

PROTOCOLO PARA LA INCORPORACION DE LAS CARTAS GEOLÓGICAS DE LA REPÚBLICA DE ARGENTINA

Autores: Marquinez Garcia J.; Garcia Manteca P.; Sánchez Sánchez D; Colina Vuelta A.; Candaosa N. G.; Chavez S. B.; Ferpozzi F.J.; Olmos M. I.; Benitez J.; Rodriguez V.; Gambande L.; Tavitian Serrano A. F.; Oyola M.

Contribuciones técnicas e Informes sobre SIG e IDE N°27
Buenos Aires - Diciembre 2018



INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES

**PROTOCOLO PARA LA INCORPORACION DE LAS CARTAS
GEOLOGICAS DE LA REPUBLICA DE ARGENTINA**

Dirección

MARQUINEZ GARCÍA, Jorge¹

Coordinación

GARCÍA MANTECA, Pilar¹

Supervisión y Coordinación:

CANDAOSA, Norberto Gabriel²; CHAVEZ Silvia Beatriz²; FERPOZZI, Federico Javier².

Equipo técnico

SÁNCHEZ SÁNCHEZ¹, David COLINA¹; VUELTA, Arturo¹; GIMENEZ GREDILLA, Daniel¹; FERNANDEZ IGLESIAS, Juan Carlos¹; OYOLA, Matias²; OLMOS, Maria²; GAMBANDE, Liliana²; BENITEZ, Javier²; TAVITIAN SERRANO, Ana Felisa²; RODRIGUEZ, Valentin². CANDIANI, José²; FRANCHI, Mario²; PANZA, José²; FAUQUE, Luis²; YAMIN, Marcela²; CASA, Analía²; CEGARRA, Marcelo².

Colaboradores

GONZALEZ IGLESIAS¹, Verónica

¹INDUROT: Universidad de Oviedo

²SEGEMAR: Servicio Geológico Minero Argentino

Unidad Sensores Remotos y S.I.G

Instituto de Geología y Recursos Minerales – SEGEMAR

Contribuciones técnicas e Informes sobre SIG e IDE N°27
Buenos Aires - Diciembre 2018



**INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES**

Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 25 | 1650 San Martín – Buenos Aires
República Argentina
(11) 5670-0211 | telefax (11)4713-1359



Servicio Geológico Minero Argentino

Av. Julio A. Roca 651 | 3° Piso
1067 – Ciudad de Buenos Aires
República Argentina
Telefax (11) 4349-3162 | www.segemar.gov.ar

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Julio A. Ríos Gómez

Secretaria Ejecutiva: Lic. Carlos G. Cuburu

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Eduardo O. Zappettini

UNIDAD DE SENSORES REMOTOS Y SIG

Coordinadora: Lic. Graciela Marin

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Marquinez Garcia J., Garcia Manteca P.; Sánchez Sánchez, D; Colina Vuelta D.; Candaosa N. G; Chavez S. B; Ferpozzi F.J; Olmos M. I.; Benitez J.; Rodriguez V.; Gambande L.; Tavitian Serrano A. F.²; Oyola M. Diciembre 2018. Protocolo para la incorporacion de las Cartas Geológicas de la República de Argentina. Contribuciones Técnicas e Informes Sobre SIG e IDE N°27. 65 P. Buenos Aires, SEGEMAR. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Unidad Sensores Remotos y SIG.

PALABRAS CLAVE: SIG, geodatabase, SIGAM, cartografía, geología

CDU 528.8 (035)

ISSN 2618-4915

ES PROPIEDAD DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS
MINERALES – SEGEMAR



ÍNDICE

1. OBJETO DEL DOCUMENTO.....	3
2. ALCANCE	3
3. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.....	3
4. EQUIPO REDACTOR	4
5. INTRODUCCION	5
5.1. LAS BASES DE DATOS	5
5.2. LAS NORMAS PREVIAS Y LA SITUACIÓN ACTUAL.....	5
5.3. LOS MODELOS DE DATOS.....	7
5.3.1. <i>El modelo de Geología Regional</i>	9
5.4. PROYECCIÓN Y MANEJO DE DATOS	12
5.4.1. <i>Sistemas de coordenadas para las bases de datos geográficas (GDB)</i>	14
5.4.2. <i>Sistemas de coordenadas para los MXD de digitalización e impresión</i>	14
5.5. GEODATABASE (GDB) MULTIUSUARIO.....	15
6. DIGITALIZACIÓN Y EDICIÓN DE HOJAS GEOLÓGICAS.....	16
6.1. CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO DE DIGITALIZACIÓN	17
6.1.1. <i>Tolerancias</i>	17
6.1.2. <i>Topología</i>	18
6.1.3. <i>Reglas Topológicas</i>	19
6.2. FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE EDICIÓN	20
6.2.1. <i>Organizar el espacio de trabajo</i>	20
6.2.2. <i>Creación y conexión de la Geodatabase de trabajo</i>	23
6.2.3. <i>Capas de referencia</i>	24
6.2.4. <i>Creación del documento de mapa de trabajo de ArcMap (MXD)</i>	24
6.2.5. <i>Marco de digitalización</i>	25
6.2.6. <i>Seleccionando herramientas de Digitalización</i>	25
6.3. DIGITALIZACIÓN Y CARGA DE ATRIBUTOS PARA LA CARTA GEOLOGICA.....	30
6.3.1. <i>Métodos de digitalización</i>	32
6.3.2. <i>Digitalización de capas de líneas</i>	32
6.3.3. <i>Digitalización de capas de polígonos</i>	35
6.3.4. <i>Digitalización de capas de puntos</i>	37
6.4. CARGA DE VALORES EN LAS TABLAS ASOCIADAS A LA GEOLOGÍA.....	39
6.4.1. <i>Tabla UnidadLitoEstratigrafica</i>	39

6.4.2.	<i>Tabla ComposicionLitológica</i>	40
6.5.	LOS ESQUEMAS AUXILIARES	40
6.5.1.	<i>Esquema regional</i>	40
6.5.2.	<i>Esquema tectónico y/o geomorfológico</i>	40
6.6.	LOS GRÁFICOS INCLUIDOS EN LA CARTA.....	42
6.6.1.	<i>Perfiles transversales</i>	43
6.6.2.	<i>Perfiles columnares</i>	45
6.6.3.	<i>Cuadro estratigráfico</i>	47
6.6.4.	<i>Fuentes de Información</i>	48
6.7.	LOS TEXTOS NECESARIOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE LA HOJA IMPRESA.....	49
6.7.1.	<i>Descripciones Litológicas</i>	49
6.7.2.	<i>Fuentes de Información</i>	51
6.7.3.	<i>Autorías</i>	52
6.7.4.	<i>Datos cartográficos</i>	52
6.7.5.	<i>Referencias del mapa bicontinental</i>	52
6.7.6.	<i>Referencias legales</i>	53
6.8.	CONSTRUCCION DE LAS ANOTACIONES DE UNIDADGEOLOGÍA	53
6.9.	CONSTRUCCION DE LAS ANOTACIONES DE LA TOPOGRAFÍA.....	54
6.10.	REVISIÓN DE LOS DATOS.....	55
6.10.1.	<i>Validacion de la topologia</i>	55
6.10.2.	<i>Validación semántica</i>	57
6.11.	SIMBOLIZACIÓN DEL MAPA	58
6.11.1.	<i>Simbolización de las capas de topografía</i>	59
6.11.2.	<i>Simbolización de las capas de geología</i>	59
6.11.3.	<i>Simbolización del esquema regional para la escala 1:250.000.</i>	61
6.11.4.	<i>Simbolización de la geología y topografía provincial para la escala 1:100.000.</i>	62
6.11.5.	<i>Simbolización de los esquemas geomorfológico y tectónico</i>	62
6.11.6.	<i>Simbolización de perfiles y cuadro litoestratigráfico</i>	63
7.	FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA	65

1. OBJETO DEL DOCUMENTO.

El objetivo principal es elaborar un protocolo de trabajo para la digitalización, edición, carga de atributos e incorporación al modelo de hoja SIGAM de los datos necesarios para la realización de las Cartas Geológicas de la República de Argentina a escala 1:250.000 y 1:100.000.

2. ALCANCE.

El presente documento titulado “**PROTOCOLO PARA LA INCORPORACION DE LAS CARTAS GEOLÓGICAS DE LA REPÚBLICA DE ARGENTINA**” forma parte del Contrato entre SADIM, S.A. e Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) para los servicios de *CONSULTORÍA EN EL ÁMBITO DEL SUBSISTEMA DE PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA DEL SIGAM SEGEMAR (AÑO 2017)*. Para ello se adapta el anterior ***Protocolo para la incorporación de la Carta Geológica de la República de Argentina a escala 1:250.000***. Se incorporan correcciones aportadas desde SEGEMAR, se incluyen las adaptaciones del modelo de datos y la nueva codificación de atributos. También se adapta el contenido para incorporar aspectos relativos a la escala 1:100.000 en los diferentes procesos.

3. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.

Este documento abarca los diferentes aspectos que se detallan a continuación:

- **Introducción al modelo de datos y sistemas de proyección**
- **Descripción metodológica para digitalización y la carga de datos de las Cartas Geológicas.**

- Entorno y módulo de digitalización.
- Digitalización y carga de atributos de capas y tablas.
- Generación de gráficos y textos y anotaciones necesarias para la impresión de la hoja.
- Revisión y validación de los datos digitalizados.

4. EQUIPO REDACTOR.

Dirección

MARQUINEZ GARCÍA, Jorge¹

Coordinación

GARCÍA MANTECA, Pilar¹

Supervisión y Coordinación:

CANDAOSA, Norberto Gabriel²; CHAVEZ Silvia Beatriz²; FERPOZZI, Federico Javier².

Equipo técnico

SÁNCHEZ SÁNCHEZ¹, David COLINA¹; VUELTA, Arturo¹; GIMENEZ GREDILLA, Daniel¹; FERNANDEZ IGLESIAS, Juan Carlos¹; OYOLA, Matias²; OLMOS, Maria²; GAMBANDE, Liliana²; BENITEZ, Javier²; TAVITIAN SERRANO, Ana Felisa²; RODRIGUEZ, Valentin². CANDIANI, José²; FRANCHI, Mario²; PANZA, José²; FAUQUE, Luis²; YAMIN, Marcela²; CASA, Analia²; CEGARRA, Marcelo².

Colaboradores

GONZALEZ IGLESIAS¹, Verónica

¹INDUROT: Universidad de Oviedo

²SEGEMAR: Servicio Geológico Minero Argentino

5. INTRODUCCION.

5.1. LAS BASES DE DATOS

La información georreferenciada es especialmente útil para el análisis territorial. Estos datos convenientemente gestionados permiten una comprensión rápida de los fenómenos que afectan al territorio. Actualmente, el volumen de los datos que se manejan como soporte a la toma de decisiones se ha incrementado de manera muy notable y la tendencia es que continúe incrementándose. Para permitir el manejo de estos datos con posición geográfica, se han desarrollado herramientas conocidas como Sistemas de Información Geográfica. (SIG). En estos SIG los datos se encuentran referenciados de acuerdo con sistemas de referencia de coordenadas geográficas o proyectadas y pueden almacenarse, consultarse, combinarse, analizarse e imprimir los resultados, para analizarlos de forma apropiada.

En el caso de la cartografía geológica estas herramientas de información cartográfica permiten:

- disponer de información geológica normalizada, estructurada, consistente y actualizada.
- utilizar la información geológica conjuntamente con otras fuentes de datos temáticas para obtener información derivada o para analizar un área geográfica determinada
- establecer un sistema de producción de cartografía geológica digital de cara a facilitar los procesos de la edición e impresión automática

5.2. LAS NORMAS PREVIAS Y LA SITUACIÓN ACTUAL

La Ley N° 24.224, de Reordenamiento Minero, en su Capítulo I, de las Cartas Geológicas de la República Argentina, dispuso la necesidad de efectuar el relevamiento geológico regular y sistemático del territorio continental, insular, plataforma submarina y Territorio Antártico de la República Argentina, en diferentes escalas (artículo 1).

Para dar respuesta a este mandato la Dirección de Geología Regional, perteneciente al Instituto de Geología y Recursos Minerales (IGRM) tiene la responsabilidad de implementar el Programa Nacional de Cartas Geológicas a escalas 1:250.000 y 1:100.000. El ámbito geográfico del Proyecto es todo el territorio nacional distribuido por hojas a escala 1:250.000 y 1:100.000.

En concordancia con el empleo de las nuevas tecnologías de información, en el

contexto del Programa Nacional de Cartas Geológicas y un convenio entre la DNSG y el ITGE (Instituto Tecnológico Geominero de España), se realizaron las primeras versiones de la norma de digitalización de mapas geológicos en plataforma ArcInfo. Esta norma, al amparo del Programa al Sector Minero Argentino (PASMA) se revisó y adaptó en 1999 (SEGEMAR. IGRM, 2009) la Normativa SIG-NOR-IGRM-003, al Sistema de Producción de Cartas Geológicas a escala 1:250.000. Desde este momento la tecnología SIG ha avanzado y los formatos al uso cambiado. Esta evidencia obliga a una actualización de la norma para adaptarse a los nuevos conceptos.

En la actualidad el SEGEMAR decidió migrar las *cover* de ArcInfo, utilizados hasta la fecha se han adaptado a los formatos más modernos de GDB estructurados en *Feature Dataset* y *Feature Class* de ArcGis, lo que implica importantes modificaciones en la base de datos existente hasta la fecha, en el modelo de datos y en el método de captura y tratamiento de las capas de información.

En orden a las necesidades de organización y manejo de la información geológica, se ha readaptado el diseño inicial para hacerlo compatible con los nuevos sistemas de almacenamiento de datos geográficos, sin perder la información preexistente y mejorando la eficiencia en el manejo y almacenamiento de datos.

El modelo de datos se ha diseñado de acuerdo a los estándares de ArcGIS (ESRI), dado que el SEGEMAR ha optado por este programa para la gestión de sus datos geográficos.

Del mismo modo el sistema de proyección oficial ha pasado a ser el POSGAR 2007. También la anterior estructura en hojas para el almacenamiento de la información ha evolucionado hacia una base de datos continua de todo el País, lo que implica que el almacenamiento de los datos en coordenadas geográficas sea el más indicado, independientemente del formato de la representación gráfica de las hojas impresas.

El formato continuo tiene además importantes implicaciones en la estructura, simbología y codificación cronológica y litológica, dado que deben responder no solo una hoja sino el conjunto de los datos de la Nación Argentina, en una misma base de datos de formato continuo. Lo mismo sucede para el resto de las capas que se almacenan y representan en la GDB corporativa.

La elaboración de unas normas de digitalización, tiene el propósito de definir los criterios básicos y las estructuras necesarias para que pueda realizarse un trabajo coherente y coordinado. Las normas deben ser cumplidas en forma estricta especialmente en cuanto a la nomenclatura asignada a cada uno de los ficheros resultantes, dado que los procesos de computación relacionados con el tratamiento de la información, no admiten ambigüedades.

Debemos distinguir entre la base de datos georreferenciados y los mapas que se componen a partir de ella. La base de datos hace referencia a la organización, estructura y relaciones de la información digital georreferenciada. Con esta información y la incorporación de otros elementos gráficos (no necesariamente georreferenciados) como textos, figuras y/o imágenes se componen los mapas finales con objeto de imprimirlos o consultarlos. Esta composición debe ajustarse a unos criterios predefinidos, para organizarse en una colección de cartas geológicas. Se trata de **establecer las bases para conseguir la unificación de producción cartográfica**, para conseguir un producto homogéneo en apariencia y calidad, estableciendo una serie de normas para la edición del mapa en su conjunto, y cada uno de los elementos que lo componen, que permitan mejorar los procesos de automatización de la edición y el control de calidad del resultado final.

Por tanto hay tres aspectos fundamentales para la definición de un sistema cartográfico digital:

- Modelo de datos
- Normas y procedimientos de digitalización
- Normas y procedimientos de salidas gráficas

En este documento se describen los aspectos correspondientes a las normas y procedimientos (protocolos) de digitalización y edición de los datos relativos a las cartas geológicas.

5.3. Los modelos de datos

Un modelo de datos georreferenciados es un conjunto de reglas que rigen el proceso de pasar datos de la realidad a los Sistemas de Información Geográfica (SIG). A la hora de pasar esa realidad se incluyen múltiples temáticas que marcan el desarrollo de un SIG. El modelo de datos es el primer paso para organizar la información existente de manera que se estructure de forma sencilla y coherente en conjuntos de datos llamados en ArcGis *Feature Dataset* (FDS) y clases de elementos o *Feature Class* (FC) con sus atributos y sus propias normas de relación entre ellas. Estos FDS, FC, tablas relaciones se organizan en Bases de datos geográficas o *Geodatabases* (GDB).

En un modelo de datos deben aparecer todos aquellos temas que permitan incluir los diferentes elementos de la realidad.

Cada capa u objeto que utilicemos en nuestro modelo debe tener una serie de atributos que nos permiten definir sus características, y que se implementan mediante campos, por ejemplo nombre, descripción, código, etc.

