

GUÍA ESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL

VERSIÓN ABREVIADA

Edición preparada por:

Salvador Reguant y

Roser Ortiz, de la Universitat de Barcelona.

GUÍA ESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL

-Versión Abreviada-

Prefacio

Esta Guía es la versión abreviada de la segunda edición de la *International Stratigraphic Guide* que ha sido publicada en inglés en la revista *Episodes*, en el volumen 22, número 4, pp. 255-271. La «International Union of Geological Sciences» ha concedido el permiso para su traducción y difusión en lengua española al Prof. Salvador Reguant, miembro «ex officio» de la «International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC)». Esta traducción está adaptada fundamentalmente al español de uso común en España y no se han introducido los usos ligeramente diferentes de otros países de lengua española salvo los explicitados en las notas (1).

La segunda edición de la *International Stratigraphic Guide*, editada por Amós Salvador fue preparada por la «International Subcommission on Stratigraphic Classification» de la «International Commission on Stratigraphy (ICS)» y publicada conjuntamente por la «International Union of Geological Sciences (IUGS)» y la «Geological Society of America». Tanto la primera edición, editada por Hollis D. Hedberg en 1976 (2) como la segunda edición han sido ampliamente aceptadas y usadas por estratígrafos de todo el mundo. Esta segunda edición se puede adquirir en la «Geological Society of America», Publication Sales, P. O. Box 9140, Boulder, CO 80301, Fax 303-447-1133. A pesar de la buena aceptación y de la amplia difusión de la segunda edición de la Guía, estratígrafos y estudiantes de estratigrafía de todo el mundo han manifestado las dificultades para obtenerla. La edición de esta versión abreviada pretende soslayar estas dificultades. La versión abreviada no es una revisión de la Guía; todas las afirmaciones esenciales de la edición completa, relativas a la clasificación, terminología y procedimientos estratigráficos se han respetado. Además, esta versión mantiene la estructura de la edición completa en lo que se refiere a los capítulos, títulos y subtítulos de manera que el lector puede consultar simultáneamente la versión original y ampliar los detalles que le interesen. Ciertas discusiones no esenciales han sido omitidas, aunque se conservan los títulos de todas las secciones para facilitar la consulta de la versión completa de la Guía. Las principales omisiones de la versión resumida son algunos textos explicativos, ejemplos de procedimiento estratigráfico, el glosario de términos estratigráficos, la lista de códigos estratigráficos nacionales y regionales y la extensa bibliografía sobre clasificación, terminología y procedimientos estratigráficos (3).

Capítulo 1. Introducción

A. Origen y objetivos de la Guía

Los objetivos y el espíritu de esta versión breve son los mismos que los de la segunda edición de la Guía: buscar un acuerdo internacional sobre los principios de la clasificación estratigráfica y desarrollar una terminología estratigráfica y unas reglas de procedimiento estratigráfico aceptables para todos. Todo ello a fin de mejorar la exactitud y precisión en la comunicación, coordinación y comprensión internacionales en estos temas.

B. Composición de la Subcomisión

Esta subcomisión está constituida por estratígrafos y organizaciones estratigráficas de todo el mundo, que representan un amplio espectro de intereses, tradiciones y filosofías. En los últimos años, el número de miembros ha aumentado de 75 a 130, mientras que el número de países representados ha pasado de 30 a 45.

C. Preparación y revisión de la Guía

D. Espíritu de la Guía

Al igual que la segunda edición de la *International Stratigraphic Guide* esta versión abreviada se plantea como un conjunto de recomendaciones sobre clasificación, terminología y procedimientos estratigráficos. En ningún momento la guía pretende ser un «código».

E. Códigos estratigráficos nacionales y regionales

La ISSC apoya el desarrollo de códigos estratigráficos nacionales y regionales; estos códigos han sido útiles en el pasado para desarrollar unos principios y suministrar una base de comprobación para el establecimiento de varias de las propuestas que se contienen en la *Guía*.

F. Puntos de vista alternativos u opuestos

Capítulo 2. Principios de la clasificación estratigráfica

A. Generalidades

La clasificación estratigráfica se refiere a todas las rocas de la corteza terrestre. Las rocas tienen muchas características tangibles y medibles y pueden clasificarse atendiendo a cualquiera de ellas. Las rocas también pueden

clasificarse por la edad de su formación o por características interpretativas, tales como el medio en que se han formado o su génesis.

La posición estratigráfica del cambio en una propiedad o característica no tiene porqué coincidir con la de otra propiedad o característica. En consecuencia, las unidades basadas en una propiedad no coinciden con las basadas en otra. Así pues, no es posible expresar la distribución en las rocas de todas sus características con un solo conjunto de unidades estratigráficas. Se requieren varios conjuntos de unidades. No obstante, todas las clasificaciones están estrechamente relacionadas ya que expresan los distintos aspectos de los mismos cuerpos rocosos y se usan para conseguir los mismos objetivos de la estratigrafía: mejorar nuestro conocimiento y comprensión de los cuerpos rocosos de la Tierra y de su historia.

B. Categorías de clasificación estratigráfica

Los cuerpos rocosos pueden clasificarse de acuerdo con muchas propiedades distintas. Cada clasificación necesita su propia nomenclatura. Los siguientes tipos de unidades formales son los más conocidos y los de uso más generalizado:

1. *Unidades litoestratigráficas* - unidades basadas en características litológicas de los cuerpos rocosos.
2. *Unidades limitadas por discontinuidades* - cuerpos rocosos limitados superior e inferiormente por discontinuidades significativas en la sucesión estratigráfica.
3. *Unidades bioestratigráficas* - unidades basadas en el contenido fósil de los cuerpos rocosos.
4. *Unidades de polaridad magnetoestratigráfica* - unidades basadas en los cambios de orientación del magnetismo remanente de los cuerpos rocosos.
5. *Unidades cronoestratigráficas* - unidades basadas en la edad de formación de los cuerpos rocosos.

Pueden usarse otras características y cualidades para clasificar los cuerpos rocosos y es posible el uso de cualquiera de ellas que pueda resultar interesante. Si llega el caso deberán definirse las denominaciones de unidad que vayan a usarse para cada clasificación.

Aunque cada tipo de unidad estratigráfica puede ser particularmente útil en la clasificación estratigráfica bajo ciertas condiciones o en determinadas áreas o para conseguir determinados objetivos, las unidades cronoestratigráficas se presentan como las unidades formales de mayor interés global ya que están basadas en la edad de formación de las rocas. Las unidades litoestratigráficas, bioestratigráficas y limitadas por discontinuidades son, todas ellas, de extensión areal limitada y, por tanto, resultan insatisfactorias para una síntesis global. Aunque son potencialmente universales, las unidades de polaridad magnetoestratigráfica, necesitan datos externos derivados de otras unidades para ser reconocidas y datadas. Por estas razones, las unidades cronoestratigráficas han sido escogidas para la comunicación

internacional entre los estratígrafos en lo que hace referencia a su posición en la columna estratigráfica.

C. Terminologías distintas para cada categoría

Se requieren términos apropiados que permitan diferenciar cada una de las categorías de unidades estratigráficas. En algunas clasificaciones es mejor establecer una jerarquía, mientras que en otras todas las categorías tienen el mismo rango. La Tabla 1 muestra los términos recomendados para las distintas categorías de unidades estratigráficas.

| Categorías estratigráficas | Principales términos de unidad estratigráfica |
|--|---|
| Litoestratigráficas | Grupo Formación Miembro Capa(s), Flujo(s) |
| Limitadas por discontinuidades | Síntema |
| Bioestratigráficas | Biozonas: Zonas de extensión Zonas de intervalo Zonas de linaje Zonas de asociación Zonas de abundancia Otros tipos de biozonas |
| Polaridad magnetoestratigráfica | Zona de polaridad |
| Otras categorías (informales) estratigráficas (mineralógicas, de isótopos estables, ambientales, sísmicas, etc.) | -zona (con un prefijo apropiado) |

Unid. geocronológicas equivalentes

| Cronoestratigráficas | Eonotema | Eón |
|----------------------|-------------|------------------|
| | Eratema | Era |
| | Sistema | Período |
| | Serie | Época |
| | Piso | Edad |
| | Subpiso | Subedad (o Edad) |
| | (Cronozona) | (Cron) |

* Si se necesitan rangos adicionales, pueden usarse los prefijos *Sub* y *Super* junto con el término de la unidad cuando sea apropiado, aunque se recomienda no complicar innecesariamente la nomenclatura.

Tabla 1. Resumen de categorías y términos de unidad en la clasificación estratigráfica

D. Unidades cronoestratigráficas y geocronológicas

Las unidades cronoestratigráficas son unidades tangibles porque comprenden todas las rocas formadas durante un determinado intervalo de tiempo. Las unidades geocronológicas son unidades de tiempo - una propiedad intangible - y, por consiguiente, son unidades intangibles y no son propiamente unidades estratigráficas.

