

METADATOS DE TELEDETECCIÓN. EL DÍA DESPUÉS

AMARO CORMENZANA, ALBERTO*,
PRADO ORTEGA, ELENA*,
JIMENEZ MICHAVILA, MARCOS*.

* ÁREA DE TELEDETECCIÓN
(INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROESPACIAL I.N.T.A)
Ctra de Ajalvir s/n. Torrejón de Ardoz (Madrid)
amaroca@inta.es, jimenezm@inta.es, pradooe@inta.es

Resumen

La presentación tiene como objetivo mostrar el estado actual de acceso a los metadatos de Teledetección tanto por parte de los usuarios, como de las aplicaciones. Una situación que, en principio, no variará mucho en el momento en que aparezca la publicación definitiva de la especificación ISO19139, prevista para este año 2006.

Desde hace unos años, se encuentran definidas claramente las recomendaciones de la directiva INSPIRE y las líneas de trabajo que vienen marcadas por el entorno de la normativa ISO aplicable a los metadatos de información geográfica. En España, impulsados por el Consejo Superior Geográfico y sus grupos de trabajo, han ido apareciendo muchos proyectos, catálogos e IDE's en los que el contenido de información fundamental se basa en entornos GIS.

En el campo de la Teledetección, aunque muchos datos se pueden tratar directamente de acuerdo con las recomendaciones del Nucleo Español de Metadatos (NEM), y por tanto ajustándose a la recomendación mínima aplicable, nos encontramos con información específica que no encaja fácilmente en los metadatos que nos ofrece esta recomendación y tampoco en la norma principal: la ISO19115 que define todos los metadatos de información geográfica disponibles.

El día después lo marcará la publicación definitiva de la especificación técnica ISO19139, que contendrá la definición del esquema XML. En ese momento, el esquema de validación de ficheros XML será aceptado y servirá para discernir la información que se ajusta a los requisitos de interoperabilidad.

Con independencia del formato interno que se utilice en los catálogos, si se quiere que la información que acompaña a las imágenes de teledetección sea fácilmente interpretable y localizable, deberá ajustarse a estos estándares. Esto garantizará la posibilidad de intercambiar datos entre usuarios, organismos y aplicaciones diferentes, es decir, cumplir los principios básicos de INSPIRE y un ahorro evidente de documentación adicional.

La intención de esta presentación es mostrar las dificultades encontradas y las soluciones adoptadas en el Área de Teledetección del INTA, donde se lleva trabajando varios años con los sucesivos borradores de la norma ISO19139 para preparar ficheros XML y con la norma ISO19115 para localizar los metadatos más apropiados:

- 1) Dificultad de ubicación de algunos datos en los metadatos de la ISO19115.
- 2) Definición de extensiones a la norma.
- 3) Presentación y visualización de los metadatos.

Con respecto al último punto, la visualización de los ficheros XML, de acuerdo con los comentarios que recibimos por parte de los usuarios, es un concepto crítico que también podrá empezar a resolverse a partir de la aparición de la norma ISO19139. Los usuarios necesitan localizar la información en extensos y complicados ficheros XML, por lo que el lenguaje de hojas de estilo para XML y sus transformaciones, que simplifican la apariencia de los metadatos, pronto se convertirán en un requerimiento común.

También es importante comentar el estado actual de las aplicaciones disponibles para el tratamiento de imágenes de Teledetección, esencialmente en su adaptación a la normativa ISO. Así como citar la disparidad entre los formatos de imágenes de satélites que, evidentemente, dificulta la consecución de criterios de interoperabilidad.

A modo de conclusión, la identificación de los aspectos propios de la Teledetección que necesitan un enfoque diferente, así como la aportación de todos los profesionales especializados en este campo, señalan el camino que hay que recorrer a partir del momento en que la especificación ISO19139 se convierta en el documento válido para conectar a los usuarios con la información o viceversa.

Palabras clave: IDEE, metadatos, teledeteccion, sensor hiperespectral, XML

1 INTRODUCCIÓN

El impulso que durante estos últimos años ha recibido el tratamiento e incorporación de metadatos a la información geográfica se entiende a partir del desarrollo de la iniciativa de la Comisión Europea INSPIRE [1] (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Esta recomendación intenta agrupar a todos los órganos implicados en esta área de trabajo para conseguir alcanzar un objetivo fundamental: la interoperabilidad de la información, es decir, facilitar el intercambio de diferentes tipos de datos entre diferentes organismos, usuarios y aplicaciones.

