

Algunos Requisitos Técnicos para lograr Modelos de Negocios sustentables en una IDE

Carlos López Vázquez¹

The Digital Map Ltda.(Uruguay), carlos.lopez@thedigitalmap.com¹

Resumen: *Se han identificado progresos y retrocesos en el desarrollo de las IDE, pero no se ha prestado la debida atención a la sustentabilidad de estas actividades cuando no existe financiación holgada de parte de los estados. En este trabajo se comentan algunos de los problemas técnicos que pueden limitar la participación del sector privado, o incluso del sector público en aquellos países en que el retorno por venta de datos o servicios es parte relevante de su actual Modelo de Negocios. Se destaca entre todos los posibles los problemas de piratería, de la disparidad geométrica en la base cartográfica y el de la autenticación o integridad de datos. El primero afecta directamente la facturación por venta de datos. El segundo retrasa o incluso inhibe la concreción de servicios/proyectos al no poder contar con las capas apropiadas de información a niveles comparables de exactitud planimétrica. El tercero es pertinente en aplicaciones sensibles desde el punto de vista de seguridad, como la emisión de certificados con valor legal a partir de una base digital. Si bien desde un punto de vista técnico estos problemas han sido poco abordados en el pasado a nivel académico, se describen las líneas exploradas y algunas soluciones actualmente disponibles a nivel comercial.*

Introducción

Las IDEs en general no se crean en el vacío; entre sus objetivos está el de facilitar el descubrimiento e intercambio de información geográfica previamente existente con el objetivo de disminuir costos a los usuarios y evitar duplicación de esfuerzos a nivel nacional. Entre los objetivos secundarios que ocasionalmente se plantean está el de viabilizar la operativa de una geo-industria, que permita la generación de nuevos servicios y productos para el mercado local o incluso para el extranjero. Entre otras, podrían citarse servicios de validación de direcciones postales, localización de móviles, juegos en red con teléfonos móviles, etc. todos los cuales comparten la inviabilidad del servicio o producto en ausencia de información geográfica con características adecuadas. Si esa información crítica no existe, la IDE viabiliza la participación de proveedores creando una vitrina donde exhibir sus productos y/o un ámbito donde se identifiquen oportunidades de negocio.

En América Latina, Europa y otras regiones es corriente que las organizaciones estatales que producen información espacial (del tipo de un Instituto Cartográfico Nacional; ICN) financien una parte de su presupuesto con fondos que provee el estado. Dependiendo de los casos, en las últimas décadas estos fondos o han declinado, o se han mantenido en niveles históricos sin tener en cuenta los cambios técnicos y sociales que han ocurrido. Por ejemplo, algunos de ellos conservan en su plantilla un número proporcionalmente grande de funcionarios con poca calificación técnica, que se justificaban ciertamente en tiempos en que el trabajo de campo se hacía con instrumental tal que requería campañas más o menos largas en terrenos quizá inhóspitos. La aparición durante el siglo XX de sucesivas técnicas de observación remota, y la invención posterior del GPS ha bajado drásticamente las necesidades de ese tipo de personal de apoyo lo que no necesariamente se ha reflejado en la conformación de los cuadros del personal disponible, rígidamente estructurado en torno al presupuesto del estado.

Por otra parte, la progresiva informatización de los procesos ha obligado a realizar inversiones en áreas no tan tradicionales, y con equipos que tienen una vida útil bastante menor que los antiguos instrumentos utilizados. El proceso burocrático para adquirir, renovar y mantener ese equipamiento es (en algunos países) lento y dificultoso. Los gastos que no se pueden solventar (por su monto o por restricciones en los procesos de compras) con fondos del presupuesto estatal se deben financiar con ingresos por venta de productos o servicios. En definitiva estas tendencias han ido afectando lentamente el Modelo de Negocios tradicional: ahora conseguir dinero extra (por fuera del presupuesto) es crucial.