E. Carácter incompleto del registro rocoso

El registro rocoso de cualquier área dista mucho de ser continuo y completo. Normalmente está interrumpido

vido por innumerables diastemas, discontinuidades e inconformidades. De hecho, en cualquier plano de estratificación de las rocas sedimentarias se dan pequeñas interrupciones del registro rocoso. Poner en evidencia estos intervalos de vacío en las rocas es, en sí mismo, una parte de la estratigrafía, y una contribución importante al conocimiento de la historia de la Tierra.

Capítulo 3. Definiciones y procedimientos

A. Definiciones

1. **Estratigrafía.** Del latín *stratum* y del griego *graphia*, es la descripción de todos los cuerpos rocosos que forman la corteza terrestre y de su organización en unidades distintas, útiles y cartografiables. Las unidades están basadas en sus características o cualidades a fin de establecer su distribución y relación en el espacio y su sucesión en el tiempo, y para interpretar la historia geológica.

2. **Estrato.** Capa de roca caracterizada por unas características y cualidades propias que la distinguen de las capas adyacentes.

3. **Clasificación estratigráfica.** Organización sistemática de los cuerpos rocosos terrestres, tal como se encuentran en sus relaciones originales, en unidades basadas en alguna de sus características o cualidades que pueden ser útiles en el trabajo estratigráfico.

4. **Unidad estratigráfica.** Cuerpo rocoso definido como una entidad específica en la clasificación de las rocas terrestres, basándose en alguna de sus características o cualidades o en una combinación de varias de ellas. Las unidades estratigráficas basadas en una característica no tienen por qué coincidir con las basadas en otras.

5. **Terminología estratigráfica.** Conjunto de denominaciones de unidad usados en la clasificación estratigráfica. Estos términos pueden ser formales o informales.

a. La terminología estratigráfica **formal** usa denominaciones de unidad que se definen y nombran de acuerdo con normas establecidas convencionalmente.

b. La terminología estratigráfica **informal** emplea denominaciones de unidad como voces comunes en un sentido descriptivo, no como parte de un esquema concreto de clasificación estratigráfica. Se recomienda encarecidamente evitar el uso de términos informales en la publicación de documentos.

6. **Nomenclatura estratigráfica.** Sistema de nombres propios dados a unidades estratigráficas concretas.

7. **Zona.** Cuerpo rocoso menor en muchas de las categorías de clasificación estratigráfica. El tipo de zona se indica con un prefijo. Por ejemplo: litozona, biozona, cronozona.

8. **Horizonte.** Superficie de separación indicativa de una posición particular en una sucesión es-

tratigráfica. El tipo de horizonte se indica mediante un prefijo. Por ejemplo: litohorizonte, biohorizonte, cronohorizonte.

9. **Correlación.** Demostración de la correspondencia en carácter y/o en posición estratigráfica. El tipo de correlación se indica mediante un prefijo. Por ejemplo: litocorrelación, biocorrelación, cronocorrelación.

10. **Geocronología.** Ciencia que se ocupa de la datación y de determinar la secuencia temporal de los eventos en la historia de la Tierra.

11. **Unidad geocronológica.** Una subdivisión del tiempo geológico.

12. **Geocronometría.** Rama de la geocronología que trata de la medida cuantitativa (numérica) del tiempo geológico. Se usan las abreviaturas siguientes: **ka** para un millar de años (10^3); **Ma** para un millón (10^6), **Ga** para un millar de millones (10^9).

13. **Facies.** El término «facies» significó originalmente el cambio lateral en el aspecto litológico de una unidad estratigráfica. Actualmente, su significado se ha extendido a la expresión de una amplia gama de conceptos geológicos: ambiente deposicional, composición litológica, asociación geográfica, climática o tectónica, etc.

14. **Precauciones en el uso de términos generales para usos especiales.** El uso de términos generales para usos especiales ha sido fuente de confusiones lamentables. Es mejor conservar el sentido original general de un término y buscar un vocablo más preciso y menos ambiguo para un significado especial. En la preparación de esta versión breve de la *Guía* se ha considerado necesario definir la manera como han sido usados ciertos términos, citados a continuación. En mucha de la literatura existente hay una tendencia a usar los términos definir, describir, caracterizar, diagnosticar e identificar como términos prácticamente sinónimos. Estos vocablos tienen significados preferentes y aquí se realiza un intento de usarlos de una sola manera de modo que su significado quede claro.

caracterizar es establecer lo que es propio. Así, la caracterización de una unidad estratigráfica especifica sus cualidades propias o su propia combinación de cualidades.

clasificar es organizar los datos de un estudio en un conjunto de categorías que tengan límites o características de unidad definidos.

definir es establecer límites. Así, una definición pone límites a las unidades en la clasificación.

describir es resumir el contenido total y las relaciones de una unidad de clasificación. Una descripción es, pues, un resumen de todas las cualidades de una unidad.

diagnosticar es establecer qué carácter o combinación de caracteres permite una identificación no ambigua de una unidad en una clasificación.

identificar es reconocer que un conjunto de observaciones caen dentro de los límites defini-

dos o que contienen las cualidades propias de una categoría o clasificación.

B. Procedimientos para el establecimiento y revisión de las unidades estratigráficas

La propuesta de creación de una nueva unidad estratigráfica formal requiere explicitar el intento de introducirla y las razones para hacerlo. Una nueva unidad debe ser *adecuadamente propuesta y adecuadamente descrita*. Esto supone:

- *Una definición, caracterización y descripción claras y completas de la unidad de manera que cualquier investigador futuro pueda identificarla.
- *La propuesta del tipo, nombre y rango de la unidad.
- *La designación de un estratotipo (sección tipo) o de la localidad tipo donde la unidad ha sido establecida y que pueda ser usado como referencia por parte de los científicos interesados.
- *La publicación en un medio científico reconocido.

1. Definición, caracterización y descripción

- a. **Nomenclatura** (ver la sección 3.B.5).
- b. **Estratotipos u otros estándares de referencia.** Se debe dar la localización geográfica y el contexto geológico del estratotipo con indicación de la accesibilidad, mapas, y marcadores, tanto artificiales como naturales. Para los tipos de unidades en las que no es adecuado usar estratotipos como estándares, la garantía de reconocimiento se consigue con una descripción e ilustración correctas de aquellos rasgos que constituyen los criterios diagnósticos de la unidad.
- c. **Descripción de la unidad en el estratotipo o localidad tipo.**
- d. **Aspectos regionales.** Extensión geográfica; variaciones regionales en espesor, litoestratigrafía, bioestratigrafía y otras características; naturaleza de los límites fuera del tipo; criterios que deben utilizarse para identificar y extender la unidad en toda el área donde existe.
- e. **Edad geológica.**
- f. **Correlación con otras unidades.**
- g. **Génesis** (si es oportuno).
- h. **Referencias bibliográficas.**

2. Requisitos especiales para el establecimiento de unidades del subsuelo

Las mismas reglas de procedimiento que se usan en las secciones expuestas en superficie, deben aplicarse a las unidades establecidas en afloramientos de minas, túneles o secciones de sondeos. Los estratotipos en secciones de sondeos se definen por la profundidad y a partir del estudio de las columnas y testigos de los sondeos si están disponibles. Los datos indicados a continuación son aconsejables para establecer unidades del subsuelo:

- a. **Designación del sondeo o mina.** El nombre del sondeo o de la mina y su localización geográfica, usando la nomenclatura convencional del campo petrolífero o la topográfica.
- b. **Columnas geológicas.** Las columnas litológicas o paleontológicas del sondeo o sondeos, y los mapas y cortes geológicos de la mina, en forma escrita y gráfica con los límites de la nueva unidad y sus subdivisiones.
- c. **Columnas y perfiles geofísicos.** Los perfiles eléctricos y/o otras diagraffas y los perfiles sísmicos con los límites y subdivisiones de las unidades representadas a una escala adecuada que permita apreciar los detalles.
- d. **Archivos.** Los archivos deben localizarse en una institución con facilidades de conservación propias y que asegure que los materiales serán siempre accesibles para su estudio. Debe indicarse la ubicación del archivo que contenga los materiales del sondeo, túnel o mina estratotípicos.

3. Denominación de las unidades estratigráficas

Los nombres de la mayoría de unidades estratigráficas formales son una combinación de un término geográfico apropiado y un vocablo que indica el tipo y rango de la unidad, como por ejemplo, Formación La Luna. No siguen esta norma algunos nombres establecidos en épocas iniciales de la estratigrafía.

El nombre formal de una unidad bioestratigráfica está constituido por los nombres de uno o más fósiles específicos combinado con el nombre propio del tipo de unidad bioestratigráfica. Por ejemplo, Zona de asociación *Exus albus*. (Véase el capítulo 7).