Utilizando los GIS podemos manejar las relaciones que muchos de esos objetos tienen entre sí pudiendo realizar preguntas como ¿se encuentran en? O ¿pertenecen a?

Así, si tenemos una capa de núcleos de población, esos datos estarán relacionados con una capa de provincias, tanto a nivel espacial como con un código de unión, pertenecen a una región y están más o menos cerca de una falla determinada.

Un modelo de datos también nos ayuda a planificar la creación de un sistema que permita gestionar la información geográfica que utilicemos, más allá de utilizar capas de información sin más.

El modelo de datos que se utiliza en este documento ha sido generado a partir del trabajo que se ha desarrollado con personal y técnicos del SEGEMAR. Se trata de un modelo complejo que va a integrar mucha información diferente y aún no ha sido probado suficientemente. Tras el periodo de prueba del modelo serán necesarios reajustes que adapten el modelo al trabajo efectuado por los técnicos.

Después de su implementación permitirá disponer de un modelo configurable mediante ficheros y herramientas de ArcGis para que su adopción no sea un proceso abrupto y así puedan alcanzarse los objetivos de productividad marcados en un espacio muy corto de tiempo.

Este sistema pretende permitir almacenar toda la información necesaria, para la edición e impresión de las cartas temáticas, en una única base de datos geográfica, evitar duplicidades de los datos tanto gráficos como tabulares, simplificarlos en la medida de lo posible, revisar la coherencia topológica y permitir la representación conjunta de varias capas temáticas.

Todos los elementos que forman las cartas de escala 1:250.000 y 1:100.000 deben ser organizados y almacenados en formato digital de manera que puedan ser fácilmente accesibles mediante un sistema de estructuras sistemáticas de datos. Para incorporar los datos digitales a una estructura de GDB coherente, ordenada y manejable es aconsejable crear un modelo de datos (XML) al que deben adaptarse las diferentes capas de información que se incorporen al sistema.

Dado que gran parte de los datos almacenados tienen referencias geográficas precisas, es necesario definir con precisión los sistemas de coordenadas utilizados en cada aspecto de la digitalización de los datos. Esta información queda almacenada de manera automática en los metadatos de las capas. Un sistema de coordenadas es cualquier sistema que utiliza un conjunto de números para definir con precisión la situación de un objeto en el espacio. La

representación cartográfica de la superficie terrestre se puede realizar siguiendo diferentes métodos de representación. La mejor elección depende del uso que se pretenda de la cartografía y del lugar que se quiere representar. Los organismos responsables de la cartografía oficial de los diferentes países evalúan los sistemas de representación cartográfica más apropiados.

En Argentina el Instituto Geográfico Nacional es el Órgano Rector en Materia de Cartografía y Geodesia del País.

5.3.1. EL MODELO DE GEOLOGÍA REGIONAL.

Para almacenar la información necesaria, para la elaboración de las cartas de la dirección de Geología Regional se ha construido, con las indicaciones de la contraparte (SEGEMAR), un modelo de datos que se organiza en diferentes FDS, FC, tablas y relaciones.

Este modelo será la norma para el almacenamiento de los datos geológicos para la obtención de cartografía geológica de Argentina.

Para la reordenación de la información se han creado una GBD de ArcGis y dentro de ella se han definido FDS y tablas auxiliares (Figura 1).

Los FDS objeto de este documento son los relativos a los temas de geología y de topografía. Cada FDS se organiza a su vez en capas o *Feature Class* (FC) y las capas contienen información alfanumérica que se almacena en tablas. Estas tablas pueden ser las propias de las capas georreferenciadas o asociadas a ellas a través de un ítem común.

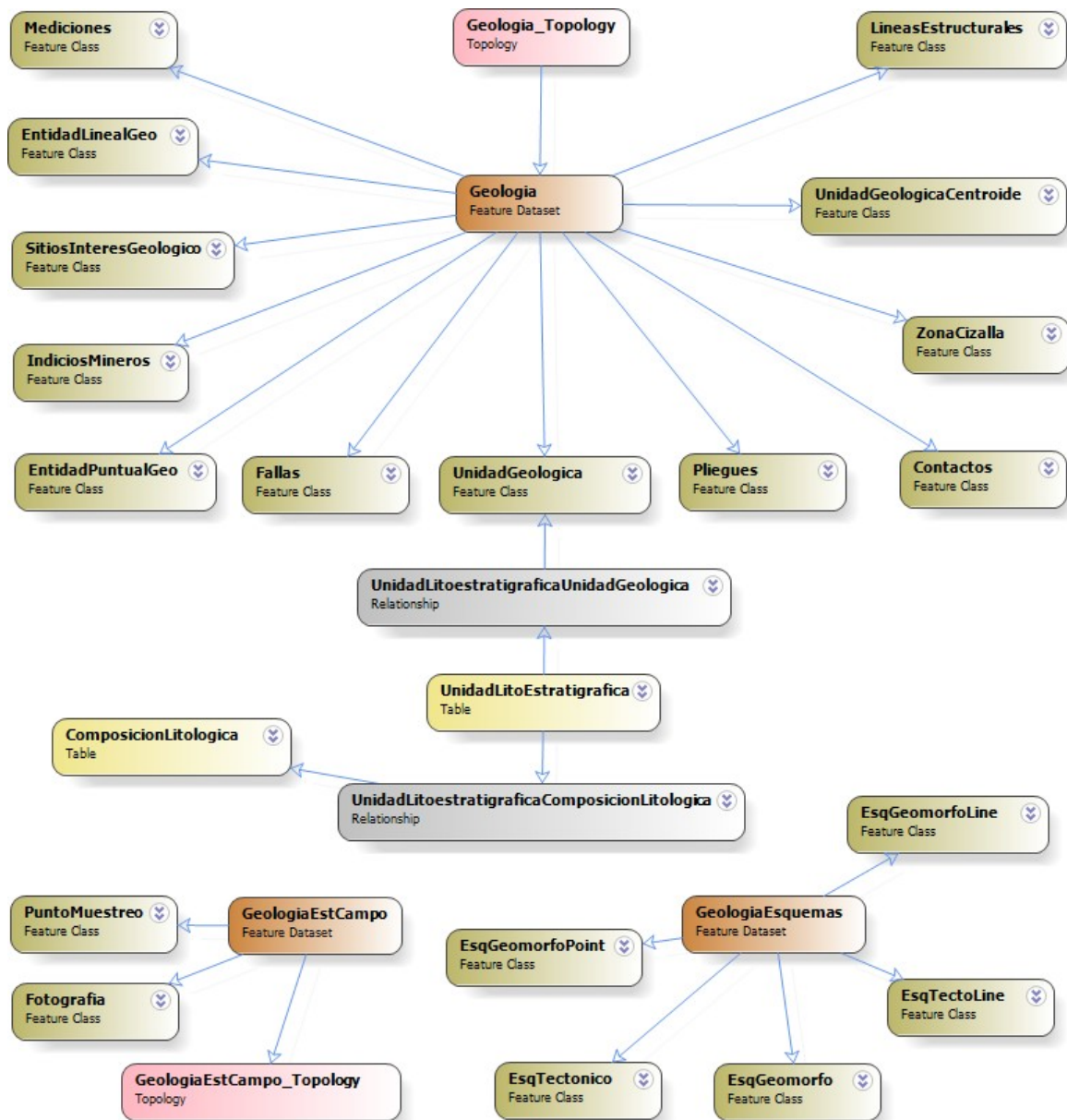


Figura 1. Diagrama de datos con distintos elementos de la GDB y sus relaciones.

Para organizar la información del mapa geológico en la GDB han quedado definidas las siguientes FDS:

1. FDS **Geologia** con información de las clases principales necesarias para construir el mapa geológico.
2. FDS **GeologiaEsquemas** con información de los esquemas auxiliares para la creación de la carta geológica.
3. FDS **GeologiaEstCampo** con información de puntos de muestreo y fotografías.

Además para la representación gráfica de esta carta y de otras que se realizan en el SEGEMAR se aplican las FDS siguientes:

1. FDS **Topografía** que contendrá información derivada del Mapa Topográfico Nacional del IGN.
2. FDS **TopografíaBase** con información de las CLASES de límites administrativos, límites de hoja y otra información de base de pequeña escala con cobertura para todo el país, extraída del IGN.

Para utilizar en los esquemas regionales y auxiliares de la representación gráfica de las cartas geológicas de escala 1:250.000 son necesarias otras FDS:

1. FDS **Topografía25M** con información topográfica y planimetría a escala 2 500 000
2. FDS **Geología25M.** con información de esquemas regionales de diferentes temáticas escala 1:2 500 000.

Para utilizar en los esquemas regionales y auxiliares de la representación gráfica de las cartas geológicas de escala 1:100.000 son necesarias otras FDS:

1. FDS **TopografíaProv** con información topográfica y planimetría a escala provincial.
2. FDS **GeologíaProv.** con información de esquemas regionales de diferentes temáticas escala provincial.

En tablas auxiliares se almacenará información del elemento gráfico que puede ser relacionada a través de un campo con él, con la utilidad de simplificar la tabla principal.

También se almacena información de unidades litoestratigráficas y composición litológica.

Los datos de información topográfica provienen del IGN de Argentina descargados de la página Web del IGN, organizado en los FDS de Topografía y TopografíaBase de la GDB continua para la escala 1:250.000. Esta misma información se usa para la escala 1:100.000.

Para la representación de la carta geológica, además de los datos georreferenciados y tablas relacionadas, incluidas en el modelo de la GDB, son necesarios otros elementos gráficos como dibujos o textos. Se organiza también una estructura para el almacenamiento y orden de todos estos datos que se describirá con más detalle en el capítulo de **Digitalización y edición de hojas geológicas.**

5.4. PROYECCIÓN Y MANEJO DE DATOS.

Un sistema de coordenadas es cualquier sistema que utiliza un conjunto de números para definir con precisión la situación de un objeto en el espacio. La representación cartográfica de la superficie terrestre se puede realizar siguiendo diferentes métodos de representación. La mejor elección depende del uso que se pretenda de la cartografía y del lugar que se quiere representar. Los organismos responsables de la cartografía oficial de los diferentes países evalúan los sistemas de representación cartográfica más apropiados.

En Argentina el Instituto Geográfico Nacional es el Órgano Rector en Materia de Cartografía y Geodesia del País.

El sistema de proyección geográfico oficial, utilizado en Argentina, para la representación de la cartografía, es Gauss-Krüger y será el sistema utilizado para la representación cartográfica impresa de las cartas Geológicas.

Este sistema divide a la República de Argentina en 7 fajas meridianas de Oeste a Este. Recientemente se ha adoptado el Marco de Referencia Geodésico Nacional POSGAR 07, basado en el elipsoide WGS84, para la unificación de toda la cartografía del país.

¹Cada faja de la grilla Gauss-Krüger mide 3° de ancho (longitud) por 34° de largo (latitud) y tiene como propio origen la intersección del POLO SUR con el meridiano central de cada faja. Al igual que en la proyección utilizada en otros países, la UTM (Mercator Transversal Universal), y con el objeto de evitar coordenadas negativas, se le asigna al meridiano central de cada faja el valor arbitrario de 500 000 metros y al POLO SUR el valor de cero metros.

Cabe señalar que en esta proyección el origen de las ordenadas "X" es el POLO SUR y son positivas hacia el ECUADOR. Su valor expresa la distancia en metros del punto al polo sur. El origen de las abscisas "Y" es el meridiano central de cada faja.

Para evitar el signo negativo de los valores "Y" situados al Oeste del meridiano central de cada faja (MCF) ya que las ordenadas aumentan hacia la derecha, se asigna convencionalmente se asigna a cada meridiano central el valor 500 000 en vez de la ordenada "Y" = 0 , anteponiéndole el número correspondiente a cada faja . Se obtiene entonces:

¹ Información extraída de la Web del IGN:

<http://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/ProduccionCartografica/Introduccion>

Meridiano 72°	1ra. Faja	Ordenada "Y"	1.500.000
Meridiano 69°	2da. Faja	Ordenada "Y"	2.500.000
Meridiano 66°	3ra. Faja	Ordenada "Y"	3.500.000
Meridiano 63°	4ta. Faja	Ordenada "Y"	4.500.000
Meridiano 60°	5ta. Faja	Ordenada "Y"	5.500.000
Meridiano 57°	6ta. Faja	Ordenada "Y"	6.500.000
Meridiano 54°	7ma. Faja	Ordenada "Y"	7.500.000

De acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior, en los valores de las "Y" la primera cifra numérica expresa la faja a la cual pertenece el punto considerado, la cifra siguiente, la ubicación del punto respecto al meridiano central de la faja. Si ésta es mayor de 500 000 el punto estará a la derecha del meridiano, y si es menor a la izquierda.

Por otro lado para cada escala la carta topográfica esta dimensionada de manera tal que su tamaño no resulte incómodo para los usuarios; al mismo tiempo, satisfará la condición de que al compilar una a escala menor, el número de las cartas que la componen resulte un mínimo y en estas queden enteras (Figura 2).

La identificación de las cartas topográficas se recurrirá a su característica, la que está por un número que la permitirá ubicar geográficamente.

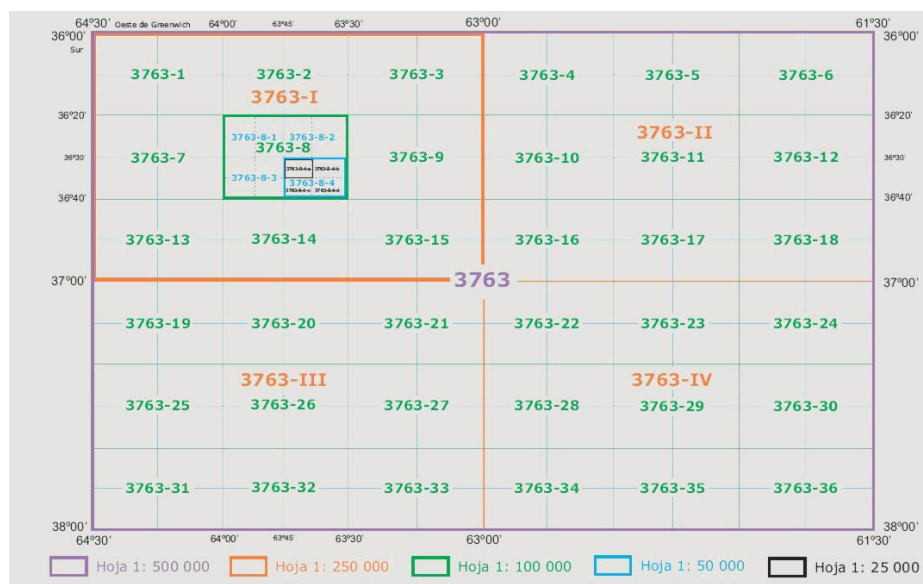


Figura 2. Dimensiones y características de las hojas a distintas escalas- IGN tomado de Web IGN.

Así pues la hoja de escala 250.000 tiene una dimensión fija de 1°30´ de longitud y 1° de latitud y se numera con el número de la hoja de escala 500.000 seguida de un número romano del I al IV, tal y como se ve en la figura.

Las dimensiones constantes en grados, de cualquier hoja, implican que su representación gráfica en coordenadas planas cambia muy notablemente de N a S, dado que los meridianos convergen en los polos, a medida que nos desplazamos hacia el S las hojas son más estrechas y hacia el norte más anchas.

5.4.1. SISTEMAS DE COORDENADAS PARA LAS BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS (GDB).

La información geológica, con referencia geográfica, producida por el SEGEMAR se obtendrá de recopilación en formato digital o bien se digitalizará con posterioridad a su recolección en campo.

Esta información digital se almacenará en una base de datos (GDB) continua para todo el país. Esto hace inviable el uso del sistema de proyección Gauss-Krüger o de cualquier otro sistema de proyección cartesiana (proyección plana), dada la gran extensión del país, la elección de un huso determinado implicaría la deformación de las áreas que se prolongaran fuera de éste.

Para estos casos, donde se almacenan de forma continua grandes superficies, el sistema de referencia geográfico es la mejor opción. Por otro lado el elipsoide de referencia ha evolucionado en muchos países en los últimos tiempos hacia el uso de un elipsoide apropiado para la representación de los datos GPS. El elipsoide WGS84 ha sido comúnmente elegido y es el elipsoide del nuevo Marco de Referencia Geodésico Nacional POSGAR07.

Así pues se establece que la GDB final corporativa de SEGEMAR será continua y en proyección geográfica con el elipsoide de referencia WGS84.

5.4.2. SISTEMAS DE COORDENADAS PARA LOS MXD DE DIGITALIZACIÓN E IMPRESIÓN.

Para la digitalización y la impresión de mapas se utilizarán ficheros de ArcMap (MXD) en los que se replicará la información de base (datos topográficos, ortofoto, imagen satelital etc.) del modelo continuo y se definirán las capas vacías a digitalizar (Unidad geológica, contactos, fallas, líneas estructurales, pliegues, entidades geológicas lineales y puntuales, mediciones, etc.).