A nivel internacional pueden identificarse otras alternativas. Por ejemplo, en los EEUU los datos recolectados por el gobierno federal en general, y en particular los geográficos, están alcanzados por disposiciones constitucionales que obligan a ponerlos al alcance del público al costo nominal de su disseminación. Ello no rige a nivel estatal. Por lo tanto, los organismos productores de datos a nivel federal deben ser íntegramente financiados con el presupuesto ya que no hay posibilidad legal de cobrar por los datos. Adicionalmente, ellos manejan razones estratégicas y de seguridad nacional para recoger en forma amplia información geográfica con satélites y otros equipos tecnológicamente avanzados, sin tener para nada en cuenta un Modelo de Negocios comercial que considere ingresos y egresos. En opinión del autor, esta parte de la realidad es frecuentemente ignorada por la comunidad de usuarios fuera de los EEUU al plantear que los datos deben ser distribuidos gratuitamente *urbi et orbi*.

El modelo en boga en la mayoría de los países europeos y sudamericanos es que los datos deben venderse a un costo sensiblemente superior al establecido por sus contrapartes norteamericanas. Hay sin embargo variadas situaciones en lo

que respecta a la incidencia financiera que en la práctica tiene esta política. Hay países en que el ICN tiene más del 80% de su presupuesto cubierto con fondos estatales. Hay otros en los que prácticamente toda la inversión en equipos nuevos, software, etc. debe ser financiada con recursos extrapresupuestales, independientemente de la naturaleza pública o privada del comprador de los datos. Estas diferencias sustanciales en el origen de los fondos operativos obliga a valorar en forma diferente una oportunidad de negocios dada por demandas insatisfechas. Si los fondos son abundantes y la obligación legal es vaga, entonces el interés por atender las demandas insatisfechas puede verse disminuido. Si los fondos presupuestales son escasos, hay en principio una motivación en atender esa demanda; resta considerar las amenazas específicas a emprendimientos de este tipo (que también lo son para el sector privado) lo que será el objeto de esta ponencia.

Las IDEs exitosas proveerán un escalón importante en la cadena de valor, facilitando a los usuarios la identificación y localización de los datos que necesitan. Simultáneamente operarán como escaparate virtual para los datos y servicios que se ofrezcan. En relación a los datos necesarios podrían darse las siguientes situaciones:

- a) el dato requerido no ha sido recogido, o está desactualizado
- b) el dato existe, pero 1) no está armonizado con otros relevantes o 2) carece de la exactitud planimétrica requerida para su uso
- c) el dato existe, pero sus características deben ser garantizadas

Para la situación a) es posible que el sector privado tenga un rol a cumplir (si no hay impedimentos legales), invirtiendo en la recolección o actualización del dato pero siempre aspirando a recuperar la inversión mediante la venta a *varios* clientes. Nótese que no se está considerando el caso de una empresa que necesite ella misma los datos para un proyecto o actividad; en ese caso deberá recogerlos sin perjuicio de intentar una recuperación de la inversión. El foco en este trabajo está orientado a las empresas que tengan como giro la generación de juegos de datos con fines de lucro a través de su venta a más de un cliente. La amenaza al Modelo de Negocio está dada por la piratería, a lo que se dedicará el primer apartado.

A diferencia de la anterior, las situaciones mencionadas en b) describen un problema que, en teoría, se resuelve en un único acto. Mediante la aplicación de una transformación matemática (que en principio existe) es teóricamente posible transformar una o varias coberturas con una base cartográfica dada para hacerla(s) coherente(s) con otra(s). El problema matemático así planteado es de interpolación, porque hay un conjunto de puntos de control en la base cartográfica dada a los cuales se les puede asignar con toda precisión las coordenadas en la nueva base. Este problema será desarrollado en el segundo apartado.

Para algunas aplicaciones críticas (despacho de ambulancias, emisión de certificados, etc.) es necesario que los datos intercambiados tengan algo equivalente a un sello de autenticidad, de forma que puedan asignarse responsabilidades por errores u omisiones. Esto es especialmente crítico en casos en que la vida está en riesgo, pero también lo es cuando hay bienes o actividades de subido valor involucrados. Hasta donde el autor conoce la industrias de seguros no han incorporado pólizas específicas a la Calidad de datos, si bien existen antecedentes de juicios exitosos que podrían servir de antecedente. Como se verá, en alguna medida este problema está emparentado con el de la piratería, y será analizado en el último apartado.