- a. **Componente geográfico de los nombres de unidades estratigráficas.**
 - i. **Fuente.** Los nombres geográficos deben derivar de lugares permanentes, naturales o artificiales, en o cerca del lugar donde se localiza la unidad estratigráfica. El nombre debe poderse localizar en los mapas ordinarios publicados por la administración política pertinente. En el caso de que estos nombres no existan, se debe describir el lugar del cual se ha tomado el nombre y señalarlo en un mapa a escala adecuada, acompañando la descripción de la nueva unidad. Son preferibles los nombres breves y simples. El nombre de la unidad estratigráfica debe ser exactamente el mismo que el del lugar o accidente geográfico que sirvió para crearlo.
 - ii. **Escritura de los nombres geográficos.** El componente geográfico del nombre de una unidad estratigráfica debe escribirse como se hace en el país de origen. La escritura del componente geográfico no debe cambiarse una vez ha sido establecida. Los componentes de rango o litológicos pueden modificarse cuando se traducen a otro idioma.
 - iii. **Cambios en los nombres geográficos.** El cambio en el nombre de un lugar o accidente geográfico

no afecta al de la unidad estratigráfica asociada, ni la desaparición del propio lugar o accidente geográfico exige un nuevo nombre.

iv. *Nombres geográficos inapropiados*. Un nombre geográfico no debe inducir a confusión. Por ejemplo: no debe usarse el nombre Formación London para una unidad en Canadá, aunque exista en Canadá una localidad con ese nombre.

v. *Duplicación de nombres geográficos*. El nombre de una nueva unidad estratigráfica debe ser único a fin de no provocar ambigüedades. El *Lexique Stratigraphique International* de la IUGS y los léxicos nacionales y regionales contienen listas de los nombres empleados anteriormente. Por otra parte, es conveniente informarse a través de los servicios geológicos y otras organizaciones internacionales para conocer otros nombres ya establecidos, pero aún no publicados en léxicos.

vi. *Nombres de las subdivisiones de las unidades estratigráficas*. Si una unidad se divide en dos o más unidades formales, el nombre geográfico de la unidad original no debe usarse en ninguna de las subdivisiones.

b. **Componente de denominación de unidad en las unidades estratigráficas**. El componente que denomina la unidad de un término estratigráfico indica el tipo y rango de la unidad. Esta denominación puede ser diferente, según las lenguas.

c. **Relación de los nombres con las fronteras políticas**. Las unidades estratigráficas no están limitadas por fronteras políticas y sus nombres no deben cambiarse a uno y otro lado de las mismas.

d. **Reducción del número de nombres a partir de la correlación**. Si la correlación establece la identidad de dos unidades estratigráficas con distinto nombre, el último nombre debe ser reemplazado por el primero, si no existen otras consideraciones en contra.

e. **Dudas en la atribución**. Si la identificación de una unidad es dudosa, las dudas deben expresarse en la nomenclatura empleada. Pueden usarse las siguientes fórmulas:

Devónico ? = Devónico dudoso

Formación Macoã ? = Formación Macoã dudosa

Formación Peróc-Macoã = estratos en posición intermedia (horizontal o vertical) entre las dos unidades estratigráficas indicadas

Silúrico-Devónico = una parte silúrica y otra parte devónica

Silúrico o Devónico = o Silúrico o Devónico

Silúrico y Devónico = a la vez Silúrico y Devónico indiferenciados.

Cuando dos unidades se juntan mediante un guión o se usan combinadamente, debe ponerse primero el nombre de la unidad más antigua o inferior, si cabe esta distinción.

f. **Nombres abandonados**. Cuando el nombre de una unidad estratigráfica, después de haber sido usado se ha abandonado, no debe utilizarse de nuevo, excepto

en su sentido primigenio. Al hacer referencia a nombres abandonados, debe indicarse el sentido original con el que se usó este término. Por ejemplo: «Arenisca Mornas de Hebert (1874)».

g. **Conservación de los nombres tradicionales o bien establecidos**. Los nombres tradicionales o bien establecidos no deben seguir los procedimientos antes citados y los acuerdos no deben abandonarse mientras sean o hayan llegado a ser bien definidos y caracterizados.

4. Publicación

a. **Un medio científico reconocido**. El establecimiento o revisión de una unidad estratigráfica formal exige su publicación en *un medio científico reconocido*. Las cualidades básicas que éste ha de tener son: ser una publicación regular y normalmente accesible al público científico cuando se la solicite o a través de bibliotecas especializadas. Los resúmenes, la mayoría de guías de excursiones de campo, las conferencias, los informes de compañías, los informes públicos y otros medios parecidos no cumplen estas exigencias.

b. **Prioridad**. La publicación de una unidad, adecuadamente propuesta, denominada y descrita tiene prioridad. No obstante, la sola prioridad no justifica el desplazamiento de un nombre bien establecido por otro poco conocido o usado raramente. Tampoco debe conservarse un nombre mal establecido, simplemente por su prioridad.

c. **Procedimientos editoriales recomendados** (4).

5. Revisión o redefinición de unidades establecidas previamente

La revisión o redefinición de una unidad adecuadamente establecida sin cambiar su nombre, exige explicitar el intento de revisarla, las razones por las que se hace, y la justificación y documentación para proponer una unidad nueva. El cambio de rango de una unidad estratigráfica no requiere una redefinición de la unidad o de sus límites, ni la alteración del componente geográfico del nombre. Una unidad estratigráfica puede ser ascendida o rebajada en rango sin cambiar la parte geográfica de su denominación.

Capítulo 4. Estratotipos y localidades tipo

A. Estratotipos en la definición y caracterización de las unidades estratigráficas

1. **Definiciones estándar**. Las unidades estratigráficas a las que se ha dado nombre deben ser definidas y caracterizadas en una localidad concreta donde estén bien expuestas y desarrolladas, con el fin que constituyan allí el material estándar de referencia para su identificación.

2. **Referencia a una sección concreta de roca**. La sucesión de estratos concretos escogidos como un

estándar de referencia de una unidad sedimentaria se llama estratotipo. En el caso de unidades no sedimentarias, el estándar de referencia es la localidad tipo. Puede tratarse de un área de afloramiento (o un sondeo o una mina) y es parte esencial del establecimiento de una unidad estratigráfica formal. En el caso de que la descripción escrita y el estratotipo no coincidan, los datos del estratotipo tienen preferencia.

Para algunas unidades estratigráficas, tales como las zonas bioestratigráficas de extensión, el estándar de la unidad no puede estar ligado a una sección o área concreta, ya que el alcance de la unidad puede variar al aumentar la información. No obstante, la caracterización y la descripción de estas y otras unidades bioestratigráficas pueden ser mejoradas a través de la designación de una o varias secciones concretas de referencia.

B. Definiciones

1. **Estratotipo (sección tipo).** Afloramiento designado de una unidad sedimentaria denominada o de un límite estratigráfico que sirve de estándar de referencia. Un estratotipo es la sucesión estratigráfica concreta utilizada en la definición y/o caracterización de una unidad o límite estratigráfico.
 2. **Estratotipo de Unidad.** Sección tipo de una unidad estratigráfica sedimentaria que sirve como estándar de referencia en la definición y caracterización de la unidad.
 3. **Estratotipo de Límite.** Sucesión concreta de estratos que contienen el punto que define el límite entre dos unidades estratigráficas.
 4. **Estratotipo Compuesto.** Estratotipo de unidad formado por la combinación de diversos intervalos concretos de estratos que conjuntamente constituyen un estándar compuesto de referencia.
 5. **Localidad Tipo.** Localidad geográfica concreta donde está situado el estratotipo de una unidad estratigráfica sedimentaria. El nombre también hace referencia a la localidad donde la unidad fue descrita y/o denominada originalmente. En el caso de unidades compuestas por rocas ígneas o metamórficas no estratificadas, la localidad tipo es la localidad geográfica concreta donde la unidad fue definida originalmente.
 6. **Área Tipo o Región Tipo.** El área o la región geográficas que contienen el estratotipo o la localidad tipo de una unidad o límite estratigráficos.
 7. **Holo-, para-, neo-, lecto-, e hipoestratotipos.**
2. **Descripción.** La descripción de un estratotipo es a la vez geográfica y geológica. La descripción geográfica debe incluir un mapa detallado de su localización y/o fotografías aéreas e indicaciones sobre el acceso a la localidad tipo y sobre la distribución de la unidad en el área. La descripción geológica incluye los rasgos geológicos, paleontológicos, geofísicos y geomorfológicos de la unidad en la sección tipo. La descripción consta de dos partes: una parte trata de los límites y otra describe el contenido de la unidad.
 3. **Identificación y señalización.** Un requisito importante de un estratotipo es que esté claramente señalado. Un estratotipo de límite se reconoce por una señal, preferentemente a través de un indicador permanente. Los límites de una unidad deben ser claramente designados haciendo referencia a sus características permanentes, geológicas y geográficas en la localidad-tipo.
 4. **Accesibilidad y seguridad de conservación.** Los estratotipos deben ser accesibles para todos aquellos que esten interesados en su estudio, al margen de circunstancias políticas o de otra índole. Debe asegurarse razonablemente su conservación durante un largo período de tiempo.
 5. **Estratotipos de subsuelo.** Pueden aceptarse estratotipos de subsuelo si no hay secciones aflorantes y si existen muestras y perfiles del subsuelo disponibles.
 6. **Aceptabilidad.** La utilidad de los estratotipos de unidades estratigráficas de extensión universal está directamente relacionada con la generalidad con que sean aceptados y reconocidos como estándares de referencia para las unidades. Por consiguiente, es deseable que la designación de un estratotipo esté sujeta a la aprobación de una institución geológica que tenga la máxima autoridad en el tema concreto al que se refiere. La Comisión Internacional de Estratigrafía de la IUGS es la institución a la cual deben ser sometidas a aprobación las propuestas de designación de los estratotipos de unidades de aplicación internacional. Los estratotipos de unidades locales requieren la aprobación de servicios geológicos o comisiones estratigráficas locales.

