenamiento estructurado de conocimiento y la explicitación de su significado (semántica formal).

c) Participación

Con la popularización de Internet y la aparición de los ambientes colaborativos, blogs y wikis, los usuarios dejaron de ser meros consumidores de información para pasar a protagonizar un rol más activo en el cual también ellos son productores de información y aplicaciones. La información geográfica no ha quedado aislada de esta transformación, ya que desde el momento en que llevamos en nuestro bolsillo un sensor, teléfono celular o dispositivo de localización nos convertimos en potenciales actores en el proceso de producción de nueva información [8, 9]. Además, la disponibilidad de esta información en Internet hace posible que grupos más grandes de personas participen haciendo uso activo de ella y creando novedosas aplicaciones, aumentando el valor agregado del conocimiento geográfico.

Muchos términos han sido utilizados para intentar definir este nuevo rol activo de los ciudadanos: *neogeografía*, *información geográfica voluntaria*, *ambientes colaborativos* y *participativos*, *personas como sensores*. En síntesis, lo que estos términos representan es que la producción de información geográfica, así como de servicios y aplicaciones basados en localización ya no son actividades exclusivas de organismos oficiales y empresas privadas

de cartografía. En este contexto, cada uno de nosotros tiene en sus manos la posibilidad de participar activamente en la captura de información y compartir los propios datos con otros posibles usuarios.



OpenStreetmap es un proyecto colaborativo para crear mapas de todo el mundo con dispositivos GPS móviles bajo una licencia de distribución libre y gratuita (Creative Commons). En mayo de 2009 el proyecto alcanza los 120.000 usuarios registrados. A la derecha, un grupo de amigos planean un paseo diferente.... cada uno con una bicicleta y un navegador GPS, recorren la ciudad a la vez que la cartografían. El paseo finaliza colgando los mapas en la web de OpenStreetmap para que otros usuarios puedan utilizarlos.

Figura 6

Sin duda el nivel de participación depende del acceso a Internet y a tecnologías de geolocalización (GPS), que en ambos casos está creciendo enormemente en la mayoría de países; pero sobre todo depende del valor agregado que se pueda añadir a esta información. Por ejemplo muchos gobiernos locales pueden promover que los ciudadanos colecten información mientras hacen sus rutinas diarias, como por ejemplo reportar a través de un mensaje SMS un daño al mobiliario urbano o una fuga de agua en la vía pública. A cambio, los ciudadanos reciben una atención más ágil y un mejor servicio por parte de la administración.

Este tercer eje de análisis esquematiza la evolución en la relación que tienen las personas con la información geográfica: En un principio, la mayoría de usuarios eran consumidores pasivos de información producida por un pequeño número de especialistas. En el futuro prácticamente cualquier usuario tendrá la posibilidad de crear, almacenar, compartir y analizar información georreferenciada (Figura 1).

Aplicaciones asesinas

Una vez detallados los tres ejes de análisis claves que están influenciando en la investigación y en el desarrollo de las Ciencias de la Información Geográfica, en esta sección queremos presentar tres ejemplos de aplicaciones que implementan algunos de los avances más recientes en cada uno de los tres ejes de análisis. Estas *aplicaciones asesinas*¹ nos ayudarán a identificar la posición actual en el espacio de análisis propuesto. Por otro lado, el análisis de estos ejemplos aportará algo de luz sobre el futuro próximo en el desarrollo de aplicaciones basadas en información y conocimiento geográfico.

1 Una “aplicación asesina” del inglés *killer application* en jerga informática, es una aplicación determinante que tiene el potencial de cambiar los paradigmas de desarrollo de nuevas aplicaciones y que es asimilada por los usuarios de manera rápida y profunda. El correo electrónico, la transmisión de video por Internet, o las redes compartidas de información P2P son algunos ejemplos de “aplicaciones asesinas”

1. Redes sociales basadas en Localización

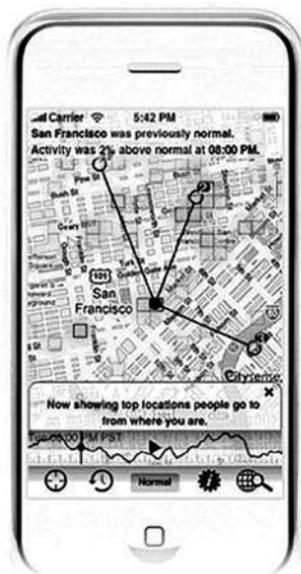
Las redes sociales como Facebook, Hi5, LinkedIn, etc. se han vuelto inmensamente populares en los últimos años. Los usuarios de estas redes comparten y recomiendan sitios Web, blogs, noticias y multimedia con sus contactos, facilitando así el descubrimiento de información pertinente e interesante. Sin embargo, actualmente las redes sociales están establecidas en y para el mundo virtual de Internet: la actividad de los usuarios está basada principalmente en estar sentado delante de una computadora navegando en la Web.

Con la convergencia entre la telefonía celular, la Internet móvil y los sistemas GPS, ahora es posible añadir la dimensión geográfica a las redes sociales y traerlas de vuelta al mundo real. En estas nuevas redes sociales geolocalizadas los usuarios pueden compartir sus experiencias de la vida diaria con sus contactos, recoger y publicar información sobre su entorno en tiempo real sin necesidad de estar “anclados” a un sitio en concreto, ya sea con el fin de simplemente compartir con los amigos y familiares, recomendar lugares interesantes a otras personas, o incluso documentar agresiones al medio ambiente para alertar a la comunidad y a las autoridades. Por otro lado, las redes sociales basadas en localización permiten a los usuarios explorar en una nueva forma el mundo real, descubriendo información acerca del entorno que les rodea y utilizar el conocimiento colectivo para interactuar con su entorno.

Pero el interés de estas aplicaciones está en un nivel más complejo: el uso de estas redes y de otros servicios

basados en localización producen un creciente flujo de datos sobre la ubicación detallada de las personas en el espacio y en el tiempo. El análisis agregado de esta información permite a los investigadores encontrar e interpretar patrones de comportamiento en la población y descubrir nuevo conocimiento a través de técnicas de minería de datos, razonamiento automatizado e inteligencia artificial. Este nuevo conocimiento es de extrema utilidad para planificación urbana, gestión del transporte, manejo de emergencias, marketing dirigido y seguridad. Pero también hay un lado negativo: la privacidad está en riesgo (en la sección de retos trataremos con más detalle este tema).

Un ejemplo de estas aplicaciones es **CitySense** (www.citysense.com). Esta es una red social sobre la vida nocturna en San Francisco, U.S.A. que usa los datos históricos de la actividad de las antenas de telefonía celular, redes Wi-Fi y GPS para crear un patrón espacio-temporal de la actividad y movimiento de los usuarios. Luego agrega datos en tiempo real de todos los usuarios de manera que cada usuario puede acceder desde su teléfono celular y tener una idea de qué es lo que está pasando en la ciudad en cada momento. Si hay una concentración alta de personas en un sitio el usuario puede consultar qué puntos de interés hay allí: bares, restaurantes, discotecas, etc. La aplicación aprende las costumbres y gustos del usuario a partir de los sitios que éste visita y los compara con los perfiles de otros usuarios para recomendar sitios donde probablemente le gustaría ir (Figura 7). De esta manera, el concepto de “punto de interés” es adaptado a cada persona.



Un teléfono celular muestra al usuario los sitios a los que se dirige la gente que tiene sus mismas preferencias. Además muestra el nivel de actividad de esa noche comparándola con datos históricos. (imagen de www.citysense.com)

Figura 7

En este grupo de aplicaciones, los usuarios son activos creadores de la información con la que interactúan. Esta información puede incluir espacio y tiempo así como otros elementos, presentando por lo tanto una dimensionalidad relativamente alta, sin embargo suelen tener una semántica poco formalizada. Así, en nuestro espacio de análisis (Figura 1), podríamos ubicar las redes sociales basadas en localización en la región (C).

2. Multi-Sensores móviles: generadores de aplicaciones basadas en localización.

La miniaturización de sensores, su integración con dispositivos móviles y las tecnologías inalámbricas han

posicionando a los sensores como el complemento ideal para las aplicaciones basadas en localización.

Mientras las aplicaciones tradicionales con sensores se basaban en grandes dispositivos únicos localizados generalmente en zonas de difícil acceso (estaciones meteorológicas, sismógrafos), los sensores actuales se comportan como verdaderas redes conectados entre sí, colaborando para transmitir los datos capturados en tiempo real a los usuarios [10]. Ya no es necesario que los sensores de una red sean del mismo fabricante y de las mismas características, ya que utilizando una serie de estándares [11] es posible descubrir, acceder en tiempo real e interoperar con los datos capturados por sensores heterogéneos.

Por otro lado, los sensores han reducido su tamaño hasta un nivel en el que es posible integrarlos en teléfonos celulares, PDAs o incluso en prendas de vestir, y pueden ser transportados por las personas de una forma no intrusiva. Los ciudadanos, su movimiento y su entorno se vuelven entonces el centro de atención para la captura, análisis, visualización y comprensión de la información dinámica capturada por los sensores. Esta captura móvil y centrada en personas se contrapone a las técnicas tradicionales estáticas y centradas únicamente en aplicaciones científicas [12], marcando una clara tendencia hacia aplicaciones más abiertas y útiles para los usuarios no especialistas.

Las estrategias de captura de estas aplicaciones suele ser *oportunistas*: Cuando el sensor es transportado por una persona, el espacio recorrido, los eventos detectados y las interacciones humanas no están bajo el control del sistema, por lo que éste está preparado para aprovechar

las oportunidades adecuadas para capturar la información [13].

Un ejemplo es el proyecto **PEIR** (<http://peir.cens.ucla.edu>) que pretende crear una estimación del impacto personal del usuario en el ambiente y de su exposición a la contaminación. A través de herramientas online y teléfonos celulares, los usuarios exploran y comparten su impacto sobre el entorno, así como el impacto del entorno sobre ellos. El proceso inicia con la localización y las trayectorias seguidas por los usuarios capturada por el dispositivo GPS del teléfono celular. Luego cada localización del usuario es vinculada con otras fuentes de datos como las condiciones meteorológicas o los patrones de tráfico. Finalmente se obtiene una estimación del nivel de exposición e impacto de los factores de contaminación (smog, CO₂, etc.), así como visitas a lugares *sensibles* como son escuelas u hospitales (Figura 8) [14].



Figura 8

En este tipo de aplicaciones, el papel del usuario en la generación de información es clave, y la cantidad de variables que potencialmente se incluyen en la información

aumenta enormemente su dimensionalidad. Por otro lado, muchas de estas aplicaciones requieren de cierta formalización semántica para poder interoperar con distintas redes de sensores y otras fuentes de información. En el espacio de análisis (Figura 1), las aplicaciones de multi-sensores móviles podrían ocupar la región (D)

3. Realidad Aumentada

Otra aplicación que está atrayendo fuertemente la atención de científicos, desarrolladores y empresas tecnológicas, es la Realidad Aumentada (RA). La idea principal está basada en la superposición de información digital sobre objetos verdaderos en tiempo real, permitiendo al usuario aumentar su conocimiento sobre diversos aspectos de la realidad.

Para poder realizar la correspondencia entre la información digital y el mundo real, la RA hace uso de técnicas de ajuste tridimensional, geolocalización, video tracking, razonamiento automatizado, visión artificial, y otras más. Por lo tanto, en un principio, la RA estuvo confinada a ambientes cerrados en laboratorios y bajo condiciones controladas, pero desde hace pocos años ha saltado a la calle y ha encontrado un inmenso nicho de posibilidades y aplicaciones aprovechando la tecnología disponible.

Por ejemplo, Layar (www.layar.com) es un navegador de realidad virtual para teléfonos celulares; el servicio aprovecha las capacidades de los modernos teléfonos (GPS, cámara, brújula, GPRS, etc.) para establecer la posición absoluta y relativa del usuario y la orientación

del teléfono. Entonces realiza búsquedas en Internet y recupera información relevante sobre el entorno y la visualiza posicionándola adecuadamente sobre la pantalla (Figura 9). Estos navegadores se conectan a diversas fuentes de información, como Wikipedia, GoogleMaps, etc. para recuperar hipertexto, multimedia y otros recursos y geoposicionarla en tiempo real en un teléfono celular.



Un navegador de realidad virtual instalado en un teléfono celular superpone información digital sobre imágenes de la realidad, permitiendo al usuario una experiencia enriquecida de exploración de su entorno. (Imagen de fondo por Helder Ribeiro).

Figura 9

Otras aplicaciones de Realidad Aumentada incluyen el reconocimiento de patrones para construir elementos virtuales sobre imágenes reales. En la Figura 10 una aplicación utiliza la cámara Web de una computadora portátil para reconocer un patrón como marca fiduciaria (en este caso, en la pantalla de otra computadora, pero podría ser simplemente en papel) y proyecta sobre el patrón un modelo tridimensional creado a tal efecto. La aplicación también utiliza el micrófono integrado de la computadora

para que el usuario haga girar las turbinas soplando sobre él (<http://ge.ecomagination.com/smartgrid>).



Un modelo tridimensional "emerge" de un patrón detectado por la cámara web de una computadora y se superpone a la realidad permitiendo al usuario interactuar con él. (Imagen de los autores, modelo 3D de <http://ge.ecomagination.com/smartgrid>)

Figura 10

Aunque esta aplicación no va más allá de una demostración lúdica relacionada con tecnologías limpias, las potenciales aplicaciones son incontables. Por ejemplo, la experiencia de los turistas en una ciudad puede ser enriquecida colocando elementos de realidad aumentada que aparecen cuando un usuario equipado con un teléfono celular con cámara, apunta a una marca fiduciaria creada a tal efecto. En otro ejemplo, un técnico visualiza en tiempo real una red subterránea de abastecimiento de agua sin necesidad de acceder directamente a ella. Estos ejemplos pueden ser implementados con la información y la tecnología actualmente disponible.

Como podemos observar, la Realidad Aumentada es un campo emergente en el que la información geográfica es un componente fundamental. Por el momento, las aplicaciones existentes están diseñadas y alimentadas principalmente por especialistas, pero se utilizan cada vez más modelos

de datos y estándares abiertos que potencian el rol de los usuarios. La RA incluye generalmente tres dimensiones para la representación geográfica y es muy común que incluya también el tiempo y otras variables, por lo que se trata primordialmente de una aplicación de representación n-dimensional. Aunque la semántica no está contemplada en la mayoría de aplicaciones, hay una clara tendencia a formalizar el significado de las representaciones para poder hacer uso extensivo de búsquedas semánticas y razonamiento automatizado. Podríamos así decir que las aplicaciones de Realidad Aumentada podrían ocupar la región (E) del espacio de análisis de la figura 1.

Retos

Como hemos podido ver, hoy en día existen aplicaciones que están haciendo uso extensivo de la información y tecnología existente para crear nuevos servicios que incrementan el valor agregado del conocimiento geográfico. Sin embargo, aunque el futuro es prometedor, todavía falta mucho camino por recorrer, no solamente en el ámbito científico y en el desarrollo tecnológico, sino también considerando las implicaciones sociales y éticas de estos avances. Por ejemplo, se ha demostrado recientemente que analizando un conjunto de datos de localización de un dispositivo móvil, es posible inferir la identidad del usuario junto con otra información privada y sensible. ¿Quién y cómo garantizará la protección de esa información? ¿Estamos preparados para ser vigilados en todo momento y en todo lugar? ¿Es ético utilizar la información sobre las actividades diarias de una persona con fines publicitarios o comerciales?

Los retos e implicaciones que se contemplan ante el establecimiento de la GeoWEB son inconmensurables y van más allá del propósito de este artículo. Sin embargo, nos ha parecido importante hacer una pausa en el camino y presentar en este artículo el momento actual y el futuro inmediato de la información y conocimiento geográfico, contextualizándolo en una línea evolutiva que va desde las primeras representaciones geográficas en hueso y madera hasta un futuro no muy lejano en el que la GeoWEB se haya establecido como el paradigma de la sociedad de la información.

Esperamos que este análisis pueda aportar elementos para nuevas discusiones y alimente el debate sobre el papel de la academia, las empresas y las instituciones en la sociedad del conocimiento. Pero también es de nuestro interés provocar una reflexión individual sobre el papel que cada uno de nosotros, como ciudadanos, puede desempeñar en la era de la geoinformación.

Referencias

- [1] PRNewswire, 2008. GeoEye Delivers GeoEye-1 Satellite Imagery Products to Google. Nota de Prensa, 19 de Marzo de 2008. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: <http://geoeye.mediaroom.com/index.php?s=43&item=319>.
- [2] Nokia, 2007. Nokia to acquire NAVTEQ. Nota de prensa, 1 de octubre de 2007. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: <http://www.nokia.com/press/press-releases/showpressrelease?newsid=1157198>.
- [3] Kloet, S., 2007. TomTom Holders Approve Takeover of Tele Atlas. Wall Street Journal. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: <http://online.wsj.com/article/SB119677803171513059.html>
- [4] Scharl, A. & Tochtermann, K., 2007. The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society. Springer, Berlin.
- [5] Langran, G. 1992. Time in Geographic Information Systems. Tylor and Francis, London.
- [6] Peuquet, D. 2002. Representations of Space and Time.
- [7] W3 Consortium, 2004. OWL Web Ontology Language. W3C Recommendation. McGuinness, D. & van Harmelen, F. (Eds.). Recuperado en 8 de Agosto de 2009. De <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- [8] Goodchild, M.F. (2007) Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the world of Web 2.0. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research 2: 24–32.

[9] Coleman D., Georgiadou Y., Labonte Y. (2009) Volunteered Geographic Information: the nature and motivation of producers. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Special Issue GSDI-11 (Under review).

[10] Zyl, T.; Simonis I.; McFerren G. The Sensor Web: systems of sensor systems. Int. J. Digit. Earth 2009, 2, 16-30.

[11] Botts, M., Percivall, G., Reed, C., & Davidson, J. (Eds.). (2007b). OGC White Paper - OGC Sensor Web Enablement: Overview and High Level Architecture (OGC Document Number: 07-165). Wayland, MA: OG

[12] <http://mobileactive.org/earth-day-and-mobile-phones-part1-sensing-better-world>

[13] Campbell A., Eisenman S., Lane N., Miluzzo E., Peterson R., Hong Lu, Xiao Zheng, Musolesi M., Fodor K. and Ahn G. The Rise of People-Centric Sensing IEEE Internet Computing: Mesh Networking, pp. 12-21. 2008.

[14] Nokia Research Center, 2008. Sensing the World with Mobile Devices. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: www.research.nokia.com

Nuevos sensores de teledetección

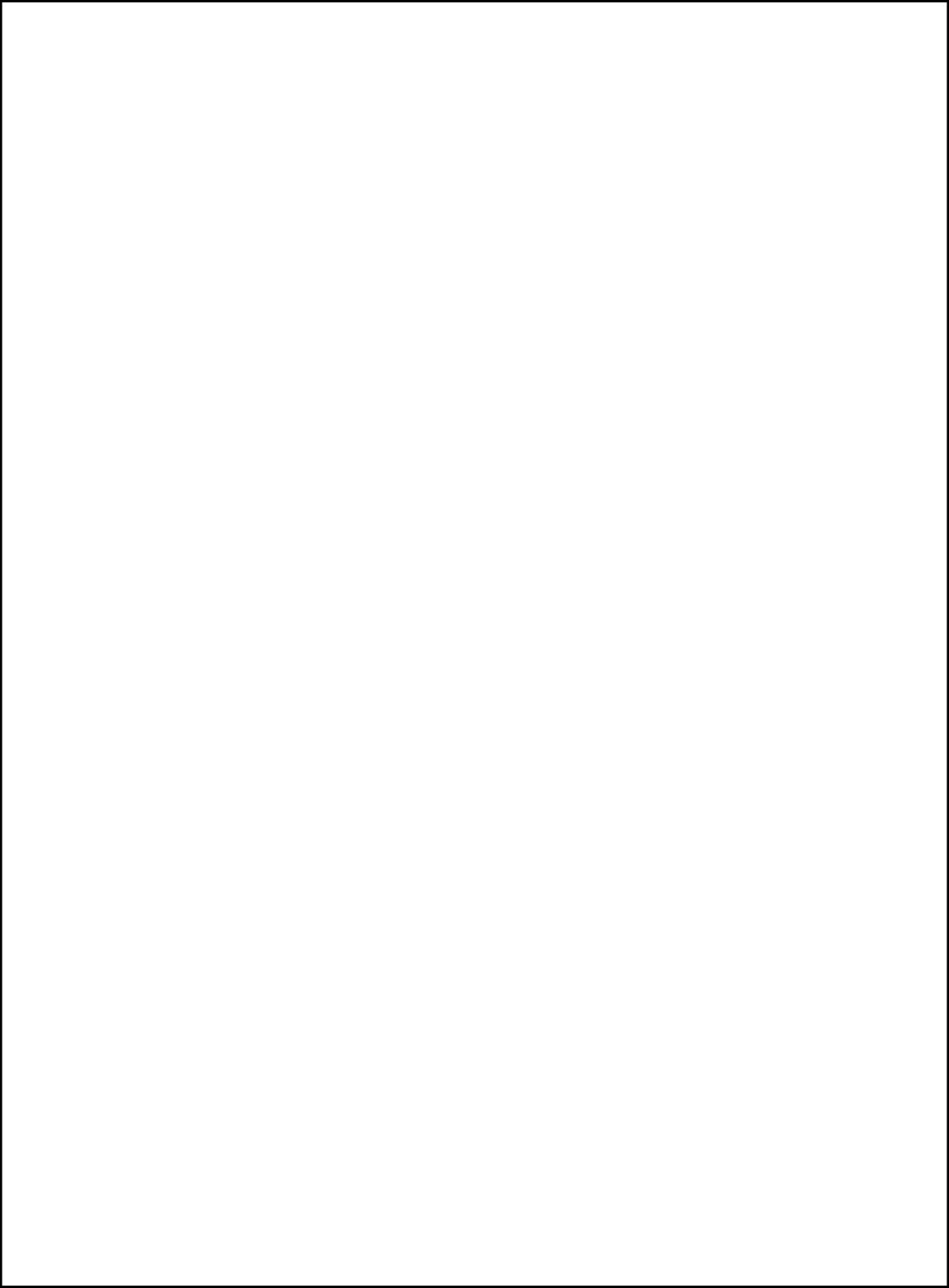
Omar Delgado Inga

Ingeniero en Minas por la Universidad del Azuay
Especialista en Sistemas de Información Geográfica
aplicados a la Gestión Territorial y Ambiental por la
Universidad del Azuay

Master en Tecnologías de la Información Geográfica
por la Universidad de Alcalá – España

Profesor de la Universidad del Azuay

Email: odelgado@uazuay.edu.ec



1. Introducción

La observación remota de la superficie terrestre constituye el marco de estudio de la teledetección. Este vocablo es una traducción del inglés *remote sensing*, ideado a principios de los setenta para designar cualquier medio de observación remota. (Chuvienco, 2007). Por tanto el término teledetección involucra las técnicas de fotografía aérea, la videografía y radares aerotransportados. En este documento se hará una revisión de los nuevos medios de teledetección montados sobre plataformas espaciales para adquirir imágenes de la superficie terrestre.

En la adquisición de imágenes de satélite por teledetección y empleo de las mismas, intervienen seis elementos:

Fuente de energía: En base a la fuente de energía los sensores se dividen en pasivos y activos. Los sensores pasivos son aquellos que aprovechan la energía solar, que ilumina la superficie de la tierra, para registrar la información. Los sensores activos, como el radar poseen su propia fuente de energía que va en el sensor y emite un haz energético para registrar la cobertura terrestre.

Cubierta terrestre: Está conformada por vegetación, suelo descubierto, agua y asentamientos humanos, que es la información que será registrada por el sensor.

Sistema sensor: Son los instrumentos para registrar la información de la cubierta terrestre, los mismos que están montados sobre una plataforma espacial.

Sistema de recepción: Constituyen las estaciones donde se recibe la información del sistema sensor, para su posterior comercialización.

Intérprete: Es quien estudia y analiza los datos registrados en el sensor para generar información temática.

Usuario final: Es quien emplea la información, tanto la registrada por el satélite (imagen de satélite) así como de los productos de información temática, para un uso en particular.

2. Primeros satélites de teledetección

En 1960, la NASA (National Aeronautics and Space Administration), inicia el primer programa de satélites meteorológicos con el lanzamiento de TIROS I. Unos años más tarde el 23 de julio de 1972 la NASA envía el primer satélite para el estudio de la cobertura terrestre el ERTS (Earth Resources Technology Satellite), luego denominado Landsat cuando se pone en órbita el segundo satélite en 1975. Posterior al sistema Landsat, la NASA desarrolla otros programas para la observación medioambiental de la tierra, entre los más destacados: el laboratorio espacial Skylab lanzando en 1973 (NASA, 1977), el satélite oceanográfico Seasat puesto en órbita en 1978 (Ford, 1980), el satélite de investigación térmica HCMM lanzado en 1978 (Short y Stuart, 1982). Otras agencias espaciales motivadas por los resultados científicos conseguidos

con imágenes de satélite, desarrollan nuevos sistemas como SPOT (1986) de origen franco-belga, IRS-1 (1988) de la India, ERS-1 (1991) de la comunidad europea, los sistemas rusos Soyuz y Salut, entre otros.

Desde el lanzamiento del TIROS I, hasta la fecha se han desarrollado cada vez mejores sensores y plataformas satelitales. El campo de aplicación de la teledetección espacial es extenso, lo que ha llevado en los últimos 10 años a involucrar a empresas privadas, que han desarrollado sistemas satelitales comerciales provistos con tecnología de vanguardia proporcionando mayor precisión y detalle en las imágenes adquiridas por usuarios civiles, lo que ha permitido incorporar otras áreas del conocimiento como cartografía, catastro, localización de instalaciones, turismo, gestión ambiental, geología, geomorfología, entre otras.

3. Características de una imagen de satélite.

Una imagen de satélite se caracteriza por cinco parámetros: resolución espacial, resolución espectral, resolución temporal, resolución radiométrica, y resolución angular. A continuación se describen cada una de ellas:

Resolución espacial: se determina por las dimensiones del píxel que es la unidad más pequeña que se distingue sobre una imagen.

Resolución espectral: se refiere al número y ancho de bandas del espectro electromagnético que puede discriminar el sensor.

Resolución temporal: se establece por el tiempo en que el sensor vuelve a tomar la misma porción de la superficie terrestre.

Resolución radiométrica: se refiere a la capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe. En imágenes de satélite se establece con el rango de valores que codifica el sensor expresada en el número de bits; a mayor número de bits mayor discriminación.

Resolución angular: se establece por la capacidad del sensor para observar la misma zona desde distintos ángulos.

4. Clasificación de imágenes de satélite por el criterio de resolución espacial

En función del tamaño de los objetos que se pueden distinguir en una imagen de satélite (resolución espacial), se dispone de sensores remotos de alta resolución espacial, es decir se trata de imágenes en las que se discriminan objetos entre 0.4 y 10 m, de mediana resolución en la que se distinguen objetos entre 10 y 30 m, y de baja resolución espacial mayores a 30m. La resolución espacial de una imagen de satélite se establece por el tamaño del píxel (picture x element).

4.1 Satélites de alta resolución espacial

Los satélites de alta resolución espacial están orientados a aplicaciones urbanas como catastro,

localización de equipamiento, redes de transporte, telecomunicaciones, entre otras, que anteriormente estaban limitadas a estudios con fotografía aérea. Los principales desarrollos de las imágenes de alta resolución están liderados por tres empresas norteamericanas GeoEye que agrupa a las dos empresas que pusieron en marcha los satélites comerciales: Orbimage, con el satélite Orbview-1 el primer satélite comercial destinado a estudios meteorológicos, puesto en órbita en 1995 y Space Imaging con el satélite Ikonos-2 el primer satélite comercial de alta resolución espacial, operable desde septiembre de 1999; Earthwatch renombrada como Digital Globe, responsable de la operación de Quickbird, lanzado en octubre de 2001 y una israelí ImageSat International, con el satélite EROS A-1, lanzado en el año 2000. El programa satelital de alta resolución espacial está actualmente liderado por el satélite GeoEye que fue lanzado a finales del 2008.

4.1.1 GEOEYE-1

El satélite GeoEye-1 fue lanzado el 6 de septiembre de 2008 y actualmente es el satélite de alta resolución más moderno y de mayor resolución espacial, ya que dispone de una banda pancromática de 0.41 m y de cuatro bandas multiespectrales de 1,65m correspondientes a las regiones del azul, verde, rojo e infrarrojo cercano (A, V, R, IRC). Cada imagen cubre una superficie de 15.2 km x 15.2 km con una resolución radiométrica de 11 bits. Actualmente no se dispone de imágenes de este satélite para la ciudad de Cuenca, sin embargo en la siguiente dirección URL se pueden buscar imágenes de este satélite.

<http://geofuse.geoeye.com/maps/Map.aspx>

4.1.2 IKONOS

El satélite Ikonos-2 entra en funcionamiento en 1999 tras el lanzamiento fallido del Ikonos-1 en 1998. Tiene una resolución espacial de 1m en el pancromático y 4m en las bandas multispectrales del azul, verde, rojo e infrarrojo cercano (A, V, R, IRC). Cada imagen cubre una superficie de 11 km x 11 km y tiene una resolución radiométrica de 11 bits que permite una mayor definición de los elementos de la imagen.

Las imágenes multispectrales se pueden combinar con la banda pancromática para obtener una imagen fusionada con resolución de 1m, y con estos productos fusionados se combinan para obtener imágenes de color.

Las aplicaciones del Ikonos son el catastro urbano. Para la ciudad de Cuenca se dispone de dos imágenes adquiridas el 10 de enero y 27 de marzo del 2008. La imagen de enero de 2008 cubre la parte Este de la ciudad, aproximadamente desde el eje de la calle Benigno Malo y su prolongación por la avenida Fray Vicente Solano hacia la derecha hasta las piscinas de estabilización de la empresa municipal ETAPA. La imagen de marzo de 2008 cubre la parte Oeste de la ciudad de Cuenca hasta el sector de Sayausí. Las imágenes Ikonos y GeoEye pueden ser buscadas a través de su servidor de imágenes en la siguiente dirección:

<http://geofuse.geoeye.com/maps/Map.aspx>.

De las dos imágenes descritas, solo una de ellas, la del mes de enero, esta disponible en Google Earth. La figura 1, recoge un segmento de la imagen Ikonos en el sector de la Universidad del Azuay.



Figura 1. Imagen Ikonos de la ciudad de Cuenca adquirida el 10 de enero de 2008

4.1.3 QUICK BIRD

Digital Globe opera el satélite QuickBird que fue lanzado el 18 de septiembre de 2001, este satélite tiene una resolución espacial de 0,61m en la banda pancromática y de 2,5 m en las bandas multiespectrales en correspondencia a las regiones del azul, verde, rojo e infrarrojo cercano (A, V, R, IRC) similar a las del ikonos-2. El área de cobertura es de 16.5 km x 16.5 km a una resolución de 11 bits. Para la ciudad de Cuenca, existen imágenes que corresponden al año 2008 pero la mayor parte de la imagen tiene nubes,

lo que imposibilita su uso. Para la ciudad de Cuenca durante el año 2009 se capturaron dos imágenes en las fechas 27 de marzo y 30 de marzo, en estas imágenes se puede divisar la parte este de la ciudad de Cuenca, desde las piscinas de estabilización hasta la confluencia del río Cuenca con el Burgay y por la parte norte incluso llega hasta la ciudad de Azogues. El buscador de imágenes de QuickBird se encuentra en la siguiente dirección:

<http://browse.digitalglobe.com/imagefinder>.

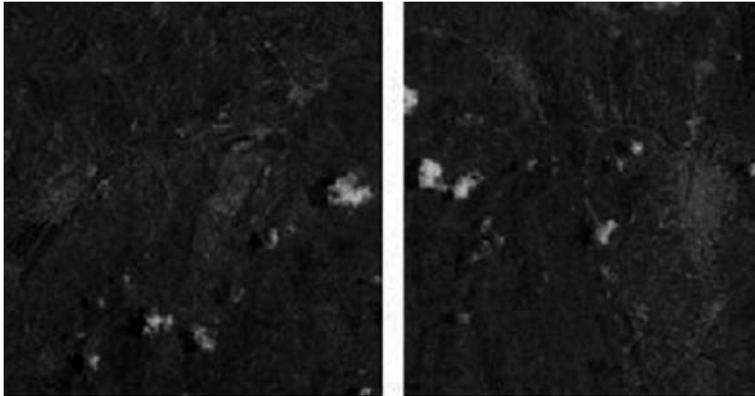


Figura 2. Imagen QuickBird adquirida el 30 de marzo de 2009. Imagen Izquierda muestra la parte Este de la ciudad de Cuenca, la de la derecha las ciudades de Azogues y Biblián

Digital Globe para finales del 2009 tiene previsto el lanzamiento de su nuevo satélite WorldView-2 que estará provisto de 8 bandas multiespectrales y dos pancromáticas con resolución espacial de 0.50 m.

<http://worldview2.digitalglobe.com/>

A continuación se resumen las características de las imágenes de satélite de alta resolución que actualmente proveen de información de la superficie terrestre.