La información puede provenir de diferentes sistemas de proyección. Así pues la información que esté cargada en la GDB corporativa continua estará en coordenadas geográficas y también lo estarán las capas de trabajo (geología contactos etc.) que se estén digitalizando. También se pueden incorporar imágenes que estén en otros sistemas de proyección. Sin embargo el marco de datos de trabajo (el sistema de visualización del MXD) de cada hoja se definirá en coordenadas Gauss-Krüger POSGAR07 en la faja correspondiente a cada hoja.

Así pues el técnico que incluya la información del mapa la verá en el mismo sistema del material cartográfico que esté utilizando y en el mismo sistema que se imprimirá la hoja, a pesar de que se estará almacenando la información en sistema de coordenadas geográficas.

5.5. GEODATABASE (GDB) MULTIUSUARIO

Las GDB multiusuario, son aquellas en las cuales varios usuarios pueden editar y utilizar simultáneamente. Estas GDBs requieren el uso de ArcSDE, que crea un archivo de conexión de base de datos para conectarse a dicha GDB.

Las GDBs de ArcSDE funcionan con diversos modelos de almacenamiento DBMS (DB2, Informix, Oracle, PostgreSQL y SQL Server). La tecnología de ArcSDE, es compatible con diversos flujos de trabajo SIG basados en versiones críticas que incluyen la edición multiusuario simultánea, las GDBs distribuidas y los archivos históricos.

Los datos en una GDB de ArcSDE pueden ser versionados o no versionados. Si son versionados, se pueden editar en una versión específica de la GDB y permite a varios usuarios editar los mismos datos sin tener que aplicar bloqueos de entidades ni duplicar los datos. La edición de datos no versionados equivale a realizar transacciones de bases de datos estándar. Si se tratan de datos no versionados, se debe realizar una transacción dentro del alcance de una sesión de edición de ArcMap.

A lo largo de los últimos meses se ha ido perfilando el modelo de datos versionado de la información SIG de las principales cartografías seriadas, escala 1:250.000, llevadas a cabo por el SEGEMAR y de la cartografía geológica de escala 1:100.000.

6. DIGITALIZACIÓN Y EDICIÓN DE HOJAS GEOLÓGICAS

En este capítulo se describen las normas y procedimientos principales para la **digitalización y edición de las cartas geológicas de Argentina.**

La digitalización es el proceso por el que la información suministrada en diferentes soportes analógicos se convierte a un formato digital. En el caso del SIGAM este formato para la cartografía digital será la GDB de ArcGIS.

La digitalización de las cartas geológicas tiene dos objetivos principales:

- La generación de una base de datos cartográfica, digital, continua y multiusuario que permita una administración segura y eficiente.
- La producción de cartografía geológica, de acuerdo a los estándares nacionales.

Las cartas geológicas están constituidas por una gran diversidad de elementos, muchos de ellos georreferenciados, y otros elementos gráficos como textos, dibujos o imágenes.

Todos estos elementos deben ser organizados y almacenados en formato digital de manera que puedan ser fácilmente accesibles mediante un sistema de estructuras sistemáticas de datos.

Todos los datos georreferenciados se almacenaran en la GDB en coordenadas geográficas con el elipsoide de referencia WGS84. Será necesario contemplar las tolerancias y reglas topológicas que afectan a las capas que se crearán.

El espacio de trabajo de digitalización se debe estructurar de acuerdo a unas normas comunes para todas las hojas, que decidan el nombre de las carpetas y las reglas para los nombres de los ficheros que allí se almacenan.

El proceso de digitalización estará asistido por la ayuda de algunas herramientas que se han diseñado para tal fin y que crearán las carpetas principales y los ficheros vacíos que habrá que cargar de datos así como el entorno de digitalización.

La carga de atributos se ha facilitado con la creación de dominios en los campos principales. En otras ocasiones la carga debe hacerse en referencia a diccionarios de datos (realizados por el SEGEMAR). Por último algunos campos se cargan con descripciones u otros textos libres que no se ajustan a ningún diccionario preestablecido.

Los datos georreferenciados se almacenarán en las capas nombradas de acuerdo al modelo de datos establecido y los datos que las describen se ajustarán a la estructura de campos y dominios de dichas capas.

Antes de dar por finalizado el proceso de digitalización será necesaria una validación los datos georreferenciados desde el punto de vista topológico y semántico y una corrección de los errores detectados.

6.1. CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO DE DIGITALIZACIÓN

La Digitalización es el proceso de convertir documentos impresos en papel u otros materiales en entidades en formato digital. En el caso que nos ocupa se refiere al proceso de convertir un mapa físico en un mapa digital, de manera que pueda ser incorporado en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

A la hora de digitalizar una FC hay una serie de conceptos y normas que deben tenerse en cuenta, que se describen en los epígrafes sucesivos.

6.1.1. TOLERANCIAS.

La tolerancia XY hace referencia a la distancia mínima entre coordenadas para que se las considere iguales. Es la tolerancia utilizada para agrupar entidades con geometría coincidente; se utiliza en topología, superposición de entidades y operaciones relacionadas. La tolerancia XY viene ya definida por el propio *dataset* e influye en el proceso de digitalización. Esta tolerancia se define por defecto con el valor de un milímetro (o su equivalente en unidades de mapa), al crear el *dataset* o la clase de entidad, pero puede ser modificada por el usuario.

La resolución define la cuadrícula de alineamiento de todas las coordenadas y determina la precisión (el número de dígitos significantes). Debe ser al menos 10 veces inferior al valor de tolerancia y se expresa en las mismas unidades que el sistema de coordenadas asociado. El valor predeterminado y aconsejado es de 0,0001 m (0,000000001 grados).

La información que constituye el mapa geológico se elaborará en coordenadas Gauss-Krüger con dos decimales, siendo la unidad el metro.

Es aconsejable que la restitución de los datos sea realizada directamente por un técnico experto conocedor del área y de su geología, directamente sobre el fichero digital, visible a través del monitor del Pc, con base de fotografías u ortofotos o cualquier otro elemento gráfico necesario para la correcta situación de los elementos gráficos. Como segunda opción los datos pueden ser incorporados por un técnico de digitalización o SIG. En

este último caso, las bases de digitalización estarán constituidas por los originales en material indeformable, entregados por el autor de la hoja. En cualquier caso, si se optase por utilizar un escaneado del poliéster, para apoyar la digitalización sobre el monitor del PC, la técnica a utilizar deberá respetar los parámetros de precisión y tolerancias descriptos en este apartado. La resolución de captura debe ser al menos de 400 dpi.

Tras el trabajo de digitalización se comprobará que la distancia entre los puntos del mapa original y el digital no superen, como norma, los 0.1 mm medidos sobre el papel.

Se podrán utilizar técnicas de generalización y suavizado de líneas (Edición) con el fin de eliminar “temblores” de registro y líneas angulosas o muy quebradas. Obviamente el resultado de estos procedimientos debe de respetar las precisiones de registro especificadas.

La cantidad de vértices de cada arco será función de su curvatura. Se procurará que aquellas entidades que sean totalmente rectilíneas, como determinadas fallas y diaclasas, tengan solamente dos vértices, uno en cada extremo.

A la hora de digitalizar se aconseja usar un zoom acorde a la escala del mapa, por ejemplo: para mapas a escala 1:100.000 usar un zoom máximo de 1:25.000 y para 1:250.000 no más cerca de 1:100.000“

6.1.2. TOPOLOGÍA

El uso de una topología en una GDB permite comprobar la integridad de los datos y ayuda a validar y a mantener mejores representaciones de las entidades.

Además, las topologías se pueden usar para modelar numerosas relaciones espaciales entre las entidades. De este modo, se pueden realizar diversas operaciones analíticas, como buscar entidades adyacentes, usar límites coincidentes entre las entidades y navegar por entidades conectadas.

La topología especifica cómo las entidades poligonales, lineales y de puntos comparten la geometría. La topología se utiliza para:

- Restringir la forma en que las entidades comparten la geometría.
- Definir y aplicar las reglas de integridad de datos: no debe haber huecos entre los polígonos, no debe haber entidades superpuestas, etc.
- Admitir las consultas y la navegación por las relaciones topológicas, como la identificación de la adyacencia y de la conectividad de las entidades.
- Admitir sofisticadas herramientas de edición que aplican las restricciones topológicas del modelo de datos.

- Crear entidades a partir de una geometría no estructurada, como crear polígonos a partir de líneas.

Por lo tanto, las entidades a crear ya tendrán una serie de reglas topológicas asignadas que nos facilitarán la validación de nuestros datos.

Estos procesos ya vendrán definidos previamente y simplemente será necesario conocer su funcionamiento, lo que nos llevará a poder realizar de una manera más fiable la digitalización de nuestras capas.

6.1.3. REGLAS TOPOLÓGICAS

Los SIG en general y ArcGIS en particular ofrecen gran cantidad de reglas topológicas, que se pueden implementar directamente en una GDB. Por eso a la hora de comenzar un proceso de digitalización es muy importante definir cuidadosamente las relaciones espaciales que se apliquen en nuestras FC.

En este caso se aplicarán las reglas topológicas expuestas en la Tabla 1, sin menoscabo del uso de otras que el digitalizador considere necesarias:

Tabla 1. Reglas topológicas de uso general para la digitalización de los datos de la geología.

Tipo de geometría	Feature Class	Regla topológica	Descripción de la regla
Polígonos	UnidadGeológica, EsqTectónico y EsqGeomorfo	Debe ser mayor que la tolerancia XY	Evita que una entidad no se colapse durante el proceso de validación.
		No debe superponerse	Requiere que el interior de los polígonos no se supongan
		No debe haber huecos	Precisa que no haya vacíos dentro de un polígono simple o entre polígonos adyacentes. Todos los polígonos deben formar una superficie continua.
Líneas	Contactos, Fallas, Pliegues y EnitdadLinealGeo	Debe ser mayor que la tolerancia clúster	Evita que una entidad no se colapse durante el proceso de validación.
		No debe Superponerse	Requiere que las líneas no se superpongan con las líneas en la misma clase (o subtipo) de entidad.

Puntos	Medidas estructurales, Indicios Mineros, Puntos de Muestreo y Fotografías	Debe estar separado	Requiere que los puntos se encuentren separados espacialmente de otros puntos en la misma clase de entidad. Los puntos que se superpongan son errores.
--------	---	---------------------	--

6.2. FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE EDICIÓN

El módulo de edición es el compendio de herramientas de Python creadas para la ayuda en la digitalización y carga de datos de las diferentes capas que configuran las cartas temáticas de la Dirección de Recursos Geológico Mineros, de acuerdo al modelo establecido, de manera que se reduzca el esfuerzo y los errores derivados de la digitalización.

Con ese fin se han elaborado unas directrices y herramientas que describen e instrumentalizan las tolerancias, topología y el proceso de digitalización.

El proceso de digitalización se divide en dos fases:

- Organización del espacio de trabajo y carga de datos. Esta primera fase nos proporciona las capas necesarias para llevar a cabo la digitalización.
- Utilización de las herramientas de Digitalización. Apoyándonos en las imágenes Georreferenciadas y las Ortofotos, y utilizando las herramientas de digitalización de ArcGis se comenzará con edición de elementos.

Previamente El administrador tiene que configurar las tablas de posicionamiento de datos. o tabla de *config* tal y como se describe en el manual del usuario

6.2.1. ORGANIZAR EL ESPACIO DE TRABAJO

La carga preliminar, de datos de apoyo y capas a digitalizar, es uno de los procesos más importantes a la hora de comenzar con la digitalización y edición de cartografía. Sin embargo, este proceso puede ser un poco caótico y laborioso si no se perfilan con anterioridad ciertos elementos. Por eso es aconsejable que se automatice en lo posible, lo que facilitará a los técnicos, geólogos y digitalizadores este proceso inicial.

Para la automatización de este proceso se ha utilizado ArcPy, que son un conjunto de elementos propios de ArcGIS que completan la biblioteca de Python. Utilizando Python más ArcPY se ha realizado una herramienta que permite a automatización de la carga inicial de datos.

Todas las carpetas necesarias para la digitalización e impresión de la hoja en curso se almacenarán en un servidor de repositorio de datos y se crearán automáticamente con el script que se lanzará en el inicio de la digitalización.

Se crean, en el servidor, dos carpetas diferentes según la escala de trabajo: CARTAS 100 (para la escala 1:100.000) y CARTAS 250 (para la escala 1:250.000). En cada una de ellas se crea una carpeta genérica, cuyo nombre es **número de la carta_cuadrante**, dentro se crearán las carpetas:

- Geología: incluyendo imágenes, textos, perfiles. Se almacenará en esta misma carpeta el mxd correspondiente a su temática, nombrándolo con el **número de la carta-cuadrante_geo.mxd**.
- MineroMetalogenética: imágenes, textos y tabla y el mxd correspondiente a su temática, nombrándolo con el **número de la carta-cuadrante_min.mxd**.
- MineralesIndustriales: imágenes, textos y tablas y el mxd correspondiente a su temática, nombrándolo con el **número de la carta-cuadrante_minerales.mxd**.
- Geoquímica: imágenes, textos y tablas y el mxd correspondiente a su temática, nombrándolo con el **número de la carta-cuadrante_geoqui.mxd**.
- Peligrosidad: imágenes, textos y tablas y el mxd correspondiente a su temática, nombrándolo con el **número de la carta-cuadrante_peligro.mxd**.
- Hidrogeología: imágenes, textos y tablas y el mxd correspondiente a su temática, nombrándolo con el **número de la carta-cuadrante_hidro.mxd**.
- Geoambiental: imágenes, textos y tablas y el mxd correspondiente a su temática, nombrándolo con el **número de la carta-cuadrante_geoamb.mxd**.
- Plantillas_hoja: calculadora, layer, imágenes (logos).
- *Ráster*-generico: imágenes de geoquímica, geofísica, MDT y otros grids georreferenciados.

En cada una de estas carpetas se almacenarán los datos correspondientes de las hojas que se nombrarán según la secuencia establecida y ordenada.

Los contenidos de las carpetas y el sistema de nombres de los elementos se explican convenientemente en el documento relativo a la impresión de cartas temáticas respectivas.

A su vez dentro de la carpeta de Geología se crearán las subcarpetas: **imágenes, textos, layer y perfiles.**

También se almacenará en esta misma carpeta el MXD, nombrándolo con el **Número de la carta-cuadrante_geo.mxd** (ej 2366-III_geo.mxd).

En cada una de estas subcarpetas se almacenarán los datos correspondientes de las hojas que se nombrarán según la secuencia establecida y ordenada que se explicará en sucesivos epígrafes.

La carpeta Perfiles

Esta carpeta almacenará los MXD necesarios para generar los PICTURE ELEMENTS. Estos ficheros son generados por el script de digitalización. Serán al menos cuatro ficheros:

- *Cuadro.mxd*, para generar el cuadro estratigráfico.
- *Fuentes_informacion.mxd*, para generar el esquema de fuentes de información.
- *Perfiles_columnares.mxd*, para generar los perfiles columnares.
- *Perfiles_transversales.mxd*, para generar los perfiles transversales.

La carpeta Textos:

En esta carpeta se almacenarán los ficheros de texto necesarios para la impresión de las cartas geológicas con formato de texto enriquecido RTF (*Rich Text Format*), que es un formato ampliamente compatible. Deben existir al menos los siguientes ficheros y deben estar cargados con los datos correspondientes a la hoja en curso.

- Descripciones Litológicas del Cuadro Litoestratigráfico (S1aTxtLito.rtf).
- Fuentes de Información (S1dTxtFuentes.rtf).
- Datos cartográficos (S1eTxtExplica.rtf).
- Referencias legales (S2cTxtLegal.rtf).
- Autorías (S2cTxtAutores.rtf).

Todos ellos son objetos (*OLEframe*) que puede ser creado desde un archivo de texto o teclado directamente en el fichero RTF correspondiente.

La carpeta imágenes

En esta carpeta se almacenarán los *PICTURE_ELEMENT* provenientes de los MXD de la carpeta de perfiles y otras imágenes como logotipos, o fotos.

Los *PICTURE_ELEMENT* se almacenarán en formato EMF con resolución mínima de 300 dpi, *Best quality* y serán al menos los siguientes, estos ficheros los generará el digitalizador o el responsable de la hoja, a partir de los MXD de la carpeta de perfiles, según se explica en epígrafes sucesivos, y serán al menos:

- Cuadro Estratigráfico (S1aCadroEstra.emf).
- Perfiles transversales (S2dPerfilesT.emf).
- Perfiles columnares (S3cPerfilesC.emf).
- Fuentes de Información (S1dEsqFuentes.emf).

6.2.2. CREACIÓN Y CONEXIÓN DE LA GEODATABASE DE TRABAJO.

Todas la FC creadas tras la ejecución del script de Python estarán contenidas en la GDB de trabajo de hoja, que contendrán los FDS necesarios para la puesta en marcha del proceso de digitalización.

En esta GDB se cargarán todas las capas necesarias, que estarán vacías pero contendrán su esquema, con su estructura definida en el modelo de datos

FDS Geologia

FC UnidadGeologica.

FC ZonasCizalla

FC Contactos.

FC Fallas.

FC Pliegues.

FC LineasEstructurales

FC EntidadLinealGeo

FC Mediciones.