Piratería de datos geográficos

En términos coloquiales debe interpretarse como piratería a cualquier violación de los derechos de propiedad intelectual u otros afines. Nótese que pueden distinguirse dos problemas diferentes (López, 2002). Históricamente, el más relevante fue el de Piratería *de Autoría*; en el cual (por ejemplo) una imprenta tomaba un mapa existente y lo utilizaba total o parcialmente para producir otro ignorando la mención a la fuente original (y el pago de derechos...). En ese caso, el pirata estaba bien identificado y por su acción obtenía ingresos de clientes en principio honrados. La segunda modalidad corresponde a la Piratería *de Propiedad*: el pirata realiza copias ilegales de un original y las distribuye (contra pago o no) a una comunidad de usuarios que en principio no podría ignorar su origen ilegítimo. La autoría no está en discusión: es más, quizá se publicita junto con los datos. Esta variante pasa a ser viable cuando el costo marginal de la copia y diseminación es prácticamente nulo, como ocurre con los medios electrónicos. Si bien ambas modalidades son perjudiciales para el productor de datos, debe señalarse que la que más preocupa hoy en día es la última de ellas, ya que es mucho más difícil de perseguir legalmente a un universo grande de usuarios pequeños. Hay sin embargo casos recientes de Piratería de Autoría que han terminado en arreglos muy voluminosos (OS GB vs. Centrica, 2001) y es probable que ello siga ocurriendo.

En este trabajo se está enfatizando la protección del productor frente a sus clientes; sin embargo como se señala en (Memon and Wong, 1998; Lintian and Nahrstedt, 1998) también es necesario prever que el cliente puede ser injustamente acusado. Esto afecta fundamentalmente al protocolo, e indirectamente a la solución técnica.

El esquema de Piratería de Propiedad está basado implícitamente en una *impunidad técnica*; si todos los ejemplares legítimos son idénticos, dado un ejemplar ilegítimo no es posible identificar a quien cedió su original para realizar la primera copia. El tema de la Piratería de Propiedad es de difícil solución; requiere de la existencia simultánea de soluciones legales, técnicas, y de protocolo.

Es claro que si la parte legal falta o falla no será posible perseguir al pirata aunque esté plenamente identificado con soluciones técnicas. En muchos países es legalmente posible hacer copias de un original para ciertos usos (*fair use*) sin pagar por ello. En otros ni siquiera está claro cuál es el marco legal que protege al productor; por ejemplo, en Argentina hay que demostrar en cada juicio que un mapa es análogo a una obra artística y por tanto debe ser considerado bajo el cuerpo legal de Derechos de Autor. Cabe señalar que en general la mera compilación de información no da el carácter de artístico, y por lo tanto el contenido de (por ejemplo) un directorio telefónico no puede ampararse bajo el Derecho de Autor. En Europa hay un cuerpo legal específico para estos casos, pero en la mayoría de los países no.

A falta de un respaldo legal genérico, si el infractor no ha firmado un contrato con el propietario de la información (cosa usual; los piratas son bastante informales), entonces no se contará con protección legal para hacerle un juicio a él. En cambio, el comprador legítimo original sí ha firmado contratos y por lo tanto puede ser objeto de un juicio... ¿si es que puede identificársele!.

Lo que la tecnología podría hacer para controlar la piratería varía en un rango amplio; en un extremo serían soluciones que inhibieran la copia de los datos. Una posible forma de operar sería entregar los datos en un CD o similar, que sólo pudiera ser visible para el usuario en la presencia de una llave (*dongle*) extremadamente difícil de duplicar. En muchos contextos, y las aplicaciones de SIG en particular, esta solución *para el caso de los datos mismos* no parece tener mucho potencial; es más popular para proteger al software. El mejor ejemplo ha sido el del DVD (Cox and Miller, 2002), originalmente concebido con control de lectura y uso mediante la participación activa del hardware; el esquema de seguridad fue roto con gran rapidez en 1999. Lo mismo ocurrió con una propuesta posterior de SONY (Knight, 2002).

En el caso de datos en general, y de datos de SIG en particular, se requeriría además la participación activa de los productores de software de forma que sus productos sólo acepten abrir archivos “válidos”, emulando en alguna forma la concepción de los DVD. Incluso si ese acuerdo se lograra algún día, restaría resolver cómo inhibir la exportación de datos del SIG a formatos más antiguos, no encriptados, o incluso a archivos de trazador, que mediante una manipulación laboriosa pero posible podrían recrear el dato original. La falta de soluciones exitosas al presente para impedir la copia no inhibe que sigan apareciendo otras en el futuro, siguiendo un juego del gato y el ratón con los piratas profesionales.