Para conseguir estos objetivos se utilizan, entre otros mecanismos, las normas ISO relacionadas con la información geográfica generadas por el grupo de trabajo TC211 [2].

Hay dos normas que constituyen la referencia principal: la ISO19115 "Metadatos de Información Geográfica" y la ISO19139 "Implementación del Esquema XML", y a partir de ellas se accede a un elevado número de normas adicionales.

El objetivo de la interoperabilidad requiere facilitar que todos los usuarios y/o aplicaciones conozcan cómo llegar a los datos. Y para que esto se pueda llevar a cabo es necesario especificar cómo se debe presentar y guardar la información (los metadatos). De modo que sea posible acceder a un campo de información simplemente conociendo cual es la posición exacta en la que se guarda dentro de un fichero de metadatos.

El formato que se utiliza para guardar los metadatos es, por su idoneidad y universalidad, el XML (Extensible Markup Language). Un formato que ya se estaba utilizando en otras aplicaciones (muchas de ellas relacionadas con la transmisión de información por la red), y que permite, por su estructura jerarquizada, la distribución de los metadatos en entidades o agrupaciones de elementos.

Es la norma ISO19115 la que se encarga de definir hasta 409 metadatos y su jerarquía, pero no hace referencia al modo en el que se deben presentar los metadatos.

Para resolver cual es el formato más adecuado, el TC211 ha desarrollado otra norma, la ISO19139, que referencia un esquema completo de los metadatos especificados en la ISO19115 y define cómo debe hacerse la creación y validación de ficheros con formato XML para garantizar la normalización entre las fuentes de

datos. Actualmente esta norma es un borrador pero su publicación definitiva se producirá durante el año 2006.

Todo este esfuerzo, permitiría resolver la unificación de formatos de modo local, cada organismo puede hacer un esfuerzo de adaptación a un formato único de metadatos en XML, pero es necesario cubrir otro requisito de INSPIRE: el acceso y la localización de la información.

En esta línea de distribución, catalogación e intercambio de información a través de Internet, tiene un papel fundamental el consorcio de empresas y organizaciones OpenGis [3].

Durante los últimos años se han publicado recomendaciones que, por su aceptación general, se convierten casi en estándares, para definir cómo deben ser los servicios web de intercambio de información a través de Internet.

Por ejemplo, están plenamente extendidos, el WMS (servicio web de mapas), WFS (servicio web de "features") o el WCS (servicio web de catálogo).

Estos son los puntos fundamentales que están permitiendo la proliferación de IDE's (Infraestructuras de Datos Espaciales) y son la base para entender y trabajar por la interoperabilidad.

Sin embargo, detrás de todos estos esfuerzos, ha existido habitualmente una filosofía más próxima al mundo GIS, de datos vectoriales y se ha contemplado la información procedente de la teledetección, como información auxiliar, como una capa de información adicional.

En el Área de Teledetección del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (I.N.T.A.) se lleva trabajando desde finales del 2003 con la idea de adaptar la información a estos estándares y recomendaciones comentados previamente. Se han encontrado muchas dificultades y es, en cierta medida, el objetivo de esta presentación, comentarlas.

La publicación de la especificación ISO19139 permitirá validar los ficheros XML que pretendan adaptarse a la normativa ISO19115.

Dicho de un modo más sencillo, si un fichero de metadatos no pasa el esquema definido en la ISO19139, significa que su información no es accesible para otras aplicaciones y/o usuarios. Es decir, seguirá siendo un formato local, no interoperable.

Como ya se ha comentado previamente, la publicación de esta especificación ISO19139, está prevista antes de que acabe 2006. Y ese momento representará el

punto de inicio de un trabajo muy laborioso para adaptar los catálogos, formatos y aplicaciones al esquema XML.

La pregunta es: ¿cuál es la capacidad de adaptación a estos cambios en el ámbito de la teledetección en España ?

En este artículo se presentan los pasos que ya se han dado en el INTA, las dificultades encontradas y, a modo de conclusión, algunas de las medidas necesarias para alcanzar la interoperabilidad en el ámbito de la teledetección.