FC StiosInteresGeologico

FC EntidadPuntualGeo

Topología de las clases geológicas (Geologia_Topology)

FDS GeologiaEstCampo

FC Fotografia

FC PuntoMuestreo

Topología de las clases de geología estaciones de campo

(GeologiaEstCampo_Topology)

FDS GeologiaEsquemas

FC FC EsqGeomorfoLine

FC EsqTectoLine

FC EsqGeomorfoPoint

FC EsqGeomorfo

FC EsqTectonico

Script de Python permite la creación automatizada de esta GDB de trabajo en el repositorio elegido para su almacenamiento. Al mismo tiempo también se cargarán el MXD de la hoja y todos los FDS, FC y los datos necesarios para comenzar con el proceso de digitalización.

6.2.3. CAPAS DE REFERENCIA

Dentro del proceso de automatización se incluye la carga de aquellas capas que podremos utilizar como referencia o apoyo para el trabajo de digitalización con cada una de las cartas.

Estas capas provienen de la carga de datos proveniente del ArcSDE de la GDB corporativa o del repositorio de datos y se corresponden con la estructura de los siguientes FDS y carpetas:

- FDS TopografíaBase. En la GDB continua se almacena, en este FDS, información de: Provincias, Departamentos, límites administrativos países limítrofes y marcos de diferentes escalas. Sin embargo solo es necesario transcribir, a la GDB de hoja, el marco de la hoja (*marcoCarta_area* y *marcoCarta_linea*). Este marco servirá como referencia para la digitalización. El resto de las capas se consultarán del continuo.
- FDS Topografía: Centros Poblados, Coberturas del Suelo, Cuerpos de Agua, Curvas de Nivel, Ejidos Urbanos, Infraestructuras, Islas, Puentes, Puntos Geográficos, Red Ferroviaria, Red Fluvial y Red Vial. Estas capas se recortan y cargan en la GDB de hoja ya que puede existir la necesidad de editarlas para ajustarlas a las necesidades de la salida gráfica de la hoja.
- Repositorio. Debe de existir y estar accesible al digitalizador, un repositorio de imágenes digitales de satélite, ortofotografía aérea y/o pdf otros elementos de apoyo para la digitalización.

6.2.4. CREACIÓN DEL DOCUMENTO DE MAPA DE TRABAJO DE ARCMAP (MXD)

El archivo MXD es un documento ArcMap y se hace referencia al mismo como un documento de mapa o MXD, ya que la extensión del nombre de archivo (MXD) se anexa

automáticamente al nombre del documento de mapa. La creación del archivo MXD correspondiente a la carta que estemos seleccionando será un proceso previo a la digitalización.

En función de la carta a digitalizar se seleccionará y creará un MXD determinado, que se almacenará en el repositorio de datos de la hoja de acuerdo a un esquema de nomenclatura. El sistema de coordenadas se corresponderá con el oficial de la hoja (es decir el sistema de proyección Gauss-Krüger, POSGAR 07 de la faja correspondiente), utilizado para la confección de las cartas topográficas nacionales.

6.2.5. MARCO DE DIGITALIZACIÓN

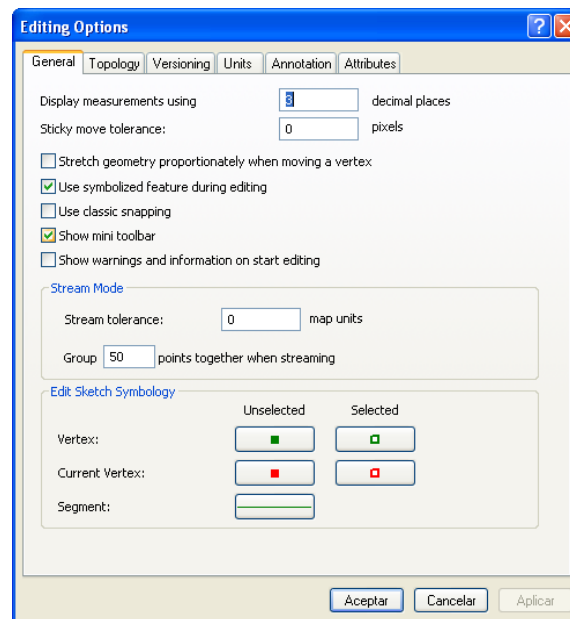
Una vez creado el MXD de trabajo, automáticamente se cargará el marco de la carta con la que vamos a trabajar. Este marco de trabajo servirá como marco de referencia para el proceso de digitalización y edición de diferentes FC, facilitando el cierre de polígonos para aquellas FC de esta tipología. Se creará como polígono y como línea: **marcoCarta_area** y **marcoCarta_linea** respectivamente. Este se corresponde con el marco de la carta, extraído de la FC de Marco100 o Marco250000 de la FDS TopografíaBase (de la GDB corporativa de la escala correspondiente). Esta FDS se ha generado con la información originada en el IGN de Argentina, a excepción de las hojas extendidas a las que se le han aplicado unos criterios que merecen una mención especial (ver el documento *Diseño del módulo de salidas gráficas*).

6.2.6. SELECCIONANDO HERRAMIENTAS DE DIGITALIZACIÓN

Para la digitalización se utilizarán herramientas y opciones de edición avanzadas de ArcGIS, tales como:

Opciones de edición

ArcGIS nos permite establecer las preferencias para editar en ArcMap en el cuadro de diálogo Opciones de edición, entre otras cosas estableceremos las unidades y el número de decimales que se utilizan para introducir mediciones, los símbolos y las barras de herramientas que se muestran al editar, etc.



Editor Toolbar

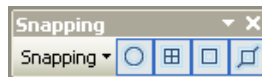
La barra de herramientas de Edición (*Editor Toolbar*) contiene los distintos comandos que necesitaremos para editar los datos. Desde aquí podemos iniciar y detener una sesión de edición, acceder a las diversas herramientas (*snapping, topology...*) y comandos para crear nuevas entidades y modificar las existentes, y guardar las modificaciones.



Snapping Toolbar

La alineación (*snapping*) permite conectar entidades entre sí de modo que las ediciones sean más precisas y tengan menos errores. Podemos, por ejemplo, utilizar los vértices de un polígono para crear otro ya existente. Nos permite ubicar una entidad fácilmente con respecto a las ubicaciones de otras entidades.

A medida que movemos el puntero por el mapa, se conecta automáticamente a los puntos, los extremos, los vértices y los bordes. Todas las configuraciones para trabajar con *snapping* se ubican en la barra de herramientas de *snapping*, incluidas la habilitación y o no de los tipos de alineación y la configuración de las opciones de alineación. Los principales tipos están en los botones de la barra de herramientas, pero hay otros adicionales disponibles en el menú de alineación.

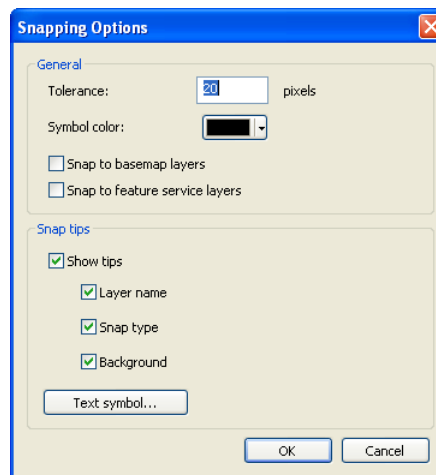


En la barra *snapping* no será necesario tener activos todos los métodos de *snap*, y alguno de ellos se utilizará en función de la digitalización que estemos realizando.

Para este caso se utilizarán:

- *Point Snapping*. Selecciona entidades puntuales. Por defecto estará deshabilitado.
- *End Snapping*. Este método nos permite seleccionar los vértices finales de las capas de líneas y polígonos. Se utilizará para digitalizar las capas de polígonos tomando como referencia las líneas. Por defecto estará deshabilitada.
- *Vertex Snapping*. Selecciona los vértices de las entidades.
- *Edge Snapping*. Selecciona cualquier parte de la entidad a la que queremos unir la entidad sobre la que digitalizamos.

La barra de herramientas de *Snapping* nos permite marcar una serie de parámetros que nos ayudará en la digitalización. Para eso iremos a *Snapping, Options*, y marcaremos, en *Tolerance*, el número de pixels que se adecue a lo que se esté delineando.



Create Features

Cuando se crean entidades en el mapa, comienza con la ventana *Create Features*.

La ventana *Create Features* nos permite elegir la entidad a digitalizar y seleccionar el tipo de bosquejo que utilizaremos (*Templates*).

En el panel superior de la ventana Crear entidades se muestran las capas habilitadas en el mapa, mientras que en el panel inferior de la ventana se presentan las herramientas

disponibles para crear entidades de ese tipo. La disponibilidad de las herramientas de creación de entidades, o herramientas de construcción (*Construccion Tools*), depende del tipo de entidad en la capa seleccionada en la parte superior de la ventana.



Edit Vertices

La barra de herramientas Editar vértices (*Edit Vertices*) nos permite acceder de manera rápida a alguno de los comandos de uso frecuente cuando editamos vértices. Nos aparece en pantalla cuando la herramienta de edición o la herramienta de edición de topología están activas y edita los vértices de un borde de entidad o de topología.

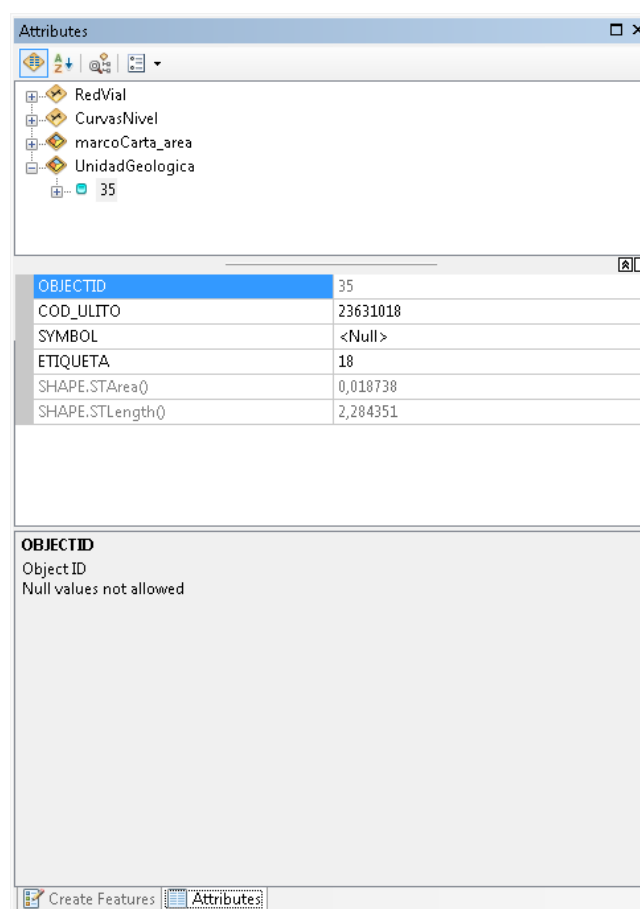
Permite seleccionar, añadir o quitar un vértice dentro de la geometría de la capa en edición.



Attributes

Los atributos son descripciones de una entidad geográfica en un SIG, generalmente almacenados como una fila en una tabla. Puede introducir nuevos valores de atributo cuando crea entidades y puede editar los valores existentes.

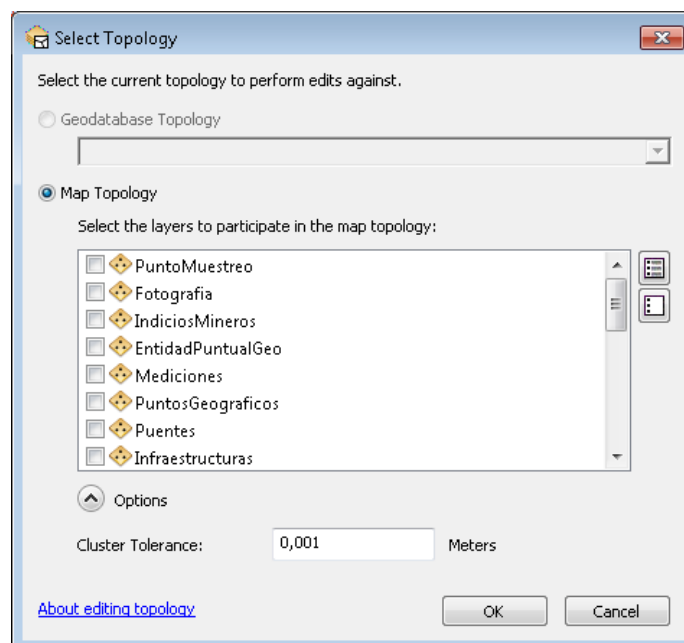
La ventana *Attributes* muestra los atributos de las entidades seleccionadas y permite editar los valores. El panel superior de la ventana muestra la capa (según su expresión de visualización) a la que pertenece la entidad o las entidades seleccionadas, mientras que el panel inferior muestra los valores de atributo de esa entidad, incluida cualquier información relacionada o unida. Las propiedades y el orden de los campos reflejan la configuración en la ficha Campos del cuadro de diálogo de Propiedades de capa.



Topology

Una topología de mapa crea relaciones topológicas entre las partes de las entidades coincidentes, que le permiten editar simultáneamente entidades que comparten geometría. Con esta herramienta podemos crear una topología de mapa para las capas de polígono, línea o punto desde las clases de entidad de GDB o *shapefiles*. Las entidades pueden estar en una o más capas y tener diferentes tipos de geometría.

Desde la barra de herramientas de topología podemos crear una topología de mapa. Simplemente elegiremos las capas para participar y configurar clúster. Además, si hacemos clic en la herramienta Edición de topología sin tener una topología activa, nos solicita que se configure la topología.



Desde la barra de herramientas de topología podemos gestionar las topologías existentes así como validar y gestionar los resultados obtenidos. La validación se realizara una vez digitalizadas las capas.



6.3. DIGITALIZACIÓN Y CARGA DE ATRIBUTOS PARA LA CARTA GEOLOGICA.

Para los elemento gráficos georreferenciados (datos geológicos principalmente) es aconsejable que la restitución de los datos sea realizada directamente por el autor de la hoja, como mayor experto conocedor del área y de su geología. Esta digitalización se hará

directamente sobre el fichero digital a través de la vista ofrecida por el monitor del Pc con base de fotografías, ortofotos topografía o cualquier otra información que el autor considere necesaria y que puede ser activada o desactivada en función de las necesidades del área.

Una vez ya definidos los elementos necesarios para comenzar la digitalización, tales como topología, MXD de trabajo y herramientas a utilizar comenzaremos con el proceso propio de digitalización.

Para eso hay que tener en cuenta que cada entidad a digitalizar tiene sus características propias en función del tipo de geometría, y del elemento con el que estemos trabajando.

Para la digitalización de las hojas 1:250.000 o 1:100.000 dividimos los tipos de entidades de digitalización en:

- Digitalización de capas de líneas como: FC Contactos, FC Fallas, FC Plegamientos, FC LineasEstructurales y otras capas de líneas.
- Creación FC UnidadGeologica y digitalización FC ZonasCizalla.
- Digitalización de capas de puntos como: FC Mediciones, FC PuntoMuestreo, FC Fotografía, FC SitiosInteresGeologico y otras capas de puntos.
- Incorporación de tablas de datos en relación con los elementos gráficos.
- Digitalización de esquemas auxiliares.
- Creación y edición de anotaciones de la Unidad Geológica
- Construcción y edición de las anotaciones de la topografía.

Los elementos digitalizados llevan asociados atributos que deben ser cargados en los campos correspondientes creados en el modelo de datos. Siempre que los valores permitidos estén predefinidos se han organizado en *dominios* los valores posibles de cada campo, de manera que se facilita la carga de los datos y se evitan errores.

Además es necesario realizar otros trabajos para obtener otros elementos presentes en la carta:

- Digitalización de figuras incluidas en la carta: Perfiles transversales, Perfiles columnares, Cuadro estratigráfico y Fuentes de Información.
- Creación de textos formateados para incluir en la carta: Descripciones litológicas, Fuentes de Información, Datos cartográficos, Referencias legales, Autorías.

6.3.1. MÉTODOS DE DIGITALIZACION

Para la digitalización de la FC de la geología se aconseja utilizar el método discontinuo. Con este método el operador de digitalización selecciona y codifica de forma específica aquellos puntos que considera necesarios para representar los distintos vértices, sin necesidad de una continuidad en las líneas.

Las capas de líneas tendrán definidos *Feature Templates*. Estas plantillas de entidad, definen toda la información necesaria para crear una entidad: la capa en la que se almacenará una entidad, los atributos con los que se crea la entidad y la herramienta predeterminada utilizada para crear dicha entidad. Las plantillas también tienen nombre, descripción y etiquetas que pueden ayudarle a encontrarlas y organizarlas.