D. Requisitos para las localidades tipo de cuerpos de rocas ígneas o metamórficas no estratificadas

Las localidades y áreas tipo de los cuerpos de rocas ígneas o metamórficas no estratificadas deben representar el concepto material de la unidad y tener los atributos de descripción, definición, localización y accesibilidad que se aplican a las unidades estratigráficas sedimentarias.

C. Requisitos para el establecimiento de estratotipos (Secciones Tipo)

Los estratotipos deben cumplir los siguientes requisitos:

1. **Expresión del concepto.** El requisito más importante de un estratotipo es que represente adecuadamente el concepto del cual es el tipo material.

Capítulo 5. Unidades litoestratigráficas

A. Naturaleza de las unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas son cuerpos rocosos, estratificados o no, que se definen y caracterizan

en base a sus propiedades litológicas y a sus relaciones estratigráficas. Las unidades litoestratigráficas son las unidades básicas en la cartografía geológica.

Las relaciones entre las unidades litoestratigráficas y otros tipos de unidades se exponen en el capítulo 10.

B. Definiciones

1. **Litoestratigrafía.** Parte de la estratigrafía que trata de la descripción y nomenclatura de las rocas de la Tierra basándose en su litología y sus relaciones estratigráficas.
2. **Clasificación litoestratigráfica.** Organización de los cuerpos rocosos en unidades en base a sus propiedades litológicas y a sus relaciones estratigráficas.
3. **Unidad litoestratigráfica.** Cuerpo rocoso definido y reconocido en base a sus características litológicas o a la combinación de sus propiedades litológicas y sus relaciones estratigráficas. Una unidad litoestratigráfica puede estar formada por rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas. Las unidades litoestratigráficas se definen y reconocen por sus rasgos físicos observables y no por su edad inferida, ni por el lapso de tiempo que representan, ni por su historia geológica, ni por la manera como se formaron. La extensión geográfica de una unidad litoestratigráfica está controlada exclusivamente por la continuidad de sus rasgos litológicos diagnósticos.

C. Tipos de unidades litoestratigráficas

1. **Unidades litoestratigráficas formales.** Véase la Tabla 1 y la Sección 3.A.5. La jerarquía convencional de los términos litoestratigráficos formales es la siguiente:

Grupo – dos o más formaciones

Formación – unidad primaria de la litoestratigrafía

Miembro – subdivisión litológica de una formación con nombre propio

Capa – nivel distintivo con nombre propio en un miembro o formación

Flujo – capa más pequeña que se puede distinguir en una secuencia volcánica

Las unidades, que componen cualquier unidad de rango jerárquicamente superior no tienen porque ser las mismas en todas partes.

2. **Formación.** Unidad formal primaria de la clasificación litoestratigráfica. Las formaciones son las únicas unidades litoestratigráficas formales con las que la litología de una sucesión debe quedar completamente subdividida. El contraste de litología entre formaciones, exigido para justificar su establecimiento, varía con la complejidad de la geología de una región y con el detalle requerido

para la cartografía geológica y para poder deducir su historia geológica. No justifica ni es útil la creación de una formación que no pueda dibujarse a la escala de los mapas realizados en una determinada región. El espesor de las formaciones puede oscilar entre menos de uno a varios miles de metros.

3. **Miembro.** Unidad litoestratigráfica formal de rango inferior a la formación. Tiene propiedades litológicas que la distinguen de las partes adyacentes de la formación. No hay una norma que fije la extensión y espesor de un miembro. Una formación no debe ser dividida en miembros a no ser que sea útil. Algunas formaciones pueden estar completamente divididas en miembros, mientras que otras pueden designarse miembros sólo en algunas partes. Un miembro se puede extender de una formación a otra. Los lentejones y las lenguas son formas especiales de miembros (o de formaciones). Un *lentejón* es un cuerpo rocoso de forma lenticular que tiene una litología distinta de la unidad que lo incluye. Una *lengua* es una proyección de una unidad litoestratigráfica que se extiende más allá del cuerpo principal.
4. **Capa.** La unidad formal más pequeña en la jerarquía de las unidades sedimentarias litoestratigráficas. Por ejemplo, un nivel simple, distinguible litológicamente de los que están encima y debajo del mismo. Normalmente sólo se dan nombres propios y se consideran unidades formales aquellas capas (*capas-guía*) que tienen una utilidad en estratigrafía.
5. **Flujo.** Un cuerpo volcánico extrusivo concreto distinguible por la textura, la composición u otros criterios objetivos. Sólo deben designarse y nombrarse como unidades litoestratigráficas formales aquellas que son características y que tienen una amplia extensión.
6. **Grupo.** Conjunto de dos o más formaciones contiguas o asociadas que tienen en común propiedades litológicas significativas y diagnósticas. Las formaciones no se deben incluir en grupos a no ser que ello sea útil para la simplificación de la clasificación estratigráfica en determinadas regiones o intervalos. La potencia o espesor de una sucesión estratigráfica no es un factor válido para definir una unidad como grupo en lugar de como formación. Las formaciones que integran un grupo no tienen porque ser necesariamente las mismas en todas partes.
7. **Supergupo y subgrupo.** El término "supergupo" puede usarse para varios grupos asociados o para grupos y formaciones asociados que tienen propiedades litológicas significativas en común. Excepcionalmente un grupo puede dividirse en subgrupos.
8. **Complejo.** Unidad litoestratigráfica compuesta de diversos tipos de cualquier clase de rocas (sedimentarias, ígneas, metamórficas) y caracterizada por una litología irregularmente variada o por relaciones estructurales muy complicadas.

9. **Horizonte litoestratigráfico (Litohorizonte).** Superficie de cambio litoestratigráfico. Ordinariamente consiste en el límite de una unidad litoestratigráfica o en una «capa guía» muy delgada, litológicamente distinta, en el interior de una unidad litoestratigráfica.
10. **Unidades litoestratigráficas informales.** A veces se han dado nombres a unidades litoestratigráficas reconocidas en estudios preliminares, pero no descritas ni caracterizadas completamente. Estos nombres deben ser considerados informales y no deben incluirse en documentos publicados. Si una unidad merece un nombre formal requiere una definición y descripción formales adecuadas.

D. Procedimientos para establecer unidades litoestratigráficas

1. **Estratotipos y localidades tipo como estándares de definición.** Cada unidad litoestratigráfica formal debe tener una definición o caracterización clara y precisa. Es esencial la designación de un estratotipo para una unidad estratificada o para una localidad-tipo en el caso de una unidad no estratificada. Pueden designarse secciones auxiliares de referencia o localidades tipo adicionales para complementar la definición de una unidad litoestratigráfica. En el caso de que no aflore en una sola área la sección completa de una unidad, se deben designar estratotipos de límite inferior y superior en secciones concretas.
2. **Límites.** Los límites de unidades litoestratigráficas se sitúan en las posiciones de cambio litológico o, arbitrariamente, dentro de zonas de gradación o indentación litológica vertical o lateral. En trabajos de subsuelo, como en la realización de sondeos, es preferible definir los límites litoestratigráficos en la aparición más alta de un tipo particular de roca y no en la más baja. Normalmente los límites de las unidades litoestratigráficas cortan las superficies de la misma edad, cruzando los límites marcados por los taxones fósiles y, también, los límites de cualquier otro tipo de unidad estratigráfica.
3. **Inconformidades e hiatos.** Las sucesiones estratigráficas de parecida composición litológica, pero separadas por inconformidades regionales o hiatos importantes se han de cartografiar como unidades litoestratigráficas distintas. Los hiatos locales o menores, las disconformidades o inconformidades en el interior de una sucesión de composición litológica parecida no son motivo suficiente para reconocer más de una unidad litoestratigráfica.

E. Procedimientos para extender las unidades litoestratigráficas – la correlación litoestratigráfica

Una unidad litoestratigráfica y sus límites pueden extenderse más allá de la sección tipo o de la localidad tipo,

en la medida en que puedan identificarse las propiedades litológicas diagnósticas en que se basa la unidad.

1. **Uso de evidencias indirectas para la identificación de unidades y sus límites.** Si la pobreza o inexistencia de afloramientos hace difícil determinar la identidad litológica de una unidad litoestratigráfica y sus límites, éstos se pueden identificar y correlacionar en base a argumentos indirectos: geomorfología, diagrfias, reflexiones sísmicas, vegetación distintiva, etc.
2. **Las capas guía usadas como límites.** El techo o la base de una capa guía puede utilizarse como límite de una unidad litoestratigráfica formal en el caso de que esta capa se encuentre en un cambio litológico vertical reconocible o cerca de él.