2 Incorporación de información específica de teledetección a los metadatos definidos en la norma ISO19115.

En el Área de Teledetección del INTA [4] se trabaja fundamentalmente con los datos obtenidos mediante nuestros propios sensores aeroportados: el multiespectral DAEDALUS1268 y el hiperespectral AHS [5][6], de reciente adquisición. Y en alguna campaña o proyecto específico, con datos procedentes de alguno de los sensores que montan los satélites comerciales de teledetección.

Así mismo, en el Área de Teledetección se cuenta con el CREPAD [7] ubicado en la estación de Maspolomas (Gran Canaria) desde donde se distribuyen datos y productos procedentes de los sensores: AVHRR (NOAA), SeaWiFs (SEASTAR), MOS (IRS-PR) y Meris (ENVISAT).

El proyecto de incorporación de los metadatos a ficheros XML según la normativa ISO se inició a finales de 2003 y ha tenido varias fases:

- ❑ Estudio de la normativa ISO.
- ❑ Desarrollo de una aplicación (IME [8]) para comprender la jerarquía de la norma ISO19115 y poder realizar todos los pasos siguientes.
- ❑ Definición del Perfil de metadatos (selección, entre todos los que ofrece la ISO19115, de los metadatos que mejor se adaptan a la información)
- ❑ Creación de plantillas con la información global (ficheros de texto que contienen, ya rellenos, los datos que no cambian entre campañas)
- ❑ Generación, lectura y validación de ficheros XML.
- ❑ Generación de hojas de estilo y HTML (para facilitar la interpretación de los ficheros XML)

| Id... | Nombre Norma | Definición | Tipo de Dato | Dominio |
|-------|--------------------|---|----------------|-----------------|
| 1 | MD_Metadata | Metadato: ROOT ENTITY of the ISO19115 hierarchy. | class | 2,3,4,5,6,7,... |
| 2 | fileIdentifier | Metadato: unique identifier for the file. | characterst... | free text |
| 3 | language | Metadato: language. | characterst... | ISO 639-2 ... |
| 4 | characterSet | Metadato: character coding standard (full name). | codelist | MD_Charac... |
| 5 | parentIdentifier | Metadato: file identifier to which this metadata is a subset(child). ISO19115:2003/Cor.1:2006 | characterst... | free text |
| 6 | hierarchyLevel | Metadato: scope (see ISO19115 Annex H for more info). IME COMMENT: Sometimes only few metadata of the total are revised. This element define the modification level. | codelist | MD_ScopeC... |
| 7 | hierarchyLevelName | Metadato: hierarchy level name. | characterst... | free text |
| 8 | contact | Metadato: responsible. | class | CI_Respon... |
| 9 | dateStamp | Metadato: creation date. | iso19103 d... | Date |
| 10 | metadataStand... | Metadato: standard used (include standard and profile name). | characterst... | free text |
| 11 | metadataStand... | Metadato: standard version (include standard and profile version). ISO19115:2003/Cor.1:2006. | characterst... | free text |
| 1... | dataSetURI | Metadato: (URI-Uniformed Resource Identifier) of the dataset. | characterst... | free text. |
| 1... | locale | Metadato: linguistic extension (localized characterstring). ISO19115:2003/Cor.1:2006. | class | PT_Locale |
| 12 | spatialRepresen... | Metadato: dataset spatial representation info. | association | MD_Spatial... |
| 13 | referenceSyste... | Metadato: dataset spatial and temporal reference systems. | association | MD_Refere... |
| 14 | metadataExten... | Metadato: extensions description. IME COMMENT: Extensions are new metadata added to a metadata profile. | association | MD_Metada... |
| 15 | identificationInfo | Metadato: resource(s) which these metadata are referring to. | association | MD_Identifi... |
| 16 | contentInfo | Metadato: features catalogue, coverages and images data characteristics. | association | MD_Conten... |
| 17 | distributionInfo | Metadato: distributor. | association | MD_Distrib... |
| 18 | dataQualityInfo | Metadato: assessment of resource(s) quality. | association | OQ_DataQ... |

Figura 1. Software IME version 4.0 (INTA)

Todas estas fases se han cumplimentado utilizando la norma ISO19115:2003 y los borradores de la norma ISO19139 que han ido apareciendo.