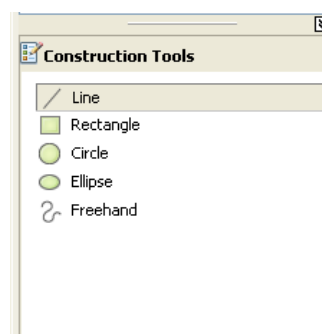
6.3.2. DIGITALIZACIÓN DE CAPAS DE LÍNEAS

Las líneas están constituidas por dos o más pares de coordenadas (vértices) ordenados de forma secuencial. Se usan para representar un fenómeno geográfico, considerado lineal a la escala de trabajo.

Las líneas representan la forma y la ubicación de objetos geográficos, tales como fallas, contactos, fallas o plegamientos. Se utilizan para representar las entidades que tienen longitud pero no área.

Dentro de este tipo de geometría incluimos todas aquellas capas que tienen la consideración de líneas y solo estas. **Nunca se digitalizaran los grafismos, que se representaran siempre a través de la simbología asociada a su código.**

Las capas de líneas, siempre serán digitalizadas en el *Construction Tools* como líneas.



FC Contactos

En esta capa se representan los contactos geológicos. Se expresan como líneas y en ningún caso llevan medidas asociadas de dirección o buzamiento. Los contactos no geológicos como el marco o los límites provinciales quedarán sin digitalizar también quedarán

sin digitalizar aquí límites entre Unidad Litológica que pertenezcan a las capas de *Fallas* o *Pliegues* o a la capa de *LineasEstructurales*.

Algunas líneas aquí asignadas pueden coincidir con algunos elementos de las capas de topografía tal es el caso de algunas lagunas endorreicas, salinas etc. En este caso, se copiara la línea (en modo edición, *copy*) y se pegará sobre la capa de contactos (*paste*) de este modo se asegurará que sea exactamente el mismo trazado.

A continuación se digitalizarán el resto de los contactos poniendo cuidado en hacerlos llegar con precisión, a cualquier línea que se deba considerar límite de polígono, como pueden ser: marco de la hoja, fallas, elementos de la capa de hidrología (lagunas, salares, costa). En un segundo paso se les asignará a las líneas el código del tipo de contacto, en el campo *TIPO* y el grado de certeza, en el campo *CERTIDUMBRE*, a través de los dominios asociados.

Finalmente el campo *SYMBOL* se cargará automáticamente con *calculate value* con la expresión *SYMBOL = [TIPO] & [CERTIDUMBRE]*. Lógicamente es necesario haber cargado antes el valor de los campos involucrados. Esta numeración se usará para otorgarle simbología a cada entidad

La digitalización de cualquier nueva línea se hará de forma que cada entidad se represente en un único tramo.

Como en cualquier otra digitalización sólo se digitalizará la línea que marca el recorrido de la estructura o traza y no el grafismo asociado a esa estructura, que se representara a través de la simbología.

FC Fallas

En esta FC se representan las fracturas. Estas estructuras llevan asociadas medidas de dirección o buzamiento.

Se digitalizarán teniendo como referencia la capa de *Contactos* y el marco de la hoja, haciendo coincidir exactamente los límites de estos con las fallas, cuando compartan un punto común. Se creará una línea única para cada entidad fractura.

Se pondrá especial atención al sentido de digitalización de las estructuras con indicación de buzamiento. En caso de error de digitalización la línea puede ser revertida con el comando *flip* del módulo de edición.

La tabla de atributos de esta capa se completará para cada fractura (o registro), en el modo edición cargando los valores correspondientes a los campos de la tabla, con ayuda de los dominios establecidos a tal fin. Es imprescindible la carga de los campos *TIPO* y

CERTIDUMBRE. Si se han tomado medidas angulares se cargarán obligatoriamente en los campos correspondientes.

Finalmente el campo SYMBOL se cargará automáticamente con *calculate value* con la expresión SYMBOL = [TIPO] & [CERTIDUMBRE]. Lógicamente es necesario haber cargado antes el valor de los campos involucrados.

FC Pliegues

Esta clase comprende las estructuras de plegamiento, que se representan en general por su traza axial.

Se pondrá especial atención al sentido de digitalización de las estructuras de plegamiento con indicación de buzamiento. En caso de error de digitalización la línea puede ser revertida con el comando *flip* del módulo de edición.

La tabla de atributos de esta capa se completará para cada o registro, en el modo edición cargando los valores correspondientes a los campos de la tabla con ayuda de los dominios establecidos a tal fin. Es imprescindible la carga de los campos TIPO y CERTIDUMBRE. Si se han tomado medidas angulares se cargarán obligatoriamente en los campos correspondientes.

Finalmente el campo SYMBOL se cargará automáticamente con *calculate value* con la expresión SYMBOL = [TIPO] & [CERTIDUMBRE]. Lógicamente es necesario haber cargado antes el valor de los campos involucrados.

FC LineasEstructurales

Añadiremos aquí elementos lineales correspondientes con estructuras geológicas no incluidas en las capas anteriormente descritas. Tal es el caso de lineamientos estructurales, diaclasas, lineamientos, trazas de capa etc.

Como en el resto de entidades lineales, cada línea se digitalizará de un solo trazo, sin nodos.

Una vez digitalizadas se cargarán los atributos de su tabla con ayuda de los dominios establecidos a tal fin. Es imprescindible la carga de los campos TIPO y CERTIDUMBRE.

Finalmente el campo SYMBOL se cargará automáticamente con *calculate value* con la expresión SYMBOL = [TIPO] & [CERTIDUMBRE]. Lógicamente es necesario haber cargado antes el valor de los campos involucrados.

FC EntidadLinealGeo

Añadiremos aquí elementos como Calderas, colapso de calderas, circos glaciares, conos, Necks, bulbos lávicos, etc. que no aparezcan contempladas en las FC anteriores y sean necesarias para la representación del mapa. Se evitará duplicar líneas de la topografía como bordes de cuerpos de agua, salvo que sean considerados imprescindibles.

Como en el resto de entidades lineales, cada línea se digitalizará de un solo trazo. Una vez digitalizadas se cargarán los atributos de su tabla.

En esta cobertura se incluirán también los segmentos indicadores de la situación de los perfiles transversales y las siglas que los identifican. Se trata de dos segmentos perpendiculares en cuya intersección se sitúa el punto de partida o llegada del perfil y que marcan con claridad la situación del siguiente o anterior punto del mismo. A estas líneas se les asignará el código 130 en el campo *SYMBOL* (en negro con un grosor de 0,30 mm). Las siglas se cargarán en el campo *DESCRIPCIÓN* asociado a la línea vertical de los segmentos indicadores. Se representarán como *Labels*, asignándoles una fuente Arial de 14,17 pto (0.5 cm).

6.3.3. DIGITALIZACIÓN DE CAPAS DE POLÍGONOS

Las capas de polígonos se forman mediante una o más líneas que delimitan un área cerrada. Es el tipo de geometría utilizada para representar fenómenos geográficos considerados como superficies en la escala de trabajo.

Dentro de las capas de polígono incluimos al conjunto de entidades de área que representa la forma y la ubicación de los tipos de dos entidades homogéneas tales como la **Unidad Geológica** o las **Zonas de Cizalla**.

FC UnidadGeológica

Las superficies litológicas quedan definidas por sus límites, que pueden ser de carácter puramente geológico, como los contactos, y fallas, o convencionales, como los límites internacionales, el borde de la hoja y entidades topográficas (costa, lagos, lagunas, salares, etc.).

Para la carga de las Unidades Geológicas se propone utilizar la herramienta *Feature to polygon* en *Data Management tools*. Se utilizarán los contactos, fallas, pliegues, marco de hoja, Países Limítrofes y cualquier otra capa que pudiera definir los límites de los polígonos

de *UnidadGeologica*). Se creará una capa intermedia que se añadirá a posteriori a la FC *UnidadGeologica* con *Load Data*. Una vez cargada la capa se borrará.

En el momento actual el código único de las unidades litológicas no está establecido para el continuo de Argentina. De momento se aplicará, transitoriamente, el criterio establecido hasta la fecha, según el cual en cada hoja las unidades litológicas se numeran del 1 al *n* (siendo *n* el número total de unidades litológicas de la hoja) y se construye un código de 8 cifras (*COD_ULITO*) con el número de la hoja más este identificador que identifica de manera única las unidades litológicas de la hoja. Excepción a esta norma serán los cuerpos de agua que se codificarán según el diccionario correspondiente y coincidiendo con el código utilizado en la topografía.

Esta no es una solución definitiva pero es preciso que el SEGEMAR concluya el trabajo de asignación de un código único para cada unidad litológica del país y así poder acceder a una simbología única y a una tabla asociada, también única, de UnidadLitoestratigrafica. Este es un gran trabajo que sin duda puede llevar mucho tiempo concluir con vista a generar el continuo real.

Una vez finalizada la digitalización de la capa Unidad Geológica, se creará la tabla SimbologiaPoligonoGeo, que nos servirá para la simbolización de esta capa en la hoja correspondiente y en tanto no esté definida la codificación única para el país. Para eso, realizaremos una operación de *Frecuency* sobre los datos, utilizando como valor de resumen el campo *COD_ULITO*, y guardando la tabla resultante (llamada SimbologiaPoligonoGeo) dentro de la GDB de hoja. Esa tabla contendrá un registro con cada uno de los *COD_ULITO* existentes en la capa. Posteriormente se añadirán a esa tabla dos campos de texto:

- **COLOR:** aquí se cargará el código del color para cada *COD_ULITO*, según el *SIGAM.style*.
- **CODRASTRA:** aquí se cargará la rastra que define una trama de simbolización para algunos de los polígonos de la capa Unidad Geológica. El código de cada rastra lleva implícito una trama, un color, ángulo y escala para cada una de ellas. Para la utilización de todas esas características se ha creado una codificación única llamada *CODRASTRA*, compuesta de: *rastra* + C + *color* + A + *ángulo* + E + *escala* (p. ej 201C3A45E30). Este código se corresponde con los símbolos del *SIGAM_RASTRAS.style*.

FC ZonasCizalla

Se digitalizarán las zonas de cizalla en la capa ZonasCizalla con las herramientas de digitalización de polígonos.

Una vez digitalizadas se cargaran los atributos de su tabla con ayuda de los dominios establecidos a tal fin.

6.3.4. DIGITALIZACIÓN DE CAPAS DE PUNTOS

Las capas de puntos están constituidas por un único par de coordenadas (X, Y). Se utiliza para describir geométricamente un fenómeno geográfico considerado como puntual a la escala de trabajo.

En este caso se incluyen Mediciones, Sitios de interés Geológico, Puntos de Muestreo o las Fotografías y otras Entidades Puntuales Geológicas.

Estas FC pueden incorporarse directamente de los ficheros de la Libreta de Campo Digital, en los que tendrán al menos la posición geográfica y unas tablas de datos GPS. También pueden construirse desde ArcGis, directamente en el MXD de digitalización, añadiendo los puntos gráficamente en su posición correcta en la capa seleccionada.

FC Mediciones

Incluye todas las medidas angulares tomadas entre planos de origen geológico y la superficie horizontal, entre dos planos de origen geológico (lineaciones, etcétera) o entre líneas y la superficie horizontal.

Esta información es de carácter puntual. Su registro se hará a modo de punto, digitalizándose los puntos directamente en el FC o bien incorporándolos a través de una tabla de datos (Excel, por ejemplo) con identificador y coordenadas o levantar de la Libreta de Campo Digital. Posteriormente se cargarán en la tabla de atributos, los datos de *TIPO* y *SUBTIPO* (de medición), *BUZAMIENTO*, *DIREC_BZ* (dirección de buzamiento) y otros atributos. Esta carga se hará sobre la tabla en edición o bien con un *join* a través de una tabla auxiliar (Excel o dbf por ejemplo) que contenga los datos necesarios asociados a cada punto de medición. El campo *SYMBOL* debe cargarse con el valor del *SUBTIPO*.

FC EntidadPuntualGeo

Se incorporarán es esta capa diversas informaciones de interés geológico, como; calderas, colapso de calderas, circos glaciares, conos, necks, bulbos lávicos, etc. que a la escala de trabajo tengan representación puntual.

Su registro se hará, digitalizando los puntos directamente en el FC o bien incorporándolos a través de una tabla de datos (Excel, por ejemplo) con identificador y coordenadas. Posteriormente se cargarán en la tabla de atributos, los valores de *TIPO*, *DESCRIPCIÓN* y *SYMBOL*.

FC SitiosInterésGeologico

Se incorporarán los puntos de Interés Geológico directamente en la capa existente o a través de una tabla de datos (Excel por ejemplo) con identificador del punto y coordenadas. Posteriormente se cargarán los valores de los campos en las tablas correspondientes. Esta carga se hará sobre la tabla en edición o bien con un *join* a través de una tabla auxiliar (Excel o dbf por ejemplo) que contenga los datos necesarios.

FC Fotografía

Capa de puntos con la ubicación de las fotografías tomadas en el campo, en cualquier línea de trabajo del SEGEMAR. Se incluye un campo llamado LINK, que será de tipo raster.

Los campos de tipo raster nos permiten asociar a un campo una imagen determinada, de tal modo que al seleccionar dicho campo se nos abra la imagen correspondiente.

En este caso en el campo LINK se cargarán las fotografías geológicas.

FC PuntoMuestreo

Esta clase incluye los datos obtenidos durante el relevamiento geológico, como muestras de rocas o fósiles etc.

Su registro se hará a modo de punto, digitalizándose los puntos directamente en el FC o bien incorporándolos a través de una tabla de datos (Excel, por ejemplo) con identificador y coordenadas. Se contempla levantar los datos desde la tableta una vez que se culmine y asocie al SIGAM.

Posteriormente se cargarán en la tabla de atributos. Esta carga se hará sobre la tabla en edición o bien con un *join* a través de una tabla auxiliar (Excel o dbf por ejemplo) que contenga los datos necesarios.

En estas tablas asociadas se deberán incluir, al menos, los datos específicos para cada tipo de elemento que incluyen un número de muestreo (campo *NUMERO*) y un tipo de muestra (*TIPO*).

6.4. CARGA DE VALORES EN LAS TABLAS ASOCIADAS A LA GEOLOGÍA:

Una vez digitalizado y cargados los atributos, deben de completarse las tablas asociadas a la geología, la estructura de estas tablas ya ha sido generada por el script.

Para el trabajo con las distintas tablas se crean unas clases de Relación (Relationship). Una clase de relación almacena una asociación entre campos o entidades en la tabla de origen y en la tabla de destino. Con una clase de relación se definen relaciones entre objetos de la geodatabase.

Para estas tablas se han creado las siguientes relaciones:

- UnidadLitoestratigraficaComposicionLitologica: toma como tabla primaria UnidadLitoestratigrafia y la relaciona con la tabla ComposicionLitológica. La relación que se crea es *simple* y de *uno a muchos*.
- UnidadLitoestratigraficaUnidadGeologica: toma como tabla primaria UnidadLitoestratigrafia y la relaciona con la *Feature Class* UnidadGeologica. La relación que se crea es *simple* y de *uno a muchos*.

Estas relaciones vienen predefinidas de la Geodatabase continua y se incorporan automáticamente a la Geodatabase de producción de la hoja. Sin embargo es necesario incorporar la información correspondiente a la hoja que se está digitalizando.

6.4.1. TABLA UNIDADLITOESTRATIGRAFICA:

Se trata de una Tabla que relaciona el nivel litológico con su nombre y diferentes ítems que describen a la formación que representa. La tabla se relaciona con la capa de polígonos *UnidadGeologica* y con *ComposiciónLitológica* a través de su ítem *COD_ULITO* en una relación de uno a muchos.

De momento y hasta que el SEGEMAR construya la tabla única para el país, esta tabla hay que completarla para cada hoja. Para ello siguiendo el mismo criterio que en la capa de *UnidadGeológica*, según el cual en cada hoja las unidades litológicas se numeran del 1 al *n* (siendo *n* el número total de unidades litológicas de la hoja) y se construye un código de 8 cifras (*COD_ULITO*) con el número de la hoja más este identificador.

Cuando en un futuro se finalice la codificación única se podrá construir una pasarela para que la codificación de unidad litológica sea única en el modelo continuo.

Es imprescindible que al menos los campos *COD_ULITO*, *NOMBRE* Y *DESCRIP_LITOLOGICA* sean cargados, aunque el objetivo es cargar todos los campos.

6.4.2. TABLA COMPOSICIONLITOLÓGICA:

Tabla que asigna a cada nivel litológico una o varias litologías. Una misma Unidad litoestratigraficas puede tener diferentes litologías. Esta tabla guarda una relación a través de *COD_ULITO*.

Esta tabla hay que completarla para cada hoja y rellenar sus campos:

- *COD_ULITO*: identificador del nivel litológico. Se corresponde con el ítem del mismo nombre en UnidadGeologica y de UnidadLitoEstratigrafica.
- *TIPO_LITO*: clasificación del tipo de roca. Es el campo que define el subtipo.
- *LITOLOGIA*: código del tipo de roca. Lleva un dominio asociado al subtipo.

6.5. LOS ESQUEMAS AUXILIARES

Los esquemas auxiliares posibles son tres:

- Esquema regional.
- Esquema tectónico.
- Esquema geomorfológico.