F. Nomenclatura de las unidades litoestratigráficas.

1. **Generalidades.** El nombre de una unidad litoestratigráfica sigue las reglas generales de la nomenclatura de las unidades estratigráficas (Sección 3.B.3). En el caso de las unidades litoestratigráficas, puede emplearse un único nombre litológico que indique el tipo de roca dominante en lugar de la denominación de unidad indicadora de su rango (grupo, formación, miembro, capa). No obstante, es preferible usar la denominación de unidad y *se desaconseja* usar a la vez los dos: el término litológico y el término de unidad. Los términos “inferior”, “medio” y “superior” no se deben emplear para las subdivisiones formales de unidades litoestratigráficas.
2. **Componente geográfico del nombre.** Véase la Sección 3.B.3.a. En el caso de cambios laterales importantes en la composición litológica de escala regional, es deseable cambiar el nombre geográfico. No es conveniente proponer, de una manera indiscriminada, nuevos nombres para variaciones litológicas menores.
3. **Componente litológico del nombre.** Si se usa un término litológico en la denominación de una unidad litoestratigráfica este término debe ser sencillo, aceptado generalmente y que indique la litología predominante de la unidad. No deben utilizarse términos compuestos, combinados o litogénicos.
4. **Algunos aspectos especiales de las rocas ígneas y metamórficas.** Las rocas volcánicas estratificadas y los cuerpos rocosos metamórficos que puedan reconocerse como de origen sedimentario y/o volcánico extrusivo deben tratarse como las unidades litoestratigráficas sedimentarias. Las rocas intrusivas no estratificadas y los cuerpos de rocas metamórficas que estén deformadas y/o recristalizadas de manera que su estratificación original y su sucesión estratigráfica ya no se puedan asegurar, requieren un trato algo diferente. Como unidades litoestratigráficas su nombre debe estar formado por un término geográfico apropiado, combinado con un término de unidad o con un término litológico sencillo. No obstante, ya que la mayoría de geólogos están de acuerdo en que

los nombres "grupo", "formación", o "miembro" suponen estratificación y posición en una sucesión estratigráfica, es más apropiado, para estas unidades no estratificadas, utilizar términos litológicos sencillos de campo, tales como "granito", "gneis", o "esquistos". También son apropiados términos como "complejo", "melange", y "ofiolita". Por otra parte, el término "conjunto" parece desaconsejable. Este nombre ha sido usado comúnmente para las asociaciones de cuerpos rocosos ígneos intrusivos comagmáticos, de litologías parecidas o relacionadas y asociadas íntimamente en el tiempo, en el espacio y en el origen.

Aunque es mejor no utilizar adjetivos calificativos tales como "plutónico", "ígneo", o "volcánico", en la nomenclatura formal de las unidades litoestratigráficas, éstos adjetivos pueden emplearse cuando ayuden a clarificar la naturaleza de la unidad como, por ejemplo, un complejo. Así "complejo ígneo", "complejo volcánico". (5)

Los nombres litoestratigráficos de las rocas ígneas y metamórficas no deben incluir términos que expresen formas o estructuras, tales como "dique" "sill", "plutón" y "neck" ni el término más general de «intrusión». Estos términos no indican litología, ni son denominaciones en la jerarquía litoestratigráfica, y, por consiguiente, no son nombres litoestratigráficos.

G. Revisión de las unidades litoestratigráficas

Véanse las Secciones 3B.5, 5.F.2, y 5.F.3.

Capítulo 6. Unidades limitadas por discontinuidades

A. Naturaleza de las unidades limitadas por discontinuidades

Este tipo de unidades son cuerpos rocosos limitados por arriba y por abajo por discontinuidades significativas. Están compuestas de diversos tipos de una o varias clases de rocas. Las propiedades litológicas de estas rocas, su contenido fósil, o su intervalo cronoestratigráfico en uno u otro extremo de las discontinuidades sólo son significativos en cuanto sirven para reconocer estas discontinuidades limitantes.

Las unidades limitadas por discontinuidades son unidades estratigráficas objetivas establecidas e identificadas sin tener en cuenta la interpretación genética o causal de las discontinuidades que las limitan.

La relación de las unidades limitadas por discontinuidades con los otros tipos de unidades estratigráficas se trata en el capítulo 10.

B. Definiciones

1. **Unidad limitada por discontinuidades.** Cuerpo rocoso limitado por arriba y por abajo por discontinuidades significativas, concretamente definidas en una sucesión estratigráfica, a poder ser de extensión regional o interregional. Los criterios diagnósticos

usados para establecer e identificar una unidad limitada por discontinuidades son las dos discontinuidades establecidas. Una unidad limitada por discontinuidades puede incluir cualquier número de otros tipos de unidades estratigráficas.

2. **Inconformidad.** Superficie de erosión entre cuerpos rocosos que representan un hiato o interrupción significativos en la sucesión estratigráfica. Algunos tipos de inconformidades son:

a. **Discordancia angular.** Inconformidad en la cual los planos de estratificación, encima y debajo de la discontinuidad estratigráfica se orientan formando un ángulo entre ellos.

b. **Disconformidad.** Inconformidad en la cual los planos de estratificación, encima y debajo de la ruptura estratigráfica son prácticamente paralelos.

c. **Diastema.** Interrupción breve de la sedimentación con poca o nula erosión antes de reiniciarse la sedimentación. Los diastemas no son una base apropiada para establecer unidades limitadas por discontinuidades.

C. Tipos de unidades limitadas por discontinuidades

La unidad, limitada por discontinuidades, básica es el sintema.

El término "sintema" referido a las unidades limitadas por discontinuidades ha sido muy poco aceptado y usado desde su creación por Chang en 1975, y posteriormente discutido en algunas publicaciones de la ISSC. Por tanto es mejor, descartar el término "sintema" y emplear el término ampliamente usado de "secuencia" no sólo como base de la estratigrafía secuencial, sino también para designar todas las unidades estratigráficas, total o parcialmente limitadas por discontinuidades.

D. Jerarquía de las unidades limitadas por discontinuidades

E. Procedimientos para establecer unidades limitadas por discontinuidades

Véase la Sección 3.B. Debido a que la presencia o ausencia de discontinuidades limitantes es el único criterio diagnóstico para establecer, definir, reconocer y extender unidades limitadas por discontinuidades, la definición de las mismas debe insistir en la discusión sobre la naturaleza, posición y características de las discontinuidades.

Las unidades limitadas por discontinuidades deben establecerse sólo donde y cuando puedan satisfacer una necesidad que otros tipos de unidades estratigráficas no puedan hacerlo.

F. Procedimientos para extender las unidades limitadas por discontinuidades

Una unidad limitada por discontinuidades debe extenderse lateralmente sólo hasta donde *ambas* inconformidades limitantes sean identificables.

G. Nomenclatura de las unidades limitadas por discontinuidades

Véase la Sección 3.B.3.

H. Revisión de las unidades limitadas por discontinuidades

Véase la Sección 3.B.5.

Capítulo 7. Unidades bioestratigráficas

A. Naturaleza de las unidades bioestratigráficas

Las unidades bioestratigráficas (biozonas) son conjuntos de estratos que se definen y caracterizan por su contenido fósil.

Las unidades bioestratigráficas existen sólo donde se ha identificado el rasgo o atributo en que se basan. Por consiguiente, las unidades bioestratigráficas son unidades objetivas basadas en la identificación de taxones fósiles. Su reconocimiento depende de la identificación de las atributos definidores y característicos. Las unidades bioestratigráficas, si se obtienen datos adicionales, pueden ampliarse para incluir más registro estratigráfico, tanto vertical como geográficamente. Además, al depender de la práctica taxonómica, los cambios en su base taxonómica pueden ampliar o reducir el conjunto de estratos incluidos en una unidad bioestratigráfica concreta.

Una unidad bioestratigráfica puede basarse en un solo taxón, o en una combinación de taxones, o en las abundancias relativas, o en rasgos morfológicos concretos, o en las variaciones de cualquiera de las muchas características relativas al contenido y distribución de los fósiles en los estratos. El mismo intervalo de estratos puede ser zonado de una manera distinta según los criterios diagnósticos del grupo fósil que se escoja. Así, hay casos de varios tipos de unidades bioestratigráficas en el mismo intervalo que pueden tener interrupciones entre ellas o solapamientos en sus amplitudes verticales u horizontales.

Las unidades bioestratigráficas son distintas de otros tipos de unidades estratigráficas dado que los organismos, cuyos restos fósiles permiten su establecimiento, presentan cambios evolutivos, a través de los tiempos geológicos, que no se repiten en el registro estratigráfico. A causa de ello las asociaciones fósiles de una edad son distintas de las de cualquier otra.

Las relaciones de las unidades bioestratigráficas con los otros tipos de unidades estratigráficas se tratan en el capítulo 10.

B. Los fósiles

1. **Valor de los fósiles.** Los fósiles fueron en su día organismos vivos y, como tales, son indicadores sensibles de los ambientes antiguos, de las pautas

de sedimentación y de sus distribuciones. Además, a causa de la irreversibilidad de la evolución, los fósiles son particularmente útiles para reconocer las edades relativas de formación de los estratos.