SATÉLITE	GEOEYE-1	IKONOS	QUICKBIRD
Resolución	0.50 m	1 m	0.61 m
Rango espectral (pan)	450-800 nm	526-929 nm	450-900 nm
Azul	450-510 nm	445-516 nm	450-520 nm
Verde	510-580 nm	505-595 nm	520-600 nm
Rojo	655-690 nm	632-698 nm	630-690 nm
Infrarrojo cercano IR	780-920 nm	757-853 nm	760-900 nm
Pan Resolución en el nadir	0.41 m	0.82 m	0.61 m
Pan Resolución a 60 elevación	0.50- m	1.0 m	0.72 m a 25 ° del nadir
Multiespectral Resolución en el nadir	1.64 m	3.28 m	2.44 m
Ancho de barrido en el nadir	15.2 km	11.3 km	16.5 km
Fecha de lanzamiento	06-Sep-08	24-Sep-99	18-Oct-01
Ciclo de vida	7 años	Sobre los 8.5 años	
Hora de volver	3 días a 40° de latitud con la elevación > 60°	3 días a 40° de latitud con la elevación > 60°	3-5 días dependiendo de latitud.
Altitud orbital	681 km	681 km	450 km
Cruce Nodal	10:30 AM	10:30 AM	10:30 AM

4.1.4 EROS – A1

El satélite israelí EROS-A1 fue lanzado en el año 2000. Dispone de una cámara pancromática de 1.8 m de resolución espacial y cubre una superficie de 13.5 km x 13.5 km con resolución radiométrica de 11 bits. Los productos EROS están definidos por el nivel de procesamiento y adquisición de la imagen ya que permite mejorar la resolución espacial, así el producto “*hipersmapling*” posee una resolución de 1m para una superficie de 9.5 x 9.5

km. En un futuro este programa prevé el lanzamiento de nuevos satélites con una resolución espacial de 0.82m con información multiespectral.

4.2 Sistemas de mediana resolución espacial

Las imágenes de mediana resolución permiten obtener una clasificación general de los suelos, como cobertura vegetal, localizar y cartografiar hábitats urbanos, infraestructuras de carreteras, grandes edificaciones urbanas como aeropuertos, localizar y discriminar zonas forestales de terrenos agrícolas, entre otros. Las imágenes de media resolución espacial hasta el año 2000 fueron consideradas de alta resolución espacial, claro previa a los productos que genera ikonos. Entre los sistemas que producen imágenes de mediana resolución se encuentra el programa satelital norteamericano Landsat que inició sus operaciones en 1972, le siguió SPOT de origen franco-belga lanzado en 1986, el programa satelital de origen Indio IRS puesto en marcha en 1988, el programa de la comunidad europea ERS en 1991, el programa canadiense RADARSAT que inicia operaciones en 1995, el programa norteamericano TERRA lanzado en 1999; y, finalmente el programa japonés ALOS puesto en marcha en el 2006.

4.2.1 ALOS

El satélite ALOS (Advanced Land Observation Satellite) fue lanzado el 24 de enero de 2006 por la misión científica japonesa. Posee 3 instrumentos: PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping) para

generar modelos digitales de elevación, AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer), de segunda generación empleado para observación precisa de cobertura del suelo; y, PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) para mediciones de día o noche y ante cualquier condición climática para observación de la tierra, que permite generar mapas a escala 1:25.000 sin necesidad de puntos de control en el terreno. Las aplicaciones de este satélite son: cartografía, monitoreo de desastres y manejo de recursos naturales.

SATELLITE ALOS	AVNIR-2	PRISM	PALSAR
Resolución	10 m	2.5 m	10 - 100 m
Rango espectral (pan)	-	520-770 m	-
Azul	420-500 nm	-	-
Verde	520-600 nm	-	-
Rojo	610-690 nm	-	-
Infrarrojo cercano IR	760-890 nm	757-853 nm	-
SAR-L	-	-	Frecuencia 1.3 GHz

La resolución espacial del ALOS es de 2.5m para la banda pancromática y 10m para las bandas multiespectrales.

4.2.2 TERRA

La plataforma satelital TERRA, fue lanzada en diciembre de 1999 y constituye el proyecto más completo de la NASA destinado a la observación global de la Tierra (EOS, Earth Observing System). La plataforma lleva a bordo cuatro sensores que se complementan entre sí

para obtener y generar información ambiental de carácter científico a nivel global sobre distribución de aerosoles, nubosidad, temperatura terrestre y marina, cambio de uso / coberturas del suelo y el papel de los océanos en el cambio climático.

ASTER

El sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) es el de mayor resolución espacial en comparación con los otros sensores del TERRA. Este sensor fue construido por Japón, país que también se encarga de la distribución de los datos. Este sensor obtiene información en 15 bandas: 4 bandas (V, R, y 2 en el IRC) tienen resolución espacial de 15m, 6 bandas dispuestas en la región del Infrarrojo Medio (SWIR) con resolución de 30m; y 5 bandas dispuestas en el Infrarrojo Térmico con resolución de 90m. Este sensor registra propiedades de nubes, estudios de vegetación y suelos, temperatura terrestre y topografía.

La Universidad del Azuay, dispone de 13 imágenes ortorrectificadas ASTER correspondientes a la cuenca del río Paute, las mismas que se encuentran publicadas en su servidor de mapas en la dirección <http://gis.uazuay.edu.ec/udasig/crp/index.html>. A continuación se detallan las imágenes ASTER disponibles en nuestra Universidad.

FECHA DE ADQUISICIÓN	LUGAR DE REFERENCIA	PRODUCTO	FECHA DE ADQUISICIÓN	LUGAR DE REFERENCIA	PRODUCTO
10.02.2001	Santa Isabel, Girón, San Fernando.	AST_L1B	11.23.2005	Guarumales, Santiago de Méndez, subcuenca baja del río Paute.	AST14DMO
10.02.2001	Cuenca, Azogues, Cañar, Tambo.	AST_L1B	10.16.2006	Cuenca, Azogues, Paute, Cañar, Gualaceo, Chordeleg, Biblián, Déleg, Tambo.	AST14DMO
09.12.2002	Azogues, Taday, Santiago de Méndez.	AST_L1B	10.16.2006	Santa Isabel, Girón, Tarqui.	AST14DMO
09.12.2002	Gualaceo, Chordeleg, Sigsig, Paute.	AST_L1B	10.21.2007	Tarqui, Sigsig	AST14DMO
07.22.2004	Santa Isabel, Girón, San Fernando	AST14DMO	10.21.2007	Cuenca, Azogues, Paute, Guarumales, Cañar, Gualaceo, Chordeleg, Biblián, Déleg, Tambo.	AST14DMO
07.22.2004	Migüir, Soldados, Parque Nacional Cajas.	AST14DMO	10.21.2007	Culebrillas, Alausí, Chunchi	AST14DMO
11.23.2005	Subcuenca del río Negro, parte oriental de la subcuenca del río Paute.	AST14DMO			

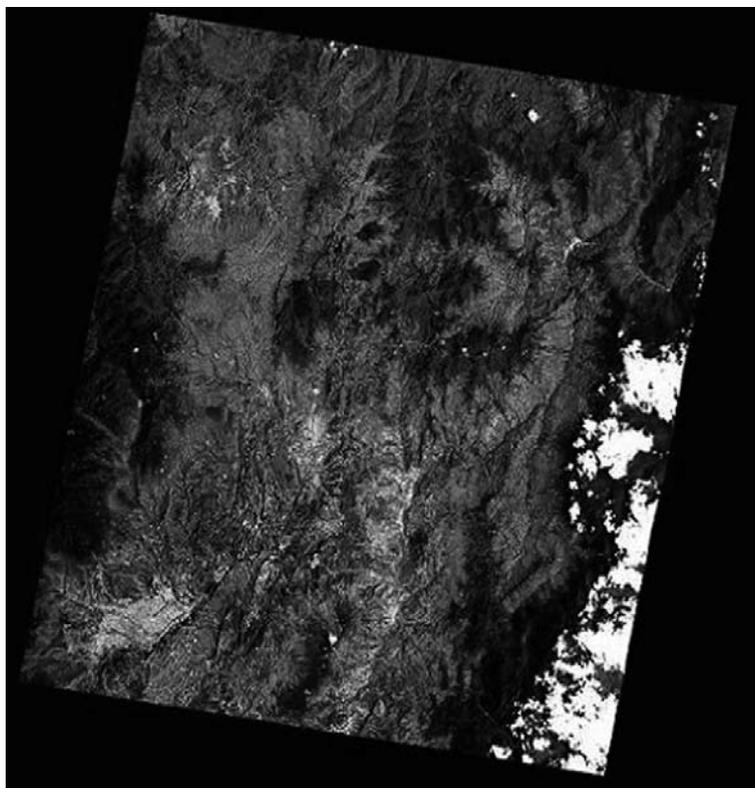


Figura 3. Imagen ASTER, capturada el 21 de febrero de 2007. En la parte inferior izquierda la ciudad de Cuenca, en la superior derecha la presa Daniel Palacios, en la superior izquierda la laguna de Culebrillas en Cañar.

La información detallada del sensor ASTER se encuentra disponible en la dirección: <http://asterweb.jpl.nasa.gov>, para consultar la existencia de imágenes de satélite de cualquier parte de la superficie terrestre ingrese a la dirección <http://glovis.usgs.gov> y para adquirir los diferentes productos ASTER visitar la dirección:

<http://asterweb.jpl.nasa.gov/datapool.aso>.

CERES

El sensor CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System), está diseñado para registrar la radiación global terrestre y proporciona estimaciones sobre las propiedades de las nubes.

MISR

Este sensor cuya abreviación es de Multi-Angle Imaging Spectroradiometer tiene cobertura multiangular, pues se puede observar en 9 ángulos distintos en cuatro bandas espectrales (A,V,R, IRC). Cada imagen de este sensor cubre un ancho de 360 km x 360 km con una resolución de 275m al nadir.

MODIS

El sensor MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) es el primer sensor hiperspectral, dispone de 36 canales a distinta resolución y en diferentes secciones del espectro, que se indican a continuación: Dos bandas en la región del R e IRC, con resolución espacial de 250m 5 bandas que cubren la región del Verde y diversas regiones del infrarrojo de onda corta SWIR, con resolución espacial de 500m Con resolución espacial de 1 km tenemos: 12 bandas entre el VIS – IRC entre 0,4 y 9,965 μm ; 6 bandas en el IRT entre 10,78 y 14,38 μm . Las imágenes MODIS tienen una cobertura de barrido de 2300 km x 2300 km.

Las aplicaciones de este sensor están orientadas a la cartografía de cubierta nubosa y aerosoles, actividad fotosintética, detección de incendios o erupciones volcánicas, cartografía de la superficie marina, cobertura de nieve entre otras. El uso en diferentes aplicaciones se debe a la libre distribución de estas imágenes por parte de la NASA a través de DAAC (Distributed Active Archive Center Alliance) (<http://daac.gsfc.nasa.gov>).

MOPITT

El sensor MOPITT (Measurements of Pollution In The Troposphere), está orientado al estudio de la baja atmósfera y su interacción con la superficie terrestre y marina. Con este sensor se pretende estimar la distribución, transporte, fuentes y sumideros de monóxido de carbono y metano en la troposfera. El sensor está provisto de tres bandas localizadas en la región del IRM y tiene una resolución espacial de 22km al nadir y cubre una superficie de 640 km x 640 km.

4.2.3 LANDSAT

Tras los buenos resultados de las primeras fotografías tomadas desde satélites, la NASA desarrolló un programa espacial para observación de la tierra, enviando el primer satélite el ERST (Earth Resource Technology Satellite) en 1972, posteriormente el programa sería renombrado como Landsat a partir

del segundo satélite en 1975. Hasta el momento se han lanzado siete satélites del programa Landsat siendo el último lanzamiento en 1999 del Landsat-7 y tan solo el sexto satélite (Landsat-6) se perdió tras su lanzamiento. Cada satélite enviado al espacio lleva consigo mejoras sustanciales en cuanto a resolución espacial, resolución radiométrica, resolución temporal y resolución espectral. La buena resolución de sus sensores, el carácter global y periódico hacen de este programa el de mayor serie histórica de imágenes de cobertura terrestre.

Los tres primeros satélites Landsat estaban provistos de un equipo de barrido multiespectral denominado MSS (Multiespectral Scanner) y de tres cámaras de video RBV (Return Beam Vidicon). Los Landsat 4 y 5 eliminaron las cámaras RBV y las sustituyeron por un explorador de barrido denominado TM (Thematic Mapper) que proporcionaba mayor resolución espacial y espectral que el sensor MSS (Chuvienco, 2008). En el landsat-7 el sensor ETM+ (Enhance Thematic Mapper plus) reemplaza al sensor TM, que incorpora una banda pancromática de 15m de resolución que se puede fusionar con las bandas multiespectrales para obtener una mejor calidad en la resolución espacial de los productos cartográficos generados.

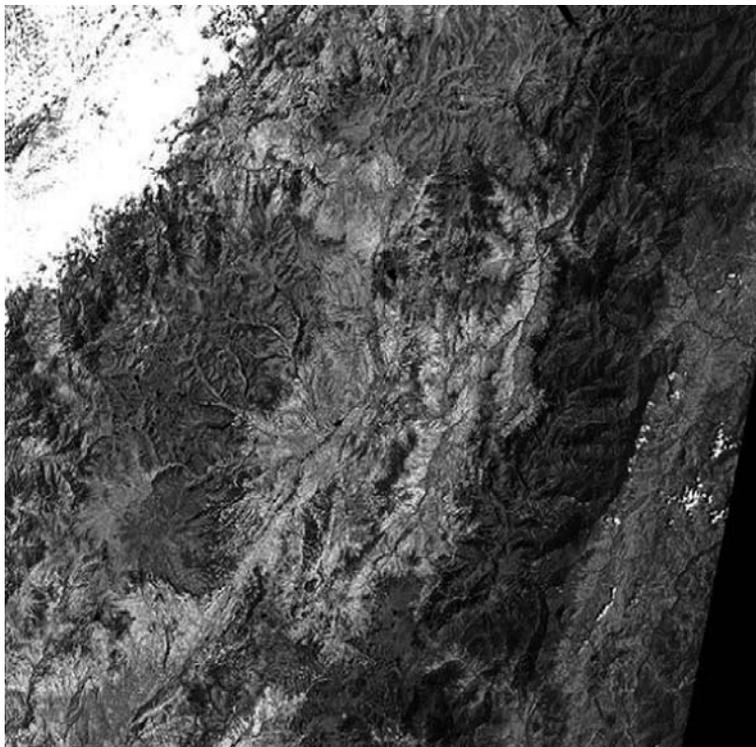


Figura 4. Imagen Landsat-7, capturada el 3 de noviembre de 2001. La imagen cubre toda la cuenca hidrográfica del río Paute y en el centro se encuentra la ciudad de Cuenca, por la derecha la imagen llega hasta la ciudad de Méndez en la provincia de Morona Santiago y por la izquierda hasta Molleturo en la región costa, por el Norte hasta la laguna de Cubillin en la provincia del Chimborazo y por el Sur hasta Santa Isabel en el Azuay.

ETM+

El sensor ETM+ obtiene información en 8 bandas: siete multiespectrales y una pancromática. De las multiespectrales tres bandas están localizadas en el VIS,

una en el IRC, dos en el SWIR y una en el IRT. La banda pancromática se extiende desde la región del VIS-IRC. Con la información del Landsat-7 se han mejorado de forma sustancial las aplicaciones terrestres y marinas como detección de turbidez y contaminantes en el agua (banda azul, VIS), exploración minera y contenidos de humedad en plantas y suelo (SWIR), detección de focos de calor (SWIR e IRT), identificación de masas vegetales y estados de la vegetación (VIS-IRC).

En la Universidad del Azuay se dispone de siete imágenes de satélite del sistema Landsat, que cubren la cuenca hidrográfica del río Paute (correspondientes al path10 row62), cuatro de ellas han sido descargadas del servidor de la Universidad de Maryland en la dirección <http://glcf:umiacs.umd.edu>, dos han sido adquiridas al CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos) y una adquirida directamente al USGS (U.S. Geological Survey) encargado de la distribución de las imágenes landsat a nivel mundial. En la figura 4 se indica la imagen satélite Landsat7 del 3 de Nov.2001.

SISTEMA	FECHA DE ADQUISICION
Landsat-5	26.marzo.1987
Landsat-5	02.marzo.1990
Landsat-5	15.octubre.1991
Landsat-7	9.enero.2000
Landsat-7	11.mayo.2001
Landsat-7	03.noviembre.2001
Landsat-7	02.octubre.2001

La información de las imágenes landsat que dispone la Universidad se encuentran publicadas en el servidor de mapas en la dirección

<http://gis.uazuay.edu.ec/udasig/crp/index.html>.

4.2.4 SPOT

El satélite SPOT (System Pour l'Observation de la Terre) desarrollado en Francia por el CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) en colaboración con Bélgica y Suecia han puesto en órbita cinco satélites desde 1986 con el Spot-1, luego en 1990, 1993, 1998 y 2005. Los satélites Spot disponen de dos equipos de exploración denominados HRS (Haute Resolution Visible) que capturan información en modo pancromático y multiespectral en tres bandas espectrales (V, R, IRC) con una resolución espacial de 10 y 20 m respectivamente, que cubren una superficie de 60 km x 60 km.

Una característica importante de estos sensores es la captura de imágenes a diferentes ángulos (27 grados a cada lado del nadir) que permite obtener imágenes estereoscópicas y a partir de ellas obtener modelos digitales de terreno de hasta escalas 1:50.000 (Toutin y Beaudoin, 1995 en Chuvieco 2007).

Desde el Spot-3 se han incorporado dos equipos, el DORIS empleado para el seguimiento preciso de la posición del satélite, y el POAM (Polar Ozone and Aerosol Measurement) para mediciones de ozono, aerosoles, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua.

Al Spot-4, se incorporó el sensor HVR, una banda adicional, la de infrarrojo de onda corta (SWIR) pasando a denominarse el sensor HRVIR. A este satélite también se incorporó el sensor denominado Vegetation que cuenta con 4 bandas espectrales (A, R, IRC, SWIR) con resolución espacial de 1 km, que cubren una superficie de 2250 km x 2250 km, lo que facilita una adquisición diaria de la tierra.

En el Spot-5 se mantiene el sensor HRVIR, el DORIS y el POAM pero con una gran mejora en la resolución espacial de 5m e incluso 2,5m en el pancromático y de 10m en las bandas multiespectrales a excepción del SWIR que mantiene 20m. La consulta de imágenes de satélite del sistema spot está disponible en la dirección www.spotimage.com

4.2.5 IRS

Los satélites IRS Indian Remote Sensing Satellite están a cargo de la agencia espacial india (NRSA) y fueron lanzados en 1988, 1994, 1995 y 1997 para estudios de los recursos naturales de este país pero han sido utilizados en otras regiones y para múltiples aplicaciones. A estos cuatro satélites se les identifica como IRS-1A, IRS-1B, IRS-1C e IRS-1D, cada satélite está provisto de dos sensores denominados LISS (Linear Imaging Self Scanning) que proporcionan una resolución espacial de 72.5m si opera una cámara (LISS-I) y de 36.25m si operan entre las dos cámaras (LISS-II). La superficie que cubre el sensor LISS es de 148 x 148 km para LISS-I y de 74 x 74 km para LISS-II.

En los satélites IRS-1A e IRS-1B, el sensor LISS abarca cuatro bandas del espectro electromagnético, comprendidas entre el Azul e IRC; y, en los satélites IRS-1C e IRS-1D cubre en cuatro bandas las regiones entre el verde y el infrarrojo de onda corta SWIR. A estos últimos satélites se adicionaron dos sensores: una cámara pancromática de 5.8 m de resolución espacial que cubre superficies de 70 x 70 km y un sensor de observación regional denominado WIFS con resolución de 188m y cobertura de 810 x 810 km.

Adicionalmente la agencia espacial india tiene a su cargo un satélite oceanográfico denominado IRS-P4 (Oceansat), lanzado en 1999, provisto de dos sensores: una cámara óptica de 8 canales y un radiómetro de microondas. En el año 2003, puso en órbita el satélite IRS-P6 (Resourcesat) provisto de tres sensores: una cámara de 3 bandas espectrales y resolución de 5.8m, otra de cuatro bandas y 23.5m; y, una versión mejorada del WIFS denominado AWIFS con 4 bandas y 70m de resolución espacial. En mayo de 2005 se lanzó el satélite Cartosat-1 que cuenta con dos cámaras pancromáticas con resolución espacial de 2.5m que adquieren simultáneamente en dos ángulos lo que permite emplear los datos para observación estereoscópica.

4.3 Sistemas de baja resolución espacial

La aplicación básica de los satélites meteorológicos es la observación de las condiciones atmosféricas para la predicción del tiempo, a través de la medición de variables como cobertura y tipos de nubes, contenido de vapor de agua en la atmósfera, precipitación acumulada, viento superficial, irradiancia solar, temperatura de agua del mar, entre otras. A continuación se tratarán los principales satélites meteorológicos.

4.3.1 NOAA

El primer satélite meteorológico fue el TIROS lanzado en 1960, que posteriormente fue renombrado como NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration Satellite). Hasta el momento se han lanzado 16 satélites

meteorológicos, que fueron diseñados para informar sobre el estado actual de la atmósfera en un periodo de 12 horas, y en sincronización con otros satélites NOAA que operan simultáneamente el periodo se reduce a 6 horas. El sensor más utilizado para aplicaciones terrestres es el denominado AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) Cracknell en Chuvieco 2007, que posee una resolución espacial de 1.1 km en el nadir y cuenta con cinco bandas en el R, IRC, IRM y 2 en el IRT.

Para asegurar la frecuencia de adquisición de 12 horas, el AVHRR tiene un ángulo de barrido de 55.4° de forma que la resolución espacial a los bordes de la imagen se distorsionan en los extremos, por lo que es posible encontrar inconvenientes al realizar mosaicos con estas imágenes.

Las imágenes del AVHRR se presentan en tres formatos: de máxima resolución LAC (Local Area Coverage) cuando se graba a bordo, HRPT (High Resolution Picture Transmission) cuando la información se envía a las estaciones receptoras en tiempo real, GAC (Global Area Coverage) con un tamaño de píxel de 4 x 4 km, esta información se almacena a bordo. Adicionalmente se genera un producto denominado GVI (Global Vegetation Index) con un tamaño de píxel de 16 x 16 km.

La información proporcionada por los satélites NOAA se ha empleado en aplicaciones climáticas y oceanográficas, aplicaciones terrestres de escala global como índices de vegetación en periodos cortos de tiempo lo que permite monitorear fenómenos dinámicos de desertificación (Becker y Choudhury, 1988), deforestación tropical (Malingreau et al. 1989), incendios forestales de gran magnitud (Chuvieco

y Martin, 1994) y mapas de cobertura del suelo (Tucker et al., 1985).

4.3.2 Satélites meteorológicos geoestacionarios

Las imágenes de los satélites meteorológicos geoestacionarios son las difundidas por los medios de comunicación televisivos. Estos satélites pueden adquirir información de grandes regiones de la tierra cada 30 minutos, lo que permite monitorear fenómenos atmosféricos dinámicos. Los satélites geoestacionarios son coordinados por el GARP (Global Atmospheric Research Programme), entre ellos se encuentran los satélites Meteosat, GOES, GMS, Insat y GOMS.

El primer satélite geoestacionario el ATS (Applications Technology Satellite) fue lanzado por la NASA en 1966, que posteriormente fue renombrado como GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) desde 1975. Actualmente se encuentran operativos dos satélites que cubren el territorio norteamericano, que adquieren información cada 30 minutos en cinco bandas (1 VIS, 2IRM, 2IRT), con una resolución espacial de 1 km para el visible y 3 km para las 4 bandas restantes.

El satélite europeo Meteosat es el equivalente al GOES, y cubre Europa y África cada 30 minutos en tres regiones: VIS-IRC, IRM, IRT con resolución espacial de 2.5 x 2.5 km para la primera región y de 5 x 5 km para el IRC e IRT, características inferiores en resolución espacial y espectral a las del GOES.

La nueva generación de satélites Meteosat MSG (Meteosat Second Generation), mejora notablemente

las características del Meteosat, se adquieren imágenes cada 15 minutos a través de 12 canales localizados en las regiones del VIS, IRM e IRT con resolución espacial de 1km para el visible y de 3km para las regiones del IRM e IRT.

Bibliografía

Chuvieco, E. (2007): Teledetección Ambiental, La Observación de la Tierra desde el espacio, 3ra. Edición. Madrid. Ariel Ciencia, 586 pág.

Chuvieco, E. (2000): Fundamentos de Teledetección Espacial, 3ra. Edición revisada. Madrid. RIALPI Ciencia, 568 pág.

Pinilla, C. (1995): Elementos de Teledetección. Madrid. RA-MA, 313 pág.

Direcciones electrónicas

<http://asterweb.jpl.nasa.gov/> consultada el 21.julio.2009

<http://asterweb.jpl.nasa.gov/datapool.asp> consultada el 21.julio.2009

<http://browse.digitalglobe.com/imagefinder> consultada el 20.julio.2009

<http://daac.gsfc.nasa.gov> consultada el 21.julio.2009

<http://geofuse.geoeye.com/maps/Map.aspx> consultada el 19.julio.2009

<http://gis.uazuay.edu.ec/udasig/crp/index.html> consultada el 23.julio.2009

<http://glcf.umiacs.umd.edu> consultada el 21.julio.2009

<http://glovis.usgs.gov> consultada el 21.julio.2009

<http://gis.uazuay.edu.ec/udasig/crp/index.html> consultada el 23.julio.2009

www.spotimage.com consultada el 22.julio.2009

<http://worldvieww2.digitalglobe.com/about/> consultada el 20.julio.2009

El territorio, el desarrollo sustentable y los sistemas de información geográfica

Antonio Malo Larrea

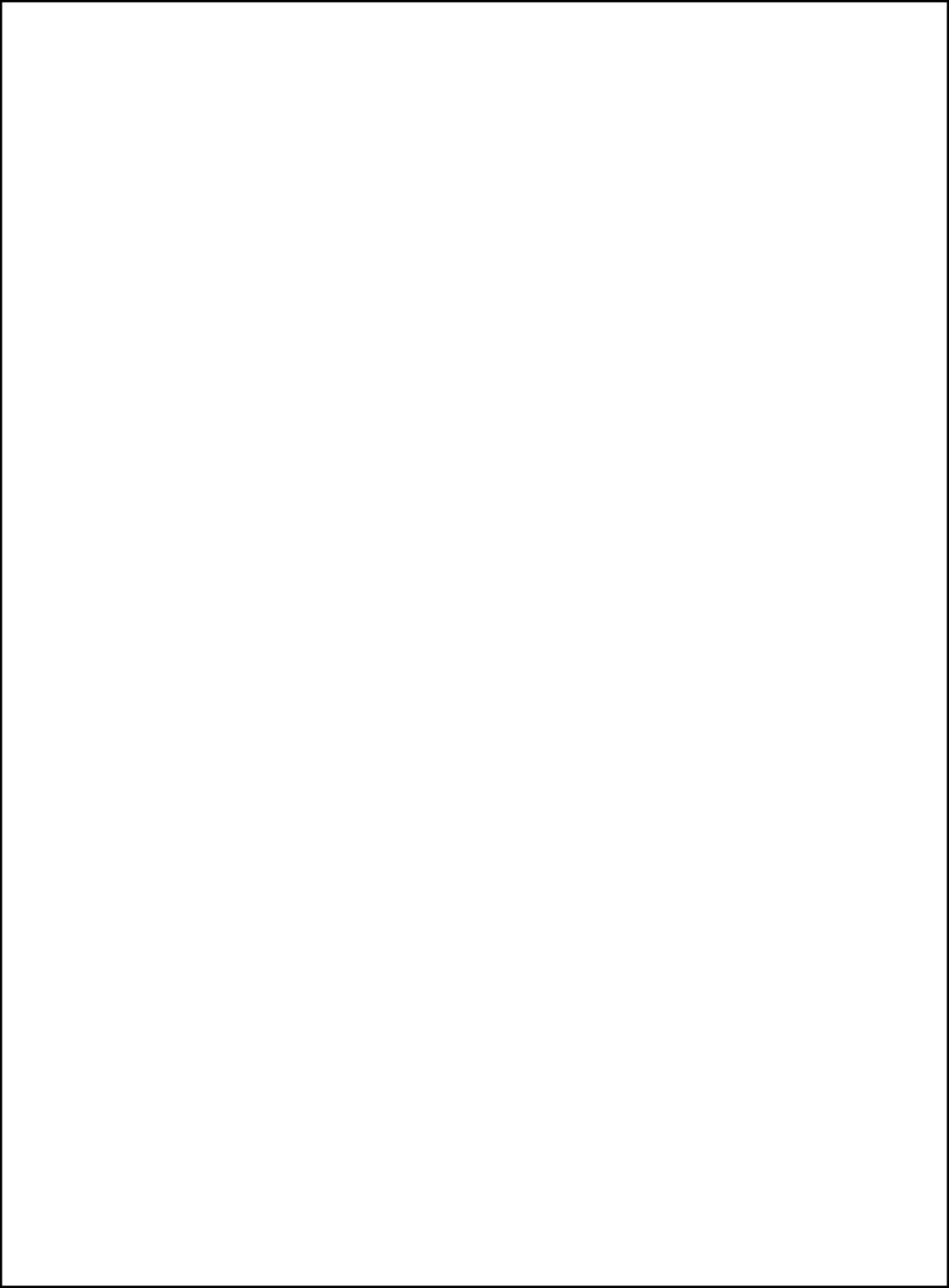
Biólogo por la Universidad del Azuay

Master en Gestión Ambiental por la Universidad del
Azuay

Escuela de Biología, Ecología y Gestión

Universidad del Azuay

Email: amalo@uazuay.edu.ec



“Hay algo particularmente nauseante en esta prodigiosa inutilidad, sobre un mundo proliferante pero hipertrofiado que no puede dar nacimiento a nada. Tantos reportes, archivos, documentos, y ni una sola idea generada; tantos planes, programas, decisiones, y ni un solo evento precipitado”.

Baudrillard

Introducción

“La pregunta que el movimiento ambiental hace al mundo es superficialmente simple, pero sus implicaciones son vastas: ¿cómo ideamos estrategias para la sociedad que permitan un futuro humano pacífico, equitativo y satisfactorio: un futuro humanitario para un planeta Tierra diverso?”. Esta afirmación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2008), en su libro “Transición a la Sostenibilidad: hacia un Mundo Humanitario y Diverso”, resulta perturbadora por su profundidad.

Parecería ser claro que no podemos seguir como siempre, aparentaría estar descubierto el engaño de afirmar que la conservación de la biodiversidad y las funciones de los ecosistemas pueden ser alcanzadas bajo los actuales patrones de producción y consumo, manteniendo el presente Status Quo, con miles de millones de personas excluidas; sin embargo, quienes nos alertan, los llamados “ambientalistas de la transición”, siguen resultando incómodos, alarmantes, complicados, por mostrarnos la cercanía del momento en que la tierra ya no pueda sostener

la vida humana (UICN, 2008). A pesar de aquello, la visión de que se puede “seguir como siempre”, poniendo parches “verdes” a nuestro modo de vida, es la dominante, y la más cómoda para la clase política más vanguardista.

Es fundamental entender que la humanidad se enfrenta a algo completamente desconocido, y no existen ni una ruta, ni un mapa hacia el futuro. Nuestras ideas, formas de participación política, leyes y prototipos establecidos de trabajo, son los mismos que crearon la situación actual. Enfrentamos un futuro para el cual el pasado es, en el mejor de los casos, una guía deficiente (UICN, 2008).

Al recorrer el territorio de las utopías, se vuelve indispensable la construcción de una consciencia ecológica, que reintegre al ambiente en la consciencia antropológica y en la complejización de la idea de naturaleza, a través de las ideas de ecosistema y biosfera; es decir, que los paradigmas del pensamiento ecologizado y de la auto-eco-organización (Morin, 1996) se transformen en una parte integral de las diferentes culturas.

Hace 30 años aproximadamente, surge el concepto de sustentabilidad. La sustentabilidad ecológica aparece como un criterio normativo para la reconstrucción del orden económico, como una condición para la supervivencia humana y para lograr un desarrollo durable, problematizando los valores sociales y las bases mismas de la producción (Leff, 2001).

Los fundamentos del concepto de desarrollo sostenible se comienzan a sentar en el informe “Nuestro Futuro Común” o informe “Brundtland” (1987), trabajado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, de

la Organización de Naciones Unidas. En dicho trabajo, se define a la sustentabilidad como “el proceso que permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender a las generaciones futuras” (Leff, 2001).

La Ley de Gestión Ambiental del Ecuador (1999), a su vez, define al desarrollo sustentable como: “El mejoramiento de la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas; implica la satisfacción de las necesidades actuales, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones”.

Es en este contexto que el pensador mejicano, Enrique Leff (2001), sostiene: “En este proceso, la noción de sustentabilidad se ha ido divulgando y vulgarizando hasta formar parte del discurso oficial y del lenguaje común. Empero, más allá del mimetismo discursivo que ha generado la retórica de la sustentabilidad, no logra un sentido conceptual y praxeológico capaz de unificar las vías de transición hacia la sustentabilidad”.

Los procesos de conservación o degradación de la naturaleza no son nada más que un efecto de las interacciones que se dan dentro del medio humano (entre sus componentes y dentro de sus componentes), del medio humano con el medio natural, y dentro del medio natural (entre sus componentes y dentro de sus componentes). Ni el ser humano, ni las sociedades, pueden abstraerse de la mutua dependencia naturaleza-humanidad. La destrucción de los ecosistemas naturales y de la biodiversidad, junto con la pérdida de la calidad ambiental, implican un proceso sistemático de suicidio colectivo.

Lamentablemente esta discusión no ha conseguido traspasar las barreras que cercan a quienes toman decisiones; es así que las políticas ambientales en nuestro país han sido especialmente tibias, estando mucho más cerca del lado frío, que del caliente. Lo que se busca es que la toma de decisiones se traduzca en una mejora de la calidad de vida, concepto que necesariamente debe involucrar al mantenimiento de un ambiente saludable. Una, entre muchas alternativas, es la de dar al Desarrollo Sustentable un enfoque territorial.

El territorio, los sistemas y las ciencias de la complejidad

Los procesos sociales y naturales no están aislados, todo el tiempo coexisten, intercambian, interactúan y se relacionan en un espacio, a ese espacio se le puede llamar territorio. Vega (2002) define al territorio como: “un ámbito espacial de confluencia e interacción específica entre el sistema natural y el sistema social que lo habita”.