Es posible encontrar otra solución para este problema basada en un principio diferente. La misma se basa en el uso de Marcas de Agua indelebles e invisibles. Para ilustrar la operativa supóngase que es posible insertar en un mapa digital u otro juego de datos un número de serie *invisible e indeleble*. Si se encontrase en el futuro una copia del archivo en manos de un usuario no autorizado, podría rastrearse el comprador original mediante el número de serie y penalizarlo de acuerdo a lo convenido en el contrato de entrega de la información. Estos contratos típicamente inhiben la copia o el uso de datos para otras actividades fuera de las convenidas, y constituyen una base legal sólida (independiente de la legislación de derechos de autor) para iniciar una demanda. Un aspecto clave del proceso es que el número de serie sea a la vez invisible e indeleble; si fuera visible, el atacante podría manipular los datos haciendo pequeños cambios hasta lograr que el número de serie desaparezca o tome valores imposibles, comprobando visualmente su éxito. Al ser invisible, el atacante nunca sabe si ha logrado su objetivo. Obviamente debe existir algún procedimiento decodificador secreto para que el número de serie pueda ser extraído cuando el juez lo demande. En este contexto, el adjetivo *indeleble* debe interpretarse como “difícil de borrar sin hacer un daño sensible a los datos”; existen marcas de agua que se borran o afectan aún con pequeñas modificaciones al archivo original, propiedad que se usa con fines de autenticación (lo que se tratará en el tercer apartado).

El esquema completo funciona basado en la pérdida de impunidad del dueño legítimo: si sabe que todos los ejemplares vendidos son idénticos al suyo, ¿cómo podrían identificarlo a él en particular como propietario de un ejemplar ilegítimo? ¿y aunque le identifiquen, cómo podrían probarlo?. Si en cambio sabe (porque se le ha informado en el contrato) que existen esos medios de seguimiento, tomará todas las precauciones para no ser eventualmente objeto de un litigio que podría perder. Nótese además que, en la mayoría de los casos, estas copias ilegales se hacen sin fines de lucro.

Por último resta comentar la parte del protocolo. El término protocolo debe aquí interpretarse como “secuencia de procesos que garantizan la validez de una prueba” (Gopalakrishnan *et al.*, 2001). Si el protocolo no es adecuado no importará la tecnología ni la defensa legal. Un ejemplo simple de protocolo inadecuado es aquel en que el productor del dato es asimismo quien inserta la marca de agua invisible e indeleble. Por lo tanto será el quien provea la prueba en el juicio contra el ahora identificado pirata; le será fácil al abogado de este último señalar que no se puede ser juez y parte y por lo tanto se caerá todo el juicio (López, 2004). El protocolo es en gran medida independiente de la solución técnica en concreto; distintos métodos de insertar marcas de agua pueden compartir el mismo protocolo.

Si bien el protocolo puede ser el mismo, la tecnología no sólo puede sino que debe diferir dependiendo del tipo de dato a proteger. La forma de insertar un número de serie en una imagen raster no es la misma que para hacerlo en una Base de Datos de texto, un certificado o un mapa vectorial.

La investigación en protección por marcas de agua ha sido muy intensa en la última década, pero el dato más popular ha sido el de la imagen raster. En Uruguay se ha desarrollado tecnología propia específica para el caso de mapas vectoriales, sobre la que se han realizado ensayos con éxito (Bacci and López (2003)). En López (2004) se describe un

protocolo viable para la aplicación de marcas de agua bajo la forma de un servicio externo. Se remite al lector interesado a la bibliografía citada.

Disparidad en la base cartográfica

Entre los principios de INSPIRE descritos por Smits (2003) se señala "...debería ser posible combinar sin inconvenientes datos espaciales de diferentes orígenes y compartirlos entre muchos usuarios y aplicaciones...". A este servicio (aún por desarrollar) se le denomina *Geospatial Data Fusion Service*, aunque en la literatura consultada también se suele usar el término Conflación (del inglés *Conflation*).