6.5.1. ESQUEMA REGIONAL

El Esquema Regional se visualizará de los modelos continuos 1:250.000 o 1:100.000 respectivamente según la escala de trabajo. No es necesario digitalizar nada relativo a este esquema puesto que proviene de una fuente previa. Será necesario actualizarlo cuando se actualice la información al respecto.

En la GDB continua 1:250.000 se ha creado un FDS llamado UnidadGeologica25M en el que se ha cargado el mapa geológico 1:250.000, tanto los polígonos (UnidadGeologica25M) como las líneas (Estructuras25M). Esta será la cartografía utilizada para la representación del esquema regional.

En la GDB continua de escala 1:100.00 se ha creado el FDS GeologíaProv, con la información geológica provincial. Para el esquema regional de las hojas de esta escala se utilizará la información de esta FDS y se representará a escala 1:1.000.000.

6.5.2. ESQUEMA TECTÓNICO Y/O GEOMORFOLÓGICO

Las hojas pueden tener un esquema tectónico, un esquema geomorfológico y, ocasionalmente, ambos.

Para la escala 1:250.000, el esquema tectónico y/o geomorfológico se digitalizará a escala 1:250.000 y se representará en el mapa a escala 1:1.000.000. Para los mapas 1:100.000 se digitaliza a escala 1:100.000 y se representa a escala 1:400.000.

La digitalización se hará sobre las capas generadas por el script de digitalización en la FDS de esquemas auxiliares.

Es necesario digitalizar al menos dos capas en cada esquema una de líneas (*EsqGeomorfoLine* o *EsqTectoLine*) y otra de polígonos (*EsqGeomorfo* o *EsqTectonico*) y cargar los atributos con los códigos de cada entidad.

Las capas de líneas incluirán los contactos y fallas así como otra información geológica lineal de interés. Esta capa debe de generarse primero y cargar los valores de los atributos de sus tablas. Como marco de referencia se utilizará el mismo de la hojas 1:250 000, haciendo coincidir exactamente sobre el marco el final de las líneas cuando esto sea necesario.

Posteriormente se generará la capa de polígonos siguiendo el método descrito para *UnidadGeologica* y se cargarán los campos de CODE_TECTONICO (o CODE_GEOMORFO), SYMBOL y DESCRIPCION

Es Imprescindible elaborar una codificación única para los códigos geomorfológicos y tectónicos de todo el país. Este trabajo está siendo abordado por el personal de SEGEMAR. Mientras tanto se seguirá el sistema de simbolización consistente en crear una tabla para relacionar SYMBOL con el color y la trama. Esta tabla se nombra como *SimbologiaPoligonosqt* o *SimbologiaPoligonosqG* y se genera con *Frequency* del mapa geomorfológico o tectónico respectivamente para después añadir los campos color y rastra que deberán cargarse con la simbología correspondiente.

Es necesario remarcar que cada unidad tectónica o geomorfológica solo puede tener un tipo de representación gráfica en la hoja (un color y opcionalmente una rastra). Las tramas que se asocian a elementos de los cuerpos de agua deben ir en la capa de cuerpos de agua.

Una vez abordada la representación única para el continuo se podrá construir una pasarela para convertir la simbología asociada a cada código único, en un símbolo que integre colores y tramas.

Las anotaciones, elementos topográficos, límites internacionales, núcleos urbanos y otros elementos auxiliares pueden extraerse de la capa de topografía 25M que se encuentra en el FDS *UnidadGeologica25M* del modelo continuo.

6.6. LOS GRÁFICOS INCLUIDOS EN LA CARTA.

Varios elementos gráficos no se digitalizan en coordenadas de terreno, sino en coordenadas de centímetros o arbitrarias. Se trata al menos de:

- Perfiles transversales
- Perfiles columnares
- Cuadro estratigráfico
- Fuentes de Información

Para la creación de estos dibujos se pueden utilizar múltiples herramientas. Puesto que sobre estos elementos no se van a hacer cruces de capas ni modelos a futuro, para otros usos, proponemos manejarlos como un dibujo y no incluirlos en el modelo de la GDB continua ni tampoco en la de hoja. El dibujo tiene la ventaja de manejarse como un todo, lo que simplifica la representación espacial en cualquier otra salida gráfica.

También simplifica el almacenamiento de los datos georeferenciados y la representación gráfica de los mismos, especialmente en la generación de los mapas para imprimir, y no dificulta su digitalización que es igual de complicada pero se realiza al margen de la compleja estructura del mapa.

Se crea una GDB, en la carpeta de perfiles de la carpeta de geología de cada hoja, para estos elementos con coordenadas de centímetros. Esta la GDB se nombrará como *Perfiles_hoja.gdb* y tendrá cuatro FDS uno para cada uno de estos elementos y en cada *dataset* dos o tres FC: una de líneas, otra de polígonos (no para Fuentes de Información) y otra de anotaciones.

También se crearán MXD para crear estos dibujos y luego poder exportarlos al formato adecuado para su representación gráfica (Un *PICTURE_ELEMENT* en formato *EMF* con resolución mínima de 300 dpi). Los MXD se nombrarán de la siguiente forma:

- Cuadro.mxd, para el cuadro geocronológico.
- Fuentes_informacion.mxd, para las fuentes de información.
- Perfiles_columnares.mxd, para los perfiles columnares.
- Perfiles_transversales.mxd, para los perfiles transversales.

Los siguientes pasos son válidos para la exportación de los datos, y como tal han de ser seguidos para cada uno de los MXD referidos. El proceso de enmarcado en el layout, posterior a la exportación, corre por cuenta del script de impresión y por tanto no incumbe a este documento.

Configuración del MXD fuente de cada gráfico:

1. Abrir el MXD fuente.
2. En la tabla de contenidos, hacer click derecho sobre el nombre del marco de datos y seleccionar la opción *Properties*. En la ventana emergente, seleccionar la pestaña *General*.
3. En el cuadro *Units (Unidades)*, especificar como unidades de mapa **metros**, y como unidades de display **centímetros**. Aplicar y aceptar.
4. En la barra de herramientas principal, en la parte superior de la ventana de ArcMap, introducir el valor de escala apropiado, según el usado en la digitalización del perfil (normalmente 1:100).
5. En la barra de herramientas principal, hacer click sobre la pestaña *File (Archivo)* y seleccionar la opción *Page and Print Setup (Opciones de Página e Impresión)*. En los cuadros *Paper* y *Map Page Size* comprobar que el tamaño de hoja elegido es mayor que el gráfico actual. Aceptar.
6. En la barra de herramientas principal, hacer click sobre la pestaña *File (Archivo)* y seleccionar la opción *Export Map (Exportar Mapa)*. En la ventana emergente, dar a cada archivo exportado el nombre de fichero especificado en el documento *Diseño del módulo de salidas gráficas (S1aCadroEstra* para el cuadro estratigráfico y *S2dPerfilesT* para los perfiles transversales, *S3cPerfilesC* para los perfiles columnares y *S1dEsqFuentes* para las Fuentes de información).
7. Seleccionar como tipo de fichero de *output EMF (*.emf)*. En la parte inferior de esta ventana, señalar la pestaña *General*, asegurarse de que la opción *Ratio* tenga un valor **1:1**, y de que la opción *Clip Output to Graphics Extent* está señalada. Este paso es especialmente importante para el cuadro litoestratigráfico y los perfiles columnares: no cumplir cualquiera de estas condiciones resultará en una escala incorrecta o un ajuste inadecuado de cualquiera de los gráficos.
8. Aceptar y esperar a la exportación.

A partir de aquí, con estos recursos ya generados, el módulo de salida podrá llevar a cabo su proceso.

6.6.1. PERFILES TRANSVERSALES

Los perfiles transversales también se digitalizaran con coordenadas de centímetros, sobre los dibujos (correctamente escalados) presentados por el autor de la hoja, en unidades en cm con el origen en la esquina inferior izquierda de la caja que engloba todos los elementos gráficos.

Los polígonos se almacenarán en la capa `pt_polygon`, debiendo estar estos debidamente cerrados el dibujo. Se generarán manteniendo estrictamente la simbología establecida para el mapa geológico, tanto en colores como tramas.

En la capa de polígonos se crea un campo de tipo texto llamado `COLOR`, que definirá el color del polígono (correspondiente a la unidad geológica) y un campo de tipo texto llamado `CODRASTRA`, aquí se cargará la rastra que define una trama de simbolización para algunos de los polígonos de la capa. El código de cada rastra lleva implícito una trama, un color, ángulo y escala para cada una de ellas. Para la utilización de todas esas características se ha creado una codificación única llamada `CODRASTRA`, compuesta de: *rastra* + C + *color* + A + *ángulo* + E + *escala* (p. ej 201C3A45E30). Este código se corresponde con los símbolos del `SIGAM_RASTRAS.style`.

La simbología interior que no se pueda asociar a un símbolo automáticamente (en el *style*) se incluirá en la capa `pts_arc` en la que se dibujarán estas rastros las tramas se dibujaran de forma paralela a la estratificación en cada caso.

Las líneas se almacenarán en el nivel de información denominado `pt_arc`. No se realizarán distinciones en los contactos geológicos distinguiendo solamente contactos de fallas a nivel genérico. Para las líneas se crea un campo de texto llamado símbolo que contendrá el código para el símbolo de la línea a digitalizar.

Todas las litologías de los perfiles deben cerrarse para poder generar correctamente la topología de polígonos. Así pues se deberá digitalizar una línea invisible en todos aquellos casos en los que las litologías queden abiertas en el boceto original, caso que se presenta principalmente en la base de los perfiles representándose como una línea negra de 0,15 mm. En ocasiones el cierre convencional de las litologías puede no coincidir con la base de los perfiles sino que se puede trazar a media altura. Los polígonos por encima de la línea de cierre deberán estar etiquetados para que se puedan rellenar con los correspondientes símbolos. Las litologías por debajo de la línea no necesitarán ningún cierre ni por lo tanto etiquetas ya que se representarán vacías.

Los laterales tendrán dos líneas paralelas separadas 1 mm. La línea interna será negra de 0.25mm y la exterior igualmente negra de 0,15 mm. Ambas líneas estarán cruzadas por líneas perpendiculares a estas, para la indicación de las cotas, de 1,5 mm de longitud y que se simbolizarán en negro con 0,15 mm de anchura. Estos segmentos comenzarán en la línea paralela más próxima al dibujo del perfil.

Si hubiera referencias se incluirán en el dibujo con un tamaño máximo equivalente a la anchura de la hoja geológica y 0,5 cm de alto.

Las anotaciones pts_anno se ajustaran a las siguientes normas:

- identificadores de las litologías: Arial 7,1
- grandes accidentes geográficos: Arial 8,5
- accidentes geográficos menores: Arial 6,38
- localización de los perfiles (A-A'): Arial 14,17
- orientación de los perfiles (SE-NW): Arial 8,5
- escalas (Escala vertical 1:50.000): Arial 8,5
- cotas laterales: Arial 6,38
- autores de los perfiles: Arial 8,5

No se anotará el texto *PERFILES TRANSVERSALES* puesto que se hace automáticamente en el MXD de impresión de mapas.

El tamaño de página se ajustará a un A2 o A1, en posición horizontal, según sea necesario para asegurar que nunca el dibujo sobrepase la página.

Los perfiles transversales, referidos en el script de impresión como elemento *S2dPerfilesT.emf*, se exportan a partir del MXD fuente *Perfiles_Transversales.mxd*, una vez esté seguro de cumplir las condiciones arriba referidas y con una resolución mínima de 300 dpi.

6.6.2. PERFILES COLUMNARES

Los perfiles columnares son dibujos con atributos. Se representaran a escala y se digitalizarán con coordenadas de centímetros, sobre los dibujos presentados por el autor de la hoja, que intentará ajustarlo a un A4 vertical.

Se digitalizarán con los mismos criterios que los perfiles transversales, es decir, escala 1:1 y unidades en centímetros y con el origen situado en la esquina inferior izquierda de una caja teórica que englobe todos los elementos gráficos y textos de los perfiles columnares. Hay que asegurar la perpendicularidad de los perfiles columnares con la base de la caja.

Para los polígonos se crea un campo de tipo texto llamado COLOR, que definirá el color del polígono (correspondiente a la unidad geológica) y un campo de tipo texto llamado CODRASTRA, aquí se cargará la rastra que define una trama de simbolización para algunos de los polígonos de la capa Unidad Geológica. El código de cada rastra lleva implícito una trama, un color, ángulo y escala para cada una de ellas. Para la utilización de todas esas características se ha creado una codificación única llamada CODRASTRA, compuesta de: *rastra + C + color + A + ángulo + E + escala* (p. ej 201C3A45E30). Este código se corresponde con los símbolos del SIGAM_RASTRAS.style.

Las fallas, contactos y estratificación se almacenarán en el nivel de información denominado pc_arc, respetando los códigos litológicos. Contactos y fallas se codificarán de forma genérica, sin identificar los distintos tipos. Las líneas exteriores de los perfiles se simbolizarán con línea negra de 0,20 mm y los cierres izquierdo e inferior con línea negra de 0,15 mm. Las litologías no cerradas de forma explícita se cerrarán con una línea invisible. Para las líneas se crea un campo de texto llamado símbolo que contendrá el código para el símbolo de la línea a digitalizar.

También se incluirán los separadores exteriores de las litologías, con línea negra de 0,15 mm y los hiatos y lagunas estratigráficas (habitualmente representados como dos segmentos cruzados) con línea negra de 0,10 mm.

Las litologías se almacenarán en la capa de polígonos pc_polygon, debiendo estar estos debidamente cerrados. Se etiquetarán con los códigos correspondientes del cuadro litoestratigráfico. Obviamente no se etiquetarán los hiatos ni lagunas estratigráficas que puedan estar representados.

La simbología interior irá asociada a las litologías siempre que se pueda trazar de forma automática, en caso contrario se incluirá en la capa pcs_arc en la que se dibujarán el resto de las rastras.

Los textos se incluirán en anotaciones pcs_anno siguiendo estos criterios:

- identificadores de litologías: Arial 7,1
- coordenadas y cotas: Arial 7,1
- identificación de columnas y sondeos (Cerro Blanco): Arial 9,2
- otros textos relacionados con las litologías: Arial 6,38
- título (REFERENCIAS): Arial 8,5 mayúsculas
- textos asociados a las referencias puntuales y rastras: Arial 6,38
- textos de las escalas gráficas: Arial 7,1
- autores (únicos para todos los perfiles): Arial 8,5
- autores (por perfiles): Arial 7,1

No se anotara el texto PERFILES COLUMNARES puesto que se hace automáticamente en el MXD de impresión de mapas, mediante el script de impresión *salida.py*.

Aunque la creación del dibujo es complicada, una vez elaborado el dibujo su representación es compacta y uniforme y no está afectada de errores inherentes a la representación conjunta de múltiples capas.

El tamaño de página se ajustará para que todo el dibujo quede contenido en ella. En el marco de datos las unidades de mapa se pondrán en m y las de dibujo en cm. La escala será en 1:100. Una vez completado y revisado el dibujo se exportará, con resolución de 300 dpi, al fichero *S3cPerfilesC.emf* en la carpeta de imágenes.

6.6.3. CUADRO ESTRATIGRÁFICO

El Cuadro estratigráfico está dividido en dos bloques, a la izquierda se encuentra el bloque de geocronología y a la derecha el bloque de litoestratigrafía. En caso de ser necesario la carta geológica podrá tener un cuadro con doble litoestratigrafía, como se ilustra en la Figura 3.

El bloque de geocronología es un dibujo con atributos, no un mapa en el sentido tradicional. Se digitalizará, en coordenadas de tablero, a escala 1:1, en centímetros sobre los dibujos presentados por el autor de la hoja.

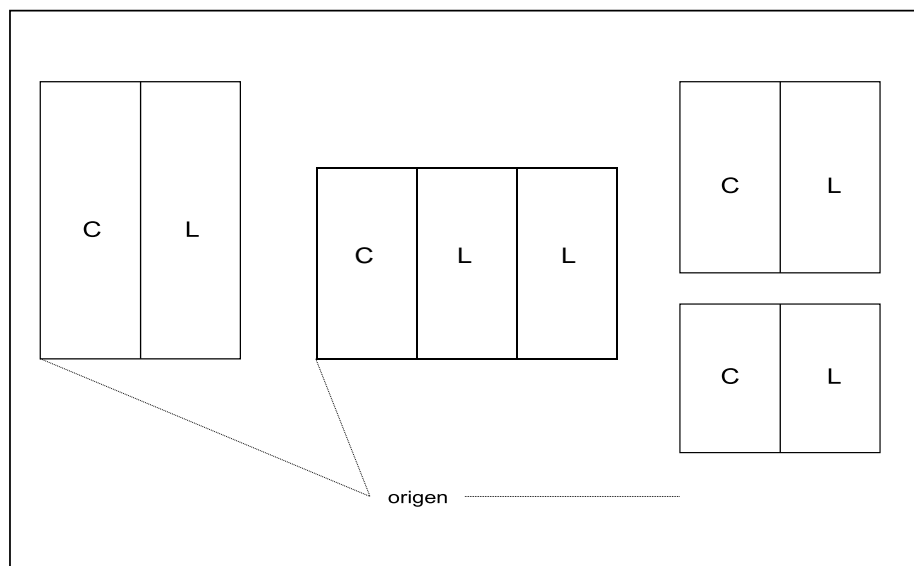


Figura 3. Esquema de cuadros litoestratigráficos. (C = geocronología, L = Litoestratigrafía). Tomado SEGEMAR, IGRM, 1999.