El enfoque territorial hace evidente la mutua dependencia de los ámbitos social y natural; se requiere, por tanto, de la existencia y reproducción de los procesos ecológicos para garantizar un ambiente saludable y la mejora de la calidad de vida. El desarrollo sustentable buscará intervenir en los procesos resultantes de las interacciones y confluencias entre los seres humanos, la biodiversidad y su territorio.

Es importante resaltar la utilización del término “sistema” al referirse al ámbito social y al ámbito natural. El desarrollo sustentable requerirá, por tanto, un enfoque sistémico para articular de manera efectiva a actores

públicos y civiles (privados), así como a sus intereses, expectativas y conflictos alrededor del manejo del territorio. Dicho enfoque se consigue al aplicar las ciencias de la complejidad.

Se puede entender a un sistema como un conjunto de elementos que se interrelacionan, interactúan e intercambian, que funcionan como un todo y sus propiedades van más allá de la suma de las propiedades de sus partes (Aracil, 1995).

La teoría general de los sistemas nace en forma de disciplina a finales de los años 20, a través del trabajo del biólogo alemán Ludwig von Bertalanffy. Dicho autor afirmaba que los intereses de la teoría general de los sistemas se orientan hacia la formulación y derivación de aquellos principios válidos para todos los sistemas en general, con esto claramente pretendía que la teoría general de los sistemas se transforme en unificadora de la ciencia (o ciencias) (Navarro, 2001).

Boulding (1956) plantea que la teoría general de los sistemas no puede reemplazar a las teorías particulares de las demás ciencias, ya que esto produciría una integración sin contenido y vacía, el resultado sería una generalización demasiado amplia; sin embargo, de acuerdo al mismo autor, se debe buscar un grado óptimo de generalidad: más amplio que lo específico (sin significado), y más específico que lo general (sin contenido). Esto es extremadamente difícil para las ciencias particulares.

De acuerdo a los flujos de materia, energía e información los sistemas pueden ser aislados (sin ningún tipo de intercambio), cerrados (intercambio de energía) o

abiertos (intercambio de materia, energía e información). Adicionalmente los sistemas pueden ser clasificados en abstractos y reales (Navarro, 2001).

Una primera aproximación a una jerarquía para los sistemas fue propuesta por el mismo Boulding (1956):

1. Estructuras estáticas
2. Sistemas simples dinámicos
3. Sistemas cibernéticos
4. Sistemas abiertos
5. Organismos inferiores
6. Sistemas animales
7. Sistema humano
8. Sistemas socioculturales
9. Complejidades por descubrir

Al estudiar esta jerarquía para ser aplicada al desarrollo sustentable, se hace fundamental integrar elementos ecológicos, además de los conceptos de biodiversidad, de la teoría GAIA y la visión de territorio:

1. Estructuras estáticas
2. Sistemas simples dinámicos
3. Sistemas cibernéticos
4. Sistemas abiertos
5. Organismos simples
6. Organismos complejos
7. Poblaciones humanas y poblaciones biológicas
8. Sistemas socioculturales y ecosistemas naturales
9. Territorios o paisajes
10. GAIA o la tierra como superorganismo
11. Complejidades por descubrir

Estas reflexiones sobre la teoría general de los sistemas, permiten sacar algunas conclusiones (Navarro, 2001):

- Cualquier fenómeno forma parte de un sistema, y potencialmente puede ser un sistema.
- La TGS se interesa en los problemas de relación, de estructuras y de interdependencia, más que en los atributos constantes de los objetos.
- Las propiedades emergentes del sistema no son deducibles de las de sus elementos por separado.
- Las causas de los problemas que aparecen en un sistema social se deben fundamentalmente a la propia estructura del sistema, y no tanto a sucesos previos.

La idea de un mundo unidireccional, donde un problema conduce a una acción que lleva a una solución, es falsa. Es más adecuada la visión de un entorno circular en movimiento, donde no hay ni comienzo ni terminación del proceso (Forrester, 1998). Para entender a los sistemas se requiere mucho más que conocer su estructura, es esencial comprender su funcionamiento, el mismo que es estudiado por la dinámica de sistemas (Aracil, 1995). Si lo que se busca es resolver la problemática ambiental, se debe estudiar la dinámica sistémica de la que es parte.

Los elementos de un sistema están conectados por bucles de realimentación (Forrester, 1998). Los bucles positivos llevan al sistema a un nuevo estado, los bucles negativos mantienen al sistema en el mismo estado. Las relaciones que se dan entre los componentes de un sistema generalmente son mucho más complejas que las relaciones lineales, por lo que para predecir el resultado

de una intervención los sistemas requieren ser modelados (Forrester, 1995).

Es así que para hablar de sistemas territoriales es fundamental conocer su estructura: identificar sus elementos y cómo se interrelacionan, los flujos de materia, energía e información, los bucles de realimentación (sean estos positivos o negativos), y su grado de complejidad, es decir, se requiere de una modelación que permita comprender al sistema de manera integral. Un resultado de esta modelación es la cartografía. Se requiere entender al sistema natural en su conjunto.

El sistema social, por otro lado, puede ser entendido desde muchas ópticas diferentes: culturales, históricas, políticas, productivas, económicas, demográficas, socio-ambientales, entre otras. Todas susceptibles de ser modeladas, todo dependerá de la creatividad de quién lo haga.

El desarrollo sustentable se expresa en el territorio, cómo éste es gestionado: una gestión ambiental eficaz y eficiente se reflejará en un modelo de desarrollo sustentable (Vega, 2002). El territorio no es nada más que un suprasistema formado por los sistemas natural y social.

Los territorios son sistemas alejados del equilibrio, inestables, autoorganizados, caracterizadas por procesos no lineales, con una influencia alta del azar, y con un desarrollo imprevisible. Por tanto, son sistemas complejos, encontrándose en ellos al menos dos de las características de la complejidad: el alejamiento del equilibrio y la autoorganización (Munné, 1995); es así que las ciencias

de la complejidad se vuelven indispensables para poder entenderlos. Los sistemas complejos se caracterizan por cuatro propiedades cualitativas (Munné, 2004): caoticidad, fractalidad, borrosidad y catastrofismo.

Así como el desarrollo sustentable se expresa en el territorio, la imagen que proyecta un territorio es el paisaje. El paisaje es un fenosistema, es decir, una morfología que muestra sólo en parte un sistema oculto, un criptosistema de relaciones subyacentes, “fisiológicas” que explican esa apariencia conspicua, paisajística. Esas relaciones que ligán materia, energía e información, permiten observar varios elementos, entre ellos está la actividad humana, elemento que es de particular interés por su capacidad de organizar el espacio, el territorio, y de modificar los flujos de materia y energía a través del canal de la información (Parra, 2005).

Es así que el paisaje puede ser visto como la expresión territorial del metabolismo que cualquier sociedad mantiene con los sistemas naturales que la sustentan. Uno de los caminos para comprender cómo y por qué la intervención humana cambia la configuración del territorio consiste en analizar los flujos energéticos del intercambio metabólico de la economía con su entorno ambiental (Tello et al, 2008).

Los Sistemas de Información Geográfica y el territorio

Uno de los caminos más adecuados para caminar hacia un desarrollo sustentable, es el manejo del territorio: ¿Qué tipo de paisaje se busca?

La clave está en determinar qué actividades promover; por ejemplo, la generación de afluencias masivas de visitantes hacia determinadas áreas y en determinadas épocas del año, mientras se da la simétrica expulsión de sus guardianes permanentes, los campesinos (o los habitantes tradicionales de los barrios urbanos), no es la mejor forma, sino la más segura para iniciar su inexorable declive (Parra, 2005).

De acuerdo con la Constitución del Ecuador, son los gobiernos seccionales o autónomos, quienes planifican el territorio. Sin embargo, solamente los gobiernos municipales y los distritos metropolitanos autónomos, poseen las competencias de regular el uso y la ocupación del suelo, además de la de ejercer el control para que esto se cumpla.

“Información y conocimiento son elementos clave del desarrollo territorial. La asociatividad y el poder político, otros dos elementos cruciales del desarrollo en cualquier territorio, dependen fuertemente de la información y el conocimiento. La clave del desarrollo radica en la sinergia generada mediante la articulación densa e inteligente de factores causales, que se logra mediante la generación de información, elemento básico de la coordinación, y que es a su vez una acción entre pares” (Boisier, 1998).

De esta manera, no es arriesgado concluir que los flujos de información poco a poco se han ido transformando en elementos de vital importancia para la gestión y modelación del territorio.

Por otro lado, las unidades político administrativas que administran al territorio (por ejemplo los municipios),

debido a los procesos de descentralización, comienzan a asumir un cúmulo de responsabilidades sobre las que no tienen una práctica histórica; este proceso implica crear un marco cognitivo nuevo (Boisier, 2004).

“Las regiones, provincias, comunas, etc., son categorías territoriales no independientes entre sí, por el contrario, se articulan entre sí en una verdadera “jerarquía anidada” puesto que cada nivel de ella impone restricciones de variado alcance sobre los niveles inferiores. Pero una jerarquía anidada no implica una sobredeterminación de carácter sistémico que anule los grados de libertad a nivel que se desciende en la jerarquía” (Boisier, 1998).

La construcción del desarrollo sustentable requiere articular a las diferentes organizaciones político-administrativas descentralizadas, de tal manera que se genere un nuevo marco cognitivo que modifique sus estructuras y políticas, para que sus decisiones sean ambientalmente y humanamente sustentables.

Una vía para dicha articulación son los modelos territoriales, entre ellos están los mapas, que no son nada más que modelos estáticos del territorio. Es así, que la información cartográfica se ha constituido en una herramienta fundamental para la planificación del desarrollo sustentable: ya sea en la construcción de diagnósticos de la situación de un territorio determinado, como en el diseño de posibles escenarios territoriales futuros.

Las potencialidades que se derivan de los modelos territoriales estáticos, es decir, de la cartografía, son inmensas. Una de ellas, es facilitar la articulación y la planificación territorial conjunta, de las organizaciones

político-administrativas descentralizadas, a través de la constitución de Sistemas de Información Geográfica comunes e integrados.

La introducción de la visión territorial en la gestión de los gobiernos seccionales, es un paso más en el camino a la utopía del desarrollo sustentable, los Sistemas de Información Geográfica son, sin lugar a dudas, una de las herramientas fundamentales que permiten continuar aquel camino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aracil, J., 1995. Dinámica de sistemas. ISDEFE. Madrid, España. 84 pp.
- Boisier, S., 1998. Teorías y metáforas sobre el desarrollo territorial. Revista Austral de Ciencias Sociales 2: 5-18. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Boisier, S., 2004. Desarrollo territorial y descentralización: el desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. Revista Eure 30 (90): 27-47. Santiago de Chile, Chile.
- Boulding, K., 1956. General systems theory: the skeleton of science. Management Science 2: 197-208.
- Fontaine, G., I. Narváz y P. Cisneros (Cords.), 2008. Geo Ecuador 2008: Informe sobre el estado del medio ambiente. FLACSO. Quito, Ecuador. 192 pp.
- Forrester, J., 1995. Comportamiento contraintuitivo de los sistemas sociales. Technology Review. MIT. Massachusetts, Estados Unidos. 33 pp.

- Forrester, J., 1998. Diseñando el futuro. Universidad de Sevilla. Sevilla, España. 11 pp.
- Leff, E., 2001. La Insoportable levedad de la globalización. Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales 7 (1): 149-160.
- Morin, E., 1996. Pensamiento ecologizado. Gazeta de Antropología 12.
- Munné, F., 1994. Complejidad y Caos: Más allá de una ideología del orden y del desorden. En: Montero, M (Coord.). Conocimiento, realidad e ideología. AVEPSO. Caracas, Venezuela, 9-18.
- Munné, F., 2004. El retorno a la complejidad y la nueva imagen del ser humano: Hacia una psicología compleja. Revista Interamericana de Psicología 38 (1): 23-31.
- Navarro, J., 2001. Las organizaciones como sistemas abiertos alejados del equilibrio. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Barcelona, España. 313 pp.
- Parra, F., 2005. La cultura del territorio (la naturaleza en contra del campo). Revista Ecología Política 29: 7-14. Editorial Icaria Internacional. Barcelona, España.
- Tello, E., R. Garrabou, X. Cussó y J. Olarieta. 2008. Una interpretación de los cambios de uso del suelo desde el punto de vista del metabolismo social agrario. La comarca catalana del Vallès, 1853-2004. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica 7: 97-115.
- UICN, 2008. Transición a la Sostenibilidad: hacia un Mundo Humanitario y Diverso. Gland, Suiza. 112pp.

Vega, L., 2002. Políticas públicas hacia el desarrollo sostenible y política ambiental hacia la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia. 10 pp.

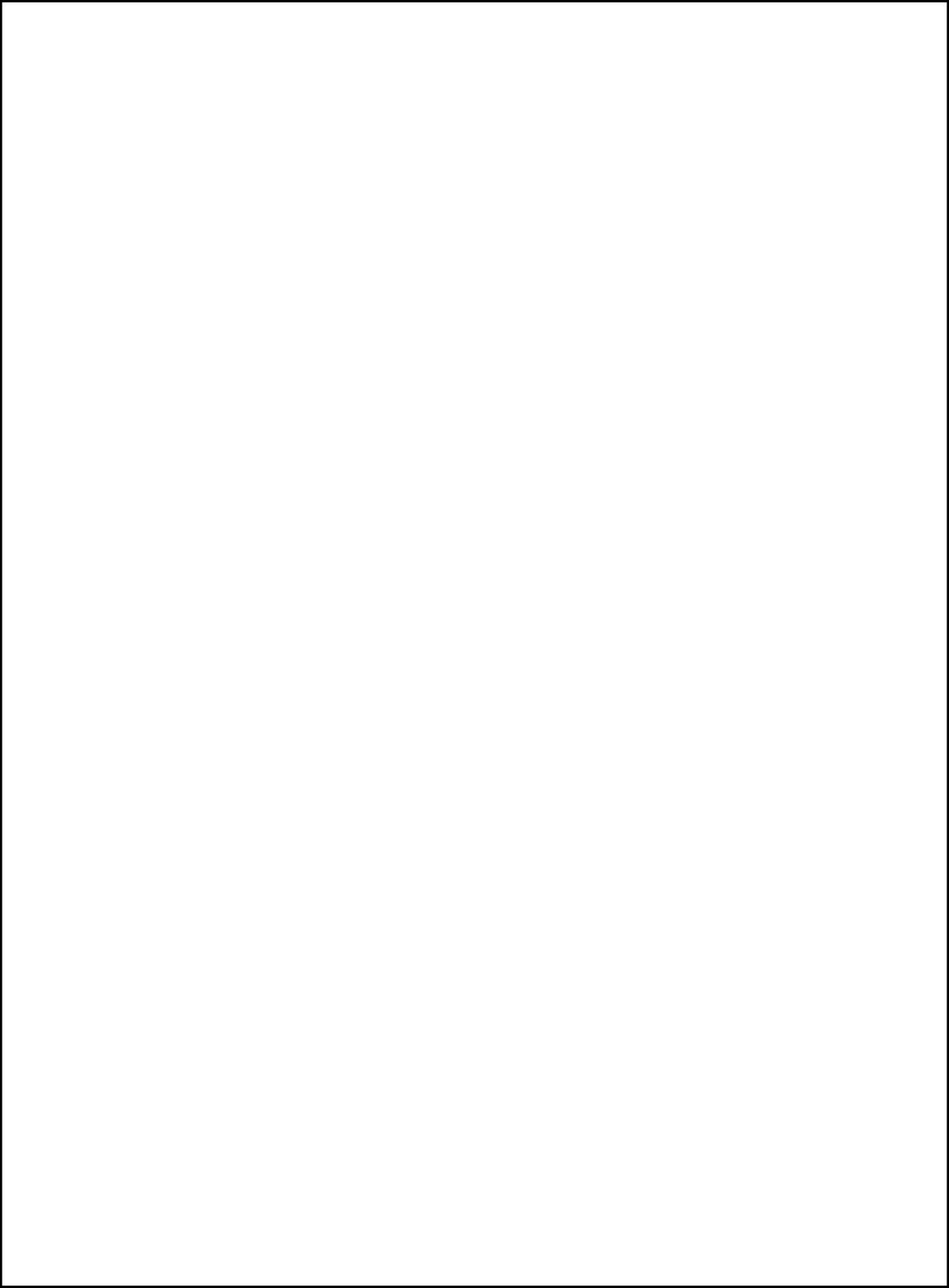
El atlas de la provincia del Azuay

María Inés Acosta Urigüen

Ingeniera de Sistemas por la Universidad del Azuay

Profesora de la Universidad del Azuay

Email: macosta@uazuay.edu.ec



La Universidad del Azuay y el Gobierno de la Provincia del Azuay llevaron a cabo la generación y publicación del primer Atlas Temático de la Provincia del Azuay, proyecto que fue desarrollado desde abril de 2006, fecha en la que se firmó el convenio Nro. 22 de cooperación interinstitucional, hasta noviembre de 2007. El proyecto fue desarrollado por el equipo técnico multidisciplinario del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE) bajo la dirección del Decanato de Investigaciones de la Universidad del Azuay y la supervisión del equipo técnico del Gobierno de la Provincia del Azuay.

El proyecto tuvo sus inicios como una propuesta para solventar la falta de medios geomáticos que incluyeran cartografía temática actualizada, que pudiera ser utilizada como apoyo para la planificación por parte de diferentes instituciones públicas y privadas, y que al mismo tiempo sirviese como instrumento didáctico para dar a conocer la realidad de la provincia a nivel escolar y colegial.

Se evidenció también la necesidad de generar un instrumento que permitiese gestionar la información del territorio desde diversos enfoques con el fin de proporcionar indicadores que permitan mitigar la pobreza, mejorar la productividad, evitar conflictos ambientales y propender al uso de recursos naturales y que al mismo tiempo estuviesen al alcance de la sociedad en general y al servicio de la educación. (Propuesta técnica – Atlas)

Estas necesidades fueron el eje principal para presentar un proyecto cuyo objetivo principal fue:
poner a disposición de la sociedad, publicaciones cartográficas didácticas que permitan tener una visión sistemática de la provincia del Azuay desde diversas perspectivas que aporten a su conocimiento y apreciación de sus diferencias territoriales internas, con fines educativos y de apoyo técnico a la toma de decisiones; y con ello contribuir al mejoramiento en el uso racional de los recursos y consecuentemente de la calidad de vida de la población de las presentes y futuras generaciones. (Propuesta técnica – Atlas)

En la práctica, la propuesta se centró en recolectar información de la provincia analizada desde diversos enfoques y luego, en representar los datos obtenidos en mapas temáticos donde intervinieron especialistas en cada una de las áreas tratadas.

Las fuentes de información fueron varias ya que se utilizaron datos provenientes del INFOPLAN (2000) y del ODEPLAN (2003), del almanaque electrónico ecuatoriano (2003), del sistema de información geográfica de Azuay y Cañar y de la cartografía digital de la Cuenca del Río Paute (2004) los que sirvieron para adquirir, depurar y sistematizar la cartografía base a nivel nacional que incluyó la red hidrográfica, la red vial, las divisiones político-administrativas a nivel provincial, cantonal y parroquial, las cabeceras cantonales y parroquiales, los centros poblados y el modelo de relieve, principalmente.

El paso siguiente fue la definición de la escala y el sistema de coordenadas que sería implementado

en los mapas; en este punto es necesario destacar la importancia de revisar, validar y unificar la escala y el sistema de coordenadas puesto que cada institución trabaja con sus respectivos estándares los que muchas veces difieren en cuanto a proyección y valor.

Una vez constituido el equipo técnico, el trabajo individual de cada consultor consistió en la recolección de información temática específica; las fuentes una vez más fueron varias ya que se consultaron los portales web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE) para obtener datos de población, vivienda y economía; el portal del Ministerio de Educación para conseguir información relacionada con planteles educativos, escolaridad y número de estudiantes y profesores; se realizaron levantamientos de información de campo para la verificación de las especies endémicas en peligro y la adquisición de imágenes de lugares turísticos, flora y fauna; se visitaron los centros históricos relevantes a nivel provincial, sólo por citar algunos ejemplos.

La información entregada por cada consultor fue representada en un mapa temático junto con una memoria técnica que explica los principales componentes de la información publicada. El resultado fue la publicación de 40 mapas temáticos clasificados en 7 aspectos temáticos que además del mapa contienen tablas, memorias, gráficos o imágenes.

Aspectos temáticos del atlas y contenidos publicados
Presentación
Introducción
Ubicación de la provincia del Azuay
Imagen de la provincia del Azuay Mapa topográfico Imagen satelital Relieve Cuencas y subcuencas hidrográficas División político-administrativa cantonal División político-administrativa parroquial
Medio físico Suelos Precipitación Temperatura Hidrografía superficial Modelo digital de elevaciones Perfiles y cortes de terreno Pendientes
Uso del suelo Cobertura del suelo Formaciones vegetales potenciales Pisos zoogeográficos Distribución potencial de especies endémicas Contaminación por falta de tratamiento de aguas servidas y desechos sólidos

<p>Población y poblamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Población cantonal Organización político-administrativa del territorio a partir de la información de los censos de población y vivienda Densidad poblacional por cantón Densidad de asentamientos poblacionales Estructuras demográficas por cantón Dinámica poblacional
<p>Redes y relaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> Red vial y accesibilidad Centros educativos Necesidades básicas insatisfechas
<p>Actividades económicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Población económica Actividad económica Unidades productivas agropecuarias Cultivos agrícolas por hectáreas cultivadas Ganado mayor y menor – avicultura Áreas protegidas y concesiones mineras Parque Nacional Cajas Sitios turísticos
<p>Cultura y sociedad</p> <ul style="list-style-type: none"> Sitios arqueológicos Centros históricos

Una vez generados los mapas, éstos fueron sometidos a corrección ortográfica y revisión de estilo de redacción con el fin de validar la calidad de la publicación. También se llevó a cabo la diagramación del atlas que fue el proceso de diseñar gráficamente cada una de las páginas que iban a ser publicadas verificando la combinación de colores para impresión, la resolución de los gráficos e imágenes, el estilo y tamaño de letra utilizado y la distribución de la información en cada página.

Antes de llevar a cabo la impresión de los 3.000 ejemplares del atlas, se realizaron 5 impresiones previas para asegurarse de que el diseño gráfico cumpla con la aprobación de la Universidad del Azuay y del Gobierno de la Provincia del Azuay; en cada revisión se corrigieron errores de diagramación e impresión para garantizar así la nitidez de la publicación. Por último se generó un disco compacto con la información digital del Atlas de la Provincia que fue anexado a cada documento impreso.

El resultado fue la publicación de información sobre la provincia la que se resume a continuación:

La **presentación** habla sobre la importancia de contar con información temática de la provincia del Azuay analizada a través de diversos indicadores que son de utilidad para la toma de decisiones y el conocimiento de la provincia.

La **introducción** presenta las fuentes de información consultadas, describe a breves rasgos las condiciones técnicas de elaboración del documento y sus contenidos.

La **ubicación de la provincia del Azuay** muestra dos mapas que describen la provincia a través de la división político-administrativa. El primero localiza a la provincia en Sudamérica donde se puede identificar los países vecinos y el océano Pacífico. El segundo muestra la división político-administrativa ecuatoriana que divide a nuestro territorio en provincias; cabe señalar que las nuevas provincias de “Santo Domingo de los Tsáchilas” y “Santa Elena” no existían cuando este proyecto se realizó.

La **imagen de la provincia del Azuay** es analizada a través de 6 mapas temáticos que analizan la provincia de manera general.

1) El **mapa topográfico** permite identificar la hidrografía principal que abarca ríos y lagunas, la vialidad clasificada en vías de primero, segundo y tercer orden, las cabeceras cantorales y parroquiales. En este mapa se puede observar los límites en estudio que se han representado mediante líneas inclinadas y la línea de división cantonal interna.

2) La **imagen satelital** fue tomada por un satélite –Landsat7- a una altura de 705 Km. y permite identificar el tipo de cobertura que tiene la provincia. La información se muestra a través de bandas o capas que representan agua, suelo o vegetación; contiene además una breve descripción de los cuerpos de agua (lagunas, reservorios), suelo descubierto (ciudades y suelo sin vegetación), vegetación leñosa (matorrales y bosques), páramo, pastos y cultivos.

3) El **relieve de la provincia** ofrece una descripción de la presencia de la Cordillera de los Andes en la provincia del Azuay la que está conformada por dos cadenas montañosas paralelas conocidas con los nombres de cordillera occidental y cordillera oriental y que la atraviesa en dirección noreste a sur-oeste.

Estas dos cordilleras están unidas entre sí por cadenas montañosas llamadas nudos. La conexión de las cordilleras por medio de los nudos ha configurado hoyas que definen los sistemas hidrográficos. En la provincia del Azuay se encuentran la hoya del Paute, Jubones y Cañar.

En las hoyas se han formado valles interandinos en los que se asientan los centros poblados de Sígfig, Gualaceo, Paute, Yunguilla, Girón y Cuenca.

En el Azuay existen también zonas tropicales localizadas al Occidente de la provincia donde se asienta el cantón Camilo Ponce Enríquez y parte de los cantones Cuenca, Santa Isabel y Pucará.

4) El **mapa de cuencas y subcuencas hidrográficas** permite identificar los principales sistemas hídricos que se encuentran en la provincia: Atlántico y Pacífico. Estos sistemas a su vez se han dividido en subsistemas y éstos en cuencas y subcuencas hidrográficas, respectivamente.

Este mapa permite identificar los principales afluentes hidrográficos que se encuentran en la provincia con sus respectivas tablas y gráficas explicativas.

Los **mapas de divisiones político-administrativas** vigentes en el Ecuador establecen que nuestro territorio se divide en provincias, cantones y parroquias.

5) El **mapa de división cantonal** presenta los 15 cantones en los que se ha dividido la provincia del Azuay, siendo el más reciente Camilo Ponce Enríquez, que fue cantonizado en marzo de 2002.

6) El **mapa de división parroquial** presenta las parroquias urbanas y rurales que se encuentran distribuidas en la provincia del Azuay. La última parroquia creada fue “Simón Bolívar” en el cantón Gualaceo, en agosto de 2006.

El **Medio físico** es analizado a través de 7 componentes que analizan la Provincia del Azuay en cuanto a su terreno, clima, hidrografía, entre otros.

1) El **mapa de suelos** muestra el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre y que sustentan a las plantas. Sus propiedades se deben a los efectos combinados del clima y la materia viva sobre la roca madre, en un período de tiempo y en un relieve determinado.

2) El clima es analizado a través del **mapa de precipitaciones** que muestra el índice de pluviosidad o lluvia anual en un determinado sector. El mapa de “isoyetas” muestra el nivel de pluviosidad y el mapa de meses secos muestra el número de meses al año en el que el terreno carece de pluviosidad.

3) El **mapa de temperatura** es otro de los factores que analiza el clima ya que calcula la cantidad promedio anual de isotermas de una región y la clasifica en rangos de valores. En el caso de la provincia del Azuay, la mayor parte de terreno se encuentra entre una temperatura que oscila entre los 8 a 14°.

4) El **mapa de hidrografía superficial** presenta el recorrido de los cursos naturales de agua en la provincia. La red hidrográfica está caracterizada por ríos, quebradas perennes, quebradas intermitentes y lagunas. La provincia del Azuay tiene 987 Km. de ríos, 6.153 Km. de quebradas perennes, 1.960 Km. de quebradas intermitentes y 1.138 ha. de lagunas y cuerpos de agua.

5) El **modelo digital de elevaciones** clasifica a la provincia de acuerdo a su altitud, generando intervalos altitudinales de 500 metros sobre el nivel del mar, donde el intervalo menor abarca alturas desde los 0 hasta los 500 y el mayor desde los 4.000 hasta los 4.524 metros sobre el nivel del mar. El 50% de la provincia se encuentra en una altitud que oscila entre los 2.500 y 3.500 metros sobre el nivel del mar.

6) El **mapa de perfiles y cortes de terreno** permite resaltar el desnivel existente en la provincia ya que hay zonas que se encuentran al nivel del mar y otras en la que la altitud es considerablemente alta. En este mapa se visualizan tres perfiles del terreno que recorren la provincia de Noroeste a Sureste, de Oeste a Este y de Suroeste a Noreste.

7) El **mapa de pendientes** de la provincia del Azuay muestra el grado de inclinación del terreno con respecto a la horizontal. Los rangos han sido divididos en 6 intervalos y por cada uno de éstos se ha especificado el tipo de actividad agrícola que se puede realizar.

El **uso del suelo** muestra 5 temas relacionados con el uso del territorio de la provincia del Azuay y su cobertura, las formaciones vegetales más representativas, los pisos zoogeográficos, la distribución potencial de especies endémicas y la contaminación del agua.

1) La **cobertura del suelo** ha sido elaborada utilizando una imagen satelital con el propósito de identificar los tipos de cobertura encontrados en la provincia, los que se han representado como páramo, vegetación leñosa, pastos, mosaicos de cultivos, suelo desnudo y superficies de agua (lagunas); se ha colocado además una explicación de cada cobertura existente.

2) El **mapa de formaciones vegetales potenciales** presenta los tipos de vegetación que se encuentran en nuestro territorio y que son influenciados por la cordillera oriental y occidental, las que crean tres regiones florísticas bien diferenciadas en la Provincia del Azuay; esto da como resultado una composición florística de la vegetación nativa cambiante drásticamente.

3) Los **pisos zoogeográficos** analizan la región de acuerdo a la altitud, la pluviosidad, la temperatura media y la humedad existente identificando así

5 pisos zoogeográficos: tropical noroccidental, subtropical, templado, altoandino y subtropical seco en los que habitan especies de aves, mamíferos y anfibios propios de cada región. Se han identificado las especies más representativas en cada uno de éstas.

4) La **distribución de especies endémicas** es el resultado de un análisis de las especies más representativas de aves, anfibios y mamíferos valoradas desde su endemismo, la categoría de amenaza y el conocimiento actual de la distribución de la especie. Las 3 especies endémicas que se presentaron en el atlas han sido valoradas bajo la categoría de amenaza por la Unión Mundial para la Naturaleza. Estas son el colibrí metallura gorjivioleta, la rana punta de flecha andina y el puerco espín andino.

5) El mapa de **contaminación por falta de tratamiento de aguas servidas y desechos sólidos** muestra los porcentajes de contaminación en áreas rurales por la falta de una correcta disposición en el tratamiento de desechos sólidos y líquidos que es fundamental para mantener condiciones ambientales apropiadas, caso contrario se genera una contaminación que degrada los recursos, principalmente el agua.

La **población y el poblamiento** de la provincia del Azuay se analizan en el siguiente capítulo a través de indicadores poblacionales.

1) El **mapa de la población cantonal** muestra el total de habitantes clasificados de acuerdo a su sexo y a la región en donde viven. Los datos representados fueron extraídos de la proyección poblacional del INEC, para el año 2007.

2) La **organización político-administrativa del territorio a partir de la información de los censos de población y vivienda** muestra la evolución de la división territorial cantonal y el crecimiento de la población en base a la información censal. Durante la realización del primer censo, existían solamente 6 cantones, mientras que en el último censo de 2001 se registraron 14, quedando Camilo Ponce Enríquez sin datos censales a nivel cantonal, hasta el momento.

3) La **densidad poblacional por cantón** es el producto de la división del número total de habitantes de cada cantón para el número total de kilómetros cuadrados del mismo. Este mapa permite evaluar la distribución de la población en cuanto al espacio territorial.

4) La **densidad de asentamientos poblacionales** muestra la concentración de centros poblados dentro de la región y crea un corredor poblacional que muestra la cercanía entre los centros poblados por unidad de superficie. Este mapa permite identificar corredores poblacionales en la provincia.

5) Las **estructuras demográficas por cantón** muestran el volumen de la población del país y su cambio en el tiempo, siendo un indicador general

de la dinámica demográfica de la población. La medición de la población se realizó con los datos de los censos de población. En el país se han realizado 6: 1950, 1962, 1974, 1982, 1990 y 2001.

Las pirámides poblacionales representan el número de hombres y de mujeres en cada grupo quinquenal de edad de un determinado año, expresado como porcentaje de la población a través de un gráfico histograma que permite ver con claridad las características de una población.

6) La **dinámica poblacional** muestra la evolución del total poblacional por cantón desde la realización del primer censo hasta la proyección poblacional para el año 2010.

Las **redes y relaciones** grafican la red vial y su distribución, la educación y las necesidades básicas insatisfechas que afectan a los habitantes de la provincia.

1) La **red vial y la accesibilidad** de la provincia muestra la clasificación del sistema vial existente en vías de primer orden, segundo orden y tercer orden, así como el radio de cobertura de cada una de ellas.

Para las vías de primer orden se calculó un radio de cobertura de 3 Km. a cada lado del eje de vía y para las vías de segundo y tercer orden se calculó un radio de cobertura de 2 Km. a cada lado del eje de vía.

2) El **mapa de centros educativos** analiza el número de profesores con respecto al total de estudiantes por cantón y el número de establecimientos educativos con respecto al número de estudiantes de cada cantón. Este mapa permite también analizar la educación en el área urbana y rural.

3) Las **necesidades básicas insatisfechas** mide el número de personas (u hogares) que viven en condiciones de “pobreza”, factor expresado como porcentaje del total de la población en un determinado año.

Se considera “pobre” a una persona si pertenece a un hogar que presenta carencias persistentes en la satisfacción de sus necesidades básicas incluyendo vivienda, salud, educación y empleo.

La **actividad económica** de la provincia del Azuay se analiza a través de 8 mapas temáticos que presentan las principales características económicas de la zona.

1) La **población económica** presenta la población activa e inactiva graficada a través del porcentaje de personas que estuvieron trabajando durante la semana previa a la realización del último censo de población y vivienda y aquellas que no estaban trabajando. También incluye el porcentaje de hombres y mujeres que se encontraron trabajando en el periodo censal, y los porcentajes en el área urbana y rural de ocupación.