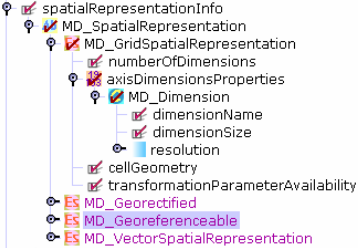
Actualmente se está trabajando con la versión 4.0 del Software IME que ya incluirá la versión definitiva del esquema de la ISO19139 y permitirá, por tanto, la validación de los ficheros XML.

Durante este proceso se intentó una aproximación al Nucleo Español de Metadatos (NEM v.1.0) [9], una importante iniciativa del Grupo de Trabajo de la IDEE para definir un conjunto mínimo de metadatos que permitan poner en marcha nuevas Infraestructuras de Datos Espaciales y contar de un modo unificado con una misma base de metadatos para trabajar con la información geográfica.

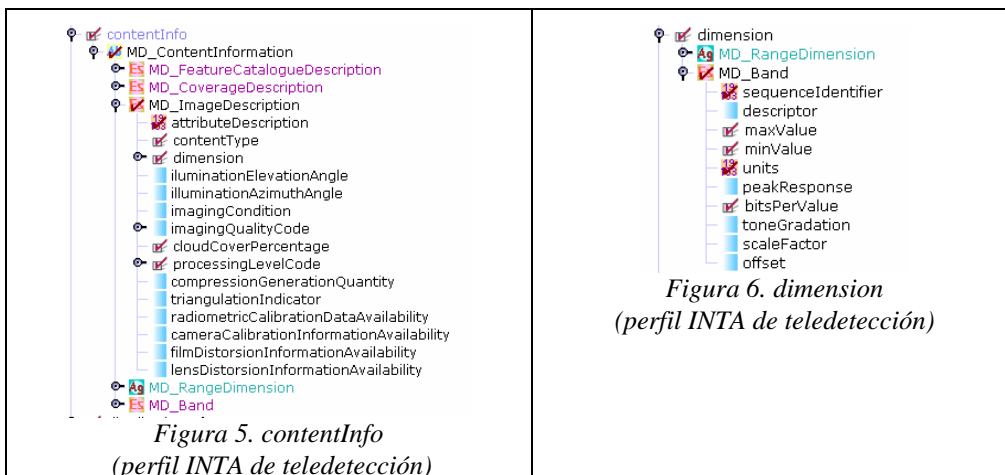
3 Comparación NEM - Perfil INTA

Ya durante la fase de definición del Perfil del Área de Teledetección [10][11] se encontraron problemas de localización de algunos metadatos que, para las imágenes de teledetección, son fundamentales.

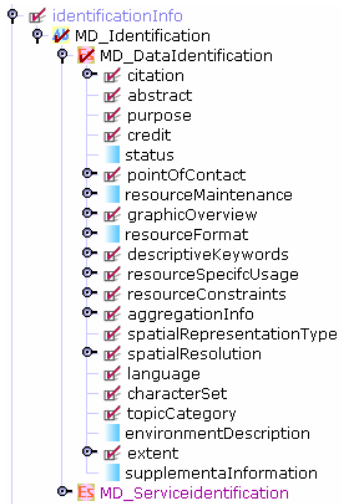
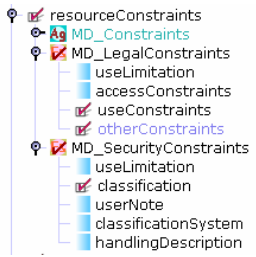
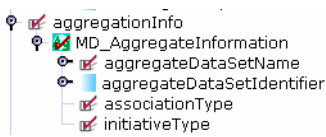
Las tablas siguientes muestran una comparación entre los metadatos que incorpora el NEM y los que fue necesario incorporar o modificar para trabajar con datos de teledetección:

| Entidad principal | NEM | PERFIL-INTA |
|--|----------------------|--|
| <p><i>spatialRepresentationInfo</i></p> <p>Representación espacial de los datos.</p> | <p>NO SE UTILIZA</p> | <p>Aunque se ofrecen tres opciones aplicables a Teledetección:</p> <p><i>MD_GridSpatialRepresentation</i></p> <p><i>MD_Georectified</i></p> <p><i>MD_Georeferenceable</i></p> <p>Se ha optado por la primera, para evitar la multiplicación de perfiles.</p> <p>Para imágenes georreferenciables o georreferenciadas, se indica "1-yes" en <i>transformationParameterAvailability</i></p> <p>Y el sistema de referencia de la imagen se indica en <i>referenceSystemInfo</i></p> |
|  <p>Figura 2. <i>spatialRepresentationInfo</i> (perfil INTA de teledetección)</p> | | |