2. **Asociaciones fósiles.** Se encuentran cuatro tipos de intervalos en las rocas sedimentarias: estratos sin fósiles; estratos que contienen organismos que vivieron y fueron enterrados en el área (biocenosis); estratos que contienen organismos que vivieron en otras partes y que fueron trasladados al área después de muertos (tanatocenosis); y estratos que contienen organismos transportados vivos fuera de su ambiente normal. Estos tipos se encuentran mezclados o interestratificados en diversas proporciones. Todas las categorías de estratos fosilíferos pueden servir de base para la biozonación bioestratigráfica. Los intervalos que carecen de fósiles identificables o absolutamente sin fósiles no son susceptibles de clasificación bioestratigráfica.
3. **Fósiles retrabajados.** Fósiles de rocas de una determinada edad que han sido erosionados, transportados y redepositados en sedimentos más recientes. A causa de la discrepancia de su significado respecto a la edad y al medio en que se encuentran, deben tratarse aparte de aquellos que se cree que son autóctonos.
4. **Fósiles introducidos o infiltrados.** Fósiles introducidos en rocas más antiguas o más recientes por fluidos, a través de excavaciones de animales, cavidades de raíces, diques o diapiros sedimentarios. Se los debe distinguir de los fósiles autóctonos utilizados en la zonación bioestratigráfica.
5. **Efectos de la condensación estratigráfica.** Unas tasas de sedimentación extremadamente bajas pueden dar como resultado que fósiles de edades y medios diferentes aparezcan mezclados o asociados muy íntimamente en un intervalo estratigráfico muy delgado, o incluso en una sola capa.

C. Definiciones

1. **Bioestratigrafía.** Parte de la estratigrafía que trata de la distribución de los fósiles en el registro estratigráfico y de la organización de los estratos en unidades en base a su contenido fósil.
2. **Clasificación bioestratigráfica.** Subdivisión y organización sistemática de la sección estratigráfica en unidades que reciben un nombre de acuerdo con su contenido fósil.
3. **Zona bioestratigráfica (Biozona).** Término general aplicable a cualquier clase de unidad bioestratigráfica, sin tener en cuenta ni su potencia ni su extensión geográfica. Véase la Sección 3.A.7. Después de aplicarle un término formal, tal como Biozona de extensión de taxon *Globigerina brevis*, puede usarse una versión simplificada de la nomenclatura formal. Por ejemplo, Zona de *Globigerina brevis*. Las biozonas varían mucho en espesor, extensión geográfica y lapso de tiempo representado.

- 4. **Horizonte bioestratigráfico (Biohorizonte).** Límite, superficie o intercara estratigráficas a través del cual se produce un cambio significativo en el carácter bioestratigráfico. Un biohorizonte no tiene espesor y no debe emplearse como término para describir unidades estratigráficas muy delgadas que sean especialmente distintivas.
- 5. **Subbiozona (Subzona).** Subdivisión de una biozona
- 6. **Superbiozona (Superzona).** Agrupación de dos o más biozonas con caracteres bioestratigráficamente relacionados.
- 7. **Zónula.** Se desaconseja el uso de este término. Ha recibido distintos significados y ahora se usa generalmente para indicar una subdivisión de una biozona, o sea, una subbiozona.
- 8. **Intervalos estériles.** Intervalos estratigráficos sin fósiles en una sección estratigráfica.

D. Tipos de unidades bioestratigráficas

- 1. **Generalidades.** Se usan comúnmente cinco tipos de biozonas: zonas de extensión, zonas de intervalo, zonas de asociación, zonas de abundancia y zonas de linaje. Estos tipos de biozonas no tienen significado jerárquico y no se basan en criterios mutuamente excluyentes. Por consiguiente, un intervalo estratigráfico único puede dividirse independientemente en zonas de extensión, zonas de intervalo, etc., según los rasgos bioestratigráficos escogidos.
- 2. **Zona de extensión.** Cuerpo de estratos que representa la *extensión estratigráfica y geográfica conocidas* de la presencia de un taxón concreto o de una combinación de taxones de cualquier categoría.

Hay dos tipos principales de zonas de extensión: zonas de extensión de taxón y zonas de extensión coincidente.

a. Zona de extensión de taxón (véase la figura 1).

- i. **Definición.** Cuerpo de estratos que representa la extensión conocida de la presencia estratigráfica y geográfica de ejemplares de un taxón concreto. Es la suma de presencias documentadas en todas las secciones y localidades individuales en las que un taxón concreto ha sido identificado.

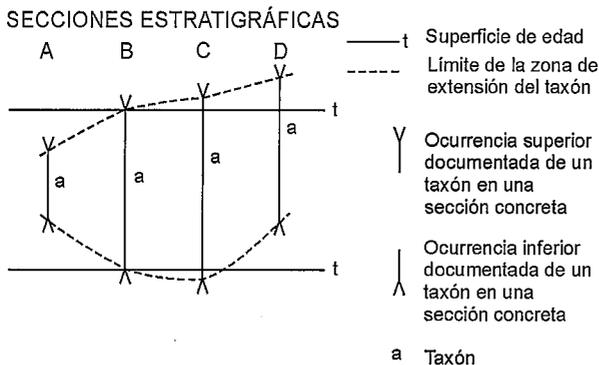


Figura 1. Zona de extensión de taxón. Los límites inferior, superior y lateral de esta zona están determinados por la extensión de la presencia del taxón a

- ii. **Límites.** Los límites de una zona de extensión de taxón son los biohorizontes que marcan las fronteras de la presencia conocida, en cada sección local, de ejemplares cuya extensión ha de ser representada por la zona. Los límites de una zona de extensión de taxón en cualquier sección son los horizontes de las presencias, más baja y más alta, de un taxón específico en la misma.
- iii. **Nomenclatura.** La zona de extensión de taxón recibe el nombre del taxón al que se refiere esta extensión.
- iv. **Extensión local de un taxón.** La extensión local de un taxón puede concretarse en alguna sección local, área, o región mientras el contexto sea claro.

b. Zona de extensión coincidente (véase la figura 2)

- i. **Definición.** Cuerpo de estratos que incluye las partes que se solapan de las zonas de extensión de dos taxones concretos. Este tipo de zona puede contener otros taxones además de aquellos que son los elementos característicos de la zona, pero sólo se usan los dos taxones utilizados para definir los límites de la zona.
- ii. **Límites.** Los límites de una zona de extensión coincidente vienen definidos en cualquier sección estratigráfica concreta por la presencia estratigráfica más baja de las extensiones superiores de los dos taxones que definen la zona y por la presencia estratigráfica más alta de las extensiones inferiores de los mismos.
- iii. **Nomenclatura.** Una zona de extensión coincidente recibe el nombre de los taxones que definen y caracterizan la biozona por su coincidencia.

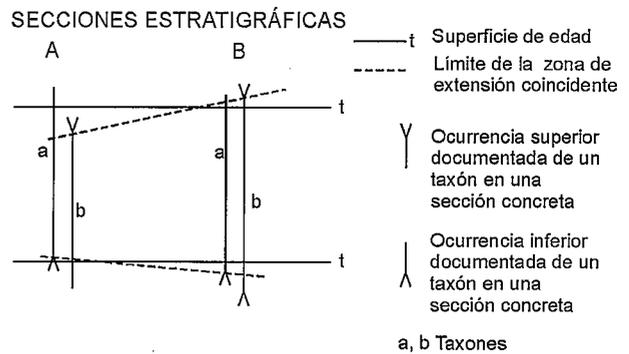


Figura 2. Zona de extensión coincidente. Los límites inferior y lateral de esta zona están determinados por la extensión de la presencia coincidente de los taxones a y b.

3. Zona de intervalo (veáanse las figuras 3 y 4)

- a. **Definición.** Cuerpo de estratos fosilíferos entre dos biohorizontes concretos. Este tipo de zona no es necesariamente una zona de extensión de un taxón o de coincidencia de taxones; se define e identifica únicamente en función de sus biohorizontes limitantes (Figura 3). Las zonas de intervalo, definidas como la sección estratigráfica comprendida entre las presencias más altas conocidas (las primeras que se encuentran descendiendo en la sucesión) de dos taxones concretos, son particularmente útiles en el trabajo estratigráfico de subsuelo, donde la sección es atravesada de arriba

ba abajo y donde la identificación paleontológica se hace generalmente a partir de testigos, frecuentemente contaminados por la recirculación de sedimentos previamente perforados y por material abandonado proveniente de las paredes del sondeo (Figura 4). Este tipo de zona de intervalos ha sido llamada "zona de última presencia", pero es preferible llamarla "zona de presencia superior". Son también útiles en el trabajo de superficie las zonas de intervalo definidas como la sección estratigráfica comprendida entre la presencia inferior de dos taxones concretos ("zona de presencia inferior").

b. **Límites.** Los límites de una zona de intervalo se definen por la presencia de los biohorizontes seleccionados para su definición.

c. **Nomenclatura.** Los nombres dados a las zonas de intervalo pueden derivar de los nombres de los horizontes limitantes, precediendo el nombre del límite basal al del límite superior. Por ejemplo: Zona de intervalo *Globigerinoides sicanus-Orbulina suturalis*. En la definición de una zona de intervalo es conveniente que se especifiquen los criterios que han servido para la selección de los biohorizontes limitantes. Por ejemplo: presencia inferior, presencia superior, etc. Un método alternativo para la nomenclatura es utilizar el nombre de un solo taxón como nombre de la zona. El taxón debe ser un componente habitual de la zona, aunque no esté confinado a la misma.