2) El mapa de **actividades económicas** clasifica a las personas económicamente activas de acuerdo a su rango de ocupación. El sector primario abarca a las personas cuyas actividades están relacionadas con la naturaleza como son agricultura, ganadería, minería, etc., el sector secundario, las actividades industriales como manufactura, construcción, etc., y el sector terciario, las actividades relacionadas con los servicios como comercio, enseñanza, intermediación financiera, etc.

3) Las **unidades productivas agropecuarias** presentan el total de hectáreas dedicadas a la producción agropecuaria. Una unidad productiva agropecuaria es la extensión de tierra mayor a 500 metros cuadrados dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, según el III Censo Agropecuario.

4) El **mapa de cultivos agrícolas** muestra los principales cultivos de la provincia. Las leguminosas, los tubérculos, los productos tropicales y la floricultura son descritos a través de 3 mapas temáticos donde se muestra el desarrollo de cada cultivo.

5) 4) El **mapa de ganado mayor y menor – avicultura** describe la distribución del ganado y aves en la provincia. En cada caso se ha especificado las especies más significativas para su análisis así como el ganado más representativo.

6) El **mapa de áreas de bosque y vegetación protectora y las concesiones mineras** muestra la

realidad de nuestro territorio en cuanto a vegetación protegida y la explotación de recursos mineros en estas áreas o en sectores colindantes a éstas.

7) El **parque Nacional Cajas** con sus lagunas, rutas y senderos es uno de los atractivos turísticos más conocidos de la provincia. Esta reserva natural se encuentra ubicada en la cordillera occidental de los Andes. El Cajas fue declarado Área Nacional de Recreación, mediante Acuerdo Ministerial del Ministerio de Agricultura y Ganadería en 1977 y en 1996 se le otorgó la máxima categoría de conservación elevándolo a Parque Nacional.

8) Los **sitios turísticos** poseen información sobre 6 corredores turísticos y 67 sitios turísticos de interés en la provincia, a excepción del cantón Cuenca. El mapa incluye corredores turísticos y sitios de interés turístico que corresponden a lugares arqueológicos, religiosos, miradores naturales y de recreación, principalmente.

El último capítulo presenta dos temas asociados con la **cultura y sociedad** de la provincia del Azuay.

1) El **mapa arqueológico** muestra los sitios en los que han sido encontrados restos que pertenecen a los periodos paleoindio, formativo medio, formativo tardío, desarrollo regional, integración, incaico y español.

2) El **mapa de centros históricos** presenta los lugares que han sido declarados patrimonio cultural de la humanidad, patrimonio cultural del estado

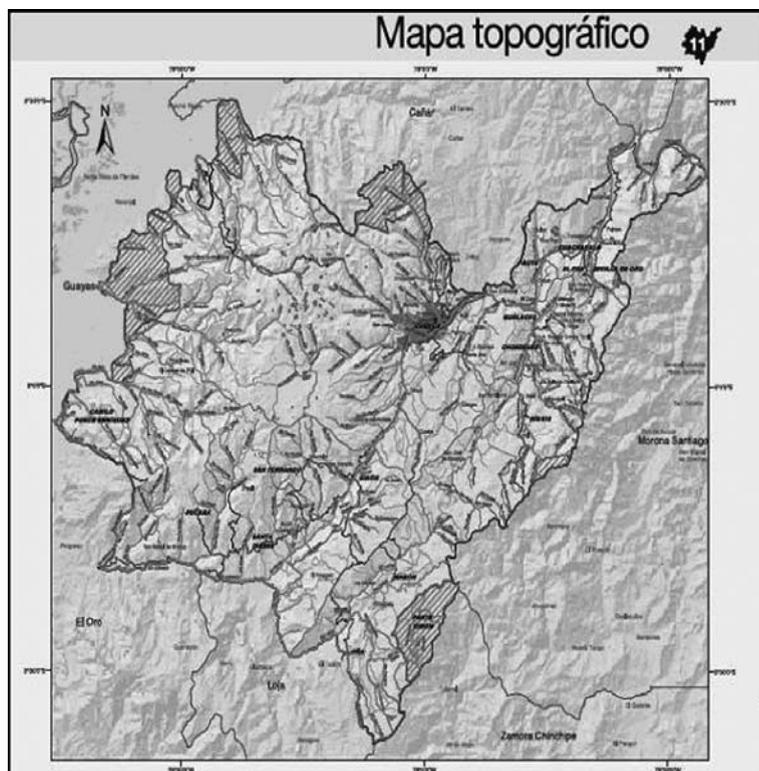
ecuatoriano y sitios de interés histórico-cultural existentes en la provincia del Azuay. (Atlas de la Provincia del Azuay)

A más de la publicación impresa del atlas y del disco compacto con la información digital han existido otras aplicaciones relacionadas con la publicación digital de algunos componentes del atlas en la página web de la Universidad del Azuay, en el sector de Proyectos en Geomática y servidores de mapas (<http://gis.uazuay.edu.ec>). Al momento, se encuentran publicados los trabajos que han sido desarrollados por estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Sistemas como monografías y tesis y que han hecho uso de los datos producidos en el estudio del atlas realizando implementaciones que brindan la oportunidad de acceder desde la internet.

El impacto real de la publicación del atlas va más allá de ser una publicación impresa con una serie de mapas temáticos y memorias técnicas; en realidad sus contenidos pueden ser aprovechados a nivel escolar para dar a conocer la realidad de la provincia del Azuay, pueden ser aprovechados por técnicos de diversas áreas para entender la concepción y uso del terreno, por economistas o administradores para entender la concepción económica de la provincia o pueden ser vistos a través de la red por curiosos o entendidos en el tema.

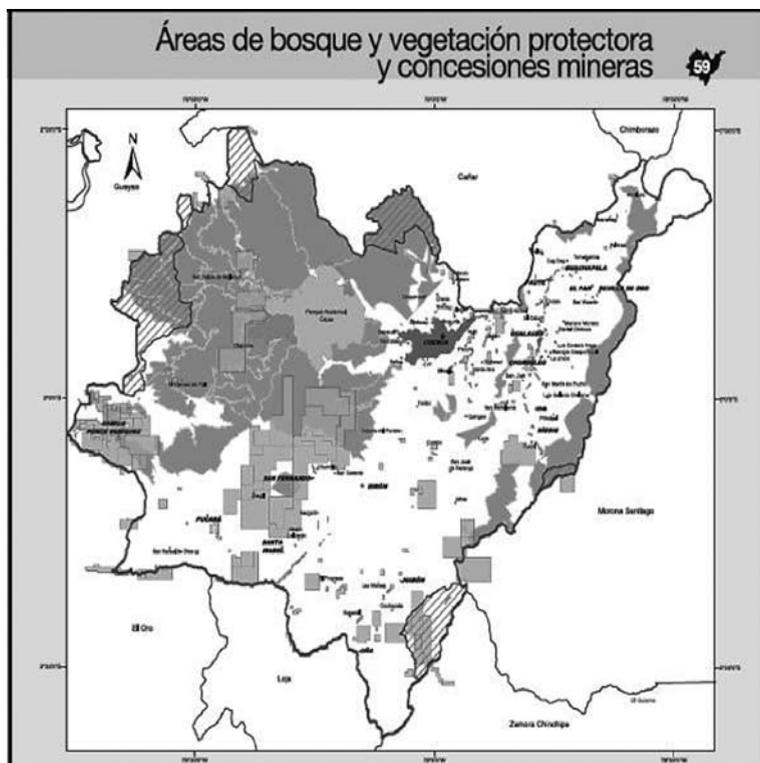
En el presente, el reto que se debe afrontar es la actualización de contenidos e información, cada día existen mapas que se deterioran por la continua variación de sus fuentes como son los poblacionales, viales y

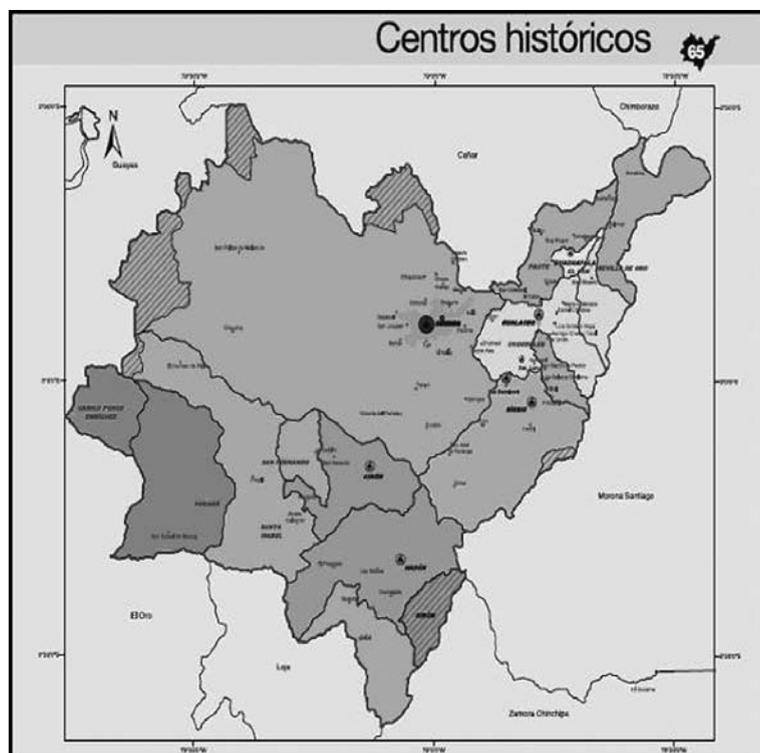
económicos lo que hace reflexionar sobre la necesidad de nuevas publicaciones con contenidos actuales y la inclusión de temas que en la primera edición fueron omitidos como indicadores de migración, movilidad o salud, por ejemplo.



Áreas de bosque y vegetación protectora y concesiones mineras

59





Referencias:

- Universidad del Azuay. **Propuesta técnica - Atlas de la provincia del Azuay.** Noviembre de 2005
- Universidad del Azuay. **Informe de Actividades – Atlas de la Provincia del Azuay.** Diciembre de 2006
- Universidad de Azuay – Gobierno Provincial del Azuay. **Atlas de la Provincia del Azuay.** Noviembre de 2007

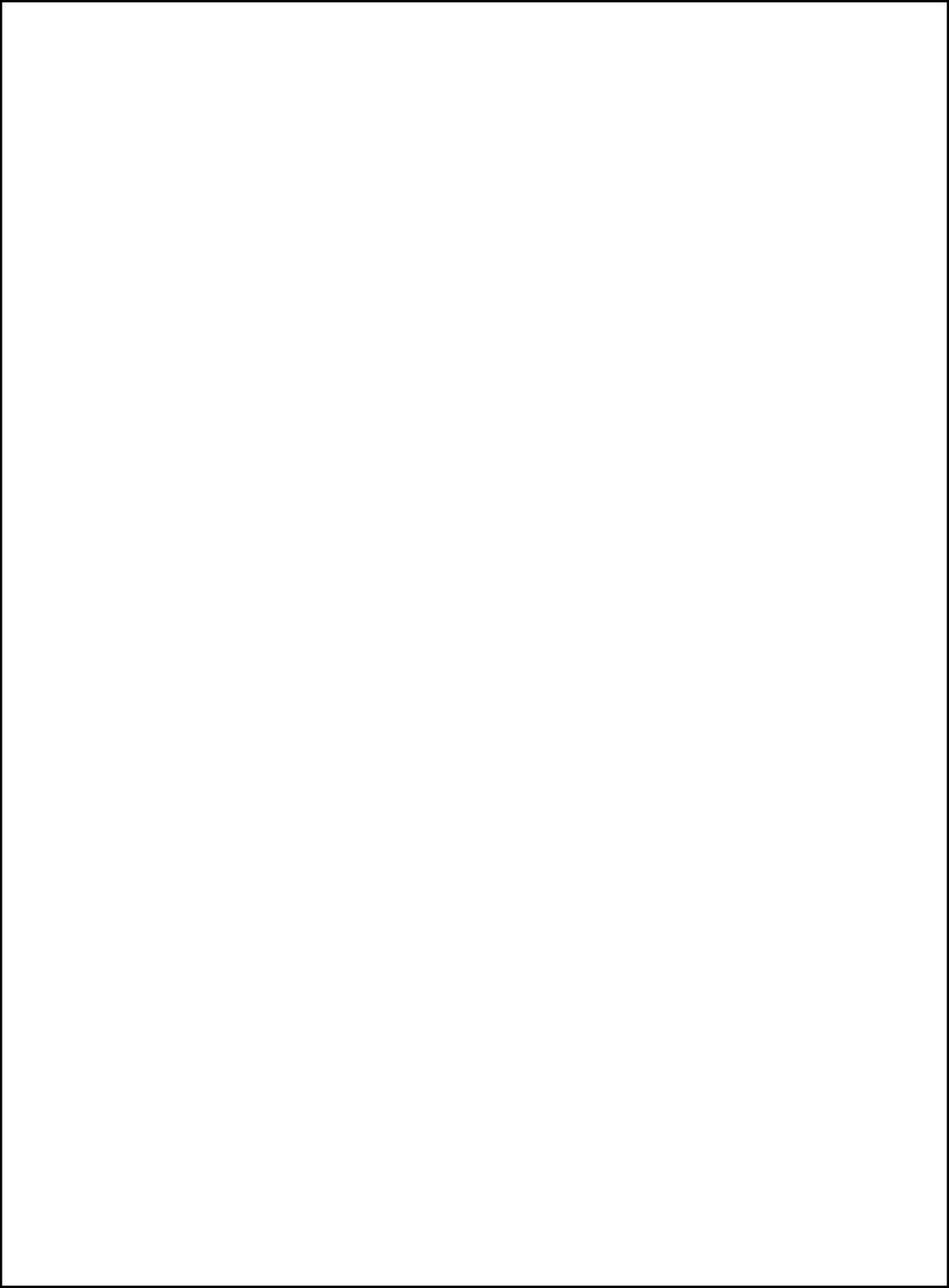
Aplicación de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para la gestión del patrimonio cultural en la provincia del Azuay

Fernanda Elizabeth López Villalba

Ingeniera de Sistemas por la Universidad del Azuay
Especialista en Sistemas de Información Geográfica
por la Universidad Internacional de Andalucía -
España

Técnico SIG del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural,
Subregional Austro

Email: flopez@uazuay.edu.ec



El Ecuador es poseedor de un diverso y amplio patrimonio cultural que se ve plasmado en nuestra historia, tradiciones, arquitectura, arqueología, entre otros, haciendo de nuestro país un lugar digno de ser conocido por propios y extraños, pero la falta de conocimiento de la ubicación y tenencia de estos bienes culturales ha puesto en alerta sobre la falta de protección y cuidado que ellos requieren, como por ejemplo el robo a la valiosa custodia del Convento de las Conceptas en Riobamba dado en octubre de 2007 en donde se evidenció la situación de vulnerabilidad en la que se encuentra gran parte de nuestro patrimonio cultural.

La actual constitución tiene como finalidad el fortalecimiento de la identidad nacional para la protección y difusión de las diversas expresiones culturales, ratificando así lo llevado a cabo según el Decreto Ejecutivo 816, publicado en el Registro Oficial 1246 del 7 de enero de 2008, en el que se declaró el estado de emergencia en el sector del patrimonio cultural a nivel nacional, con el objeto de establecer las medidas y mecanismos para el control, uso, registro y las acciones orientadas a la conservación y preservación de los bienes patrimoniales del Estado Ecuatoriano, mediante una política integral de gestión de riesgos.

A partir de esto, se llevó a cabo el inventario nacional del patrimonio cultural a nivel de registro de todos los bienes culturales materiales e inmateriales con características patrimoniales.

Las acciones emprendidas en la aplicación del Decreto de Emergencia, especialmente en lo relacionado al Inventario, despertó en la ciudadanía la discusión y el

interés por el patrimonio; ya que antes se limitaba a las entidades culturales y a ciertos círculos intelectuales. A partir del levantamiento de la información patrimonial, se desarrolló el interés de las comunidades locales por rescatar, conservar y difundir su patrimonio cultural. (Moscoso, 2009).

La responsabilidad en la ejecución del inventario correspondiente a la provincia del Azuay, estuvo a cargo del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Subregional Austro.

Dos fases se identificaron en el inventario: 1. Levantamiento a nivel de registro y 2. Complementación de información patrimonial.

Cinco ámbitos fueron registrados por considerarse (...) *relevantes para la memoria e identidad de las personas, colectivos y objeto de salvaguarda del Estado (...) (Art. 379, Constitución, 2008):* bienes arqueológicos, documentales, inmateriales, inmuebles y muebles; posteriormente se vio la necesidad de dar a conocer sus resultados a fin de proporcionar a la comunidad en general y a los distintos organismos que velan por la protección y puesta en valor de bienes culturales, una herramienta para la gestión y administración de la información cultural, que permita modelar situaciones espaciales que sirvan como soporte para la toma de decisiones en la planificación y ejecución de actividades sobre esta zona territorial. Con lo que dentro de la primera fase, se realizó la difusión de información correspondiente a la provincia del Azuay, actividad que se llevó a cabo gracias al apoyo del Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural, el INPC Subregional Austro y la Universidad del Azuay.

La información generada en la fase de registro patrimonial se organizó, validó, editó y representó

cartográficamente, haciendo uso en todos estos procesos, de herramientas tecnológicas como Cartografía Digital, Sistemas de Posicionamiento Global y Sistemas de Información Geográfica.

Para la difusión se llevó a cabo en la ciudad de Cuenca el 7 de abril de 2009, un convenio interinstitucional entre la Universidad del Azuay a través del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador - IERSE y el INPC; con lo que, gracias a la experiencia de la institución educativa en diversos proyectos en el área de Geomática, proporcionó información cartográfica, base necesaria sobre la cual se representaron espacialmente los bienes culturales levantados por los distintos equipos participantes en el estudio, además que implementaron catorce visores de cartografía que constituyeron el producto final de esta primera fase.

FASE I LEVANTAMIENTO A NIVEL DE REGISTRO

Organización, validación, edición y representación cartográfica

Para el levantamiento de datos en campo se hizo uso de equipos GPS (*Global Positioning System*), permitiendo a las áreas de arqueología e inmuebles localizar de manera precisa los bienes de interés. Debido a la extensión de los sitios arqueológicos el error producido por estos equipos (10m) se consideró permisible. Para los bienes inmuebles el error fue rectificado gracias al uso de cartografía digital a escala de detalle.

Cada uno de los equipos técnicos del decreto de emergencia que levanto información según el ámbito que

le correspondía, realizó el ingreso de datos recopilados en campo en una base de datos sistematizada, es de aquí que se extrajeron tablas de datos con información relevante para ser visualizadas en los mapas dinámicos.

Ante la constante necesidad de ingresar, procesar y presentar información precisa y oportuna se considero que, *los Sistemas de información geográfica (SIG), cuyos antecedentes datan de varias décadas atrás (vid. Foresman, 1998), se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa, para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados (Moreno, 2006)*, en ese contexto la información cultural georreferenciada fue gestionada desde el software para SIG, ArcGIS 9.3 de Esri.

La organización de los datos se realizó de acuerdo al ámbito de estudio, cada uno con sus respectivas capas temáticas y tablas de información complementaria, las cuales posteriormente se enlazaron entre sí, además de fotografías y fichas técnicas. Estas últimas se encuentran almacenadas en la base de datos digital del Banco Central, en la cual el resto de inventariadores a nivel nacional dirigidos por la unidad de gestión de la emergencia cultural también aportan con sus datos.

Con cada uno de los bienes a registrar se analizó el grado de exactitud cartográfica requerida para validar y representar dicha información en mapas y posteriormente en el visor, para lo cual se determinó que, para el área de arqueología se necesitaba cartografía digital a escala 1:50 000 de la provincia del Azuay; para los bienes inmuebles la escala debía ser mayor, con lo que se utilizó

cartografía digital disponible del cantón Cuenca a escala 1:1 000, publicada en el sistema de información geográfica de Cuenca, SI_CUENCA, mayo 2008. El resto de áreas como el patrimonio cultural inmaterial, que se manifiesta en ámbitos como tradiciones y expresiones orales, artes del espectáculo, rituales, etc., no precisaba cartografía detallada ya que el contenedor se encuentra a nivel de parroquias rurales y urbanas, con lo que se empleó la división política administrativa del INEC, disponible en la página web http://www.inec.gov.ec/web/guest/ecu_est/territorio/div_pol_adm/nac_pro2008 (*Fecha de consulta, 13 de julio de 2009*). Con el fin de proteger los objetos artísticos, religiosos o civiles registrados en bienes muebles se tomó como contenedor las parroquias urbanas del cantón Cuenca y las parroquias rurales de la provincia del Azuay. Para los bienes documentales de registro datos en las cabeceras cantonales de la provincia, el contenedor se encuentra a nivel de parroquias rurales.

Adicionalmente la Universidad del Azuay aportó con cartografía digital de la provincia a escala 1:250 000, entre las capas de información se contó con temas como: Hidrografía (ríos, quebradas, lagunas), Vialidad (vías principales, secundarias, caminos y senderos), Toponimia (centros poblados, cerros y lomas, cumbres) y Relieve (curvas de nivel), los mismos que fueron utilizados como base en todos los mapas generados para el visor.

Como un estándar en el manejo de datos georreferenciados se estableció que el sistema de coordenadas geográfico a utilizar sea el UTM (*Universal Transversa de Mercator*) y el Datum horizontal el WGS84 (*World Geodetic System*) 1984.

A continuación se describen los procesos realizados en el levantamiento, validación y representación¹ de los distintos patrimonios culturales investigados:

1. Patrimonio Arqueológico

Se registraron 186 sitios, distribuidos en *11 de los 15 cantones de la provincia, con una cobertura del 73,3% del territorio, en el siguiente orden: Oña, Nabón, Cuenca, Camilo Ponce Enríquez, Pucará, Santa Isabel, Girón, Guachapala, Sevilla de Oro, El Pan y Sígsig (Carrillo, Galarza, 2009) (5)*, los mismos fueron levantados con equipos GPS tipo navegadores y validados con cartografía digital a escala 1:50 000; una parte perteneciente a la cartografía de la cuenca del río Paute (*UDA – CG Paute, 2008*) y otra proporcionada por el Gobierno Provincial del Azuay.

En este proceso se registraron puntos centrales de sitios arqueológicos, como también el área de influencia directa y a partir de esto se cuenta con delimitaciones precisas que permiten conocer dónde se ubica la mayor presencia de vestigios. En cada medición se ubicó el Norte, a partir del cual, en sentido horario se trazó el perímetro. En algunos lugares se encontró la presencia de caminos ancestrales como el Qhapaq Ñan, lo que por su importancia fue también registrado como trazado y representado en mapas impresos.

1 Para la representación de mapas, se consultó la Unidad 3.2, Procedimientos para la Elaboración de Mapas Temáticos, M. J. Vidal Domínguez, Sistemas y Análisis de la información geográfica, Manual de autoaprendizaje con ArcGIS, RA-MA Editorial, España, 2006,

Las características del sitio a delimitar no solo se consideraban por los bienes materiales culturales con que contaba, sino también por modificaciones en el terreno como la presencia de terrazas, tambos, tambillos, muros y por la arquitectura de la superficie como caminos ancestrales pertenecientes a la antigua red vial prehispánica.

Una vez realizado el levantamiento en campo, en gabinete se registró la información, proceso que implicó la utilización de programas especializados de libre difusión y propios de los equipos adquiridos. Para la descarga de datos MapSource de GARMIN, que genera ficheros de extensión .gdb; y, para la conversión de formatos nativos a los requeridos (Shapefile), GPS TrackMaker extensión .gpx, Ozi Explorer extensión .upt para puntos y .plt para tracks, y GPS Utility para cualquier formato. Luego de ingresar la información en la base de datos, se creó un archivo documental, un archivo gráfico y un archivo de fotos (4 – 6 mín. por sitio).

En la validación de datos, se tomaron en cuenta factores como proximidad de puntos, redundancia, pérdida de señal en los equipos GPS y exactitud en la localización del sitio.

Para la representación cartográfica se escogieron cuatro variables: estados de conservación, periodos arqueológicos, tipos de yacimientos y densidad de sitios arqueológicos.

Por motivos de seguridad y con el fin de proteger y conservar este patrimonio, se determinó que los datos a visualizar utilizarían símbolos o degradación de color que representen el grado de concentración de bienes

arqueológicos, permitiendo brindar información al usuario sin poner en riesgo el sitio en cuestión.

1.1 Estados de Conservación Arqueológica Cantonal

Los principales problemas por los que atraviesan los sitios arqueológicos inventariados, tienen que ver con la ampliación de la frontera agrícola, el incremento del huaquerismo y la construcción de obras civiles y religiosas. (Carrillo, Galarza, 2008).

Dentro de esta variable se registró el estado actual del sitio levantado pudiendo ser: poco destruido, medianamente destruido, parcialmente destruido, altamente destruido y destruido. Todos los cantones visitados cuentan con esta información a excepción de Sígsig.

Código Cantón	Cantones	Poco Destruído	Parcialmente Destruído	Medianamente Destruído	Altamente Destruído	Destruído	Total
0101	Cuenca	11	1	16	3	0	31
0102	Girón	1	0	4	15	0	20
0104	Nabón	6	0	7	6	0	19
0106	Pucará	7	13	0	0	0	20
0108	Santa Isabel	8	0	3	4	0	15
0110	Oña	1	0	12	2	0	15
0112	El Pan	5	0	0	3	0	8
0113	Sevilla de Oro	1	0	9	10	2	22
0114	Guachapala	7	0	3	10	0	20
0115	Camilo Ponce Enríquez	5	2	3	5	0	15
Total							185

Tabla Nro. 1 Estados de conservación arqueológica por cantones

Para su representación gráfica se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos graduados por pasteles.

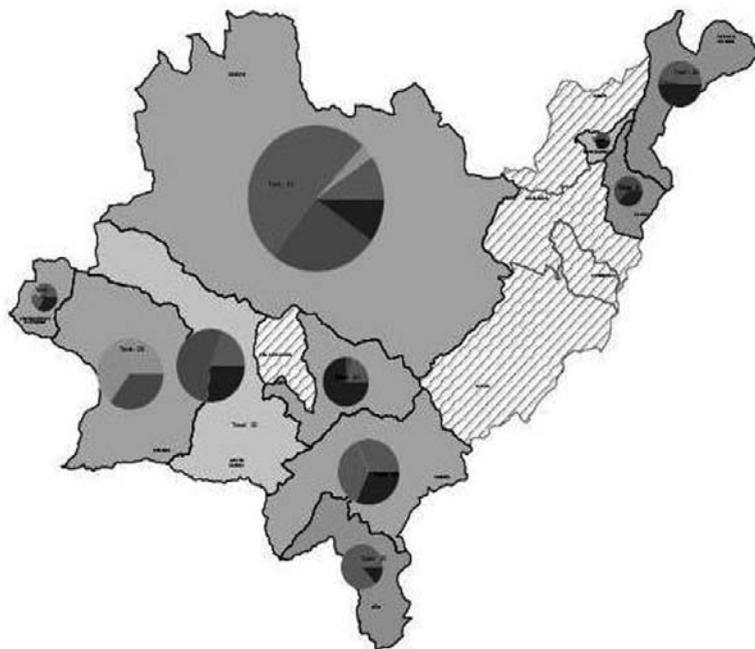


Fig. Nro. 1 Mapa de estados de conservación arqueológica cantonal

1.2 Periodos arqueológicos por cantones

Se identificaron dos periodos arqueológicos, Desarrollo regional e Integración; el primero, con las fases culturales Milagro/Quevedo y Huiguara, el segundo con Cañari/Tacalzhapa y Cañari/Cazhaloma. Un total de 64 sitios registraron esta información en diez cantones, a excepción de Nabón.

Código Cantón	Cantones	Periodos	Fases culturales	Total
0101	Cuenca	Integración	Cañari/Tacalzhapa	4
0102	Girón	Integración	Cañari/Tacalzhapa	20
0106	Pucará	Integración	Cañari/Tacalzhapa	5
0108	Santa Isabel	Integración	Cañari/Tacalzhapa	15
0109	Sígsig	Integración	Cañari/Tacalzhapa	1
0110	Oña	Integración	Cañari/Tacalzhapa	2
0112	El pan	Integración	Cañari/Tacalzhapa	2
0113	Sevilla de Oro	Integración	Cañari/Cazhaloma	2
0114	Guachapala	Desarrollo regional	Huiguara	1
0115	Camilo Ponce Enríquez	Desarrollo regional	Milagro/Quevedo	12
Total				64

Tabla Nro. 2 Periodos arqueológicos por cantones

Para su representación gráfica se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos proporcionales.

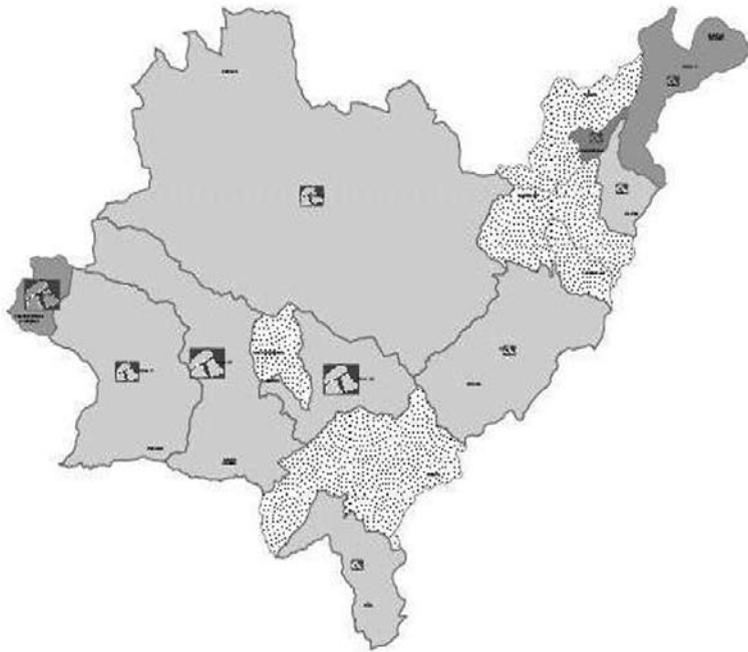


Fig. Nro. 2 Mapa de periodos arqueológicos por cantones

1.3 Tipos de yacimientos arqueológicos por cantones

Los tipos de yacimientos identificados son: Superficial/Cimas y cuchillas, Monumental/Terracería Agrícola/Laderas, Superficial/Laderas, Monumental/Cimas y cuchillas, Monumental/Planicies, Monumental/Abrigos rocosos y cuevas, Superficial/Planicie, Superficial/Abrigos rocosos y cuevas, Petroglifos/Laderas, planicies o cauces fluviales.

A continuación se indica la distribución de puntos por yacimientos en los cantones de la provincia del Azuay:

Código Cantón	Cantones	Superficial / Cimas y cuchillas	Monumental / Terracería Agrícola / Laderas	Superficial / Laderas	Monumental / Cimas y cuchillas	Monumental / Planicies	Monumental/Abrigos rocosos y cuevas	Superficial / Planicie	Superficial / Abrigos rocosos y cuevas	Petroglifos / Laderas, planicies o cauces fluviales	Total
0101	Cuenca	2	5	3	17	3	1	0	0	0	31
0102	Girón	4	6	0	9	0	0	1	0	0	20
0103	Gualaceo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0104	Nabón	0	0	2	15	2	0	0	0	0	19
0105	Paute	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0106	Pucará	0	14	0	6	0	0	0	0	0	20
0107	San Fernando	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0108	Santa Isabel	0	5	0	3	7	0	0	0	0	15
0109	Sígsig	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0110	Oña	3	0	0	7	2	0	2	1	0	15
0111	Chordeleg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0112	El Pan	0	0	5	3	0	0	0	0	0	8
0113	Sevilla de Oro	0	12	3	6	1	0	0	0	0	22
0114	Guachapala	0	14	5	1	0	0	0	0	0	20
0115	Camilo P. Enríquez	2	0	0	0	10	0	0	1	2	15
Total											186

Tabla Nro. 3 Tipos de yacimientos arqueológicos por cantones

Para su representación gráfica se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos por barras.

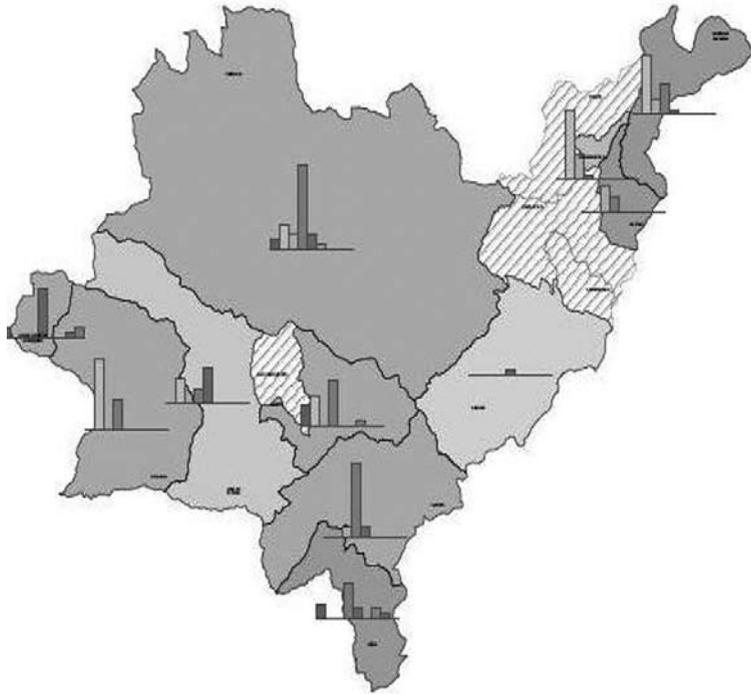


Fig. Nro. 3 Mapa de yacimientos arqueológicos por cantones

1.4 Densidad de sitios arqueológicos por cantones

Para representar esta información se generó un mapa de densidades donde partimos de la capa Sitios_Arqueologicos_50k_UTM_WGS84, que contiene la ubicación exacta de los sitios arqueológicos, y se generó un mapa de densidades con un tamaño de celda de 50 x 50.