| Entidad principal | NEM | PERFIL-INTA |
|-------------------------------------|------------------------------|--|
| <p><i>metadataExtensionInfo</i></p> | <p>NO DEFINE EXTENSIONES</p> | <p>Se define una extensión para contemplar la información relativa a</p> |



| Entidad principal | NEM | PERFIL-INTA |
|---|--|---|
| <p>identificacionInfo</p> <p>Información básica sobre los recursos a los que se aplican los metadatos.</p> | <p>Incluye de <i>MD_DataIdentification</i>, los siguientes elementos:</p> <p><i>citation, abstracta, purpose, credit, pointOfContact, descriptiveKeywords, resourceSpecificUsage, resourceConstraints, aggregationInfo, spatialRepresentationType, spatialResolution, language, characterSet, topicCategory</i> y <i>extent</i>.</p> <p>Restricciones:</p> <p>Pueden ser :</p> <p><i>MD_LegalConstraints</i></p> <p>Donde el NEM utiliza:</p> <p><i>accessConstraints, useConstraints, otherConstraints.</i></p> <p>Y <i>MD_SecurityConstraints</i></p> | <p>Se añaden a los elementos del NEM: <i>graphicOverview</i> para identificar fichero "quicklook" de las imágenes.</p> <p>En <i>citation</i> no se incluye <i>citedResponsibleParty</i> pues puede ser redundante con la información de <i>pointOfContact</i>.</p> <p>En restricciones, no se incluye <i>accessConstraints</i> porque no se trabaja con restricciones de acceso a los datos entregados.</p> <p>La inclusión de <i>otherConstraints</i> abre la posibilidad de incluir texto libre para definir restricciones especiales.</p> <p>Restricciones:</p> <p>Se incluye <i>MD_SecurityConstraints</i> para manejar información restringida. Concretamente el elemento</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>que no es incluido en el NEM.</p> <p>Información sobre agregaciones definidas en el conjunto de datos</p> <p>Se incluyen en <i>aggregationInfo</i> los elementos: <i>aggregateDataSetName</i>, <i>aggregateDataSetIdentifier</i>, <i>associationType</i> e <i>initiativeType</i></p> | <p><i>classification</i></p> <p>Información sobre agregaciones:</p> <p>Se usa para identificar información que engloba todos los datasets, por ejemplo información sobre otras campañas de vuelo relacionadas y/o datos auxiliares.</p> <p>No se utiliza <i>aggregateDataSetIdentifier</i> porque si se identifica directamente el <i>aggregateDataSetName</i> no es necesario.</p> |
|  <p><i>Figura 7. identificationInfo (perfil INTA de teledetección)</i></p> |  <p><i>Figura 8. resourceConstraints (perfil INTA de teledetección)</i></p>  <p><i>Figura 9. aggregationInfo (perfil INTA de teledetección)</i></p> | |

4 Metadatos de teledetección.

La norma ISO19115 considera los datos raster como una información auxiliar, una imagen con datos binarios que se incorpora frecuentemente a los datos vectoriales y que por tanto necesita estar presente entre los metadatos.

Sin embargo, la información tratada en el campo de la teledetección contempla muchas variables adicionales de difícil ubicación, así como formatos y procesos específicos.

4.1 Datos raster

Los datos raster se pueden definir como una malla regular, formada por celdas, cada una de las cuales lleva asociado un valor numérico. Estos valores pueden representar variables como el nivel digital observado, radiancias, reflectancias, temperaturas o alturas (en el caso de tratarse de modelos digitales del terreno). Además los datos almacenados pueden consistir también en variables temáticas derivadas como: índices de vegetación, resultados de algún tipo de algoritmo o clasificaciones temáticas.