El problema planteado es la existencia del dato A y el dato B, recogidos independientemente y representados sobre una base cartográfica diferente. Por ejemplo, podría suponerse que el atributo de A es de alta calidad, actualizado, etc. pero la cartografía utilizada como base tiene un error medio cuadrático (EMC) de 100 mts, mientras que el dato B está representado sobre una cartografía con EMC de 10 mts. El problema es hacer coincidir los objetos representados en A con los equivalentes existentes en B, y arrastrar los atributos correspondientes, y todo ello en forma automática. Esta formulación contempla casos potencialmente problemáticos; alguien podría querer transformar información recogida a escala 1:500.000 con otra recogida a 1:5.000 para manipularla conjuntamente, lo que normalmente sería objetable. Los SIG del futuro deberían emitir un mensaje de alerta en estos casos, pero éste no es el tema de esta ponencia.

Volviendo al problema de partida, el usuario indicará un conjunto de puntos homólogos entre el conjunto A y B, y el problema es transformar *todos* los puntos de A de forma de lograr que los homólogos coincidan (o se aproximen mucho) y aquellos a los que no se le ha señalado homólogo se modifiquen en forma *razonable*. Si bien con estos requerimientos existen múltiples formas de lograr una función de interpolación apropiada, no todas ellas son igualmente útiles. Las conocidas genéricamente como *rubbersheeting* suelen tener comportamientos extraños en zonas con concentración de puntos de control. De hecho este fenómeno se agrava al aumentar el número de puntos de control, aspecto contra intuitivo que ha desalentado su uso si hay otras alternativas.

Una alternativa matemática es abandonar la *interpolación* y pasar a la formulación de un problema de *aproximación*. En este caso, las nuevas coordenadas de los puntos de control no son estrictamente honradas, sino que son globalmente aproximadas reconociendo que las nuevas coordenadas pueden tener ellas mismas cierta incertidumbre. Dependiendo de la forma en que se seleccione la función aproximante, ella podría en el límite ajustar a la función de transformación verdadera cuando se incrementa el número de puntos de control.

Hay otros problemas que pueden resolverse con la misma formulación matemática; por ejemplo, la existencia de un mapa que tiene error planimétrico excesivo para aplicaciones de GPS. En Uruguay se han realizado experimentos con un algoritmo propio, trabajando con cartografía a escala 1:50.000. En el experimento se disponía de puntos de apoyo (datos) tomados de una carta del SGM, y de los correspondientes medidos con GPS submétrico. Se subdividió el conjunto de puntos homólogos en dos grupos: el primer grupo participaría en el cálculo, mientras que el segundo sería ignorado y sólo se le utilizaría para evaluar la mejora obtenida.

El experimento consistió en tomar un subconjunto de los puntos de control disponible, aplicar el algoritmo bajo análisis, y calcular las nuevas coordenadas de todos los puntos de control. El EMC se evalúa sobre los puntos de control que no participaron en la primera etapa del proceso. Para el mapa utilizado, los resultados numéricos pueden resumirse de la siguiente manera:

- ? Utilizando sólo 16 puntos de entre los 66 disponibles, se logró bajar la desviación estándar del EMC original de 103m a 38m. Se usaron 50 puntos testigo para evaluarla.
- ? Utilizando ahora 33 puntos de entre los disponibles, logró bajar la desviación estándar del error EMC original de 103m a 32m. Se usaron ahora 33 puntos testigo para cuantificarla.

Estos resultados sólo son válidos para este mapa particular; no es posible ni legítimo extraer conclusiones generales. *Para este caso* se ve que el estimador de error se reduce significativamente (al 30% del valor original) con la metodología desarrollada. Este número debe complementarse con un análisis cualitativo del mapa resultante, el cual debe ser validado por un analista humano. De esa forma, sería posible localizar errores aislados que pueden explicar las diferencias entre la desviación tradicional y la robusta. Ellos típicamente tienen orígenes diferentes a los demás, y pueden en muchos casos corregirse si son señalados.

Esta mejora de 1/3 en el EMC es teóricamente equivalente a la que se obtendría con un mapa de costo $\sqrt[3]{100} \approx 4.64$ * 100 = 73% mayor. Nótese que este "aumento del valor" teórico puede no reflejarse en el precio: en muchos

casos el precio del mapa se fija administrativamente, por lo que no hay una fórmula que vincule una mejora del error geométrico con un precio de venta diferente. En otros casos el productor percibe una mejora mucho mayor: hay aplicaciones para las que el mapa será útil si tiene un error menor a uno especificado, y no servirá en lo absoluto en otro caso. Así, la mejora en la precisión implica que la transacción se realizará, y en otro caso no se haría. Nótese también que agregar más puntos de control mejora en algo el error, pero no dramáticamente.