Para este proceso se utilizó la herramienta densidad focal, con la que se determinó el *valor de densidad obtenido*

mediante una operación en la que a un píxel determinado se le imputa el resultado de un cálculo realizado sobre varios puntos de su alrededor, de suerte que los puntos más lejanos al centro del píxel tengan un peso menor en el cálculo (Glosario, 2006)

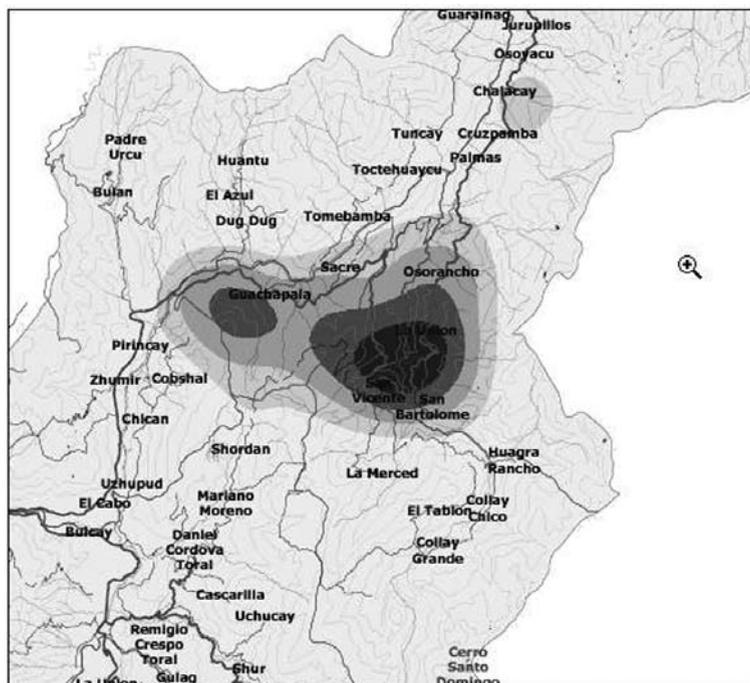


Fig. Nro. 4 Mapa de densidad de sitios arqueológicos por cantones

2. Patrimonio documental

Se registró en la base de datos 290 fichas de 241 contenedores ubicados en las quince cabeceras cantonales de la provincia del Azuay; los que almacenaban documentos históricos archivísticos y bibliográficos.

TENENCIA				
TIPO DE BIEN	ECLESIAÍSTICO	PRIVADO	PÚBLICO	TOTAL
ARCHIVO	16	29	139	184
BIBLIOTECA	8	36	62	106
				290

Tabla Nro. 4 Resumen del total de registros levantados para bienes documentales

Dentro del espacio geográfico correspondiente al Cantón Cuenca se levantó información tanto a nivel de parroquias urbanas como de parroquias rurales, la primera evidencia la existencia de 153 fichas (Ver tabla Nro. 5) y la segunda un total de 11; en el resto de cabeceras cantonales se registran 126 fichas (Ver tabla Nro. 6).

Para efectos de visualización y consulta se generó el mapa de Bienes Documentales de la Provincia del Azuay, realizado a través de relaciones entre la tabla documentos.dbf y la parte gráfica correspondiente a la capa de división política parroquial. Entre la información más relevante contamos con los campos: tipo de bien, tenencia y denominación.

Tipo Bien	Tenen- cia	Código Parro- quia	Parro- quia	Total	Tipo Bien	Tenen- cia	Código Parro- quia	Parro- quia	Total
ARCHIVO	Eclesiás- tico	010104	El Sagrario	2	BIBLIOTECA	Ecle- siástico	010104	El Sagrario	3
		010107	Huayna Cápac	1			010105	El Vecino Gil Ramírez Dávalos	1
		010109	Monay	2			010106	Dávalos	1
		010110	San Blas	1			010109	Monay	2
		010111	San Sebastián	1			Total Ecle- siástico		7
		010112	Sucre	2			010104	El Sagrario	5
	Total Ecle- siástico			9		Privado	010105	El Vecino Gil Ramírez Dávalos Huayna Cápac	2
	Privado	010104	El Sagrario	7			010106	Dávalos	2
		010105	El Vecino Gil Ramírez Dávalos Huayna Cápac	1			010107	Huayna Cápac	8
		010106	Dávalos	2			010110	San Blas San Sebastián	3
		010107	Huayna Cápac	4			010111	San Blas San Sebastián	2
		010110	San Blas	2			010112	Sucre Totoraco- cha	4
		010112	Sucre Totoraco- cha	4			010113	Totoraco- cha	2
		010113	Totoraco- cha	1			010114	Yanuncay	1
	Total Privado			21			Total Privado		29
	Público	010101	Bellavista	3			Público	010101	Bellavista
		010103	El Batán	1		010103		El Batán	1
		010104	El Sagrario	32		010104		El Sagrario	7
		010106	Gil Ramírez Dávalos	3		010105		El Vecino Gil Ramírez Dávalos	4
		010107	Huayna Cápac	7		010106		Dávalos Huayna Cápac	6
		010110	San Blas	3		010107		Huayna Cápac	4
010111		San Sebastián	2	010110	San Blas San Sebastián	2			
010112		Sucre Totoraco- cha	1	010111	San Blas San Sebastián	3			
010113		Totoraco- cha	1	010112	Sucre Totoraco- cha	2			
010114		Yanuncay	1	010113	Totoraco- cha	1			
Total Público				54	010114	Yanuncay		1	
Total ARCHIVO			84	Total Público		33			
				Total BIBLIO- TECA				69	

Tabla Nro. 5 Resumen del total de registros de bienes documentales por parroquias urbanas del cantón Cuenca

Cantón	Código Parroquias	Parroquias	Público	Eclesiástico	Privado	Total
Cuenca	010151	Baños	0	0	1	1
Cuenca	010163	San Joaquín	0	0	1	1
Cuenca	010166	Sidcay	3	1	0	4
Cuenca	010167	Sinincay	3	0	1	4
Cuenca	010169	Turi	0	0	1	1
Girón	010250	Girón	5	2	0	7
Gualaceo	010350	Gualaceo	17	0	4	21
Nabón	010450	Nabón	10	0	0	10
Paute	010550	Paute	9	0	1	10
Pucará	010650	Pucará	7	0	0	7
San Fernando	010750	San Fernando	4	0	0	4
Santa Isabel	010850	Santa Isabel (Chaguarurco)	13	1	0	14
Sígsig	010950	Sígsig	10	2	3	15
Oña	011050	San Felipe de Oña	2	1	1	4
Chordeleg	011150	Chordeleg	10	0	0	10
El Pan	011250	El Pan	4	0	0	4
Sevilla de Oro	011350	Sevilla de Oro	2	0	0	2
Guachapala	011450	Guachapala	7	0	0	7
Camilo Ponce Enríquez	011550	Camilo Ponce Enríquez	8	1	2	11
Total						137

Tabla Nro. 6 Resumen del total de Registros de Bienes Documentales correspondientes a las cabeceras cantonales de la provincia del Azuay

Para su representación se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos graduados.

3. Patrimonio inmaterial

Este es uno de los patrimonios culturales intangibles más diverso y amplio registrado, en el que se brinda un conocimiento profundo de la identidad de cada pueblo; de modo que se vio la oportunidad de visualizarlo en cinco mapas a nivel de parroquias rurales de la provincia. Los datos correspondientes a parroquias urbanas no fueron representados cartográficamente en esta fase; entre los ámbitos registrados se encuentran: técnicas artesanales tradicionales, fiestas o ceremonias religiosas, tradición oral, gastronomía y ámbito y subámbito. Se utilizó mapas multivariados de coropletas con símbolos graduados en todos los temas.

3.1 Técnicas artesanales tradicionales

Se ingresó en la base de datos, 113 registros de 52 parroquias rurales y 4 dentro del casco urbano de Cuenca, este último se encuentra repartido de la siguiente manera: dos en la parroquia El Sagrario, uno en la parroquia Huayna Cápac y el último en la parroquia San Sebastián. En el campo subámbito se ingresaron dos tipos de variables artesanías y otros.

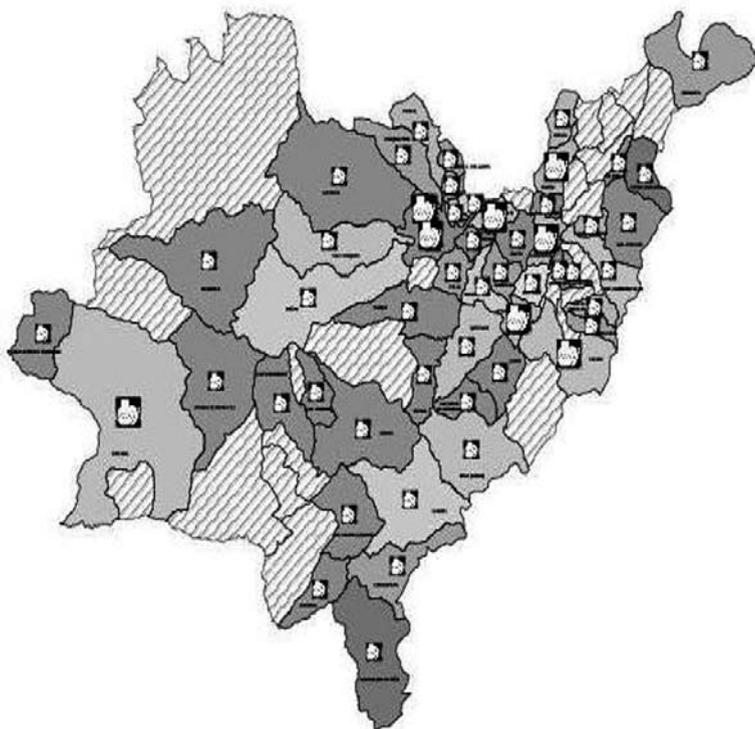


Fig. Nro. 6 Mapa de bienes inmateriales parroquiales – Técnicas artesanales tradicionales

3.2 Fiestas o ceremonias religiosas

Se levantaron 123 registros en 61 parroquias rurales y 5 en parroquias urbanas de Cuenca; 3 correspondientes a la parroquia El Sagrario y 2 en la parroquia Gil Ramírez Dávalos.

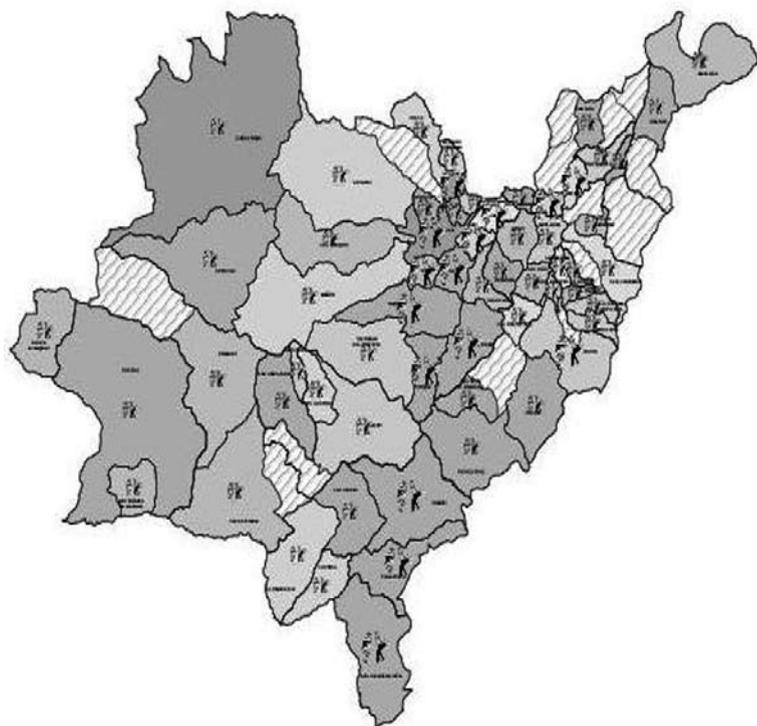


Fig. Nro. 7 Mapa de bienes inmateriales parroquiales – Fiestas o ceremonias religiosas

3.3 Tradiciones y expresiones orales

Se determinaron 232 registros de los cuales, 229 se encuentran repartidos en 63 parroquias rurales del Azuay y 3 en la parroquia urbana Gil Ramírez Dávalos del Cantón Cuenca. El campo subámbito registró las variables: coplas, cuentos de tradición oral, lenguas/dialectos, leyendas, mitología, ritos especiales y otros.

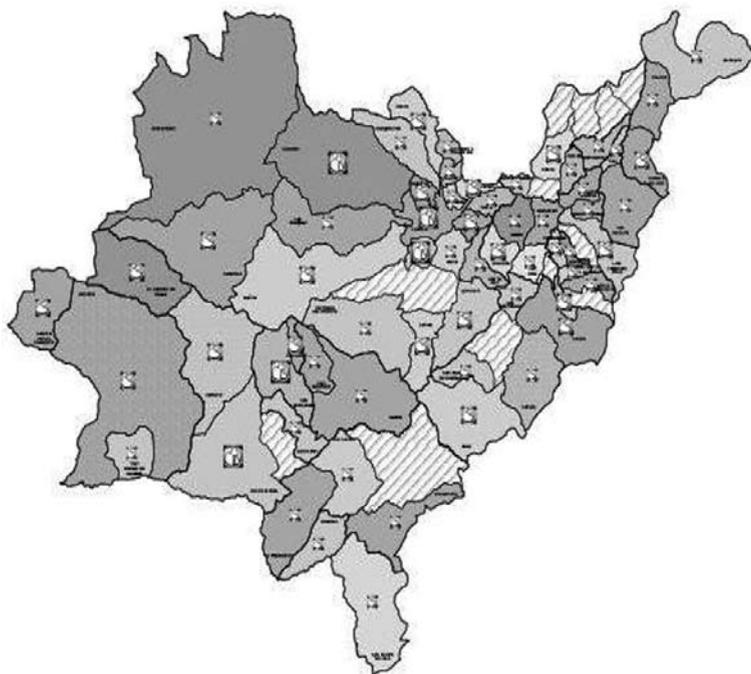


Fig. Nro. 8 Mapa de bienes inmateriales parroquiales – Tradiciones y expresiones orales

3.4 Gastronomía

Se recogieron 170 registros en 51 parroquias rurales del Azuay y 2 registros dentro de la parroquia urbana El Sagrario perteneciente al Cantón Cuenca, esta información recopila los alimentos más tradicionales y conocidos por los habitantes de estas zonas territoriales.

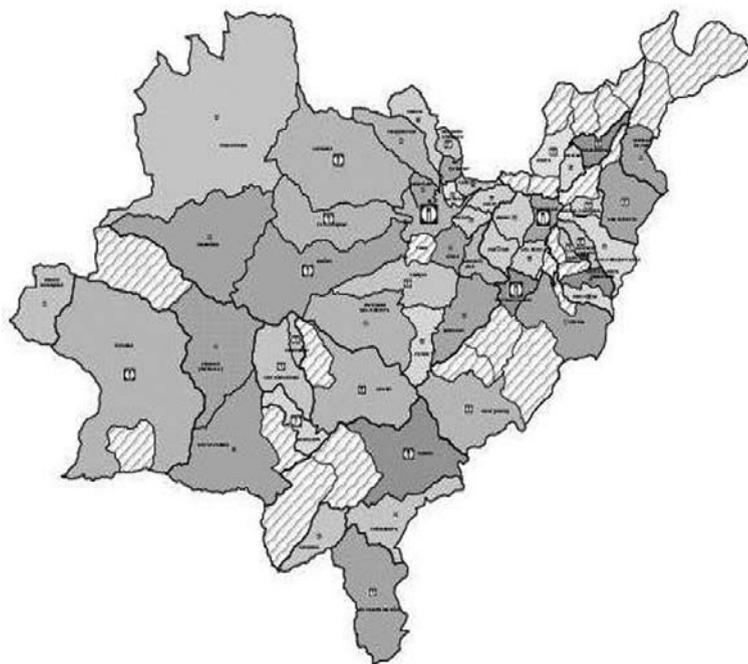


Fig. Nro. 9 Mapa de bienes inmateriales parroquiales – Gastronomía

3.5 Ámbito y subámbito

Este mapa temático reúne todas las variables registradas para el patrimonio cultural inmaterial, entre ellas tenemos:

Artes del espectáculo	133
Danza	15
Juegos	71
Literatura	2
Música	36
Otros	7
Plástica	1
Teatro	1
Conocimientos y usos relacionadas con la naturaleza y el universo	398
Agrodiversidad	32
Alimentos y Cocina	172
Astronomía	2
Geografía sagrada o sitios sagrados	45
Medicina tradicional	70
Otros	18
Ritos especiales	1
Toponimia	58
Técnicas artesanales tradicionales	117
Artesanías	115
Otros	2
Tradiciones y expresiones orales, incluidas el idioma	232
Coplas	2
Cuentos de tradición oral	20
Lenguas/Dialectos	1
Leyendas	165
Mitología	5
Otros	38
Ritos especiales	1

Usos sociales, rituales y actos festivos	265
Celebraciones festivas	33
Fiestas cívicas	5
Fiestas o ceremonias religiosas	128
Juegos	4
Leyendas	1
Medicina tradicional	2
Otros	52
Representaciones escénicas	2
Ritos especiales	38
Total general	1145

Tabla Nro. 7 Variables registradas para el mapa temático de ámbito y subámbito a nivel de parroquias rurales

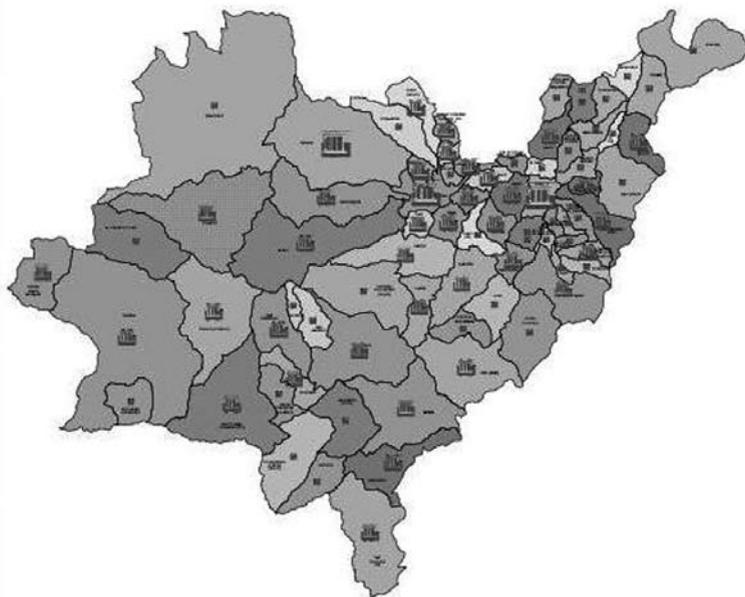


Fig. Nro. 10 Mapa de bienes inmateriales parroquiales – ámbito y subámbito

El carácter del inventario fue a nivel de registro, únicamente descriptivo, por lo que el trabajo se resumió en fichas de descripción etnográfica. Evitando cualquier tipo de análisis antropológico. (Eljuri, 2009)

4. Patrimonio inmuebles

El patrimonio cultural edificado fue representado gráficamente mediante dos tipos de mapas: parroquial a nivel urbano correspondiente al Cantón Cuenca, donde se presentó información de: El Vecino, Hermano Miguel, Huayna Cápac, San Sebastián, Sucre y Yanuncay; y, por parroquias rurales de la provincia del Azuay. En ambos casos se registraron bienes con las siguientes características arquitectónicas: popular o vernácula, civil, monumental civil, monumental religiosa, haciendas, parques, plazas e inmuebles sin tipología; a nivel rural, se contó además con información de arquitectura religiosa, cementerios, puentes y rutas.

Refiriéndonos al mapa parroquial urbano, este cuenta con 503 registros; en San Sebastián y Sucre se localizó de forma precisa y a manera de muestra debido a la gran cantidad de información existente. Además mostró un resumen de la ficha digital registrada en formato .pdf, esta incluye datos como la denominación del inmueble, descripción, tipología formal y una fotografía.

Arquitectura popular o vernácula

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros	Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010151	Baños	115	010453	Las Nieves (Chaya)	68
010152	Cumbe	59	010550	Paute	31
010154	Checa (Jidcay)	34	010552	Bulán (José Víctor Izquierdo)	18
010155	Chiquintad	30	010556	Guarainag	45
010157	Molleturo	55	010559	San Cristóbal (Carlos Ordóñez Lazo)	6
010158	Nulti	29	010561	Tomebamba	22
010159	Octavio Cordero Palacios (Sta. Rosa)	26	010562	Dug Dug	12
010160	Paccha	29	010650	Pucará	84
010161	Quingeo	79	010652	San Rafael de Sharug	33
010162	Ricaurte	88	010750	San Fernando	104
010163	San Joaquín	256	010751	Chumblín	21
010164	Santa Ana	15	010850	Santa Isabel (Chaguarrurco)	30
010165	Sayausí	195	010851	Abdón Calderón (La Unión)	19
010166	Sidcay	26	010853	Zhaglli (Shaglli)	51
010167	Sinincay	6	010950	Sigsig	219
010168	Tarqui	19	010951	Cuchil (Cutchil)	19
010169	Turi	45	010952	Jima (Gima)	15
010250	Girón	66	010953	Güel	14
010251	Asunción	41	010954	Ludo	13
010252	San Gerardo	38	010955	San Bartolomé	15
010350	Gualaceo	134	010956	San José de Raranga	10
010352	Daniel Córdova Toral (El Oriente)	33	011050	San Felipe de Oña	130
010354	Mariano Moreno	21	011051	Susudel	88
010356	Remigio Crespo Toral (Gúlag)	9	011150	Chordeleg	25
010357	San Juan	18	011151	Principal	17
010358	Zhidmad	24	011152	La Unión	4
010359	Luis Cordero Vega	15	011153	Luis Galarza Orellana (Cab. en Delegsol)	39
010450	Nabón	174	011154	San Martín de Puzhio	16
010451	Cochapata	88	011550	Camilo Ponce Enríquez	5
010452	El Progreso (Cab. en Zhiota)	120		Total	3060

Tabla Nro. 8 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura popular o vernácula

Arquitectura civil

Código Parroquial	Parroquias rurales	Registros
010155	Chiquintad	1
010157	Molleturo	1
010163	San Joaquín	5
010165	Sayausí	4
010350	Gualaceo	8
010358	Zhidmad	3
010450	Nabón	1
010550	Paute	29
010556	Guarainag	1
010853	Zhaglli (Shaglli)	1
010950	Sígsig	6
010951	Cuchil (Cutchil)	2
010953	Güel	2
011050	San Felipe de Oña	26
011051	Susudel	1
Total		91

Tabla Nro. 9 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura civil

Arquitectura monumental civil

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010162	Ricaurte	2
010166	Sidcay	1
010750	San Fernando	1
010950	Sígsig	1
011050	San Felipe de Oña	3
011150	Chordeleg	1
Total		9

Tabla Nro. 10 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura monumental civil

Arquitectura monumental religiosa

Código Parroquial	Parroquias rurales	Registros
010151	Baños	1
010161	Quingeo	1
010165	Sayausí	1
010350	Gualaceo	11
010352	Daniel Córdova Toral (El Oriente)	1
010353	Jadán	1
010354	Mariano Moreno	1
010356	Remigio Crespo Toral (Gúlag)	2
010358	Zhidmad	3
010452	El Progreso (Cab. en Zhiota)	2
010550	Paute	3
010552	Bulán (José Víctor Izquierdo)	2
010556	Guarainag	2
010559	San Cristóbal (Carlos Ordóñez Lazo)	1
010562	Dug Dug	1
010750	San Fernando	1
010950	Sígsig	8
010954	Ludo	1
010956	San José de Raranga	1
011150	Chordeleg	2
011152	La Unión	1
Total		47

Tabla Nro. 11 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura monumental religiosa

Haciendas

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010158	Nulti	4
010162	Ricaurte	2
010163	San Joaquín	1
010350	Gualaceo	11
010358	Zhidmad	2
010359	Luís Cordero Vega	1
010550	Paute	2
010950	Sígsig	3
011051	Susudel	7
Total		33

Tabla Nro. 12 Resumen del total de registros correspondientes al tema de haciendas

Parques

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010562	Dug Dug	1
010956	San José de Raranga	1
Total		2

Tabla Nro. 13 Resumen del total de registros correspondientes al tema de parques

Inmuebles sin tipología

Código Parroquial	Parroquias rurales	Registros
010154	Checa (Jidcay)	2
010162	Ricaurte	2
010164	Santa Ana	1
010165	Sayausí	3
010166	Sidcay	1
010451	Cochapata	7
010950	Sígsig	1
011050	San Felipe de Oña	1
011051	Susudel	2
011153	Luis Galarza Orellana (Cab. en Delegsol)	1
Total		21

Tabla Nro. 14 Resumen del total de registros correspondientes al tema de inmuebles sin tipología

Arquitectura religiosa

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010151	Baños	2
010152	Cumbe	1
010154	Checa (Jidcay)	1
010155	Chiquintad	1
010157	Molleturo	2
010161	Quingeo	1
010163	San Joaquín	2
010165	Sayausí	3
010166	Sidcay	1
010168	Tarqui	1
010169	Turi	1
010251	Asunción	1
010451	Cochapata	3
010453	Las Nieves (Chaya)	1
010850	Santa Isabel (Chaguarurco)	1
010851	Abdón Calderón (La Unión)	1
010950	Sígsig	1
011051	Susudel	2
Total		26

Tabla Nro. 15 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura religiosa

Cementerios

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010154	Checa (Jidcay)	1
010161	Quingeo	1
010163	San Joaquín	2
010168	Tarquí	1
010950	Sígsig	2
Total		7

Tabla Nro. 16 Resumen del total de registros correspondientes al tema de cementerios

Puentes

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010950	Sígsig	1
Total		1

Tabla Nro. 17 Resumen del total de registros correspondientes al tema de puentes

Rutas

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010169	Turi	1
010853	Zhaglli (Shaglli)	1
Total		2

Tabla Nro. 18 Resumen del total de registros correspondientes al tema de rutas

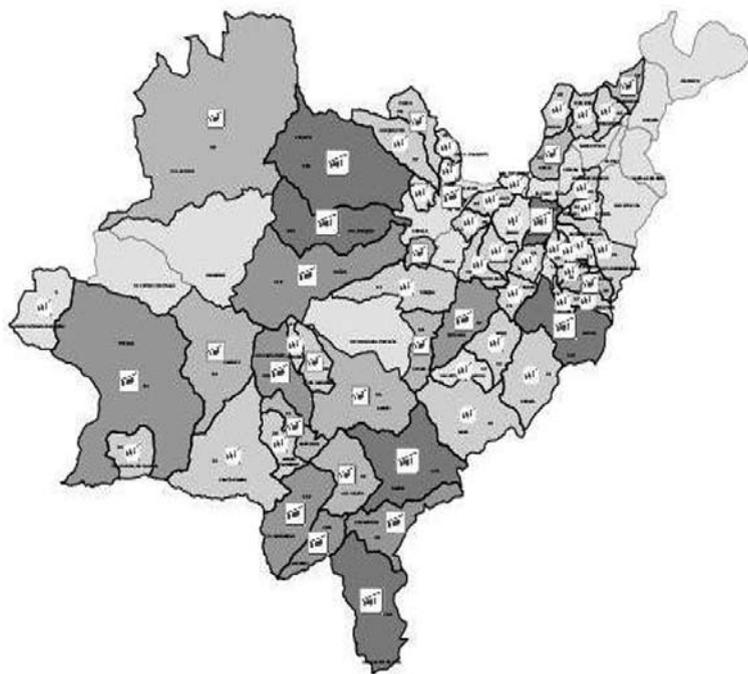


Fig. Nro. 13 Mapa de bienes inmuebles por parroquias rurales

5. Patrimonio muebles

Para este bien cultural fue tomada como medida de control y para salvaguarda de aquellos objetos materiales, la elaboración de mapas temáticos a nivel de parroquias tanto urbanas como rurales y en donde en las tablas de atributos se muestran el número de registros según su tenencia pudiendo ser esta religiosa, particular o estatal. Además se indica el nombre del contenedor.

En el caso del mapa temático a nivel de parroquias urbanas del Cantón Cuenca se cuenta con información de las parroquias: Bellavista, El Sagrario, Gil Ramírez Dávalos, Huayna Cápac, Machángara, San Blas y Sucre, para su representación gráfica se utilizó un mapa de símbolos graduados tipo pastel.

Código parroquial	Parroquias urbanas	Religiosa	Particular	Estatal	Total
010101	Bellavista	0	0	12	12
010104	El Sagrario	1424	494	2753	4671
010106	Gil Ramírez Dávalos	653	0	23	676
010107	Huayna Cápac	0	0	18	18
010108	Machángara	0	0	48	48
010110	San Blas	59	0	2	61
010112	Sucre	1	190	6	197
Total					5683

Tabla Nro. 19 Resumen del total de registros correspondientes a bienes muebles por parroquias urbanas del cantón Cuenca

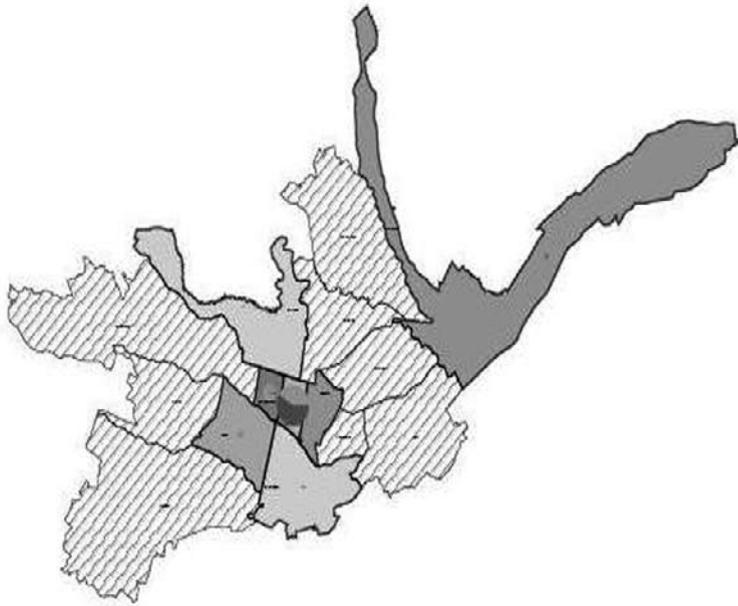


Fig. Nro. 14 Mapa de bienes muebles por parroquias urbanas del cantón Cuenca

Código parroquial	Parroquias rurales	Religiosa	Particular	Estatal	Total
010150	Cuenca	3	0	0	3
010151	Baños	75	0	0	75
010152	Cumbe	21	0	0	21
010160	Paccha	114	0	0	114
010164	Santa Ana	89	2	0	91
010167	Sinincay	2	0	0	2
010168	Tarqui	37	0	0	37
010250	Girón	199	0	150	349
010251	Asunción	7	0	0	7
010450	Nabón	59	3	0	62
010451	Cochapata	32	0	0	32
010452	El Progreso (Cab. en Zhiota)	27	2	0	29
010453	Las Nieves (Chaya)	16	0	0	16
010650	Pucará	7	0	0	7
010652	San Rafael de Sharug	10	0	0	10
010750	San Fernando	76	0	0	76
010751	Chumblín	15	0	0	15
010850	Santa Isabel (Chaguarurco)	19	3	0	22
010853	Zhaglli (Shaglli)	43	0	0	43
010950	Sígsig	0	0	225	225
011050	San Felipe de Oña	66	23	3	92
011051	Susudel	0	42	0	42
011550	Camilo Ponce Enríquez	2	0	0	2
Total					1372

Tabla Nro. 20 Resumen del total de registros correspondientes a bienes muebles por parroquias rurales de la provincia del Azuay

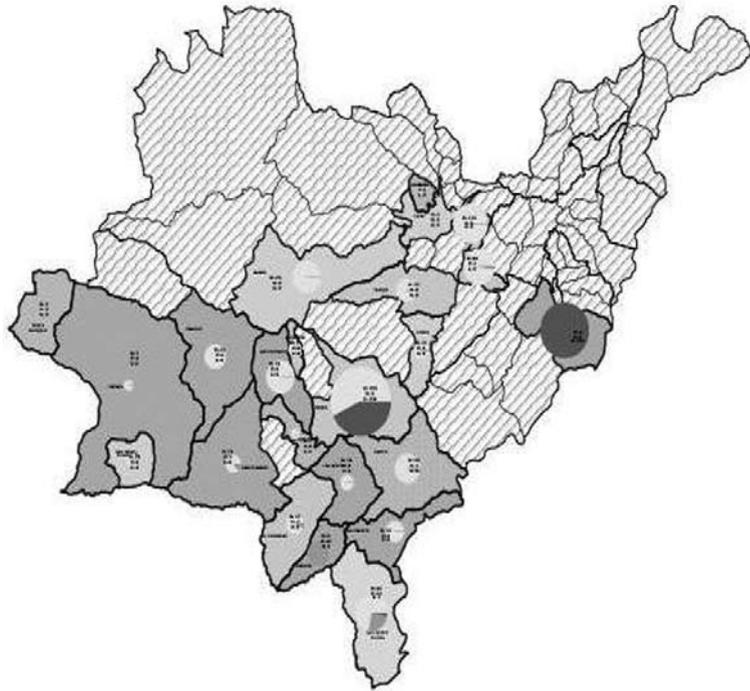


Fig. Nro. 15 Mapa de bienes muebles por parroquias rurales del Azuay

Difusión cartográfica mediante Visores de mapas

La implementación de los visores de cartografía de los distintos bienes culturales registrados en la fase de levantamiento implicó la utilización de herramientas tecnológicas diseñadas para la difusión de información cartográfica, las cuales facilitan a los usuarios la posibilidad de obtener respuestas georreferenciadas a sus interrogantes de: ¿qué hay?, ¿dónde se encuentra?, ¿cuáles son sus características?, ¿cómo se puede acceder?, entre otras.