La entidad que comprende esta información es *contentInfo* (ver figura10)

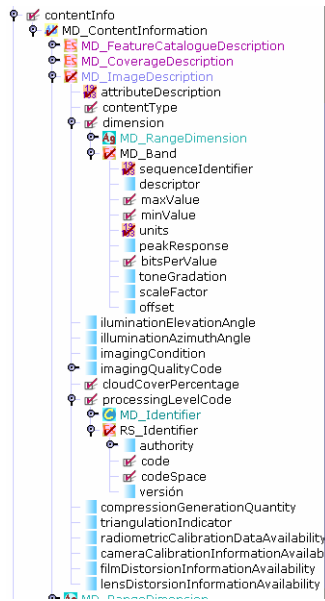


Figura 10. *contentInfo*
(perfil INTA de teledetección)

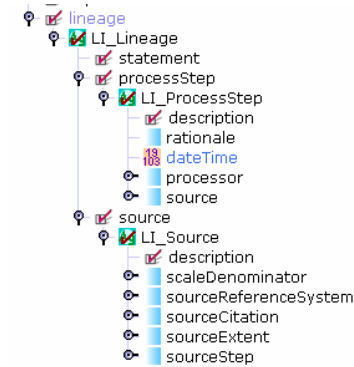
En esta entidad se han incluido metadatos específicos sobre la imagen o sobre la geometría que, o bien apuntan a *codelists* que deberían ser ampliados o bien permiten "texto libre" que imposibilita la homologación a la hora de localizar la información.

Por otro lado, el metadato utilizado para representar unidades de medida: *uom* define, únicamente: *Area*, *Time*, *Velocity*, *Volume*, *Angle*, *Scale* y *Length*, que resultan insuficientes para definir las diferentes variables que puede representar una imagen raster.

4.2 Procesamiento de los datos

Los procesos que se aplican sobre los datos en bruto pueden ser complejos y requerir una referencia en los metadatos y además pueden modificar la geometría y la variable original almacenada en la imagen. Por ello es importante que el usuario conozca todos los procesos aplicados sobre la imagen hasta obtener el producto que llega a sus manos.

Para explicar estos procesos se utiliza la entidad *LI_Lineage*, pero la limitación en los metadatos que contiene, obliga en muchas ocasiones a recurrir a los elementos de tipo "texto libre" (como por ejemplo *description*) para añadir una explicación pormenorizada de los algoritmos.



*Figura 11. lineage
(perfil INTA de teledetección)*

4.3 Volumen de los datos

Una imagen obtenida y procesada con el sensor aeroportado hiperespectral AHS (80 canales) del INTA, puede alcanzar un tamaño de 1 o 2 Gigas.

Este dato afecta principalmente a la fase de distribución de información por Internet.

Las especificaciones como WMS (Web Map Service) de OpenGis facilitan la incorporación de una capa raster sobre los datos vectoriales como respuesta a la solicitud de una aplicación cliente. Pero es necesario acudir a la especificación WCS (Web Coverage Service) para manejar con más eficiencia datos raster, aunque necesitará una revisión más profunda cuando se trate de datos de teledetección con un volumen tan elevado.

¿Cómo guardar esta información en la base de datos del catálogo?, ¿cómo resolver los problemas de escalas?, estas y otras preguntas, sobre la velocidad, formatos de compresión, etc... surgen en cuanto se hacen pruebas de respuesta a una petición de una imagen de teledetección via servicio web.

4.4 Multiplicidad de formatos

No existe un formato unificado para los ficheros de teledetección.

En función de su origen (sensor) o aplicación, podemos encontrar multitud de extensiones diferentes para contener una información, en muchos casos, muy similar.

Por ejemplo:

HDF-EOS[12] (Formato de productos procedentes del "NASA Earth Observing System" (EOS))

CEOS [13](Formato que se utilizan para datos radar: Radarsat, ERS, JERS-1)

Los datos procedentes del sensor AVHRR[14] de NOAA pueden venir en varios formatos en función del equipo de recepción utilizado (Level 1b 8-bit/10-bit/16-bit HRPT/LAC, Level 1b 8-bit/10-bit/16-bit GAC, Dartcom16-bit HRPT, Satlantic16-bit HRPT, etc...)

Hay formatos genéricos como MrSID [15], GeoTiff [16], JPEG2000 [17]

Y formatos específicos para cada aplicación: Erdas [18], Geomatica [19], ENVI [20].

SPOT [21] utiliza el formato Dimap, LANDSAT [22] utiliza FastL7, HDF o GeoTiff.

Queda pendiente una conexión de todos estos formatos con el XML validado que presente la norma ISO19139. Y al mismo tiempo es necesario resolver la definición y ubicación de los metadatos que todos los organismos implicados consideren obligatorios.