Actualmente se está trabajando en darle forma de servicio comercial a la tecnología citada.

Paralelamente, hay una demanda insatisfecha para *degradar* a voluntad la precisión geométrica de una cartografía existente. Este aspecto se puede ilustrar con una guía telefónica. La cartografía allí incluida no tiene (normalmente) pretensiones de precisión geométrica; no interesa medir distancias sobre ella y ni siquiera que tenga coordenadas. Lo que se espera de ella es que refleje correctamente la topología (*la calle A se corta con la B, la C y luego la D, y en ese orden, etc.*). Los clientes con necesidades de este tipo en muchas ocasiones no están dispuestos a pagar por una precisión geométrica que no requieren. La tecnología bajo estudio permitiría degradar a voluntad la misma, bajando así el valor (en el sentido de utilidad) del producto, y por lo tanto, su precio de mercado. Con un precio menor se capta un segmento numeroso, sin necesidad de crear una nueva cartografía.

Autenticación o integridad de datos

Este tema es poco desarrollado a pesar de estar explícitamente mencionado en los documentos citados de INSPIRE. En los mismos se alude a puntos de contacto con las aplicaciones de autenticación corrientes en el comercio electrónico. Desafortunadamente, las mismas no son directamente transportables al área geográfica, y se explicará porqué. En el caso más corriente, se debe incluir una firma digital para un archivo completo de forma que se pueda demostrar (con algún rigor matemático) que es improbable que el archivo haya sido modificado por un ataque malicioso. En el caso de las aplicaciones geográficas esa seguridad es insuficiente, porque el archivo no suele ser manipulado como una unidad indivisa. En cambio, son los objetos geográficos mismos los que deben tener algún certificado de integridad. Otras aplicaciones técnicamente relacionadas (aunque no mencionadas en estas iniciativas) incluyen el de poner alguna fecha de actualización o similar al nivel de objeto y no del juego de datos como un todo. Ello simplifica detectar los cambios que ocurrieron entre diferentes versiones de un mismo juego de dato, con el fin de valorar su incidencia en las aplicaciones en uso.

Este problema puede ser encarado con algunas de las tecnologías aludidas para la inserción de marcas de agua. La idea aquí es insertar información a nivel del objeto sin que sea afectada su capacidad de usarlo pero permitiendo corroborar en alguna medida la autenticidad del mismo. Nótese que la tecnología de marcas de agua a ser utilizada para estos propósitos puede ser sustancialmente diferente de la utilizada para el control de piratería. En aquel caso, la marca debía ser al menos resistente a manipulaciones legítimas, y por lo tanto debería sobrevivir incluso si el objeto original era alterado. Para las aplicaciones de autenticidad las demandas son otras: cualquier manipulación debería destruir la marca, por lo que se deberán utilizar variantes específicas. Para el caso de los datos geográficos, nuevamente el tipo más estudiado es el de las imágenes raster en el que ya existen soluciones comerciales.

La tecnología desarrollada para la inserción de la marca de agua mencionada anteriormente podría ser capaz de proveer una solución en este aspecto, aunque las investigaciones no han culminado.

Conclusiones

La implementación de las IDEs tiene objetivos de corto, mediano y largo plazo. Entre los últimos podría señalarse la creación de una infraestructura para el desarrollo de una geo-industria, capaz de satisfacer las necesidades nacionales pero también de desarrollar, probar y validar soluciones para nuevos problemas quizá hoy no evidentes. La construcción de una IDE se enfrenta a una multitud de problemas (legales, sociales, técnicos, etc.) bien analizados en estas Jornadas, pero el objeto de este trabajo ha sido poner sobre la mesa algunos de los problemas técnicos que amenazan específicamente la sustentabilidad de Modelos de Negocios basados en la IDE. Se identificaron tres problemas. Coincidiendo con directivas de INSPIRE, se ha señalado la necesidad de encontrar mecanismos técnicos para armonizar datos con base planimétrica diferente, o lo que es lo mismo mejorar el Error Medio Cuadrático (EMC) de un mapa existente utilizando puntos de control. Los primeros ensayos realizados muestran que es posible reducir significativamente (a 30% del valor original) este estadístico, ilustrando una posible línea de acción basada en algoritmos novedosos.