La extensión MapviewSVG es una extensión para ArcGIS de ESRI, que permitió exportar la información a formato .html para ser difundido en un DVD – ROM o en su defecto a través de páginas Web.

Los procesos de generación comprendieron ejecutar el programa, añadir información, preparar simbología y finalmente exportar al formato indicado anteriormente.

Este visor cuenta con algunos elementos básicos como: título del mapa, escala de visualización, overview que permite visualizar en qué zona del mapa nos encontramos, leyenda en la que cada capa temática puede ser encendida o apagada según las necesidades de cada usuario, mapa, y una serie de herramientas básicas para acercar, alejar, pedir información, medir, ver coordenadas, etc. Herramientas de consulta a la tabla de datos y también un espacio donde se encuentra información de los técnicos que generaron el mapa.

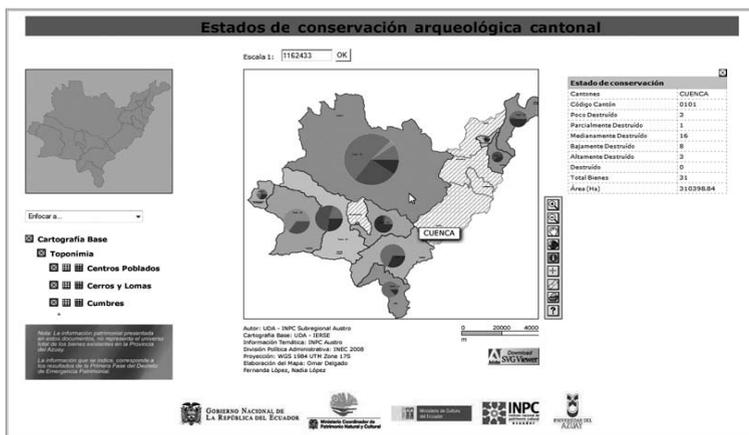


Fig. Nro. 16 Ejemplo del visor de mapas correspondiente al tema de Estados de conservación arqueológica cantonal

Una vez culminadas las actividades que permitieron la elaboración de los catorce visores de cartografía, se dio paso a la creación del diseño multimedia, responsabilidad que estuvo a cargo de la Universidad del Azuay. A continuación se describe el contenido del DVD – ROM:

1. La pantalla inicial visualiza el título del disco y logotipos de las instituciones participantes
2. Se cuenta con un menú general el cual administra las opciones del DVD, el mismo contiene submenús con: La Declaratoria del Decreto de Emergencia Patrimonial Cultural, información concerniente a cada uno de los bienes registrados con datos como: ¿Qué es?, ¿Cómo se realizó?, ¿Qué se inventarió? y el nombre de los coordinadores responsables de cada área, el atlas y una galería fotográfica, la misma que cuenta con 10 fotografías que representan a cada ámbito de estudio.
3. La pantalla final contiene los créditos de la elaboración del atlas

Dentro del apartado correspondiente al atlas de bienes de interés patrimonial se cuenta con un instalador del software Adobe SVG Viewer sin el cual algunos elementos que se encuentran dentro de las páginas web generadas tales como el mapa, leyenda, overview, etc. no podrán ser visualizados, por lo que se recomienda su instalación previa.

Gracias a los esfuerzos de cada uno de los equipos técnicos que trabajaron en el decreto de emergencia patrimonial y a las distintas instituciones participantes que brindaron su apoyo para esta difusión, en la ciudad de

Cuenca, el 17 de abril de 2009, se llevó a cabo el lanzamiento oficial del **“Atlas de Patrimonio Cultural del Azuay, Registro de Bienes de Interés Patrimonial en razón del Decreto de Emergencia”**, en los interiores del Museo de las Artes del Fuego, acto que contó con la presencia de la Ministra Coordinadora de Patrimonio Natural y Cultural, Doris Soliz Carrión, y en el que se entregó a cada uno de los presentes el DVD de información cultural.

Hay que tener en cuenta que esta herramienta generada en la fase de levantamiento patrimonial del decreto de emergencia debe considerarse como informativa, ya que los datos expuestos aquí no representan el universo total de bienes existentes en la provincia del Azuay.

Conclusiones

Para concluir debemos decir que la elaboración de este inventario constituye un paso importante para la adquisición de un mayor conocimiento sobre los diversos ámbitos que forman parte de nuestra identidad cultural, los mismos que al ser gestionados a través del uso de tecnologías de la información geográfica TIG, pueden ser expuestos a la comunidad de una forma amigable, precisa y oportuna, generando así en las personas un sentido de apropiación, protección y promoción de nuestro patrimonio cultural.

Se debe seguir apoyando las actividades que estén encaminadas a la constante actualización del sistema de información geográfico patrimonial y se debe pensar en el uso de infraestructuras de datos espaciales a fin de ampliar el radio de cobertura de difusión.

El lanzamiento de este atlas ha sido oportuno ya que las actividades emprendidas por el gobierno nacional del Ecuador se encuentran encaminadas al mejoramiento del ordenamiento territorial con lo que se brinda información cultural de calidad a las distintas entidades responsables de actividades naturales y antrópicas desarrolladas dentro de la Provincia del Azuay, para que tengan en cuenta esta información en la planificación y ejecución de sus actividades.

Bibliografía

Carrillo Antonio, **Galarza** Bolívar, Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 24

Chacón Juan, Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 13

Eljuri Gabriela, Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 38

Glosario, Sistemas y análisis de la información geográfica, manual de autoaprendizaje con ArcGIS, RA-MA Editorial, Madrid, 2006, Pág. 884

Moreno Jiménez, Sistemas y análisis de la información geográfica, manual de autoaprendizaje con ArcGIS, RA-MA Editorial, Madrid, 2006, Pág. 4

Moscoso Joaquín, Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 8

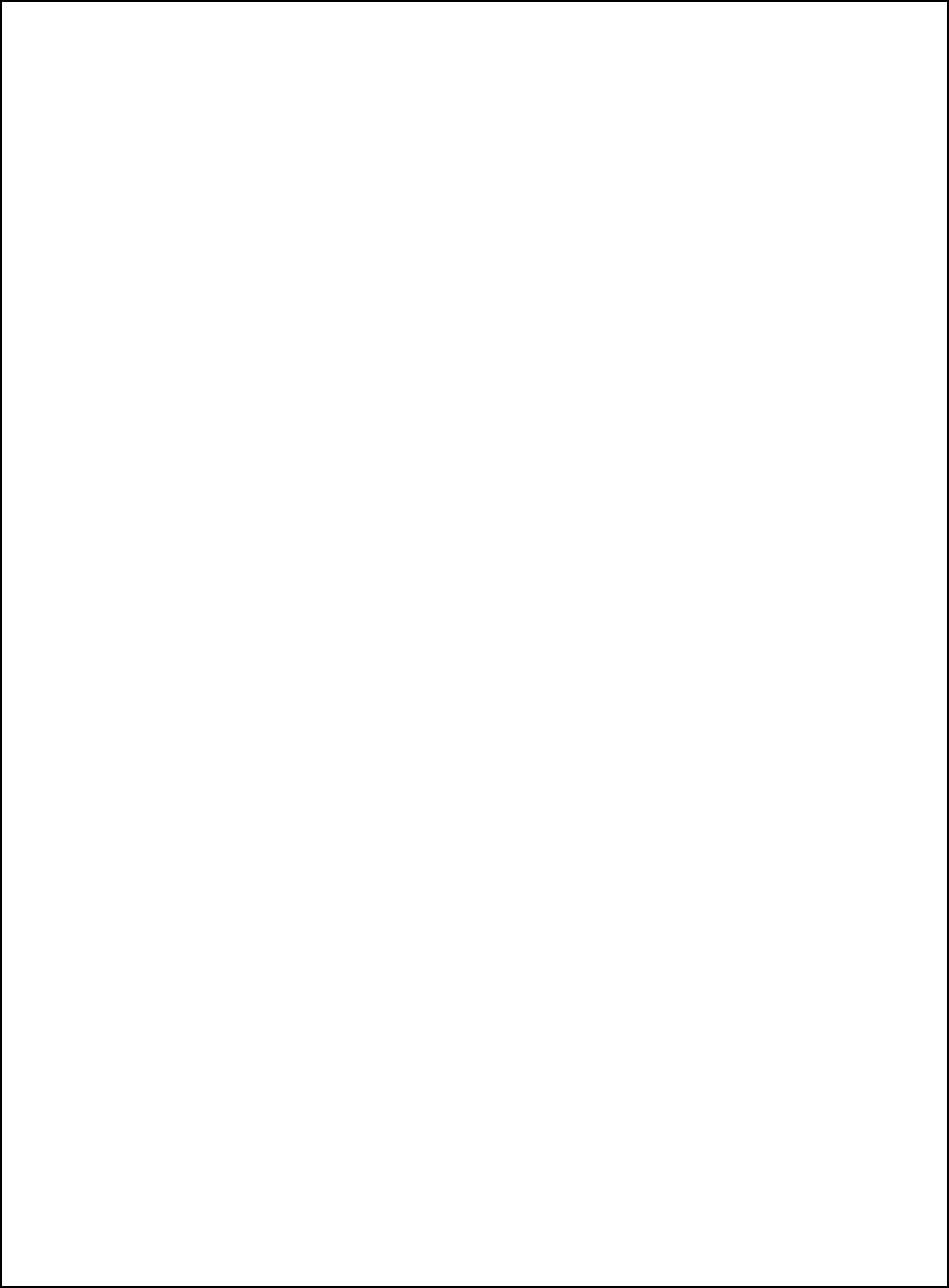
**Las tecnologías de la información
geográfica (TIG's) como base
fundamental en la evaluación del
riesgo asociado a la calidad del aire
y afecciones a la salud en la ciudad
de Cuenca**

Esteban Andrés Balarezo Sarmiento

Ingeniero de sistemas e informática por la
Universidad del Azuay

Master en ciencias ambientales por la Universidad
del Azuay

Email: e.balarezo@gmail.com



Resumen

Este documento se basó en el artículo "Modelación de la geoinformación de contaminación del aire en la ciudad de Cuenca" presentado a la Universidad del Azuay como parte de la Maestría en Ciencias Ambientales.

A pesar de los esfuerzos realizados en muchos países, la contaminación atmosférica en las ciudades aún continúa siendo un grave problema. El presente estudio propone una metodología para evaluar zonas de riesgo a través del análisis espacial y temporal de las distribuciones de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Ozono (O_3) dentro de la ciudad de Cuenca. Este trabajo constituye también una aproximación para el pronóstico y evaluación de la influencia del NO_2 y O_3 sobre la salud.

Abstract

This paper was based on the article "Modeling of geoinformation of air pollution in the city of Cuenca" submitted to University of Azuay as part as the Masters in Environment Sciences.

In spite of the efforts made in many countries, the atmospheric pollution in the cities still continues being a serious problem. The present study proposes a methodology for evaluating zones of risk through space and temporary analysis of the Nitrogen Dioxide (NO_2) and

Ozone (O₃) distributions within the city of Cuenca. This work also states a first approach for the forecast of the NO₂ and O₃ influence over the people's health.

Palabras clave: aire, medio ambiente, sistemas de información geográfica, análisis espacial, calidad del aire, Dióxido de Nitrógeno, Ozono, contaminación atmosférica, ciencias de la informática.

Keywords: *air, environment, geographic information systems, spatial analyst, air quality, Nitrogen Dioxide, Ozone, air pollution, computer science.*

1. Introducción

Según el inventario de emisiones atmosféricas realizado en el año 2007 para el cantón Cuenca, el tráfico vehicular constituye la principal fuente emisora aportando con el 85% del total registrado (Fundación Natura, et al., 2009).

La transportación sin embargo, sigue constituyendo un pilar esencial en el desarrollo de las actividades económicas. El desafío que enfrentan las grandes ciudades y aquellas en crecimiento está en cómo reducir los impactos ambientales y otros efectos negativos de la transportación sin minimizar los beneficios de la movilidad (Molina y Molina, 2002).

La presencia de diferentes eventos en salud, sean negativos o positivos, no ocurren por azar. A través de los siglos se ha observado una relación estrecha de

estos eventos con el ambiente, las condiciones sociales y otros determinantes. Todos ellos tienen características comunes: su aparición en estrecha relación con su entorno espacial, esto es, en un marco geográfico, en un tiempo determinado y en una población específica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS por sus siglas en inglés) son utilizados como herramientas analíticas epidemiológicas para la descripción de los problemas de salud, para la identificación de sus relaciones con factores condicionantes específicos y para el apoyo en la toma de decisiones sobre intervenciones apropiadas en el sector salud y aquellas que son intersectoriales (OPS, 2002).

Los SIG se han convertido en una herramienta esencial para el manejo y tratamiento de datos geográficos en multitud de aplicaciones y problemas prácticos, todos ellos enmarcados bajo una estrecha relación entre las sociedades y su entorno -visión ecológica- y la diferenciación de áreas sobre la superficie terrestre -visión corológica- (Buzai y Baxendale, 2006).

La contaminación del aire es un tema bastante amplio, donde la variedad de recursos sobre los cuales se puede actuar, el tipo de sustancia considerada contaminante y los efectos que cada una de éstas producen sobre los primeros, hacen de ella un proceso multivariado, dependiente de numerosos factores.

Como consecuencia, el propósito de este estudio fue establecer un modelo computacional apropiado, con las limitantes que este tipo de modelamiento implica y que difiere de un modelo de campo, para entender de

mejor manera el comportamiento espacial del dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono (O_3), analizar los escenarios de contaminación, la población vulnerable y determinar posibles relaciones entre el área afectada y problemas en la salud derivados de la contaminación.

2. Metodología

2.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La ciudad de Cuenca forma parte del cantón Cuenca y pertenece a la provincia del Azuay; se encuentra ubicada en un valle interandino predominantemente plano, a cota media de 2.550 m s.n.m. (estación del aeropuerto) en las coordenadas $2^{\circ}52' - 2^{\circ}54' \text{ S}$ y $78^{\circ}59' - 79^{\circ}01' \text{ W}$ según la Ilustre Municipalidad de Cuenca.

El estudio se centró en el casco urbano de Cuenca involucrando su Centro Histórico y el área urbana consolidada.

2.2. Procesamiento de la información

Para el presente estudio se partió de los resultados obtenidos del estudio realizado por la Comisión de Gestión ambiental (CGA) del I. Municipio de Cuenca y el Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca denominado "Monitoreo pasivo de la calidad del aire en la ciudad de Cuenca" en donde se midieron las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono (O_3).

Las coordenadas de las estaciones fueron ajustadas en base a la digitalización en pantalla y la toma de coordenadas mediante la utilización de un GPS (*Global Positioning System* GPS o Sistema de Posicionamiento Global) MAGELLAN eXplorist 600 (Véase figura 1).

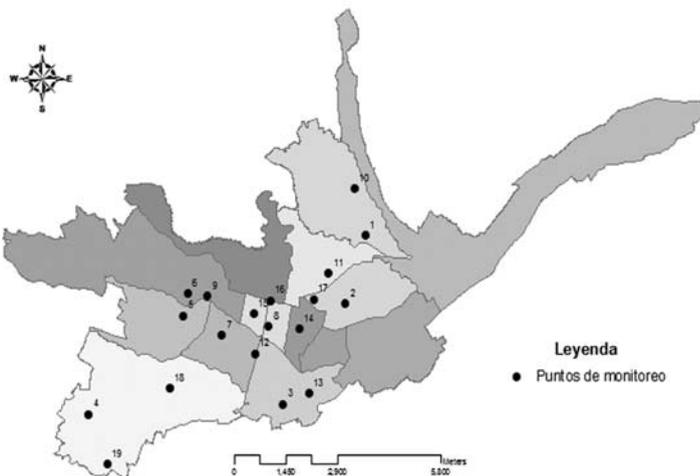


Figura 1: ubicación de los puntos de monitoreo en la ciudad.
Parroquias urbanas.

Se incluyó la información histórica sobre la dirección y la velocidad del viento manejada por la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca, CUENCAIRE, de la I. Municipalidad de Cuenca dentro de la cual se incluye los datos registrados en el Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad.

Se utilizó el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés *Universal Transverse Mercator*), UTM Zona 17 Sur. Elipsoide Internacional.

Datum: Provisional para América del Sur de 1956 (La Canoa, Venezuela).

Se consideró dos métodos basados en modelos estadísticos y matemáticos para la realización del estudio: el método Kriging Ordinario y el método de Interpolación basado en Distancias Inversas Balanceadas (IDW, *Inverse Distance Weighted Interpolation*, por sus siglas en inglés). Fruto del análisis se optó por utilizar el método IWD, es decir el método de las Distancias Inversas Balanceadas.

La interpolación IDW explícitamente asume que las cosas que están cerca de otra son más parecidas que aquellas que están más distantes. (Véase figura 2) Para predecir un valor en cualquier localidad sin medición, IDW utiliza los valores medidos que bordean a la localidat espacial escogida que carece de valor.

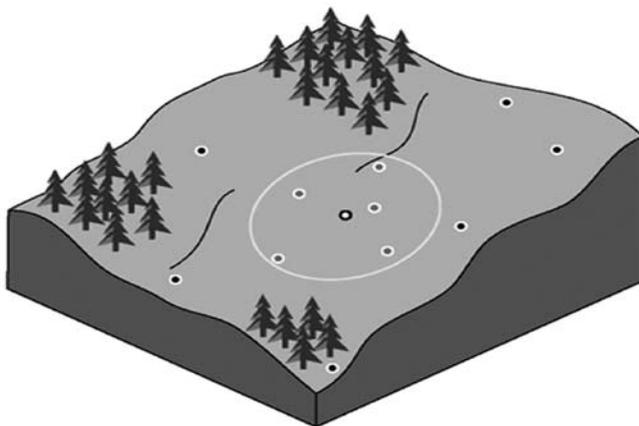


Figura 2: interpolación por pesos inversos a la distancia.

Este proceso fue aplicado para el valor promedio registrado para cada contaminante (Véase figura 3 y 4).

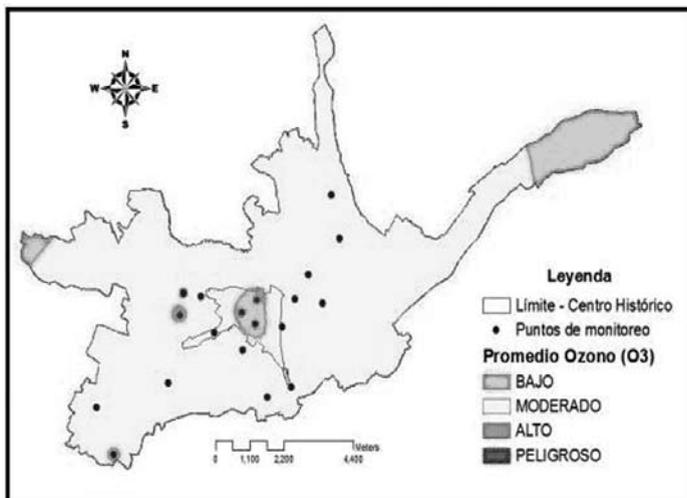


Figura 3: modelaje de la dispersión del ozono (O₃).
Media anual. 2005-2006.

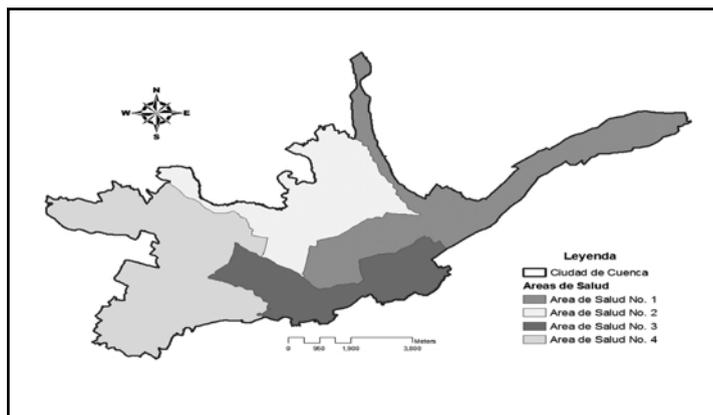


Figura 4: modelaje de la dispersión del dióxido de nitrógeno (NO₂).
Media anual. 2005-2006.

Los resultados fueron clasificados en cuatro rangos tomando en consideración el valor guía, expresado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Véase tabla 1), establecido por la OMS para el dióxido de nitrógeno (NO_2) y en el caso del ozono (O_3), el parámetro contemplado dentro de la gestión de la calidad del aire en el proyecto Aire Limpio para Bolivia (Véase tabla 2).

Tabla 1: rangos de clasificación utilizados para el NO_2 .

Rango ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Descripción	Color
$\geq 0 < 15$	Bajo	Verde
$\geq 15 < 30$	Moderado	Amarillo
$\geq 30 < 40$	Alto	Anaranjado
≥ 40	Peligroso	Rojo

Tabla 2: rangos de clasificación utilizados para el O_3 .

Rango ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Descripción	Color
$\geq 0 < 20$	Bajo	Verde
$\geq 20 < 40$	Moderado	Amarillo
$\geq 40 < 60$	Alto	Anaranjado
≥ 60	Peligroso	Rojo

La capa poblacional estuvo conformada por 552 entidades gráficas denominados sectores censales. Los datos corresponden al censo de población y vivienda del año 2001 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC.

Para la determinación de la zona de afección se consideró el área geográfica donde el valor promedio registrado al año por contaminante constituye un riesgo para la salud tomando como base los estudios realizados por la OMS (Véase figura 5) y la capa poblacional.

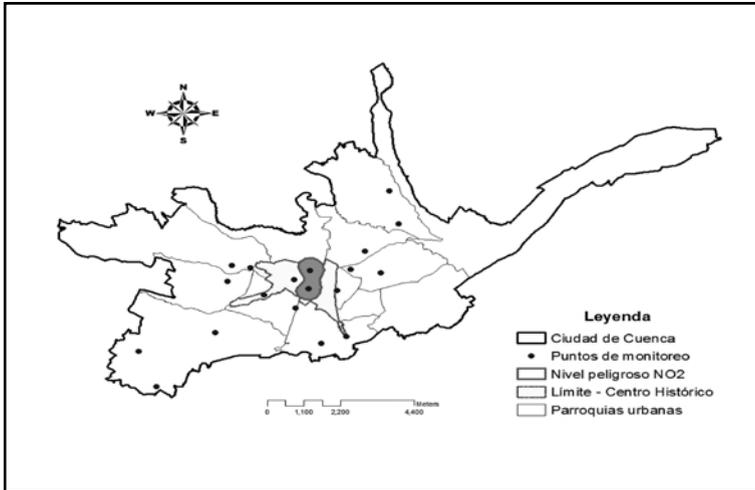


Figura 5: procesamiento para determinar las áreas de afección.

Se digitalizó cuatro entidades gráficas que corresponden a las áreas de intervención de la Dirección Provincial de Salud del Azuay (Véase figura 6).

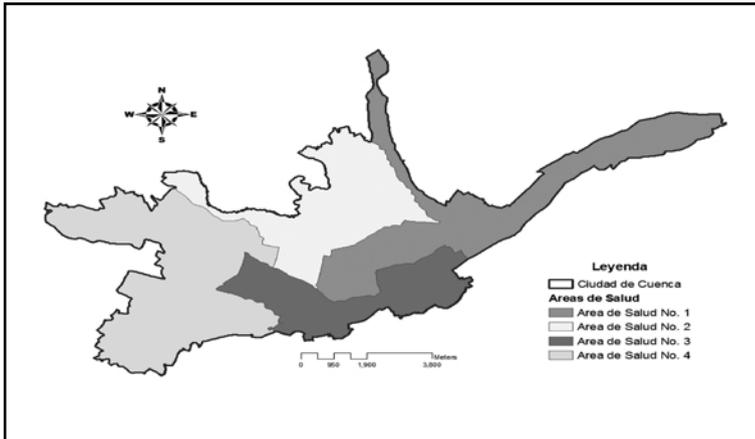


Figura 6: áreas de salud en la ciudad de Cuenca

Para el tratamiento de los datos de salud se partió del análisis de la información manejada por la Dirección Provincial de Salud del Azuay, dentro del programa de aseguramiento de la calidad estadística llevada a cabo por la unidad de estadística.

En base a los datos publicados en algunos estudios por parte de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), la Agencia Europea de Protección Ambiental (EEA), y la OMS, se obtuvo un listado de 9 patologías (Véase tabla 3) para ser evaluados a nivel local.

Tabla 3: afecciones a la salud consideradas dentro del estudio

Diagnósticos	Código
Infecciones respiratorias agudas	IRA
Conjuntivitis viral	B30
Amigdalitis aguda	J03
Neumonía viral no clasificada	J12
Neumonía debida a <i>streptococcus pneumoniae</i>	J13
Neumonía debida a <i>haemophilus influenzae</i>	J14
Neumonía, organismo no especificado	J18
Rinitis alérgica y vasomotora	J30
Asma	J45

Para la estimación de una posible relación entre la presencia de altas concentraciones de contaminante y afecciones a la salud, se analizó el comportamiento de las enfermedades por área de salud y se contrastó con la zona de afección.

3. Resultados

Según datos del Ilustre Municipio de Cuenca, la Ciudad, está constituida por el territorio fijado como “Zona Urbana”, cuyo límite se encuentra establecido en la “Reforma, Actualización, Complementación y Codificación de la Ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, Determinaciones para el Uso y Ocupación del Suelo Urbano”, publicada en el Registro Oficial No. 84 del 19 de Mayo del 2003, y abarca una superficie de 6.922 ha.

De acuerdo al último censo realizado por el INEC en el año 2001, la población de la ciudad fue de 277.374 habitantes y la población del cantón se situó en 417.632 habitantes. La tasa de crecimiento poblacional es de 3,2% en la ciudad como se indica en la tabla 4.

Tabla 4: evolución de la tasa de crecimiento.

Período	Cantón	Ciudad
1974 - 1982	3,02	4,46
1982 - 1990	2,31	3,08
1990 - 2001	2,11	3,2

La dirección predominante del viento tiene un comportamiento como el expresado en la figura 7, para la ciudad de Cuenca.

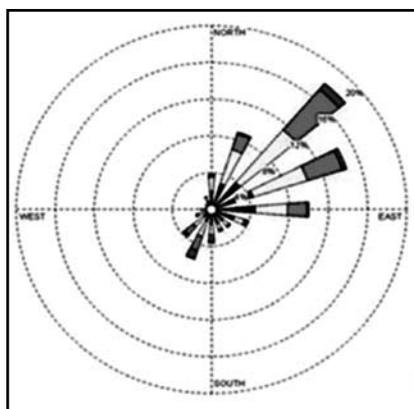


Figura 7: rosa de los vientos, años 2000 – 2007.
Ciudad de Cuenca.

Según los datos base de CUENCAIRE y del Servicio de Rentas Internas (SRI) trabajados por el Plan Estratégico de Cuenca (PEC), la tasa de crecimiento del parque automotor del cantón se situó en 6,6% para el año 2006 (Véase tabla 5).

Tabla 5: tasa de crecimiento del parque automotor en el cantón Cuenca.

Año	Vehículos	Tasa %
2004	80.175	6,25
2005	85.683	6,43
2006	91.772	6,63

3.1. Ozono (O₃)

El valor promedio anual registrado para el ozono, y contrastando con el parámetro guía de 60 µg/m³, arroja valores moderados (Véase figura 8) para la mayor parte de la ciudad de Cuenca.

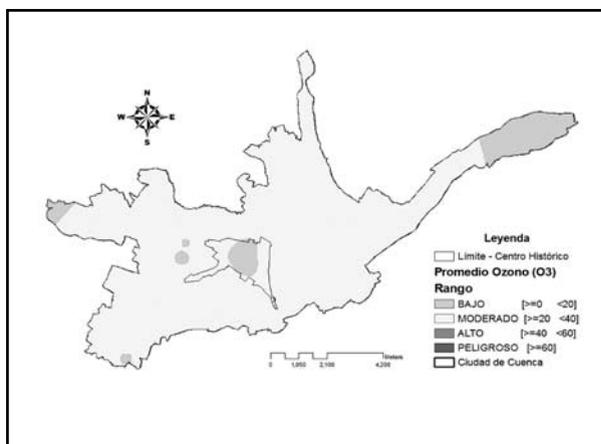


Figura 8: comportamiento del ozono.
Media anual.

3.2. Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Para el análisis del dióxido de nitrógeno se consideró la media anual de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fijado por la OMS para protección de la salud. En la normativa ecuatoriana también existe un límite máximo anual, sin embargo este es de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De la modelación realizada a partir del valor promedio anual del NO₂ se determinó la presencia de concentraciones peligrosas en el Centro Histórico (Véase figura 9).

Los escenarios de mayor contaminación por NO₂ se registran en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

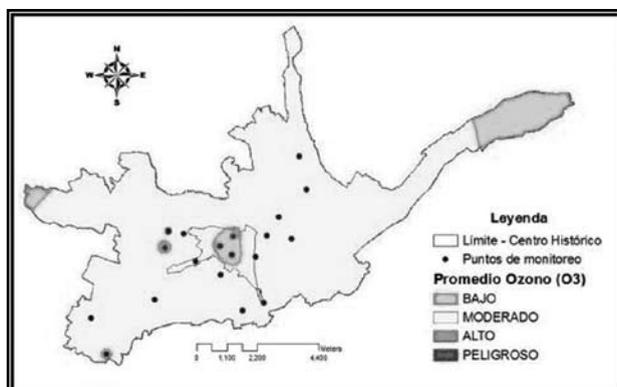


Figura 9: comportamiento del dióxido de nitrógeno.
Media anual.

3.3. Áreas de afección

No se registraron zonas de riesgo para el caso del ozono troposférico. La concentración promedio del O₃ no sobrepasa el límite considerado como peligroso.

Para el caso del dióxido de nitrógeno y como resultado del procesamiento se obtuvo un área geográfica en donde la presencia del dióxido de nitrógeno constituye un riesgo para la salud de las personas que residen y que transitan por la zona. El área de afección tiene una extensión de 94,29 ha.

3.4. Población vulnerable

Con el área de riesgo y la capa poblacional se determinó que la población vulnerable abarca el 6,31% de la población total de la ciudad de Cuenca, de los cuales el 46% son hombres y el 54% son mujeres.

3.5. Salud

Las áreas de salud incorporadas dentro del estudio se detallan en la tabla 6.

Tabla 6: áreas de salud. Ciudad de Cuenca.

Área de Salud	Nombre del área
Área N° 1	Pumapungo
Área N° 2	Miraflores
Área N° 3	Tomebamba
Área N° 4	Yanuncay

Del procesamiento de la información referente a las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) se obtuvo un incremento de casos en los últimos meses del año (Véase figura 10), siendo el Área de Salud N° 2 la que presenta el mayor repunte en el mes de noviembre.

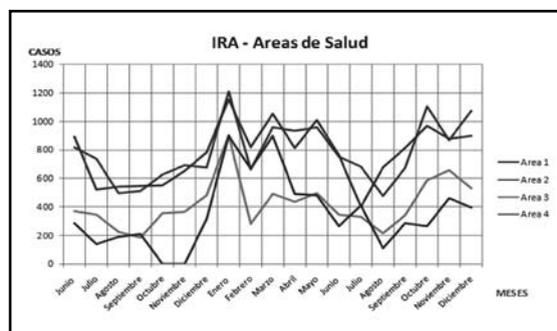


Figura 10: IRA, áreas de salud.

De los resultados obtenidos para la Conjuntivitis Viral, Amigdalitis Aguda, Neumonía Viral no Clasificada, Neumonía debida a *Streptococcus Pneumoniae*¹,

1 El neumococo, *Streptococcus pneumoniae*, es un microorganismo patógeno capaz de causar en los humanos diversas infecciones y procesos invasivos severos.

Neumonía debida a *Haemophilus Influenzae*², Rinitis Alérgica y Vasomotora, Asma, muestran un aumento en el número de casos registrados para el mes de octubre, noviembre y diciembre del año 2005.

La Conjuntivitis Viral presenta un repunte marcado en relación al número de casos (Véase figura 11) para el mes de noviembre, mientras que para la Rinitis Alérgica y Vasomotora, la Amigdalitis Aguda y la Neumonía Viral no Clasificada el repunte se manifiesta en menor escala.

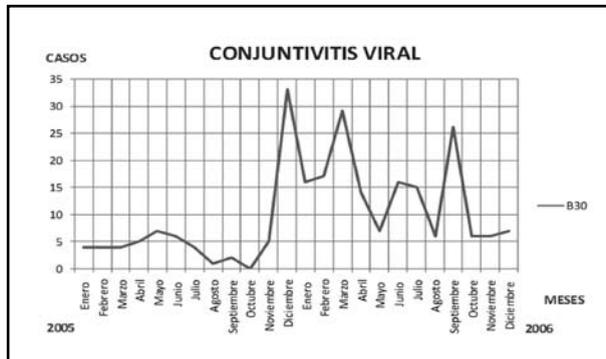


Figura 11: Conjuntivitis Viral.

4. Discusión

Podemos identificar dos fases distintas en el proceso de modelación espacial, las cuales son la modelación estática o interpolación y la modelación dinámica la cual se aplica a fenómenos de transporte y destino de sustancias

2 *Haemophilus influenzae*, anteriormente llamado bacilo de Pfeiffer o *Bacillus influenzae*, es un cocobacilo Gram-negativo no móvil descrito en 1892 por Richard Pfeiffer durante una pandemia de gripe. Sin embargo, *H. influenzae* es responsable de un amplio rango de enfermedades.

en diferentes fases. La fase de interpolación es factible de realizar en plataformas SIG (Devic, 2001).