Todos los bloques son de 5 cm de ancho. Los datos correspondientes a sus medidas deben ser introducidos mediante algún sistema que mantenga perfecta ortogonalidad entre las líneas que constituyen el cuadro y que los bordes externos sean completamente paralelos a los ejes de coordenadas. El origen de coordenadas del cuadro se situará en la esquina inferior izquierda del mismo.

Los elementos lineales se almacenarán en la capa *cl_arc* y las anotaciones en *cl_anno*.

Los límites externos del cuadro y las líneas centrales de separación entre el bloque de geocronología y el bloque de litoestratigrafía se identificarán con línea negra de 0.30 mm. Las líneas internas del bloque de geocronología se identificarán con línea negra de 0.15 mm.

Los contactos entre litologías serán codificados con los mismos identificadores utilizados en la cobertura de contactos, fallas y litologías, excepto en los casos que por su disposición haya huecos o escotaduras en el bloque litoestratigráfico, en cuyo caso se simbolizarán con línea negra de 0.15 mm a las líneas límite. También se utilizará el mismo tipo de líneas para los trazos verticales que separan niveles litológicos geocronológicamente equivalentes.

La simbología de los polígonos debe corresponderse exactamente con la de los polígonos de la capa de *Unidad Geológica*. Para ello, al igual que en los gráficos precedentes, se crearán un campo de tipo texto llamado COLOR, que definirá el color del polígono, y otro campo, también de tipo texto, llamado CODRASTRA, aquí se cargará la rastra que define una trama de simbolización para algunos de los polígonos de la capa Unidad Geológica.

También se etiquetarán de la misma forma, en la capa de anotaciones.

- Provincias geológicas o unidades de los bloques litoestratigráficos: Arial, 11,34 en mayúsculas
- Eones y Eras: Arial 9,21 pto en mayúsculas.
- Sistemas: Arial 8,5, en mayúsculas.
- Series: Arial 8,5 en mayúsculas.
- Resto: Arial 8,5, en minúsculas.
- Litologías, Arial 7,1

El tamaño de página se ajustará a un A3 o un A2 vertical que asegure que el dibujo no sobrepase la página. La escala se pondrá como 1:100. En el marco de datos las unidades de mapa en m y las de dibujo en cm y se adaptará el marco para que se ajuste al dibujo.

Una vez configurado el dibujo se exportará con resolución mínima de 300 dpi a un fichero emf, que debe ser nombrado *S1aCadroEstra.emf*, tal y como es referido en el script de impresión y debe cumplir con las medidas estándar arriba establecidas.

6.6.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

El gráfico de fuentes de información se digitaliza, con coordenadas de tablero, a escala 1:1 y unidades en cm con el origen en la esquina inferior izquierda del marco representado, sobre los dibujos escalados presentados por el autor de la hoja.

El dibujo se incorpora al MXD correspondiente de la carpeta de perfiles (*Fuentes_informacion.mxd*). Se conservan las unidades de página en cm y de mapa en m, como para el resto de los gráficos. El tamaño de página en A4 es apropiado para este esquema. No debe incluirse aquí el texto que sirve referencia del gráfico, puesto que se incorporara en el fichero de texto correspondiente (ver epígrafe siguiente).

Los elementos lineales se almacenaran en la capa *fi_arc* y las anotaciones en *fi_anno*.

El marco de la hoja se representará con una línea de 0,20 mm (0,57 pto). Las líneas divisorias de las distintas zonas tendrán un grosor de 0,10 mm (0,28 pto). Los identificadores numéricos de cada una de las áreas se registrarán como anotaciones con tipo Arial 7,1 pto.

El diagrama tendrá una dimensión de 45 mm de alto y una anchura variable en función de las dimensiones de la hoja a representar. Al tratarse de un dibujo o croquis, se incorporará al layout de impresión como una imagen gráfica (*PICTURE_ELEMENT*), en formato EMF (Enhanced Metafile) con una resolución mínima de 300 dpi, Output Image Quality: Best; Clip Output to Graphics Extent: activado.. Esta imagen hay que generarla a partir de este MXD y se nombrará como *S1dEsqFuentes.emf*.

6.7. LOS TEXTOS NECESARIOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE LA HOJA IMPRESA.

Existe un conjunto de textos fijos que se insertarán en todas las hojas (cabeceras de la carta geológica y de los esquemas...) y otro de datos variables pero previsibles en cada hoja, que se insertarán automáticamente (nombre y número de la hoja). Estos dos grupos de textos están controlados por el script de salidas gráficas (*salida.py*).

Además la hoja impresa necesita de algunos elementos de texto que se almacenarán en el repositorio en la carpeta textos de la carpeta de geología de cada hoja. Se pueden obtener tecleando en cualquier editor de textos el contenido necesario y exportándolo a formato RTF, aunque lo más sencillo y aconsejable es teclear los textos directamente sobre los ficheros RTF vacíos que se han creado en cada hoja de manera automática, en el momento de la carga. Los ficheros en este formato serán incluidos en el MXD de salidas gráficas como un objeto (*OLE frame*).

Las características de cada uno de estos textos están definidas en *Diseño del módulo de salidas gráficas de la carta geológica* y las resumimos a continuación.

6.7.1. DESCRIPCIONES LITOLÓGICAS

En la carpeta Textos se colocará el fichero *S1aTxtLito.rtf* que contendrá las descripciones litológicas de la hoja en digitalización, con su código. Este texto debe estar en

estricta correspondencia con la columna estratigráfica. El orden de escritura será desde el nivel litológico más moderno al más antiguo. Los números de los niveles litológicos quedarán a la izquierda, tal y como se viene haciendo hasta la fecha y se corresponderán con los existentes el campo *ETIQUETA* de la capa UnidadGeologica.

El formato del texto de las descripciones litológicas contenidas en el archivo RTF se realizará sobre el fichero vacío existente en la carpeta de textos de la hoja, en una única página con una anchura de línea de 14.8 cm y la altura que corresponda según la extensión del texto, conforme a los siguientes parámetros (Figura 4):

- Alineación: izquierda.
- Interlineado: sencillo.
- Espaciado: posterior al párrafo de 1 pto.
- Sangrías:
 - Párrafo con sangría francesa de 0,75 cm, salvo para los nombres de las regiones que deberán quedar alineados al borde izquierdo de la página.
 - Tabulación de 0,75 cm entre los códigos o siglas y las descripciones.
 - Otras sangrías y tabulaciones en módulos de 1 cm.
- Tipografía:
 - Códigos o siglas: Arial Narrow negrita de 9 pto.
 - Descripciones: Arial Narrow normal de 9 pto.
 - Nombres de las regiones geológicas y de los grupos: Arial Narrow negrita de 9 pto.

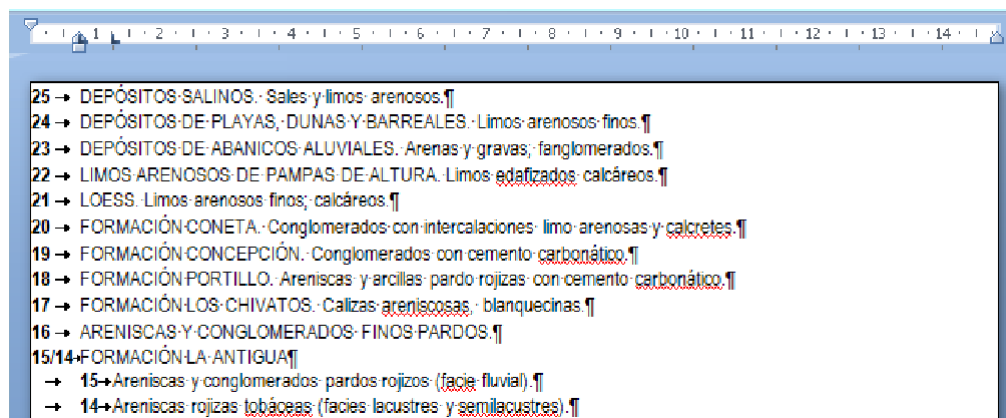


Figura 4. Formato de los textos de las descripciones litológicas.

6.7.3. AUTORÍAS.

Con cada hoja se incluirá un fichero con los autores de la carta geológica, expresándose además su responsabilidad en la ejecución de la misma. Separados por unas líneas en blanco se incluye a los responsables de la edición digital Este fichero se denominará *S2cTxtAutores.rtf*.

La información se cargará *sobre* el fichero vacío existente en la carpeta de textos de la hoja, con una anchura de línea 9 cm y la altura que corresponda según la extensión del texto, conforme a los siguientes parámetros:

- Alineación: derecha.
- Interlineado: sencillo.
- Tipografía: Arial Narrow normal de 9 pto.

En aquellos casos en los que sea necesario se podrá ampliar la anchura hacia la izquierda para reducir el número de líneas de las autorías.

6.7.4. DATOS CARTOGRÁFICOS.

La información cartográfica de cada hoja se almacenará en un fichero denominado *S1eTxtDatum.rtf*. El fichero contendrá datos cartográficos de interés, como el número y nombre de la hoja, escala, datum altimétrico, sistema geodésico de referencia u origen de la información topográfica.

El texto está, por defecto, contenido en el archivo RTF existente en cada hoja, en una única página con una anchura de línea de 6.8 cm, conforme a los siguientes parámetros:

- Alineación: centrada.
- Interlineado: sencillo.
- Tipografía: Arial Narrow normal de 9 pts.

Será necesario abrir el fichero y corregir los datos respecto a la información correspondiente al número y nombre de la hoja

6.7.5. REFERENCIAS DEL MAPA BICONTINENTAL

La información de referencias del mapa bicontinental está contenida en el fichero *S1eTxtExplica.rtf* en la carpeta de textos de la hoja. Mientras se utilice el actual mapa bicontinental, el fichero contendrá el siguiente texto:

- 1 Límite del lecho y subsuelo
- 2 Límite exterior del Río de la Plata
- 3 Límite lateral marítimo argentino-uruguayo
- 4 Límite marítimo argentino-chileno

Las representaciones limítrofes deben considerarse como figurativas y no comprometen al Estado argentino y sus jurisdicciones dependientes

El archivo RTF estará formateado en una única página con una anchura de línea 6,5 cm, conforme a los siguientes parámetros:

- Alineación: izquierda.
- Interlineado: sencillo.
- Tipografía: Times New Roman de 7 ptos.

El fichero que se cargará automáticamente cuando se genere la hoja, solo será necesario editarlo si se quieren hacer modificaciones en su contenido o formato

6.7.6. REFERENCIAS LEGALES.

El texto de las referencias legales y normativas que amparan la producción cartográfica respecto al Programa de Cartas Geológica, se almacenará para cada hoja, en la carpeta de textos, en un fichero denominado *S2cTxtLegal.rtf*.

El fichero contendrá el siguiente texto, mientras la legislación no cambie:

La presente publicación se ajusta a la cartografía oficial, establecida por el Poder Ejecutivo Nacional, a través del IGM - Ley 22.963.- Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas.
LEY Nº. 24.224 de REORDENAMIENTO MINERO.

El archivo RTF estará formateado, en una única página, con una anchura de línea 9 cm y la altura que corresponda según la extensión del texto, conforme a los siguientes parámetros:

- Alineación: izquierda.
- Interlineado: sencillo.
- Tipografía: Arial Narrow normal de 8 pto.

El fichero que se cargará automáticamente cuando se genere la hoja, solo será necesario editarlo si se quieren hacer modificaciones en su contenido o formato

6.8. CONSTRUCCION DE LAS ANOTACIONES DE UNIDADGEOLÓGIA

Las anotaciones de la Unidad Geológica se crean como anotaciones *linkadas*, por lo tanto es necesario crearlas una vez se finalice la digitalización y se añadan todos los datos.

Para realizar estas anotaciones se completa el campo ETIQUETA, de tipo texto, dentro de UnidadGeológica. Deberá rellenarse con un número (o sigla) que represente la Unidad Litológica y, en los casos en los que fuese necesario, la subdivisión dentro de esa Unidad.

Una vez cubierto este campo se activará una *Label* para Unidad Geológica, utilizando como campo de etiquetado ETIQUETA, y seleccionando en el *style* del SIGAM, el símbolo *Unidad*, para representar las etiquetas.

El símbolo *Unidad*, no sólo tiene definido los parámetros de tipo de texto para estas etiquetas, si no que nos permite la utilización de líneas directrices automáticas una vez creadas las anotaciones *linkadas*.

Para crear esta capa de anotaciones es necesario tener correctamente definida la escala de trabajo en el mxd (1:250.000 o 1:100.000 según que escala se esté trabajando). Presionar el botón secundario sobre la *layer* UnidadGeologica, que contiene las clases de *Labels* y convertir las *Labels* a anotaciones (*convert Labels to annotation*), nombrando correctamente la FC de salida (UnidadGeologica_Anno). Una vez creadas las anotaciones deben desactivarse las *Labels* de la capa correspondiente para evitar duplicidades y otros errores de posición. Con este proceso se crean las anotaciones *linkadas*, que se almacenarán en el propio *Dataset* de Geología y las cuales pueden ser editadas (reubicadas, borrar).

6.9. CONSTRUCCION DE LAS ANOTACIONES DE LA TOPOGRAFÍA

Las anotaciones con las que se etiquetará el mapa topográfico están definidas en las etiquetas (*Labels*) de las capas de topografía, organizadas en clases de anotaciones. Recordamos que las capas de topografía están ya cargadas en la GDB continua y se habrán recortado y copiado en el proceso de creación de la hoja por el administrador.

El mxd de digitalización carga las *layers* para la representación gráfica de todos los elementos de la topografía incluidas las etiquetas. Las etiquetas están ya definidas, con su tipografía y tamaño y también se ha hecho una selección previa de elementos etiquetados.

Estas etiquetas deben convertirse a anotaciones de Geodatabase vinculadas (*linkadas*) en cada hoja. Este tipo de anotaciones se actualizan automáticamente cuando las entidades se mueven, editan o eliminan.

Para ello una persona con los permisos apropiados debe generar estas anotaciones. Las anotaciones se crearán en las clases de entidad (FC) siguientes:

- CentrosPoblados_Anno, para el etiquetado de centros poblados.
- CuerposAgua_Anno, para el etiquetado de los cuerpos de agua.
- Infraestructuras_Anno, para el etiquetado de infraestructuras.
- RedFluvial_Anno, para el etiquetado de la red fluvial.
- PuntosGeograficos_Anno, para el etiquetado de los puntos geográficos.

- RedVial_Anno, para los tipos y número de rutas.

Para crear estas capas es necesario tener correctamente definida la escala de trabajo en el mxd (1:250.000 o 1:100.000 según que escala se esté trabajando). Presionar el botón secundario sobre la *layer* que contiene las clases de *Labels* y convertir las *Labels* a anotaciones (*convert Labels to annotation*), nombrando correctamente la FC de salida. Una vez creadas las anotaciones debe desactivarse las *Labels* de las capas correspondientes para evitar duplicidades y otros errores de posición. Estas capas de anotaciones pueden corregirse para lograr una representación gráfica más acorde a las necesidades de cada hoja. Es posible que en ocasiones sea necesario eliminar o añadir algunas de ellas. Queda a criterio del equipo técnico.

6.10. REVISIÓN DE LOS DATOS

La validación nos permite analizar nuestros datos en busca de errores, estableciendo una homogeneización de los mismos. Al finalizar la digitalización y carga de datos en la hoja, el digitalizador hará una validación de sus datos para corregir cualquier error existente.

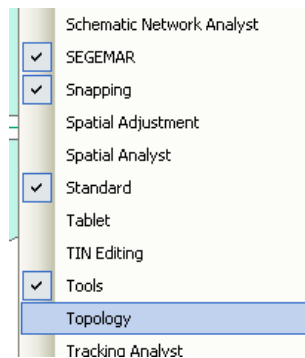
Para los elementos georreferenciados es necesario realizar dos procesos de validación:

- Validación topológica.
- Validación semántica.

Todos los elementos (perfiles, cuadros y textos) necesitarán un proceso de validación por el validador de la hoja que debe comprobar que se cumplen todos los requisitos expuestos en los capítulos correspondientes. En caso de no cumplirse las normas señaladas deberán corregirse los elementos antes de generar las salidas gráficas definitivas.

6.10.1. VALIDACION DE LA TOPOLOGIA








La topología está creada en el modelo continuo, se replica en el modelo de hoja y es necesario validarla. El sistema aconsejado de validar la topología de nuestros datos es manual, y requiere que sea el usuario el que ponga en marcha el proceso. Desde ArcMAP podemos validar los datos en toda la extensión visible de un mapa, en áreas señaladas, o la topología al completo. Para ello se utiliza la barra de validación de topología, pulsando el botón de la derecha del ratón sobre las herramientas y pulsando en *topology*.