Otro problema identificado es el de piratería, problema relevante para empresas u organismos productores de datos y que tienen un Modelo de Negocios basado en recuperación de inversiones mediante facturación por ventas. La solución ofrecida y ensayada se basa en el uso de Marcas de Agua, que esencialmente inserta un número de serie invisible e indeleble a cada instancia de un mapa vectorial entregado bajo contrato a un comprador legítimo. La solución frena la piratería indirectamente, bajo la amenaza de poder identificar al comprador legítimo que cedió un ejemplar para ser copiado ilegítimamente. El sistema ya está en uso en Uruguay.

El último problema señalado es el de la certificación de autenticidad de datos. A diferencia de la solución matemática en boga en el comercio electrónico en que sólo se autentican archivos completos, aquí se desea autenticar los objetos geográficos individuales. Ello permitiría en un caso extremo detectar fraudes, pero también podría usarse para objetivos menos críticos como asignar una fecha de última actualización a cada objeto.

La buena salud de la IDE vista como un sistema dependerá de mitigar los riesgos e impedimentos que afecten a los actores a cumplir sus roles. Un sector público, sólidamente financiado por el presupuesto ordinario, puede estar blindado a algunos problemas y podrá continuar con su Modelo tradicional de Negocios aunque la IDE se haya incorporado al entorno. En cambio, el sector privado (y el sector público cuando basa su operación en la recuperación

de inversiones por facturación) están o estarán evaluando nuevos Modelos de Negocios en el marco de las IDEs. En opinión del autor es importante visualizar los riesgos asociados e investigar en la solución de los mismos ya desde etapas tempranas de instalación de las IDEs, responsabilidad que le cabe a los investigadores.

REFERENCIAS

1. Anon. (2001): Centrica and Ordnance Survey settle Automobile Association copyright case. <http://www.ordsvy.gov.uk/media/newsreleases/2001/march/agreement.htm> (último acceso: setiembre 2005)
2. Bacci, A. and López, C. (2003): Evaluation tests performed over a proposed anti-piracy system for digital vector datasets. Cambridge Conference, Cambridge, UK, 21-25th July. <http://www.thedigitalmap.com/en/docs/EvaluationTestsPerformed.htm> (último acceso: setiembre 2005)
3. Cox, I. J. and Miller, M. L. (2002): The First 50 Years of Electronic Watermarking. EURASIP J. of Applied Signal Processing, 2002, 2, 126-132
4. Gopalakrishnan, K.; Memon, N. and Vora, P.L. (2001): Protocols for Watermark Verification. IEEE Multimedia, 2-9, Oct-Dec 2001
5. Knight, K. (2002): Sony's latest CD copy protection comes unstuck. <http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn2294> (último acceso: setiembre 2005)
6. Lintian, Q. and Nahrstedt, K. (1998): Watermarking Schemes and Protocols for Protecting Rightful Ownership and Customer's Rights. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 9, 194-210.
7. López, C. (2002): Watermarking of Digital Geospatial datasets: a review of Technical, Legal and Copyright issues. *International Journal of Geographic Information Science*, 16, 6, 589-607.
8. López, C. (2004): Un protocolo para protección contra piratería de mapas digitales utilizando marcas de agua. VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía TOPCART 2004, Madrid, España. http://www.thedigitalmap.com/~carlos/papers/rep04_1/TopCart2004.pdf (último acceso: setiembre 2005)
9. López, C. (2005): Curso de Protección de Propiedad Intelectual mediante Marcas de Agua <http://www.thedigitalmap.com/watermark/curso/propiedadIntelectual.pps> (último acceso: setiembre 2005)
10. Memon, N. and Wong, P. W. (1998): A buyer-seller watermarking protocol. *IEEE Signal Processing Society 1998 Workshop on Multimedia Signal Processing* December 7-9, 1998, Los Angeles, California, USA
11. Smits, Paul (2003): INSPIRE Architecture and Standards Position Paper. Architecture And Standards Working Group. Edited by Paul Smits. 64pp. <http://www.ec-gis.org/inspire> (último acceso: setiembre 2005)