El método *Kriging* es similar al método de interpolación basado en Distancias Inversas Balanceadas (IWD). El IDW pesa los valores medidos en las localidades cercanas a un punto dado para predecir su valor. La diferencia radica en que en el método *Kriging* los pesos no solo se basan en las distancias entre los puntos medidos y la localidad en predicción sino que también considera la totalidad de los puntos. (ESRI, 2002)

Para el caso de Cuenca el mejor método que se acopló a la realidad local fue el IDW.

El método basado en IDW utiliza la ecuación de la forma mostrada en la Ecuación 1. (Isaaks y Srivastava, 1989).

$$x = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\frac{1}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \right) \times x_i$$

(1)

En donde:

X = valor a interpolar

Xi = X1. Xn valores de las n muestras

di = d1 ... dn distancia desde las n muestras hasta el valor a interpolar

p = exponente al que se eleva la distancia

En la ciudad de Cuenca no se registran episodios de contaminación por ozono, únicamente sucesos puntuales en donde el límite considerado es superado.

El 85% de las emisiones del cantón Cuenca provienen del tráfico vehicular, un 3,5% de las centrales térmicas, el 3,2% del uso de solventes, un 2,7% a nivel industrial, un 2,6% procedente de la vegetación, un 1,5% de las gasolineras y el 1,5% restante proviene en su conjunto del uso del gas licuado de petróleo (GLP) doméstico, de las canteras, de la erosión eólica, del tráfico aéreo y de los rellenos sanitarios según el inventario de emisiones del cantón Cuenca (Fundación Natura, et al., 2009)

Actualmente en el cantón Cuenca y según datos técnicos de CUENCAIRE, la tasa de crecimiento promedio del parque automotor se sitúa en 8% (Véase figura 12).



Figura 12: crecimiento del parque automotor del cantón Cuenca.

La principal fuente antropogénica de óxidos de nitrógeno, conocidos como NO_x (que incluye óxido nítrico $[\text{NO}]$ y dióxido de nitrógeno $[\text{NO}_2]$), es el transporte.

El dióxido de nitrógeno en la zona de estudio y de acuerdo con los modelos de dispersión de contaminantes

empleados presentó sus concentraciones más elevadas en el Centro Histórico, con valores promedios superiores a los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sugeridos por la OMS.

El área de afección se estima en 94,29 ha que representa el 1,36% del territorio de la ciudad de Cuenca y que, por su ubicación geográfica, corresponde al Área de Salud N°2, Miraflores (Véase figura 13)

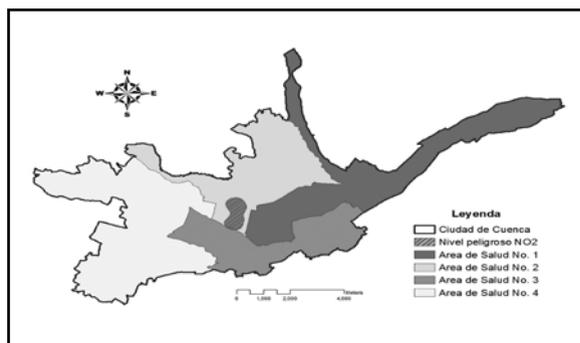


Figura 13: zona de afección y Áreas de Salud.

Para el caso de las Infecciones Respiratorias Agudas, se puede deducir en primera instancia que éstas no serían consecuencia directa de la presencia de NO_2 . Los escenarios de mayor contaminación por NO_2 se registran en los meses de octubre, noviembre y diciembre mientras que el mayor número de casos se presentan en el mes de enero.

Es importante señalar dentro de este mismo análisis que a partir del mes de noviembre se experimenta un aumento progresivo en el número de casos registrados por IRA. Para el Área de Salud N°2, este aumento es más significativo (Véase figura 14).

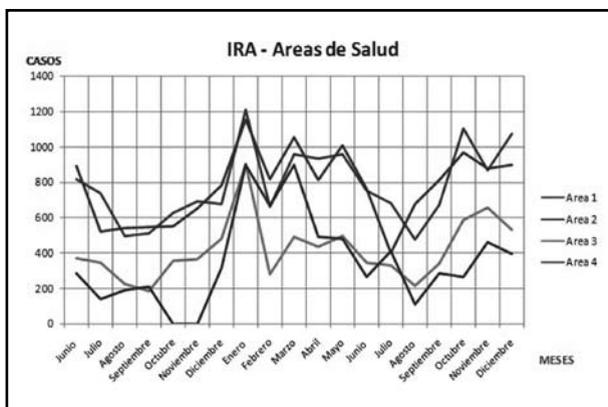


Figura 14: IRA, Áreas de Salud.

Para la evaluación de: Conjuntivitis Viral, Amigdalitis Aguda, Neumonía Viral no Clasificada, Neumonía debida a *Streptococcus Pneumoniae*, Neumonía debida a *Haemophilus Influenzae*, Neumonía por organismo no especificado, Rinitis Alérgica y Vasomotora y ASMA, y en conjunto con los especialistas en salud, se determinó que Amigdalitis Aguda, Neumonía Viral no clasificada, Neumonía debida a *Streptococcus Pneumoniae*, Neumonía debida a *Haemophilus Influenzae* y Neumonía por organismo no especificado, dependen de otros factores tales como el aspecto nutricional o nivel socio económico del individuo por lo que la relación entre una determinada afección y la exposición al NO_2 podría no ser precisa.

De las tendencias observadas exclusivamente para el Área de Salud N°2, la Conjuntivitis Viral obtuvo un aumento progresivo de casos atendidos en los meses de octubre, noviembre y diciembre. De este análisis se desprende una relación entre: número de casos registrados y meses con altos niveles de NO_2 (Véase figura 15).

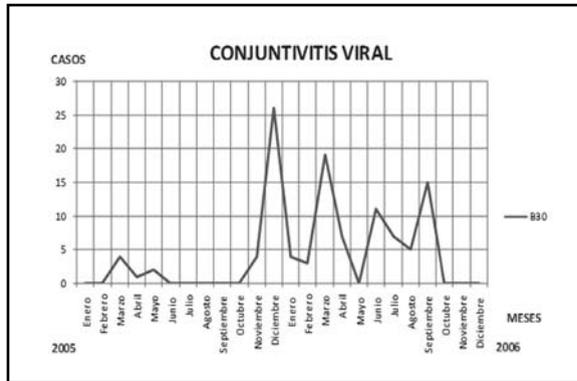


Figura 15: Conjuntivitis Viral, Área de Salud N°2.

La presencia de Neumonía Viral no Clasificada reflejada en el aumento de número de casos para los meses de octubre, noviembre y diciembre sugiere que el repunte observado está influenciado por la presencia de NO_2 en la atmósfera (Véase figura 16).

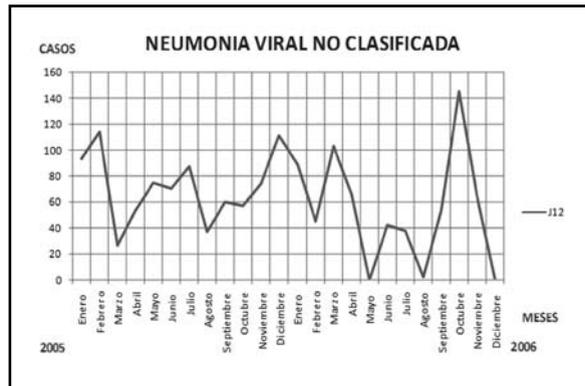


Figura 16: Neumonía Viral no Clasificada, Área de Salud N°2.

El análisis de la tendencia observada en relación con el número de casos por Neumonía por organismos no especificados y Asma durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, sugiere que el aumento está influenciado por la presencia de NO_2 (Véase figura 17 y 18) en la zona.



Figura 17: Neumonía, organismo no especificado
Área de Salud N°2.

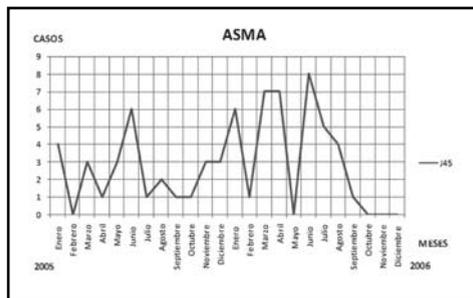


Figura 18: Asma, Área de Salud N°2.

Para la Rinitis Alérgica y Vasomotora, la Conjuntivitis Aguda, la Neumonía debida a *Streptococcus Pneumoniae*, Neumonía debida a *Haemophilus Influenzae*, no se encontró ningún patrón que relacione estas afecciones con la presencia de NO_2 .

5. Conclusiones

En la determinación de los niveles de contaminación no se utilizaron métodos oficiales establecidos en la norma ecuatoriana de calidad del aire, lo que hizo más compleja su comparación con estándares nacionales e internacionales; sin embargo, la metodología empleada permite obtener una aproximación real al problema a tratar.

La presencia de NO_2 en el Centro Histórico de Cuenca está directamente relacionada con el alto tráfico vehicular que soporta la urbe en su zona céntrica.

Las concentraciones de dióxido de nitrógeno en promedio superan los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fijados por la OMS en el centro de la ciudad en algunos puntos.

No se registran concentraciones elevadas o de riesgo para el caso del ozono troposférico.

El área que presenta concentraciones elevadas de NO_2 corresponde al 1,36% del territorio de la urbe e involucra al Área de Salud N°2, Miraflores.

La población residente en el área identificada comprende el 6,31% de la población total de la ciudad de Cuenca, de los cuales el 46% son hombres y el 54% son mujeres.

Para el Área de Salud N° 2 (Véase figura 19), el aumento progresivo de casos relacionados con

Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre (aumento del 9,68% mensual en número de casos) podría estar influenciado por la presencia de NO_2 en la zona, sin embargo no se descarta la influencia de otros patrones.

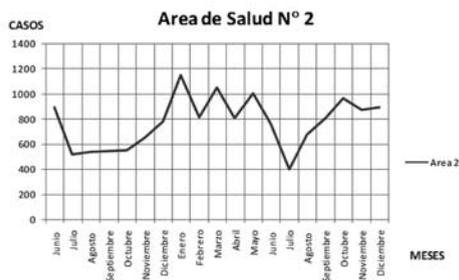


Figura 19: IRA, Área de Salud N°2.

Se presume que el repunte en el número de casos de Neumonía Viral no clasificada y Neumonía por Organismo no identificado se deba a la presencia de NO_2 en el área, pero no se descarta la influencia de otros contaminantes.

Existe una relación entre: número de casos registrados de Conjuntivitis Viral y meses con altos niveles de NO_2 .

La aplicación de modelos para estimar la dispersión de las concentraciones de NO_2 y O_3 en la ciudad de Cuenca constituyó una valiosa herramienta para integrar, representar y divulgar información sobre el estado de la calidad del aire y sus repercusiones sobre la salud.

6. Agradecimientos

El autor expresa su especial agradecimiento a:

E. Sarmiento y A. Balarezo, quienes han sido parte fundamental en mi desarrollo intelectual y personal.

C. Páez, Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito, J. Espinoza, Comisión de Gestión Ambiental y R. Jerves, Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca, por el apoyo técnico y de información sobre el recurso atmosférico de la ciudad durante la realización del estudio. Un agradecimiento personal hacia P. Campoverde, Universidad de Cuenca, por el aporte intelectual en el área de salud, J. Gaspar, España, por el aporte intelectual en los procesos de modelación y G. Buzai, Universidad de Buenos Aires, por su aporte literario e intelectual en la presente investigación.

Referencias

Buzai, G.D., Baxendale, C.A., 2006. Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Editorial GENEPA. Buenos Aires, Argentina. 397 pp.

Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, Comisión de Gestión Ambiental del I. Municipio de Cuenca y Asociación Flamenca de Cooperación al Desarrollo y Asistencia Técnica de Bélgica, 2006. Contaminación del Aire. Cuenca, Ecuador. pp. 171

Devic, Y.A., 2001. Desarrollo de una metodología basada en un SIG 3D para evaluación de sitios contaminados: un enfoque de caso. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ingeniería y Arquitectura. Monterrey, México. pp. 114

ESRI, 2002. Using ArcGIS Spatial Analyst. ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, United States of America. 238 pp.

European Protection Agency, EEA., 2008. Air Pollution. Environment and health. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/themes/air>. Visitada el 5 de mayo de 2008

European Environment Agency, EEA., 2000. El Medio Ambiente en Europa: Segunda Evaluación. Capítulo 5: Ozono Troposférico. p. 94 - 108

Fundación Natura, CUENCAIRE, CGA, 2009. Inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007. Cuenca, Ecuador. pp. 13-19

Isaaks, E.H. y Srivastava, B.M., 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press. Oxford, New York. 1989

Molina, L.T., Molina, J.M., 2002. Air Quality in the Mexico Megacity: An Integrated Assessment. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 2002

Organización Mundial de la Salud, OMS, 2006. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Ginebra, Suiza. 25 pp.

Organización Panamericana de la Salud, OPS, 2002. Sistemas de Información Geográfica en Salud. Washington, D.C., OPS, 2002. 92 pp. ISBN 92 75 32342 9

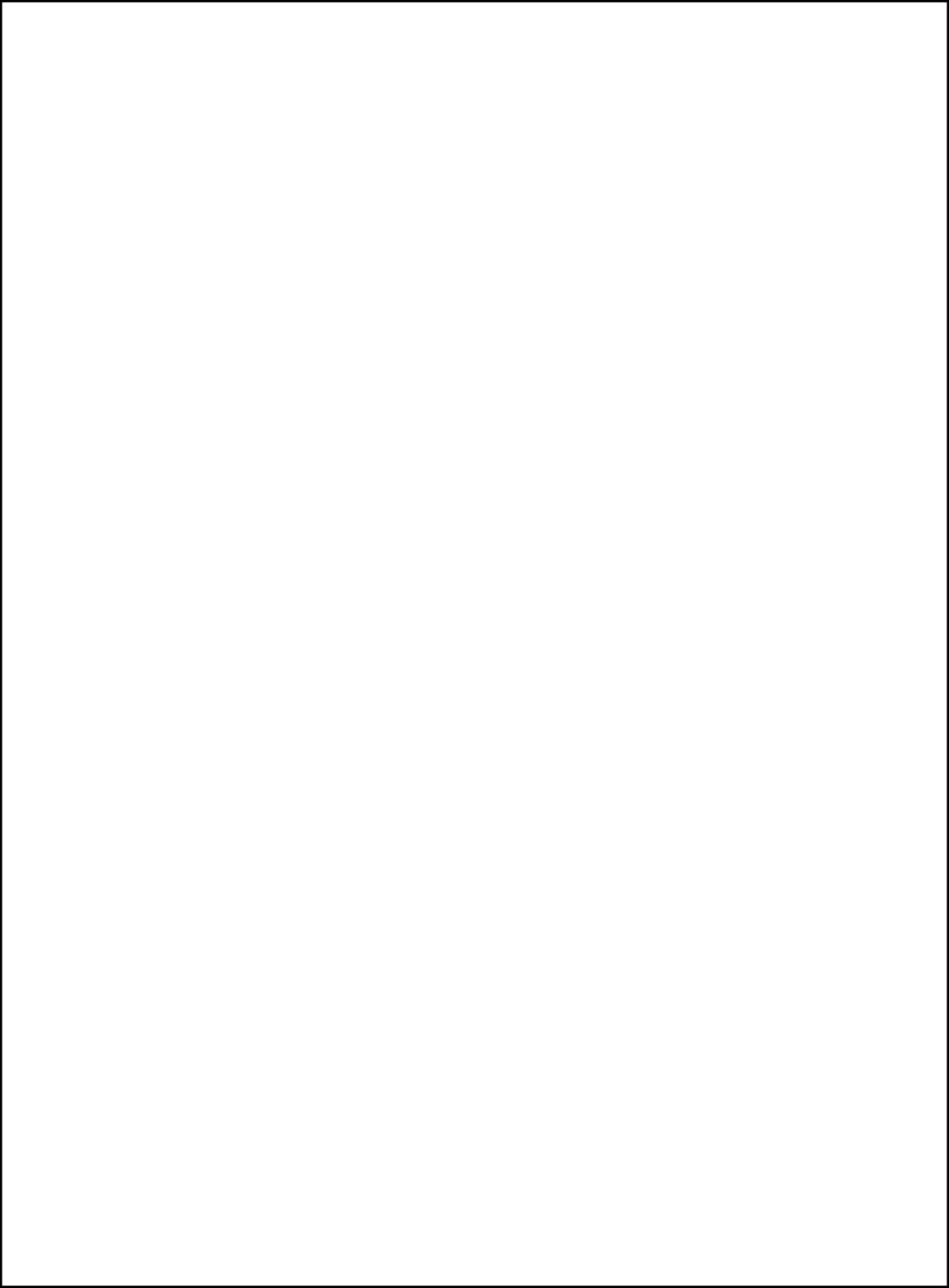
Proyecto Aire Limpio para Bolivia de la COSUDE, ejecutado por Swisscontact, 2006. Red de Monitoreo de la Calidad del Aire -Red MoniCA-. La Paz, Bolivia.

United States Environment Protection Agency. (2008). Air Pollutants. Air Pollution Effects, Disponible en: <http://www.epa.gov/ebtpages/air.html>. Visitada el 7 de abril de 2008

Geolocalización de vehículos en la Web: el proyecto para la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca EMAC

Paúl Ochoa Arias

Ingeniero Civil por la Universidad de Cuenca
Especialización en Impactos Ambientales en la
Universidad Internacional de Andalucía – España
Profesor de la Universidad del Azuay
Email: pochoa@uazuay.edu.ec



Introducción

La gestión de la información geográfica, con el apoyo de la informática y la telemática, está permitiendo alcanzar significativas soluciones tecnológicas que mejoran la gestión de la flota de vehículos de una empresa, en lo que se refiere a: logística, seguridad, ahorro de recursos y eficiencia.

En efecto, ahora es posible monitorear desde la Internet, la ubicación de un vehículo en un mapa y visualizar datos como: encendido y apagado del motor, apertura de puertas, temperatura, niveles de gasolina, aceite, velocidad y otros indicadores, que permiten contar con datos a distancia e interactuar con el vehículo, o comunicarse directamente con el operador usando mensajería o voz.

Estas tecnologías han sido utilizadas y ajustadas en el proyecto “Control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca”, que en el año 2008 la Universidad el Azuay desarrolló para la empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC), tomando como partida la experiencia institucional existente en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica y las Telecomunicaciones.

El producto obtenido es el resultado de la investigación y desarrollo realizado por el grupo de trabajo constituido por profesores (Paúl Vintimilla, Paúl Ochoa), estudiantes (Chester Seller y Diego Pacheco), y empleados (Diego Rojas) de la Universidad. Las actividades desarrolladas y las características del producto son descritas en el presente artículo.

Objetivo del proyecto

Desarrollar un paquete Tecnológico, implementado de forma piloto, que integre elementos de Geomática y Telemática para el control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca, a partir de un análisis que determine la mejor alternativa técnica y económica de común acuerdo con la EMAC.

Objetivos específicos

- Adecuar y sistematizar la información necesaria.
- Elaborar un estudio, con al menos dos propuestas tecnológicas y económicas relativas a la solución adecuada, que permita optar por la mejor alternativa.
- Desarrollar un sistema que integre los datos requeridos, a partir de la solución seleccionada.
- Implementar en un vehículo y en un equipo informático, de forma piloto, el paquete desarrollado y someterlo a pruebas y ajustes.

Actividades

Actividad 1: Adecuación de la información

1.1. Revisar la información necesaria para el proyecto

Se realizaron visitas a las instalaciones de la EMAC para recolectar la información referente a los procedimientos que utiliza la empresa para la gestión de la recolección

de los desechos sólidos, así como la organización de los datos y los registros en formularios y base de datos informáticas, lo cual permitió establecer los elementos que deben tenerse en cuenta para el sistema.

1.2. Adaptación de la información para los requerimientos del proyecto

Para el desarrollo de esta actividad se sostuvieron reuniones con los técnicos de la EMAC, con el fin de establecer sobre la cartografía de la ciudad las rutas de recolección, según los correspondientes sectores y zonas.

Actividad 2: Elaboración del estudio técnico y económico de la tecnología disponible

2.1. Determinar los parámetros y requerimientos necesarios

- 1.1.1. Se procedió a establecer los siguientes criterios que debía tener el sistema para llegar al objetivo señalado:

	Criterios
1	Conexión y equipo
2	Señal
3	Costo
4	Aspectos regulatorios

- 1.1.2. A partir de los requerimientos se definieron los criterios con los que se evaluó las diferentes tecnologías disponibles.

Criterios	Especificaciones	Criterios de Evaluación
Conexión y equipo	Puertos adicionales	#
	Velocidad de conexión	<i>alto-medio-bajo</i>
	Compatibilidad software	<i>datos abiertos o codificados</i>
	Cantidad de memoria de almacenamiento de posiciones	<i>Kbytes</i>
	GPS integrado	<i>si/no</i>
	GPS Precisión horizontal	<i>mts.</i>
	GPS TTFF (partida en caliente)	<i>seg.</i>
	GPS TTFF (partida en frío)	<i>seg.</i>
Señal	Confiabilidad	%
	Cobertura	<i>Km²</i>
Costo	Instalación (valores aproximados)	<i>USD\$</i>
	Equipo (valor x unidad)	<i>USD\$</i>
	Operación	<i>USD\$</i>
Aspectos regulatorios	Valor por títulos habilitantes y espectro radioeléctrico	<i>USD\$</i>
	Tiempo para la obtención del TH	<i>Meses</i>
	Cantidad de títulos habilitantes requeridos	#

Tabla 1. Tecnologías disponibles

Se realizó una investigación de las posibles tecnologías en el mercado para la transmisión inalámbrica de los datos adquiridos y de acuerdo a las características del servicio, entorno y marco regulatorio del cantón Cuenca,

se descartó la solución de radio analógico de 2 vías debido a que se encuentra en la fase de declive en su ciclo de vida como producto (la demanda se reduce y las empresas se concentran en la creación de otros bienes sustitutos o diferentes, el producto es retirado del mercado), en lo que se refiere a móvil celular se descartó la red CDMA ya que los operadores del país se encuentran migrando a GSM, además se procedió a fusionar las opciones satelitales en las diferente bandas por su costo y características relativamente similares.

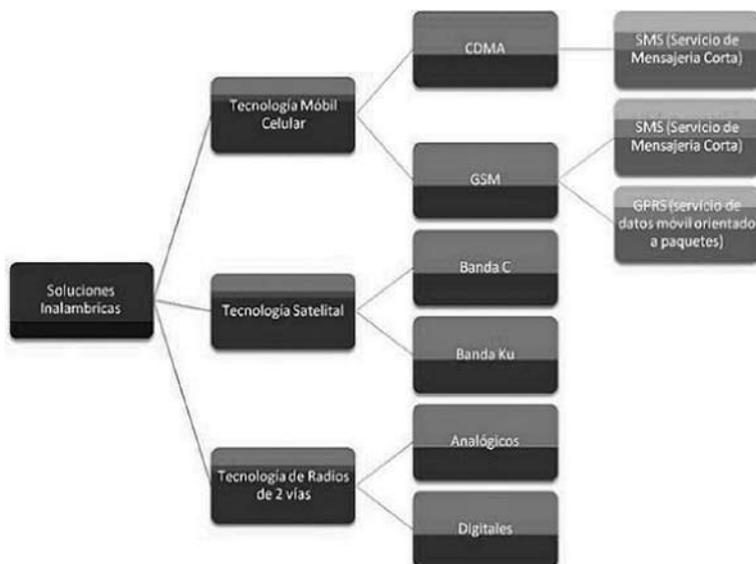


Figura 1. Esquema de soluciones inalámbricas

Con estos insumos se realizó la matriz tentativa de evaluación la cual en una primera instancia fue aceptada, calificando las especificaciones y estableciendo el modo de evaluación de 1 a 3 puntos donde 1 es mínimo y 3 máximo para sistemas en modo no explotación de acuerdo a la regulación de servicios de telecomunicaciones vigente.

Criterios	Especificaciones	Criterios de Evaluación	Peso	Tecnologías							
				SMS		GPRS		Radio Digital		Satelital	
				Atributo	*Valor	Atributo	*Valor	Atributo	*Valor	Atributo	*Valor
Conexión y equipo	Puertos adicionales	#	4%								
	Velocidad de conexión	alto-medio-bajo	3%								
	Compatibilidad software	datos abiertos o codificados	5%								
	Cantidad de memoria de almacenamiento de posiciones GPS	Kbytes	7%								
	GPS integrado	si/no	4%								
	Precisión horizontal GPS TTF (partida en caliente)	mts.	4%								
	GPS TTF (partida en frío)	seg.	2%								
	GPS TTF (partida en frío)	seg.	2%								
Señal	Confiabilidad	%	13%								
	Cobertura	%	15%								
Costo	Instalación (valores aproximados)	USD\$	2%								
	Equipo (valor x unidad)	USD\$	14%								
	Operación	USD\$	18%								
Aspectos regulatorios	Valor por títulos habilitantes y espectro radioeléctrico	USD\$	3%								
	Tiempo para la obtención del TH	meses	2%								
	Cantidad de títulos habilitantes requeridos	#	2%								
Resultados totales			100%								
Observaciones:		<p>Cuadro modo No Explotación</p> <p>****Valor mensual aproximado por 4 frecuencias</p> <p>*****Depende del diseño</p> <p>* 1-3 (1 Mínimo, 3 Máximo)</p> <p>** Depende de la congestión del sistema de telefonía móvil</p> <p>*** Se puede requerir un convenio con la operadora celular</p>									

Tabla 2. Ponderación de los diversos criterios

2.2 Analizar las características técnicas y económicas de los equipos y tecnologías que podrían implementarse, detallando al menos dos alternativas con sus ventajas y desventajas

Se desarrolló y asignó valores de calificación a la matriz de las tecnologías escogidas, a partir de: la regulación vigente, informes del ente regulador y de control de telecomunicaciones, soporte con proveedores de equipos, catálogos y Data Sheet de equipos de las diferentes tecnologías que se encuentran en el mercado como GX-101 de SANAV, Mototrbo de Motorola, etc.

A partir de datos estimados en cobertura, cálculos de tráfico de voz y datos, proformas de operadoras y empresas del sector y la regulación pertinente del cálculo de tarifas y concesiones de frecuencias se proyectaron los costos tentativos de las diferentes tecnologías, a 60 meses.

Se tomó en cuenta el peor de los casos, 50 dispositivos enviando datos cada 3 minutos, programación y configuración, repetidores, tarjeta sim, unidades móviles, antena unidad móvil, unidad base, antena unidad base, cables y accesorios unidad base, enlaces, mensajes o costo básico x sim, costo datos, última milla, nube gprs y canal, frecuencias y mantenimiento preventivo.

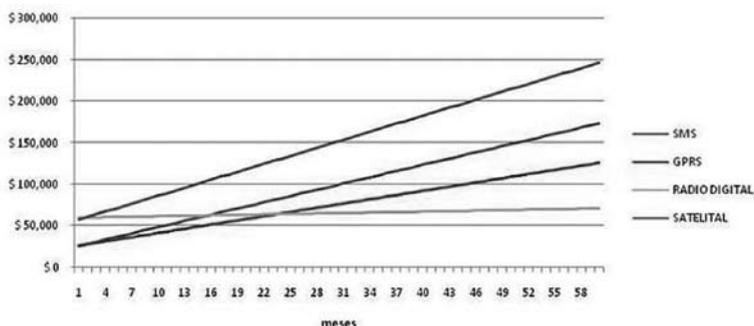


Figura 2. Comparación de costos de las tecnologías

2.3 Seleccionar, conjuntamente con la EMAC, la mejor alternativa

Analizando conjuntamente los aspectos de costos, regulatorios y técnicos se procedió a seleccionar SMS y Radio Digital como las alternativas preliminares.

SMS	GPRS	Radio Digital	Satelital
2,07	1,9	2,31	2,03

La estimación de la cobertura para la solución de radio digital se realizó a partir del modelo Longley-Rice el cual se basa en la teoría electromagnética y análisis estadístico de las características del terreno y especificaciones de propagación de las ondas electromagnéticas, utilizando mapas con datos digitales de elevación del terreno SRTM 3 cuya resolución es de 100mts, el cual consiste en un sistema de radar especialmente modificado que vuela a bordo de la nave Shuttle Endeavour para adquirir los datos de elevación topográfica estereoscópica.

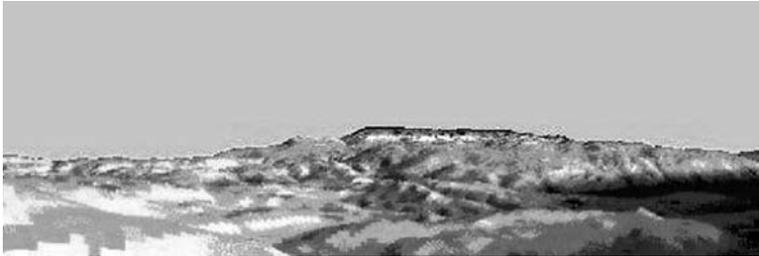


Figura 3. Modelo de elevación topográfica

Los parámetros que se consideraron para elaborar la cobertura de los diferentes sitios son:

Parámetros cálculo de cobertura

Frecuencia: 158.8500 – 159,8500 MHz (frecuencias
concesionadas a EMAC)

Polarización: vertical

Modelo Estadístico: tipo móvil – 50% del tiempo y
situaciones.

Refractividad de la superficie: 300

Conductividad del suelo: 0,005 S/m

Permitividad relativa al suelo: 15

Clima: templado

Potencia del transmisor: 44 dBm

Umbral del receptor: 0,3 uV

Pérdidas de la línea (cable, conectores y cavidades):
1dB

Tipo de antena: omnidireccional, 4 dipolos, ganancia de
9 dBd

Altura de la antena Base-Cima: 20 metros

Pérdidas adicionales del cable: 0,075 dB/m

Cobertura: de 100m a 90Km cada 0,5° de 0 a 360°

Móvil Tx – Repetidor Rx: Uplink.

Umbral para exteriores: 17 dBuV/m

El estudio realizado para la ubicación de las repetidoras recomienda una implementación definida en tres etapas, las mismas que se indican a continuación:

MAPA DE COBERTURA
ETAPA -1- GUAGUAZHUMI

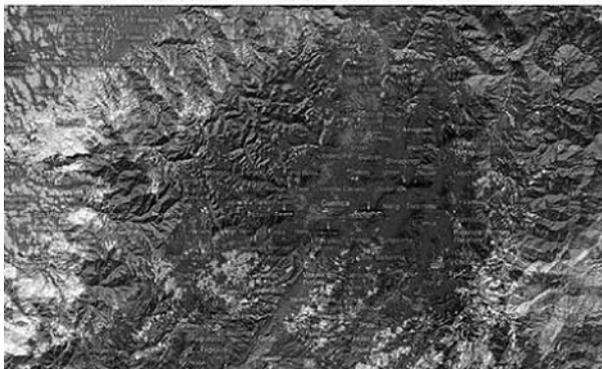


Figura 4. Cobertura Guaguazhumi

MAPA DE COBERTURA
ETAPA -2- SIMBALA



Figura 5. Cobertura Simbala

MAPA COBERTURA ETAPA -3- TRES CRUCES

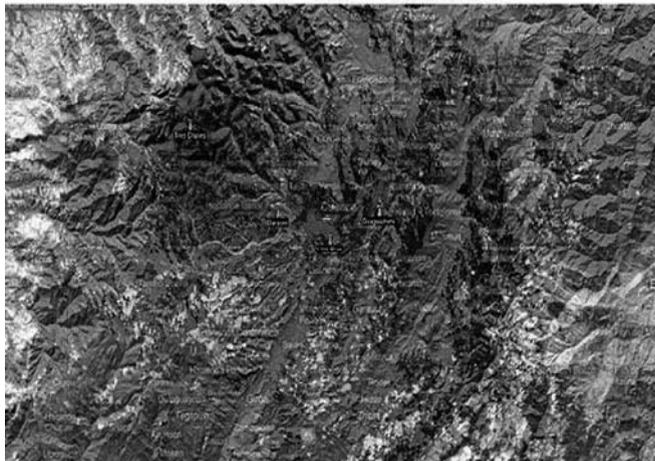


Figura 6. Cobertura Tres Cruces

MAPA COBERTURA TOTAL PRELIMINAR

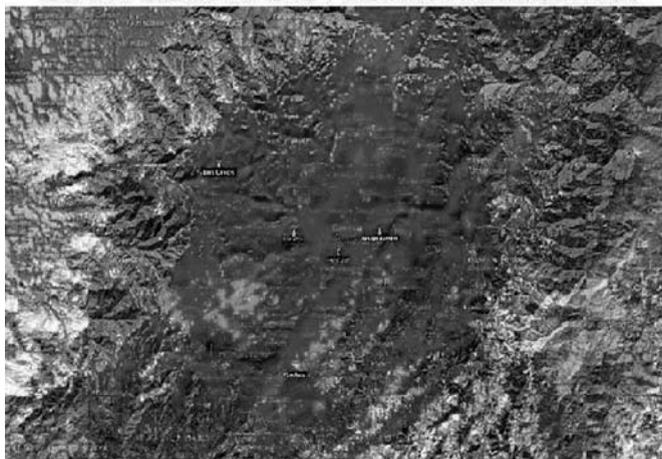


Figura 7. Cobertura total

El montaje de los equipos tendría que realizarse tomando en cuenta el siguiente procedimiento:

Pasos generales para la instalación

1	Instalación con suelda de la platina que sostiene el sensor, el cual estará localizado en la parte posterior del recolector cerca del mando central hidráulico
2	Ruteado en una manguera protectora de los cables de transmisión de la señal del sensor hacia la placa de telemetría
3	Instalación y ruteo de la antena GPS
4	Instalación de la energía de la radio y placa de telemetría a partir del modulo de arranque del vehículo.
5	Instalación del radio y placa de telemetría en el vehículo en la parte baja del panel frontal.