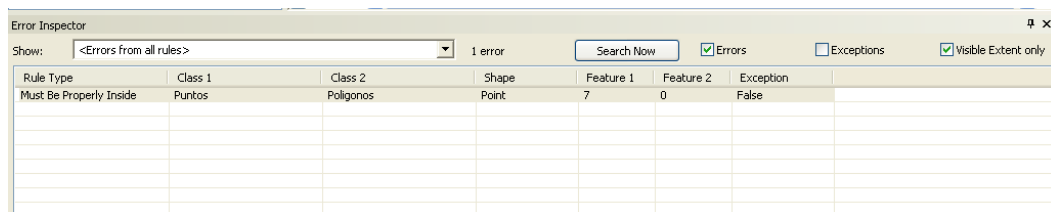


La barra de herramientas de topología nos permite validar y corregir nuestros datos, para trabajar con ella es necesario tener nuestros datos en edición. Para eso no ponemos encima de una capa botón de la derecha del ratón Edit Features>Start editing.



Para validar nuestros datos utilizando las herramientas de la barra de topología tenemos de las siguientes formas:

- Para validar la topología en el área visible de un mapa pulsamos el botón “Validar la topología en la extensión actual”, “Validate Topology in Current Extent”  .
- Para validar la topología en un área seleccionada pulsamos el botón “Validar topología en el área especificada”, “Validate Topology in the Specified Area”  . Arrastre el puntero del ratón para seleccionar, con una caja, el área deseada.
- Desde la barra de Topología tenemos otras herramientas que son muy importantes cuando trabajamos con topología:
 - Topology Edit Tool  . Nos permite seleccionar el error topológico para corregirlo. Una vez pulsado, marcamos el error y si nos habilitan otras herramientas como las de editar vértices  , o las herramientas de unión que nos permiten automáticamente unir polígonos para corregir la topología  .
 - Fix topology Error Tool  . Nos permite seleccionar los errores de topología.
 - Error inspector  . Con el error topológico seleccionado nos permite saber qué tipo de error es.



Rule Type	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	Exception
Must Be Properly Inside	Puntos	Poligonos	Point	7	0	False

Una vez que tenemos visualizados nuestros errores, para corregirlo utilizamos las herramientas de edición y las herramientas de la barra de topología.

6.10.2. VALIDACIÓN SEMÁNTICA

Con la validación topológica quedarán resueltos los errores que podemos encontrar a la hora de la digitalización de la geometría de los elementos.

Sin embargo hay otro tipo de validación igual de importante, la que denominamos validación semántica. En esta nos referimos a los datos tabulares (alfanuméricos) incluidos durante el proceso de validación de la hoja.

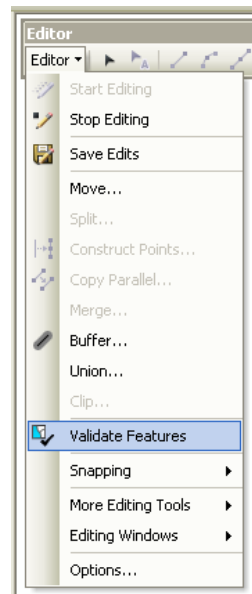
Para la validación de los datos haremos una validación automática de los distintos dominios cubiertos para saber si son correctos.

Los dominios especifican el rango de valores alfanuméricos que pueden asignarse a un atributo de campo de una *feature class*. Pueden ser un rango discreto o distintos valores específicos de código.

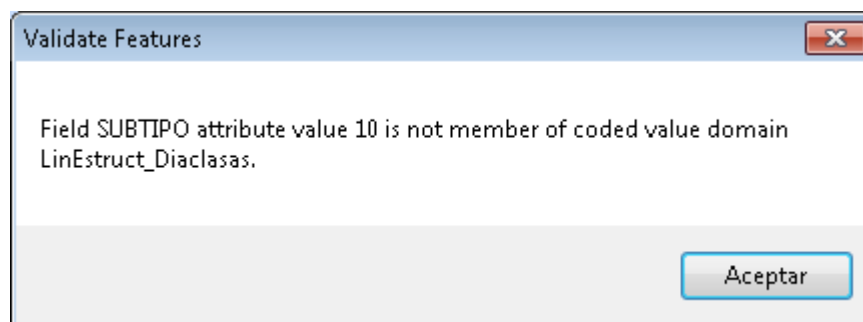
Los dominios ofrecen una forma de definir un rango de valores que pueda utilizarse en varios campos de atributos. El uso de los dominios ayuda a garantizar la integridad de datos mediante la limitación de la elección de los valores de un campo en concreto. La validación de los dominios de valor codificado se logra mediante la restricción de los valores de campo que se encuentran en las listas desplegables. Los dominios de rangos se validan automáticamente durante la edición.

Los dominios se pueden asignar, a cualquier campo de la GDB, siempre y cuando, los tipos de campo sean iguales.

Para validar los dominios, en ArcMAP se seleccionarán los datos a validar y con la capa en edición, utilizaremos la herramienta de la barra de edición Editor, *Validate Features*.



Esta herramienta nos mostrará un mensaje con los errores que tenemos en nuestros datos.



Esta validación semántica se llevara a cabo al finalizar la digitalización y carga de datos en la hoja y será el digitalizador quien hará una primera validación semántica de sus datos para corregir cualquier error existente.

6.11. SIMBOLIZACIÓN DEL MAPA

Las capas con datos pueden ser simbolizados en cualquier momento siempre que se hayan cargado los atributos necesarios en cada caso.

Para ello se han creado varios *styles* de referencia. Se trata de ficheros de ArcGis donde se almacenan símbolos de representación gráfica organizados en categorías de tipo de entidad. Los *styles* en uso son:

- **SIGAM.style:** almacena los símbolos necesarios para la simbolización de las capas de Geología, y de aquellos elementos genéricos de esas capas tales como las etiquetas. En este archivo los símbolos de línea (*line*) y puntos

(*marker*) se relacionan directamente con su descripción no con su código numérico.

- SIGAM_cod.*style* Almacena los símbolos necesarios para la simbolización de los elementos o entidades, pero en este caso utilizando el código numérico para definir cada símbolo, no su descripción. Este archivo se utilizará para la simbolización de aquellos elementos en los que no es necesaria la visualización de las descripciones de los símbolos, tales como perfiles o el cuadro litoestratigráfico, por ejemplo.
- SIGAM_RASTRAS.*style*: *style* que almacena los símbolos pertenecientes a la simbolización de las rastras. Este fichero será necesario mientras no se establezca la codificación y simbología única para las unidades litoestratigráficas del país. Una vez sea establecida el símbolo de cada unidad estará compuesto de color y trama en un único elemento y este fichero no será necesario.

La topografía y el esquema regional estarán representados mediante las herramientas de *Representation*. De esta forma estas capas siempre se verán gráficamente representadas de la forma preestablecida en la *Representation*.

6.11.1. SIMBOLIZACIÓN DE LAS CAPAS DE TOPOGRAFÍA.

La simbolización de las capas de topografía se realizó utilizando el archivo TOPOGRAFIA.*style*. Para eso se realizó una simbolización de cada una de las capas mediante un *match to symbol* con el campo Symbol.

Siguiendo este método se han creado reglas de *Representation* para todas las capas de topografía del continuo. Las representaciones son una propiedad de una clase de entidad. Estas se almacenan en tablas del sistema, dentro de la GDB y en la propia clase de entidad y permiten personalizar la apariencia de las entidades, almacenando la información del símbolo con la geometría de la entidad dentro de las clases de entidad.

Una vez realizadas las reglas de representación ya no es necesario volver a simbolizar los datos de topografía con el *style*, salvo que se quieran modificar estas reglas.

6.11.2. SIMBOLIZACIÓN DE LAS CAPAS DE GEOLOGÍA.

Dados los ajustes en el modelo de datos de geología, en la actualidad el tipo de estructuras de las capas de fallas, pliegues y contactos ha sido recodificado en dos atributos: TIPO Y CERTIDUMBRE. Por lo tanto no hay un único atributo que defina el tipo de estructura ni el aspecto de la línea. Sin embargo, dado que existe en el modelo el atributo SYMBOL, este

se utilizará para representar las líneas (estructuras y contactos) conservando la simbología asignada en las hojas ya realizadas con anterioridad a este modelo de datos.

La conversión de codificación vieja a nueva ya ha sido realizada por el SEGEMAR y aplicada para este proyecto. En las hojas convertidas del modelo obsoleto, se ha cargado en SYMBOL el código antiguo para poder representarlas como hasta la fecha.

Para representar la estructuras de las hojas previas de acuerdo al nuevo modelo de datos y para las hojas de nueva ejecución se utilizará el mismo campo SYMBOL cargando en él el valor concatenado de TIPO+CERTIDUMBRE.

De manera semejante se procederá con las mediciones, si bien aquí no hay CERTIDUMBRE y el campo principal es SUBTIPO (no TIPO).

Para lograr la conversión de símbolos viejos a las nuevas definiciones, establecidas ahora en dos atributos, se han creado sendas tablas (simbologíaLíneasGeo y simbologíaPuntosGeo) que contemplan los códigos y descripciones viejos y sus correspondientes nuevos, así como los valores de certidumbre y la descripción conjunta de código nuevo más certidumbre las tablas también contemplan el símbolo asignado para su representación, utilizando en la medida de lo posible los existentes hasta la fecha y adaptándolos a las nuevas descripciones. También se ha transformado el SIGAM.STYLE para adaptarse a estas nuevas descripciones, aunque es necesario completarlo para abarcar todas las categorías.

Estas tablas, descriptivas de cada código y de enlace con su simbología, se han construido al objeto de que en la leyenda se vean los textos descriptivos de las referencias (y no el código numérico). Estas tablas son genéricas para toda la serie cartográfica para los diferentes tipos de entidad.

Líneas y puntos se simbolizan a través de un *join* entre la capa y la tabla mediante el campo común SYMBOL y empleando a continuación la herramienta *match to symbol* con el *style* de referencia SIGAM.*style* y utilizando DESCRIPCION como ítem de referencia. De esta manera las referencias geológicas quedan correctamente etiquetadas de forma automática con el nombre del tipo de estructura y su certidumbre.

Para simbolizar los polígonos de UnidadGeologica, en tanto no se defina una leyenda única para todo el país, es necesario cargar la capa dos veces en el dataframe, dividiendo la simbolización en dos tipos: el color del polígono y la rastra. Para esas dos simbolizaciones hay que crear un *join* a través de COD_ULITO con la tabla SimbologíaPolígonos, de la GDB de cada hoja, que contiene los siguientes campos:

- COD_ULITO. El código de enlace con la UnidadGeologica de la hoja.
- COLOR. El color asignado del *style* SIGAM.
- CODRASTRA: codificación única para las rastras, que sintetiza los campos de color rastra ángulo y escala que se asignará a cada rastra

Para asignar el color de la Unidad Geológica, una vez realizado el *Join* a la capa de Unidad Geológica realizaremos un *Match To Symbol* entre el campo COLOR y el archivo *style* SIGAM.*style*.

Para simbolizar la rastra de la capa Unidad Geológica se utiliza el campo CODRASTRA, compuesto con la información de rastra, color, ángulo y escala. El siguiente ejemplo muestra una rastra con esa codificación: si no hay rastra el valor del campo será cero.



Estos símbolos se almacenan en el archivo SIGAM_RASTRA.*style*. Una vez realizado el *Join* a la capa de UnidadGeologica realizaremos un *Match To Symbol* entre el campo CODRASTRA y el archivo *style* SIGAM_RASTRA.*style*. La capa de rastras debe colocarse por encima de la de color para que sea visible.

Esto podrá ser superado cuando exista un único diccionario que permita crear los símbolos compuestos de color y trama en el mismo *style* SIGAM.

6.11.3. SIMBOLIZACIÓN DEL ESQUEMA REGIONAL PARA LA ESCALA 1:250.000.

Actualmente el esquema regional se simboliza con una *representación*. Para crear las reglas de la *representation*, en 2015 se simbolizó el Esquema Regional utilizando el *style* SIGAM_QR, que almacena los símbolos para cada una de las siglas del mapa. Para los polígonos pertenecientes a UnidadGeologica25M se realizó un *match to symbol* entre el atributo G_CODE de la capa de polígonos y el *style* SIGAM_QR. Desde SEGEMAR se han readaptado estas reglas para aplicarlas al estilo de representación que desean utilizar para el esquema regional. Una vez creadas estas reglas de *Representation*, ya no será necesario volver a simbolizar estos datos salvo que se quieran modificar las reglas.

6.11.4. SIMBOLIZACIÓN DE LA GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA PROVINCIAL PARA LA ESCALA 1:100.000.

Es recomendable que la información provincial se simbolice con una *representación* y que se adecue al estilo de representación que desean utilizar para el esquema regional de la escala 1:100.000. Una vez creadas estas reglas de *Representation*, ya no será necesario volver a simbolizar estos datos salvo que se quieran modificar las reglas.

6.11.5. SIMBOLIZACIÓN DE LOS ESQUEMAS GEOMORFOLÓGICO Y TECTÓNICO.

Para simbolizar los esquemas auxiliares es aconsejable elaborar una codificación única para los códigos geomorfológicos y tectónicos de todo el país. Mientras esa codificación no esté finalizada el proceso de simbolización será parecido al realizado para los elementos anteriores.

Para ello se seguirá el mismo sistema de simbolización que se utiliza para la UnidadGeologica, consistente en utilizar una tabla, propia de la GDB de cada hoja, para relacionar el código con el color y la trama. Esta tabla se nombra como SimbologiaPoligonosqt (esquema tectónico) o SimbologiaPoligonosqg (esquema geomorfológico) y tiene los siguientes ítems:

- CODE_TECTONICO o COD_GEOMORFO
- Símbolo, para el color
- CODRASTRA: codificación única para las rastras, que sintetiza los campos de color rastra ángulo y escala que se asignará a cada rastra.

Se hará un *join* entre esta tabla y la capa a través de su ítem común (CODE_TECTONICO o COD_GEOMORFO respectivamente) para simbolizar utilizando *match to symbol* con el campo Símbolo y el *style* SIGAM_COD, (para el color) o con el CODRASTRA y el *style* SIGAM_RASTRA.*style* (para la rastra). Será necesario duplicar la capa y colocar la que representa las rastras por encima del color.

Insistimos en que cada unidad tectónica o geomorfológica solo puede tener un tipo de representación gráfica en la hoja (un color y opcionalmente una rastra). Las tramas que se asocian a elementos de los cuerpos de agua deben ir en la capa de cuerpos de agua.

Del mismo modo que lo comentado para la UnidadGeologica, una vez sea construida una codificación única para el país de estas dos capas, también podrán representarse sin esta tabla intermedia, asignando al *Style* un símbolo único para cada clase existente compuesto de color y trama y que se defina por su descripción.

6.11.6. SIMBOLIZACIÓN DE PERFILES Y CUADRO LITOESTRATIGRÁFICO.

Perfiles columnares, perfiles transversales y cuadro litoestratigráfico se simbolizan de manera semejante a los elementos descritos con anterioridad.

En todos los casos se simbolizará con un doble *match to symbol* entre el campo color y el CODRASTRA con los *style* SIGAM Y SIGAM_RASTRA respectivamente. Será necesario duplicar las capas y colocar la que representa las rastras por encima del color.

7. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- Cohen, K. M., Finney, S. C., Gibbard, P. L., & Fan, J. X. (2013). The ICS international chronostratigraphic chart. *Episodes*, 36(3), 199-204.
- ESRI (2014): *Biblioteca de ayuda de ArcGIS*. ESRI. Documento on line. <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.2/index.html#/na/00qn0000001p000000/>. Fecha de consulta: 10-05-2014.
- IGNES (2014): MTN Normas de edición 1:25 000. Instituto Geográfico Nacional España. Ministerio de Fomento. 90 pp.
- IGNRA (2010): *Manual de signos cartográficos*. Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina. Ministerio de Defensa. 192 pp.
- IGNRA (2014): *Modelo Digital de Elevaciones de la República Argentina, MDE-Ar*. Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina. Ministerio de Defensa. 322 pp.
- INDUROT, Universidad de Oviedo (2015). Diseño del subsistema de producción de cartografía digital. Informe preliminar (definitivo). SADIM. Mayo de 2015, 62 pp.
- Robinson, A.H. Sale, R.D., Morrinson, J.L., Muehrcke, P.C. (1987): *Elementos de Cartografía*. Ediciones Omega, 544 pp.
- SEGEMAR, IGRM. (1999) *Normativa para la digitalización de Cartas geológicas a escala 1:250.000*. Programa nacional de cartas geológicas de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Revisión: 02. Clave: SIG-NOR-IGRM-003. 201 pp.
- SEGEMAR (2000): *Normativa para el sistema de producción de cartas geológicas a escalas 1:100.000 y 1:250.000*. SEGEMAR, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Revisión: 02. Clave: SIG-NOR-IGRM-002. 138 pp.
- SEGEMAR (2000b): *Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Modelo de Carta Geológica; Normativa de realización*. SEGEMAR, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Revisión: 01. Clave: GEO-NOR-IGRM-001. 138 pp.