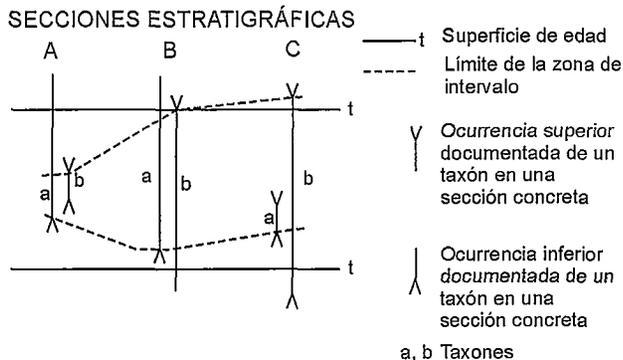


Figura 3. Zona de intervalo. En este ejemplo, el límite inferior de la zona es la presencia más baja conocida del taxón a, y el límite superior es la presencia más alta conocida del taxón b. La zona se extiende lateralmente tan lejos como los biohorizontes, que la definen, puedan ser reconocidos.

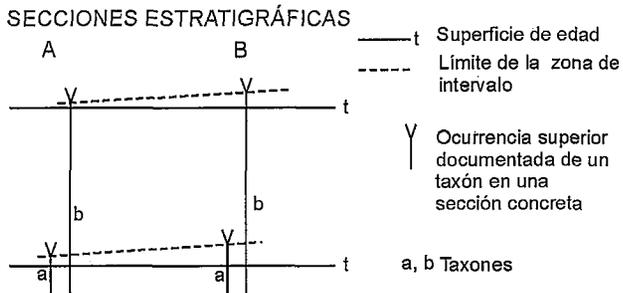


Figura 4. Zona de intervalo (Zona de presencia superior). Este tipo de zona de intervalo es particularmente útil en el trabajo de subsuelo.

4. Zona de linaje (véase la figura 5)

Las zonas de linaje se tratan como una categoría aparte ya que no sólo se requiere para su definición y reconocimiento la identificación de taxones concretos sino también la seguridad de que los taxones escogidos para su definición representen segmentos sucesivos de un linaje evolutivo.

a. **Definición.** Cuerpo de estratos que contiene ejemplares representativos de un segmento concreto de un linaje evolutivo. Puede representar la extensión total de un taxón dentro de un linaje (Figura 5 A) o solamente la parte de la extensión del taxón por debajo de la aparición del taxón descendiente (Figura 5 B). Los límites de las zonas de linaje están próximos a los de las unidades cronoestratigráficas. No obstante, una zona de linaje difiere de una unidad cronoestratigráfica por estar restringida, como todas las unidades bioestratigráficas, a la distribución real, en el espacio, de los fósiles. Las zonas de linaje son los medios más fiables de correlación de edad relativa basados en el método bioestratigráfico.

b. **Límites.** Los límites de una zona de linaje están definidos por los biohorizontes representativos de la aparición más baja de los sucesivos elementos del linaje evolutivo que se consideren.

c. **Nomenclatura.** Una zona de linaje recibe el nombre del taxón de la línea evolutiva cuya extensión total o parcial representa.

SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS

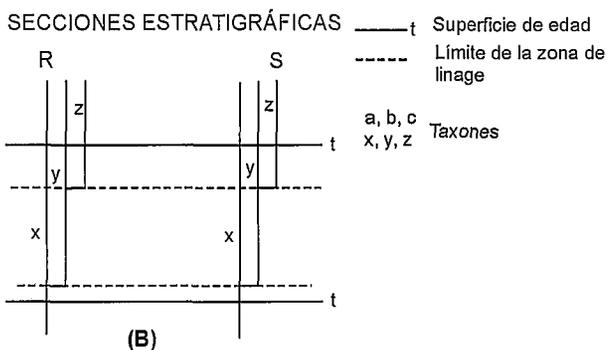
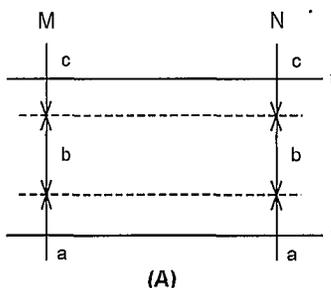


Figura 5. Ejemplos de zonas de linaje. En A la zona de linaje representa la extensión total del taxón b, a partir de la presencia superior de su antepasado, el taxón a, hasta la presencia inferior de su descendiente, el taxón c. En B la zona de linaje representa aquella parte de la extensión del taxón y entre su presencia inferior y la presencia inferior de su descendiente, el taxón z.

5. Zona de asociación (véase la figura 6).

a. **Definición.** Cuerpo de estratos caracterizado por la asociación de tres o más taxones fósiles que, to-

mados en conjunto, lo distinguen por su carácter bioestratigráfico, de los estratos adyacentes.

- b. **Límites.** Los límites de una zona de asociación se establecen en los biohorizontes que marcan la frontera de la presencia de la asociación concreta que caracteriza la unidad. No todos los miembros de la asociación han de estar presentes en una sección para que se asigne a una zona de asociación. La extensión total de cualquiera de sus elementos constitutivos puede extenderse más allá de los límites de la zona.
- c. **Nomenclatura.** El nombre de una zona de asociación deriva del nombre de uno de los elementos prominentes y diagnósticos de la asociación fósil.

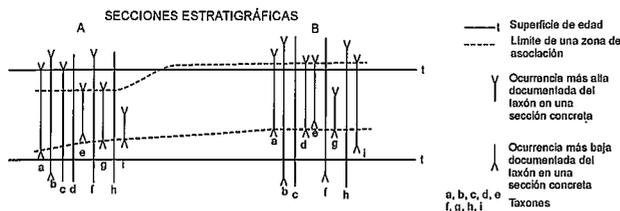


Figura 6. Zona de asociación. En este ejemplo, el diagnóstico de asociación de la zona incluye nueve taxones con diversas extensiones estratigráficas. Para que esta zona de asociación sea útil, puede ser necesario suministrar alguna descripción explícita de sus límites: por ejemplo, puede afirmarse que el límite inferior debe colocarse en la primera presencia de los taxones a y g y en el límite superior de la última presencia del taxón e. Sin embargo, la mayoría de los taxones de la asociación característicos de la zona deben estar presentes.

6. Zona de abundancia (véase la figura 7)

- a. **Definición.** Cuerpo de estratos en el que la abundancia de un taxón concreto o de un grupo concreto de taxones es, significativamente, mayor que la usual en las partes adyacentes de la sección. La abundancia excepcional de un taxón o taxones en el registro estratigráfico puede deberse a determinados procesos de extensión local, pero puede repetirse en diferentes lugares en distintos períodos de tiempo. Por esta razón, el único método seguro para identificar una zona de abundancia es seguirla lateralmente.
- b. **Límites.** Los límites de una zona de abundancia se definen por los biohorizontes a través de los cuales se produce un cambio notable en la abundancia del taxón o taxones concretos que caracterizan la zona.

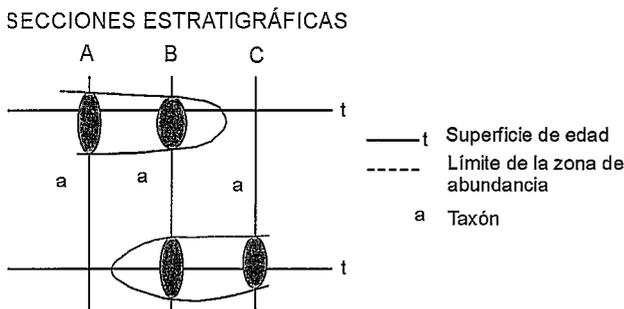


Figura 7. Zonas de abundancia.

E. Jerarquía de las unidades bioestratigráficas

Los distintos tipos de unidades bioestratigráficas descritas no representan diferentes rangos de una jerarquía bioestratigráfica, excepto en el caso de subzonas y superzonas, donde el prefijo indicará su posición en la misma. No es necesario jerarquizar las zonas de extensión en términos de biozona, ya que el sistema jerárquico de la taxonomía biológica se extiende también a estas unidades bioestratigráficas. En ese sentido la zona de extensión de una especie es inferior a la zona de extensión del género al cual la especie pertenece, y así sucesivamente.

F. Procedimientos para el establecimiento de unidades bioestratigráficas

Véase la Sección 3. B.