Actividad 3: Desarrollo del sistema

3.1. Integración de los Sistemas de Posicionamiento Global GPS (coordenadas), sensores de estado del vehículo, la teletransmisión de datos y paquete informático para la gestión y administración del sistema

Desde los radios digitales móviles se envía datos, los cuales son recogidos por la estación base permitiendo la

localización automática de los vehículos, según el siguiente esquema:

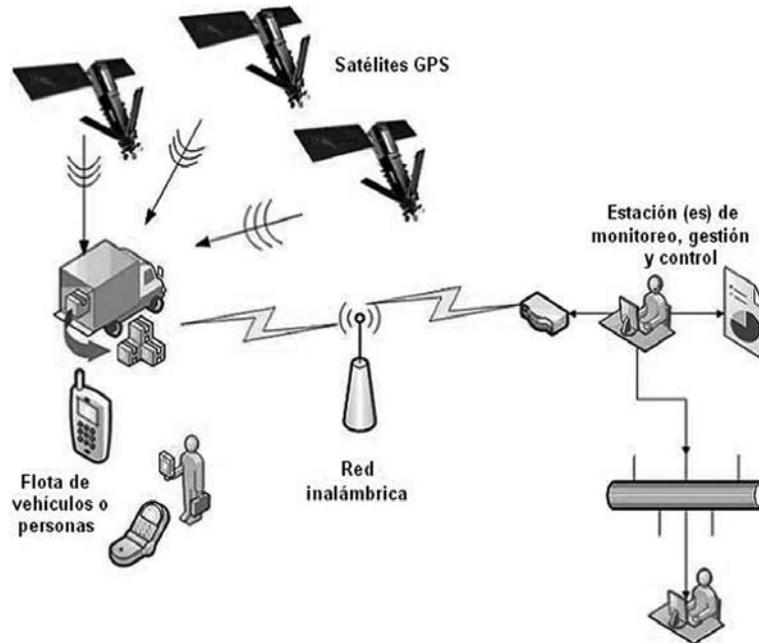


Figura 8. Funcionamiento del sistema AVL

Desde la estación base se transmite la información a un computador - servidor, el mismo que recibe la información por medio de las siguientes tablas de la base de datos Access:

Tabla actividad

	Nombre del campo	Tipo de datos
<input checked="" type="checkbox"/>	Id	Autonumérico
<input type="checkbox"/>	Código_ID	Texto
<input type="checkbox"/>	Fecha_hora	Texto
<input type="checkbox"/>	Longitud	Texto
<input checked="" type="checkbox"/>	Latitud	Texto
<input type="checkbox"/>	Dirección	Texto
<input type="checkbox"/>	Velocidad	Texto

Actividad

Id	Código_ID	Fecha_hora	Longitud	Latitud	Dirección	Velocidad
1	6150	20080514092140	-2.143681	-79.883196	90	0.0
2	1053	20080514092530	-2.1420331	-79.88651	-10	12
3	2101	20080514092801	-2.140740	-79.88762	-40	0
4	2102	20080514092841	-2.139320	-70.884019	44	5

Tabla configuración

	Nombre del campo	Tipo de datos
<input checked="" type="checkbox"/>	Id	Autonumérico
<input type="checkbox"/>	Parámetro	Texto
<input type="checkbox"/>	Valor	Texto

Configuración

Id	Parámetro	Valor
1	Puerto_ARS	4005
2	Puerto_Telemetría	4008
3	Puerto_Mensajes	4007
4	Intervalo_ARS	120
5	Rec_CAI	12
6	Posición_GMT	-5

Tabla unidades

	Nombre del campo	Tipo de datos
<input checked="" type="checkbox"/>	ID_usuario	Texto
<input type="checkbox"/>	Nombre_Usuario	Texto
<input type="checkbox"/>	Cadencia_alta	Texto
<input type="checkbox"/>	Cadencia_baja	Texto
<input type="checkbox"/>	Presente	Sí/No
<input type="checkbox"/>	Actualización Automática	Sí/No
<input type="checkbox"/>	Tipo_cadencia	Sí/No
<input type="checkbox"/>	User	Texto
<input type="checkbox"/>	Password	Texto
<input type="checkbox"/>	Categoría	Texto

Unidades

ID_usuario	Nombre_usuario	Cadencia_alta	Cadencia_baja	Presente	Actualización_Automática	Tipo_cadencia	User	Password	Categoría
1053	José Rodríguez	180	420	Sí	No	No			
2101	Tanquero	180	420	No	No	No			
2102	Camioneta compra	180	420	No	No	No			
6150	Radio Portátil	180	420	Sí	Sí	Sí			

Tabla 3. Estructura del sistema

Conexión a la base de datos Oracle

Esta conexión se realizó mediante una aplicación desarrollada en lenguaje Visual Basic .NET, para la conexión se utilizó como plataforma OLEDB. Para que este programa funcione correctamente se tuvo que instalar un cliente ORACLE el cual contiene los controladores (drivers) necesarios para que funcione el ODBC, objeto de conexión a la base de datos.

El objetivo de realizar esta conexión con el servidor de datos de la EMAC es el tener al día los datos necesarios con respecto a las tablas involucradas en el proyecto, (vehículos y empleados), datos que serán consumidos por el cliente web asociado al monitoreo de vehículos, estos datos se obtendrán de la base de Datos de EMAC, la cual se encuentra utilizando al momento un gestor de base de datos Oracle 10g.

También se realizaron pruebas con un gestor de base de datos Oracle 11g ya que se nos informó que a futuro se piensa migrar la información a dicha versión de base de datos. Lo cual facilitará la migración del sistema de monitoreo a la mencionada base de datos, cabe recalcar que el sistema de monitoreo solo consumirá la información que se encuentre en la base de datos de la EMAC, con lo que en ningún caso el sistema (***Control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca***), podrá modificar la base de datos que origina la información que consume el sistema.

A continuación se pueden ver los SQL de consulta utilizados para generar la información que el sistema necesita para su funcionamiento.

Tabla de empleados:

```
Select a.codigo_employado, a.apellido_paterno, a.nombres,  
b.descripcion  
from rh_empleados a, rh_cargos b  
where a.codigo_cargo = b.codigo_cargo  
and b.descripcion like `CHO%`  
order by a.apellido_paterno
```

Tabla de vehículos:

```
Select a.codigo_vehiculo, a.modelo, a.descripcion, a.codigo_  
tipo_vehiculo, b.descripcion  
from vh_vehiculo a, vh_tipo_vehiculo b  
where a.codigo_tipo_vehiculo = b.codigo_tipo  
and b.codigo_tipo in (9,10)
```

Con esta información se posibilita la presentación de un interface Web generado en MapServer, el mismo que contiene los siguientes componentes:

3.1.1. Página principal del cliente Web



Figura 9. Página principal

Esta página contiene las siguientes opciones:

- Monitoreo
- Reportes
- Mantenimientos
- Consultas
- Buscador de direcciones
- Descargas

3.1.2. Opción de monitoreo

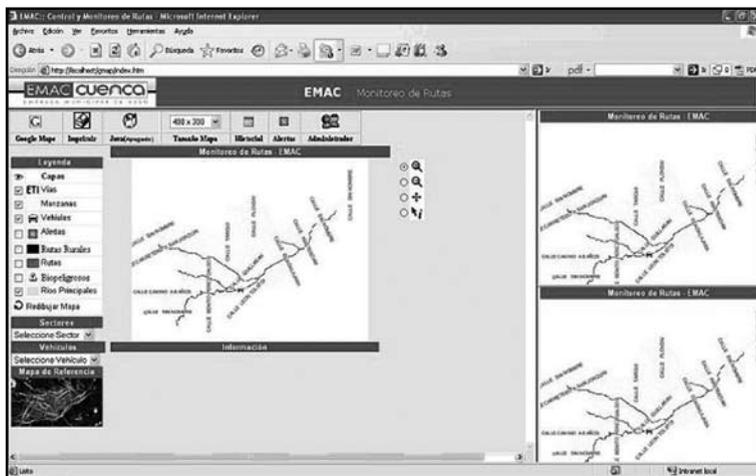


Figura 10. Opción monitoreo

Esta página se encargará del monitoreo de los vehículos, aquí podremos ubicarlos dentro de un mapa, el cual contiene como referencias principales las manzanas y las calles de la ciudad de Cuenca.

Dentro de esta página tenemos las siguientes opciones:

- En el recuadro de leyenda se pueden seleccionar las capas temáticas que se quieren activar según la necesidad del usuario.
 - o **Vías.-** Calles de la ciudad de Cuenca
 - o **Manzanas.-** Manzanas de la ciudad de Cuenca.
 - o **Vehículos.-** Ubicación de los vehículos registrada por el sistema.
 - o **Alertas.-** Generación de alertas en caso de violar normativas impuestas por la empresa, como por ejemplo: violar el límite de velocidad establecido, salir de la ruta asignada, etc.
 - o **Rutas rurales.-** Visualiza las rutas rurales que utiliza la empresa.
 - o **Rutas urbanas.-** Visualiza las rutas ingresadas al sistema, de tipo polígono para determinar un área de trabajo, que servirá como referencia para la generación de alertas.
 - o **Biopeligrosos.-** Muestra la ubicación de los clientes catalogados como productores de desechos biopeligrosos.
 - o **Generadores especiales.-** Visualiza la ubicación de los generadores especiales que hayan sido ingresados a la base de datos.
 - o **Ríos principales.-** Muestra los ríos principales de Cuenca para utilizarlos como referencias geográficas.
 - o **Redibujar mapa.-** En caso de agregar o quitar capas de información, debemos presionar este vínculo para actualizar

la visualización del mapa en base a los cambios realizados.

- **Recuadro de sectores**
 - o Consiste en una lista desplegable con las opciones de sectores que hayan sido ingresados en la opción de mantenimiento de sectores. Esta opción NO representa las rutas de monitoreo, sino más bien, sectores que involucran rutas a ser monitorizadas, esta opción se implementó para facilitar el monitoreo por parte del usuario, mediante la creación de áreas que involucren una o varias rutas.

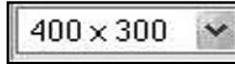
- **Recuadro de vehículos**
 - o En esta opción se puede seleccionar el vehículo al cual se quiere monitorear. Al seleccionar el vehículo sujeto a monitoreo, el programa se posicionará en la última posición detectada del vehículo.

- **Mapa de referencia**
 - o El mapa de referencia como su nombre lo indica nos sirve como referencia del lugar o sector de la ciudad en el cual nos encontramos. Es una forma de movilizarnos a diferentes sectores del mapa a través de un pequeño mapa a escala.

3.1.3. Opciones de navegación

A continuación se presentan algunas herramientas útiles para el operario.

- **Tamaño del Mapa**



- Esta opción nos permite escalar o ampliar el mapa de visualización para el monitoreo.

- **Modo Java**



- Nos permite activar la extensión JAVA, la cual potenciará la monitorización por parte del usuario ya que permitirá realizar consultas a múltiples entidades, realizar ampliaciones en un área específica, además de la opción de paneo sobre el mapa, para activar esta opción se tiene que instalar la máquina virtual de Mava incluida en la sección de descargas de este programa.

- **Impresión**



- El botón de imprimir nos permite mandar el reporte a impresora o en su defecto un documento tipo PDF. Para el uso de reporte de tipo PDF, se tiene que instalar el programa denominado PDF Creador, el cual se incluye en la sección de descargas de este programa.

- **Google Maps**



- o Esta opción nos permite visualizar los vehículos en su ubicación actual bajo un entorno de Google maps. Para usar esta opción deberá contar con una conexión a Internet.

- **Historial**



- o Este botón es un acceso a la opción de consultas de rutas para determinar la ruta seguida por un vehículo en una fecha dada.

- **Alertas**



- o Este link nos permite abrir la ventana de alertas para verificar dichas alertas generadas por el sistema.

- **Administrador**



- o Esta link abre la ventana de mantenimientos en la cual se podrá ajustar varios parámetros para el buen funcionamiento del sistema.

- **Recuadro principal de monitoreo**
 - Es la pantalla principal para el monitoreo de vehículos.
 - En la parte superior derecha se encuentra una barra de herramientas con las opciones de:
 - Acercamiento
 - Alejamiento
 - Paneo
 - Información

Nota: La ubicación del panel de herramientas dependerá de si se encuentra activado el modo Java en el sistema.
- Recuadro superior derecho
 - Pantalla donde se presenta un alejamiento de aproximadamente 200m en la visualización del mapa, que dará una mejor noción de la ubicación del vehículo.
- Recuadro inferior derecho
 - Pantalla donde se presenta un alejamiento de aproximadamente de 400m en la visualización del mapa, que dará una mejor noción de la ubicación del vehículo.

3.1.4. Alertas

Al momento de recargarse la página de monitoreo evaluará ciertas condiciones para determinar si el vehículo generó alguna infracción y notificará al usuario mediante la siguiente pantalla.

Las alertas se distinguirán en el mapa con dos símbolos.

 Cuando no tiene permiso de salirse de la ruta.

 Cuando tiene permiso para salirse de la ruta.



EMAC:: Alertas - Microsoft Internet Explorer

Listado de Alertas del Sistema

Permiso	Tipo	Vehículo	Chofer	Ruta	Fecha	Hora	Dirigirse
Permitir	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:36-05	Ir a
Permitir	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:26-05	Ir a
Permitir	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:16-05	Ir a
Permitir	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:06-05	Ir a
Permitir	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:31:56-05	Ir a

Figura 11. Listado de alertas del sistema

Si hacemos clic en el link **Ir a** en el mapa de monitoreo realizará un acercamiento sobre el área donde se generó la alerta.



Figura 12. Acercamiento a la alerta

En caso de presionar el link **Permitir** se asignará un permiso para salir de la ruta, a continuación el usuario deberá digitar una descripción de la causa para otorgar el permiso en el siguiente cuadro:



Figura 13. Mensaje de ingreso de justificación.

En caso de asignarse el permiso se visualizará en el mapa de la siguiente forma:



Figura 14. Visualización de permisos

Como etiquetas poseerá el código del vehículo y la causa para asignar el permiso.

3.1.5. Pantalla de reportes

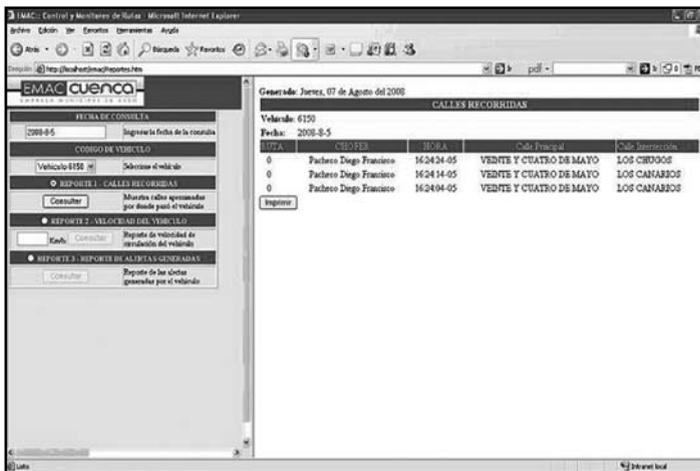


Figura 15. Pantalla de reportes

- **Recuadro de la fecha de consulta**
 - o En este recuadro se ingresa la fecha con la que se desea realizar la consulta
- **Recuadro de código del vehículo**
 - o En esta lista desplegable seleccionamos el vehículo al cual se le realizará la consulta.

- **Recuadro reporte 1 “CALLES RECORRIDAS”**
 - Al presionar este botón podemos generar un reporte de todas las calles recorridas por el chofer y vehículo seleccionado y la hora en la cual se situó en cada intersección de calle.

- **Recuadro reporte 2 “VELOCIDAD DEL VEHÍCULO”**
 - Reportará las ocurrencias de superación de velocidad bajo un parámetro preestablecido.

- **Recuadro reporte 3 “REPORTE DE ALERTAS GENERADAS”**
 - El resultado de este tipo de consulta es: Reporte de todas las alertas generadas en una fecha determinada, vehículo seleccionado, chofer determinado o ruta determinada.

- **Botón de IMPRIMIR**
 - Este botón localizado en la ventana activa del reporte, sirve para poder generar el reporte de forma digital (PDF) o enviarlo a la impresora seleccionada. Este botón se encuentra ubicado al final del reporte. De esta forma se pretende que el usuario revise en parte la información generada en el reporte antes de enviarlo a imprimir.

3.1.6. Pantalla de mantenimientos



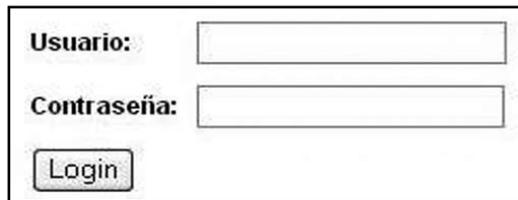
Figura 16. Pantalla de mantenimientos

En esta pantalla disponemos de las siguientes opciones:

- Mantenimientos de usuarios
- Mantenimiento de sectores
- Mantenimiento de vehículos
- Mantenimiento de zonas
- Mantenimiento de empleados
- Asignación de rutas, vehículos, chofer
- Configuraciones

3.1.7. Mantenimiento de usuarios

Previamente al ingreso y por políticas de seguridad, el usuario deberá volver a logearse y luego de utilizar el sistema presionar el link de LogOut para finalizar la sesión.

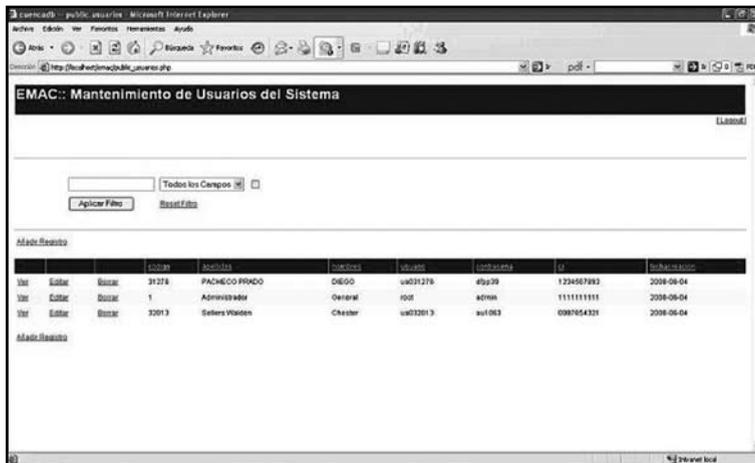


Formulario de login con los siguientes elementos:

- Etiqueta **Usuario:** seguida de un campo de entrada de texto.
- Etiqueta **Contraseña:** seguida de un campo de entrada de texto.
- Botón **Login** con un efecto de sombra.

Figura 17. Ingreso de usuario

Luego de cumplir con los requisitos de seguridad se presentará la siguiente pantalla:



EMAC: Mantenimiento de Usuarios del Sistema

Aplicar Filtro Borrar Filtro

Id	Nombre	Apellido	Apellido	Apellido	Apellido	Apellido	Apellido	Apellido	Apellido
31276	PACHECO	PRODO	OSOO	us071276	49939	123456789	2008-06-04		
32013	Sellers	Woods	Checker	us02013	501063	0007654321	2008-06-04		

Figura 18. Pantalla de mantenimientos

La inserción de usuarios de control se refiere a todos los usuarios administradores del sistema, estos son administradores generales y los encargados del monitoreo de vehículos.

- Código
 - En este campo se ingresará el código del usuario, al que se le otorgarán los permisos de usuario del sistema.
- Apellidos
 - Campo en el cual se ingresarán los apellidos del usuario.
- Nombres
 - Campo donde se ingresarán los nombres del usuario.
- CI
 - En este campo se ingresará la cédula de identidad del usuario del sistema.
- Fecha de creación
 - Este campo representa la fecha del ingreso al sistema del usuario, el sistema ingresa automáticamente la fecha del sistema.
Este campo no es modificable.
- Usuario
 - El nombre que el usuario va a utilizar para realizar el “***login***” de ingreso al sistema.
- Contraseña
 - Contraseña propia del usuario para poder ingresar y validar al usuario.

3.1.8. Mantenimiento de sectores

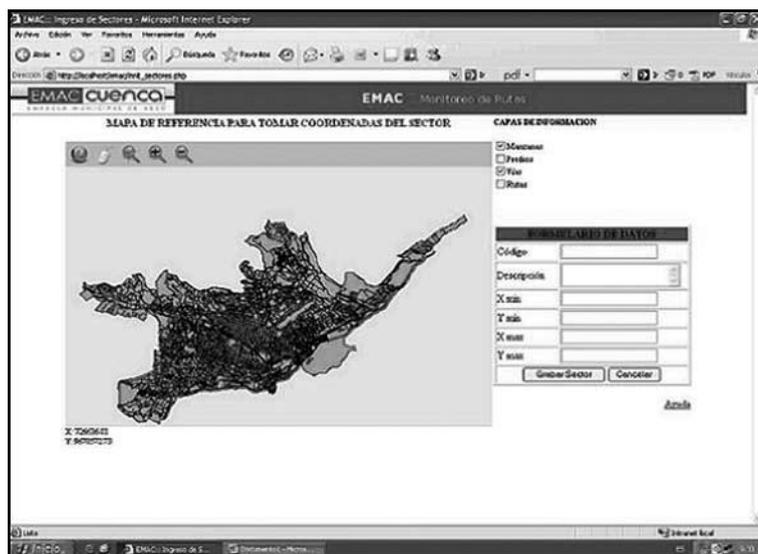
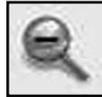


Figura 19. Pantalla de mantenimiento de sectores

- Mapa de referencia
 - Mapa general de ubicación con el que se puede hacer referencia al sector a ser creado en el formulario.
 - En el recuadro se tienen diferentes herramientas para poder manipular la visualización del área a ser creada.
 -  Zoom general.- Este botón nos permitirá realizar un zoom general, es decir, se alejará lo máximo permitido permitiendo así visualizar el mapa en su totalidad.

-  Paneo: Este botón nos permitirá realizar paneos sobre el mapa utilizando para ello el ratón.
-  Zoom área.- Este botón nos permite realizar un zoom a un área en específico cercada por un recuadro generado por el ratón.
-  Zoom in.- Nos permite acercarnos o realizar un zoom de acercamiento a un punto en específico.
-  Zoom out.- Nos permite alejarnos o realizar un zoom de alejamiento a un punto en específico.
- Capas de información
 - En este recuadro podemos seleccionar las capas de visualización del mapa de referencia, esto está sujeto a las preferencias de cada usuario.
- Formulario de datos
 - Código.- Código del sector a ser creado.
 - Descripción.- Cuadro en donde se puede ingresar una breve descripción del sector a ser creado.

Los valores descritos a continuación son coordenadas de dos puntos que se utilizarán para generar un área. Para ello utilizaremos un punto mínimo que será el punto inferior izquierdo y un punto superior derecho que será el punto

máximo. Para ejemplificar esto observemos el siguiente gráfico.

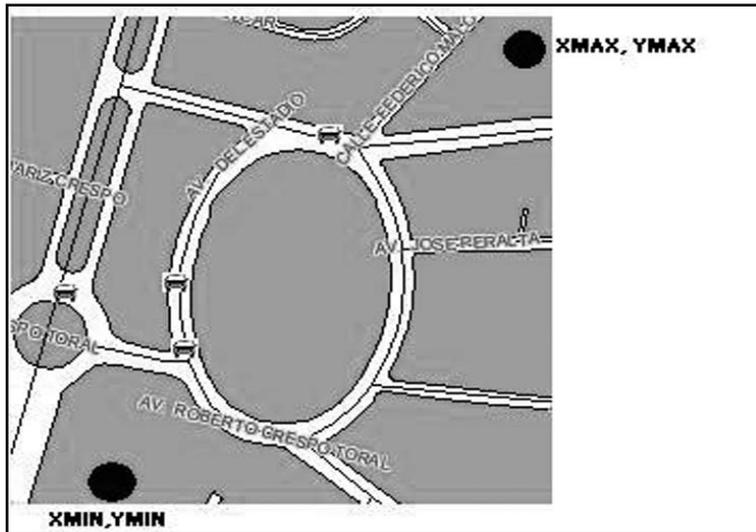


Figura 20. Pantalla de dimensionamiento de visualización

- X min.- Valor en X del punto mínimo que generará un recuadro del área.
- Y min.- Valor en Y del punto mínimo que generará el área.
- X max.- Valor en X máximo que generará el área.
- Y max.- Valor en Y máximo que generará el área.

3.1.9. Mantenimiento de vehículos

En esta pantalla se ingresará datos correspondientes a los vehículos y se asignará un código bajo el cual el usuario deberá identificar el vehículo.

Serial: 0

cod_ruta: []

codigo_empleado: []

codigo_vehiculo: []

fecha: 2008-6-30 (aaaa-mm-dd)

permiso: []

Ejecutar

No modificables por el usuario

Figura 24. Pantalla de añadir registro

A continuación el digitador deberá seleccionar los datos de ruta, empleado (chofer) y vehículo para que el sistema pueda realizar el control en base a estos parámetros.

Para seleccionar dichos campos aparecerá una ventana emergente que muestra la información y permite seleccionarla presionando el link activo.

http://localhost/emac/popup.php?camp=2&tab=ruta1&llav=cod_ruta - Microsoft Intern...

DATOS DE RUTA1

gid	cod_ruta	descripcion
2	0	Ruta Demo UDA
1	1	Zona 1 Sector 1 CN1

Figura 25. Pantalla de datos de ruta

Algo muy importante que debe mencionarse es el campo de permiso, pues en base a ello el sistema determinará si el vehículo tendrá permiso para salirse de la ruta establecida.

Básicamente el sistema maneja dos tipos de permiso:

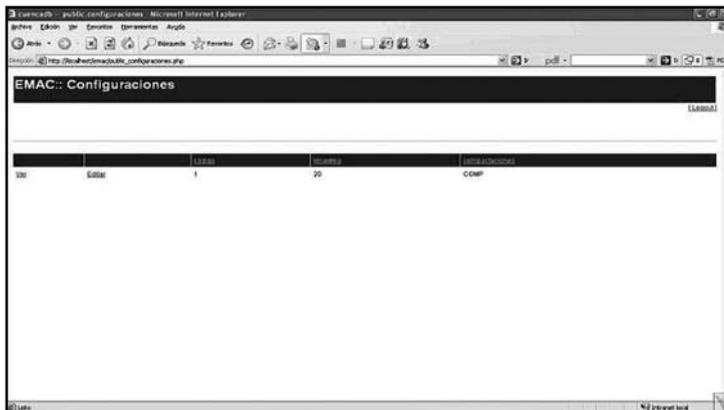


per_senal	cod_permiso	desc_permiso
1	<u>NING</u>	Ninguno
2	<u>PERM</u>	Permitido

Figura 26. Pantalla de datos de permisos

En caso de seleccionar el permiso **NING** el vehículo no poseerá permiso de salirse de ruta y generará la alerta respectiva.

3.1.12. Pantalla de configuraciones del sistema



id	id Ruta	id Ruta	id Ruta	id Ruta
1	20	CONF		

Figura 27. Pantalla de configuración del sistema

En esta pantalla el administrador del sistema configurará ciertos parámetros, como por ejemplo la velocidad máxima a la que podrá ir un vehículo, y posteriormente agregar valores que controlarán la telemetría del sistema. Para ello usamos como ejemplo el campo compactaciones que controlará las compactaciones que realizará el vehículo.

Para modificar estos campos consulte previamente al proveedor del software para evitar problemas de funcionamiento del sistema.

3.1.13. Pantalla de consultas del sistema

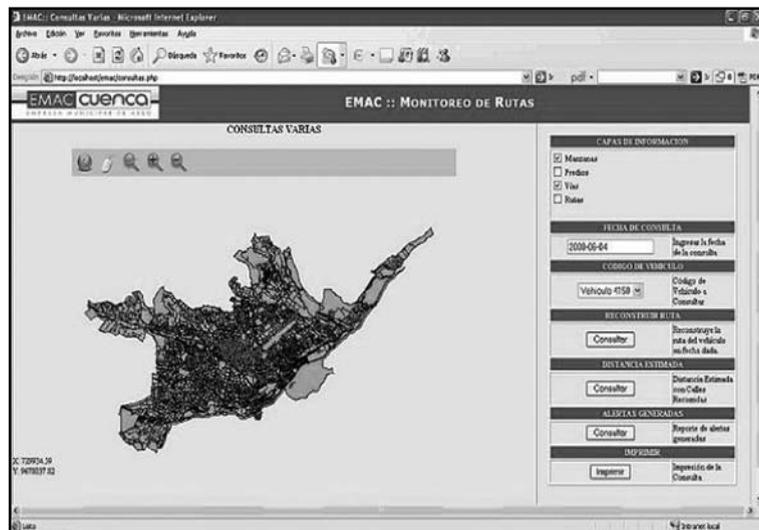


Figura 28. Pantalla de consultas del sistema

- Pantalla principal de consultas
 - Presentará el mapa con los resultados de las consultas.
- Recuadro de capas de información
 - Nos permitirá marcar o desmarcar las capas de información que se visualizarán.
- Recuadro de fecha de consulta
 - Ingresaremos la fecha de consulta.
- Recuadro de código de vehículo.
 - Seleccionaremos el vehículo a consultar.
- Recuadro de reconstrucción de ruta.
 - Con este botón generaremos la ruta del vehículo en base a los parámetros de fecha y vehículo seleccionados.
- Recuadro de distancia estimada.
 - Nos permite obtener un cálculo estimado en base a los puntos recolectados por el sistema.
- Recuadro de alertas generadas.
 - En caso de haberse generado alertas, podremos visualizarla a través de esta opción.
- Recuadro imprimir
 - Nos permitirá imprimir el resultado de esta consulta.

3.1.14. Pantalla del buscador de direcciones

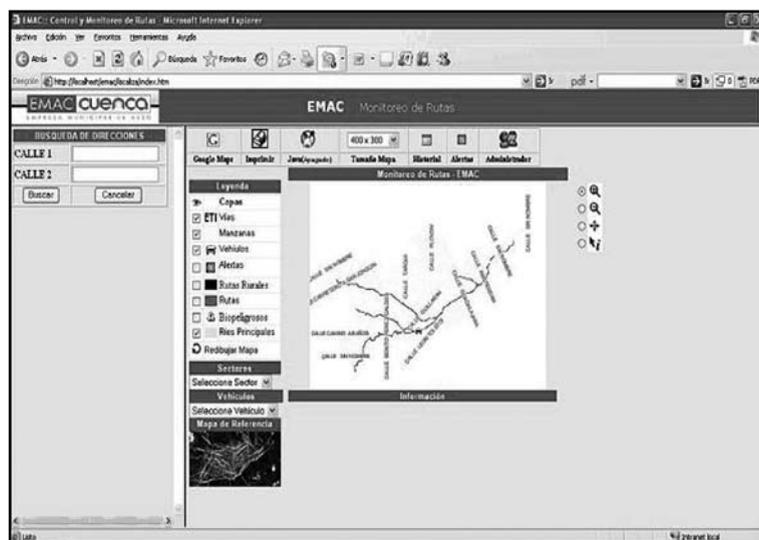


Figura 29. Pantalla de buscador de direcciones

En esta pantalla se podrán realizar, como su nombre lo dice, búsquedas de direcciones en un mapa. De esta forma el usuario podrá verificar si un vehículo pasó por una determinada dirección, además de brindar la opción de consulta de datos de igual forma que se realiza al momento del monitoreo.

3.1.15. Pantalla de descargas



Figura 30. Pantalla de descargas

Contendrá ciertos componentes que ayudarán al usuario a potenciar el funcionamiento del sistema.

- Conversor a PDF.- Generará reportes en formato PDF. Básicamente agrega una impresora a la configuración de Windows cuya salida será un archivo PDF.
- Adobe Reader PDF.- Lector de archivos PDF.
- Máquina virtual JAVA.- Activará la aplicación JAVA con lo cual al momento del monitoreo se podrá realizar consultas de múltiples entidades, acercamiento a un área enmarcada en un recuadro.

Las características del sistema desarrollado son:

- Plataforma Web cliente/ servidor.
- Es compatible con sistemas operativos Windows XP y Vista.
- La base cartográfica es de tipo vectorial con capas que pueden activarse o desactivarse.
- Permite la ubicación de los vehículos en tiempo real (cada 3 minutos), de forma simultánea o individual, reproducción del recorrido de vehículos.
- Capacidad de monitoreo 7/24 y de cualquier punto de control (plataforma Web).
- Base de Datos abierta.
- Código fuente, diccionario de datos, manual técnico y de usuario, del software desarrollado por la UDA. (no se incluye software propietario de terceros).
- Informe en tiempo real de cambios de estado de los sensores de accionamiento de la tolva y sensores de encendido y apagado del vehículo.
- Recuperación de datos estadísticos del vehículo (velocidad fuera del límite, velocidad media, velocidad cero, tiempo de movimiento, kilómetros recorridos, horas de trabajo).
- Tiempo en traslados entre rutas preestablecidas por rango de fechas.
- Reconstrucción gráfica histórica de rutas y eventos por vehículo.

- Capacidad de impresión y exportación de datos para reportes hacia Excel.
- Posibilidad de bloqueo de transmisión de datos desde el punto de control.
- Reporte de incumplimiento de rutas.

Actividad 4: Implementación de prototipo

1.1. Implementación de los equipos y sistemas en el vehículo prototipo y en el equipo informático correspondiente

Esta actividad se desarrolló en el recolector 45, se montó el equipo y se realizaron las respectivas pruebas en diferentes fechas.

1.2. Pruebas, calibración, ajustes y monitoreo del desempeño

Las mismas se trabajaron sobre el prototipo y permitió realizar los ajustes definitivos al sistema.

Bibliografía:

Universidad del Azuay. Informe final del Proyecto: “Control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca (EMAC)”. Universidad del Azuay. 2008