5 Conclusiones

En el campo GIS se lleva trabajando varios años tanto a nivel nacional como internacional con la normativa y las recomendaciones ya comentadas.

Este trabajo ya realizado sirve de base para la incorporación de la información geográfica proveniente de otros campos, como ocurre con la teledetección.

Sin embargo hay muchos elementos específicos de teledetección que requieren una revisión por parte de los principales organismos, profesionales y empresas que trabajan en esta área.

Todas las dificultades que se han encontrado en el trabajo realizado en el Área de Teledetección del INTA se pueden resumir en la necesidad de tomar decisiones individualmente ante la dificultad de encontrar otras referencias.

Actualmente está muy abierta la ubicación de los datos de las imágenes dentro de la jerarquía de la ISO19115. Los borradores de la futura norma ISO19115-part2 ("Metadata for imagery and gridded data") todavía no pueden garantizar que las modificaciones que vendrán, solucionen los problemas que se han presentado.

En todo caso esta ampliación de la norma todavía tiene un largo camino por delante y el día de la publicación del esquema definitivo propuesto por la ISO19139, está muy próximo.

Por todo ello es fundamental que a nivel nacional se unifiquen criterios en cuanto a:

- ❑ Selección de perfiles de teledetección (orientando su estudio a partir de los diferentes sensores disponibles)
- ❑ Necesidad de disponer, de la misma manera que se ha hecho con el Núcleo Español de Metadatos, de un Núcleo de Metadatos de Teledetección.
- ❑ Localización de metadatos (ubicación consensuada de la información más crítica, eludiendo en lo posible los campos de *"texto libre"* para incorporar largos párrafos de esta información.
- ❑ Extensiones a la norma ISO19115 (será inevitable añadir nuevos metadatos y, si se quiere que sean interoperables, deberán incorporar una ampliación también para el esquema de la ISO19139).
- ❑ Estudio de las recomendaciones OpenGis para servicios WEB aplicadas especialmente a los catálogos de imágenes de teledetección.

Referencias

- [1] INSPIRE Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing an infrastructure for spatial information in the Community). <http://inspire.jrc.it>.
- [2] ISO-TC211. Standardization in the field of digital geographic information. <http://www.isotc211.org/>
- [3] OPENGIS. Open Geospatial Consortium. <http://www.opengeospatial.org/>
- [4] INTA. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. <http://www.inta.es>
- [5] AHS Sensor hiperespectral del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. <http://www.crepad.rcanaria.es/es/info/npoc/indexlab.html>
- [6] Alix Fernandez Renau, Jose Antonio Gomez, Eduardo de Miguel (2005) "The INTA AHS system". Proceedings of SPIE Volume: 5978
- [7] CREPAD. Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de datos de Observación de la Tierra. <http://www.crepad.rcanaria.es>.
- [8] IME (ISO Metadata Editor) <http://www.crepad.rcanaria.es/es/info/metadatos/index.htm>
- [9] N.E.M. <http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf>
- [10] Domínguez Barroso A., Amaro Cormenzana, A. y de Miguel Llanes, E. (2005) "Perfil de metadatos del Servicio de Teledetección de INTA". XI Congreso Nacional Teledetección de Tenerife.
- [11] Amaro Cormenzana A., Domínguez Barroso M. y Jiménez Michavila M. (2005) "Metodología para la generación de Metadatos según la normativa ISO19115 (Metadatos de Información Geográfica) e ISO19139 (Especificación de la Implementación)". XI Congreso Nacional Teledetección de Tenerife.
- [12] HDF EOS <http://hdf.ncsa.uiuc.edu/hdfeos.html>
- [13] CEOS. <http://www.ifremer.fr/cersat/en/data/manuals/ceos.htm>
- [14] AVHRR. <http://www.nesdis.noaa.gov/>
- [15] MrSID. <http://www.lizardtech.com/>
- [16] GeoTiff. <http://www.remotesensing.org/geotiff/spec/geotiffhome.html>
- [17] JPEG2000. <http://www.jpeg.org/jpeg2000/>
- [18] Erdas. <http://www.erdas.com>
- [19] Geomatica. <http://www.geomatica.com>
- [20] ENVI. <http://www.rsinc.com>
- [21] SPOT . <http://www.spotimage.fr>
- [22] LANDSAT. <http://landsat.usgs.gov>