Se recomienda que la definición o caracterización de una unidad bioestratigráfica incluya la designación de una o más secciones concretas de referencia en las que se ponga de manifiesto el contexto estratigráfico del taxón o taxones diagnósticos de la unidad.

G. Procedimientos para extender las unidades bioestratigráficas – la correlación bioestratigráfica

A través de la correlación las unidades bioestratigráficas se extienden más allá de las áreas donde fueron definidas o de sus secciones de referencia. La correlación bioestratigráfica es el establecimiento de la correspondencia en el carácter y posición bioestratigráficos entre secciones o afloramientos separados geográficamente basándose en su contenido fósil. La correlación bioestratigráfica no es necesariamente una cronocorrelación. Puede ser una correlación aproximada en el tiempo o ser la identificación de una misma biofacies, que puede ser diácrona.

H. Nomenclatura de las unidades bioestratigráficas

La denominación formal de una unidad bioestratigráfica debe estar formada por los nombres de uno o dos fósiles escogidos, combinados con el término propio del tipo de la unidad en cuestión. La función de la denominación es proporcionar un nombre único a cada biozona. Así, cualquier taxón en la asociación característica de una biozona puede servir para dar nombre a la biozona, excepto en el caso que haya sido utilizado anteriormente. La manera de escribir los nombres de los fósiles para las unidades estratigráficas debe seguir las normas indicadas por el *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (International Code of Zoological Nomenclature)* o el *Código Internacional de Nomenclatura Botánica (International Code of Botanical Nomenclature)*. La letra inicial del término de unidad (Biozona, Zona, Zona de Asociación) se ha de escribir en mayúscula como los nombres de los géneros (6); la letra inicial de los adjetivos de especie se escribe en

minúscula; para los nombres taxonómicos de géneros y especies se utiliza la cursiva. Por ejemplo: Zona de extensión *Exus albus*. El nombre de un taxón escogido para designar una biozona debe escribirse entero. Así, *Exus albus* es correcto. Después de una primera mención el nombre puede abreviarse de cualquier forma, pero sin perder claridad. La codificación de zonas bioestratigráficas por letras o números o una combinación de ambas cosas es, cada vez más, una práctica común. Utilizados de un modo constante y serio, estos nombres codificados pueden ser muy útiles. Son breves, generalmente indican la secuencia y la posición relativa de las zonas y facilitan la comunicación entre bioestratígrafos, geólogos y otros profesionales. No obstante, ello no debe conllevar inserciones, combinaciones, eliminaciones o cualquier otro tipo de modificación una vez que una zonación ha sido publicada. También puede ser causa de confusión, si más de una zonación de una sucesión concreta utiliza los mismos nombres pero en sentidos distintos. Las designaciones codificadas de unidades bioestratigráficas deben ser consideradas nomenclatura informal.

I. Revisión de las unidades bioestratigráficas

La revisión de las unidades bioestratigráficas debe respetar un criterio de prioridad a fin de salvaguardar la estabilidad y la precisión en la comunicación. Sin embargo, la primera zonación bioestratigráfica descrita no tiene porque ser la más usada. La revisión de nuevas biozonaciones han de definirse y/o caracterizarse claramente, y ser más ampliamente aplicables, ofrecer mayor precisión y ser más fácilmente identificables. Los cambios en la nomenclatura de las unidades bioestratigráficas seguirán los cambios en los nombres de los taxones como se exige en el *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica* y en el *Código Internacional de Nomenclatura Botánica*. Las unidades bioestratigráficas denominadas cambiarán automáticamente de campo de aplicación de acuerdo con los cambios que se den en los taxones que las definan o caracterizan. Un nombre de fósil utilizado una vez para una biozona no está disponible, por un autor posterior, para su uso en un sentido zonal distinto. Si se desea continuar usando un término taxonómico que ya no es válido, debe escribirse entre comillas. Por ejemplo: Zona de "*Rotalia*" *beccari*.

Capítulo 8. Unidades de polaridad magnetoestratigráfica

A. Naturaleza de las unidades de polaridad magnetoestratigráfica

Cuando las propiedades magnéticas medibles de las rocas varían estratigráficamente pueden servir de base para unos tipos de unidades estratigráficas relacionadas, pero distintas, conocidas en su conjunto como "unidades magnetoestratigráficas" ("magnetozonas").

La propiedad magnética más útil en el trabajo estratigráfico es el cambio en la dirección de la magnetización

remanente de las rocas, producido por las inversiones de la polaridad del campo magnético terrestre. Estas inversiones han tenido lugar muchas veces durante la historia de la Tierra. Son detectables en el registro rocoso ya que las rocas se magnetizan en la dirección del campo magnético terrestre durante el tiempo de su formación. La dirección de la polaridad magnética remanente registrada en una sucesión estratigráfica puede usarse como base para la subdivisión de la sucesión en unidades caracterizadas por su polaridad magnética. Estas unidades se llaman "unidades de polaridad magnetoestratigráfica". Una unidad de polaridad magnetoestratigráfica existe sólo cuando puede ser identificada en las rocas. La dirección positiva de la magnetización de una roca es, por definición, su "magnetización en dirección norte" (apunta hacia el actual polo norte magnético de la Tierra), y se dice que la roca tiene "magnetización normal" o "polaridad normal". Por el contrario, si apunta hacia el actual polo sur magnético, se dice que tiene "magnetización invertida" o "polarización invertida". Por consiguiente, las unidades de polaridad magnetoestratigráfica son o normales o invertidas. Existe un problema porque se cree que el polo norte paleomagnético cruzó el ecuador geográfico durante el Paleozoico. De esta manera no queda claro cual es la dirección del polo norte y cual la del polo sur en el caso de algunas rocas del Paleozoico inferior y más antiguas. En estos casos, la polaridad se debe definir en referencia al trazado manifiesto de migración del polo ("apparent polar wander path" APWP) de la placa cortical donde se encuentra. Si la dirección de la magnetización de una unidad de roca indica un polo que cae sobre la APWP que se acaba en el actual polo norte, la unidad de roca tiene polaridad *normal*; si la magnetización apunta a 180 grados de ésta, esa unidad tiene polaridad *invertida*.

Las unidades de la polaridad magnetoestratigráfica han sido establecidas de dos maneras: 1) combinando la determinación de la orientación de la magnetización remanente de las rocas sedimentarias o volcánicas, a partir de afloramientos o de testigos de sondeo con su edad determinada por métodos isotópicos o bioestratigráficos; 2) a través de la realización de perfiles de magnetómetro en barcos de servicios oceanográficos para identificar y correlacionar anomalías magnéticas lineales que son interpretadas como indicadoras de las inversiones del campo magnético terrestre, registrado en la lava del fondo del mar durante los procesos de expansión del fondo oceánico. Se ha visto que los dos tipos de investigación son correlativos y registran los mismos procesos causales.

El primer tipo puede llevarse a cabo usando los procedimientos estratigráficos normales. Las unidades del segundo tipo, normalmente identificadas como "números de anomalía", se deducen de un registro obtenido a distancia de las variaciones en conjunto del campo geomagnético en rocas no vistas o situadas en el fondo del mar. Las anomalías magnéticas marinas no son, por lo tanto, verdaderas unidades estratigráficas convencionales. Sin embargo, son unidades útiles para la reconstrucción de movimientos de las placas continentales y para la interpretación de la historia geológica de las cuencas oceánicas.

La relación de las unidades de polaridad magnetoestratigráfica con otros tipos de unidades estratigráficas se trata en el capítulo 10.

B. Definiciones

1. **Magnetoestratigrafía.** Parte de la estratigrafía que trata de las características magnéticas de los cuerpos rocosos.
2. **Clasificación magnetoestratigráfica.** Organización de los cuerpos rocosos en unidades basadas en diferencias de su carácter magnético.
3. **Unidad magnetoestratigráfica (magnetozona).** Cuerpo rocoso que se constituye en una unidad por características magnéticas parecidas que permiten que pueda diferenciarse de los cuerpos rocosos adyacentes.
4. **Clasificación de polaridad magnetoestratigráfica.** Organización de los cuerpos rocosos en unidades basada en cambios en la polaridad de la magnetización remanente, relacionada con inversiones de la polaridad del campo magnético terrestre.
5. **Unidad de polaridad magnetoestratigráfica.** Cuerpo rocoso caracterizado por su polaridad magnética que permite que podamos distinguirlo de cuerpos rocosos adyacentes.
6. **Horizontes de inversión de polaridad magnetoestratigráfica y zonas de transición de polaridad.** Los horizontes de inversión de polaridad magnetoestratigráfica son superficies o intervalos de transición poco potentes a través de los cuales se invierte la polaridad magnética. Debe utilizarse el término "zona de transición de polaridad magnetoestratigráfica" cuando el cambio de polaridad se produce a través de un intervalo de estratos de un espesor del orden de 1 m. Los horizontes de inversión de polaridad magnetoestratigráfica y las zonas de transición de polaridad corresponden a los límites de las unidades de polaridad magnetoestratigráfica.

C. Tipos de unidades de polaridad magnetoestratigráfica

La unidad básica formal en la clasificación de la polaridad magnetoestratigráfica es la *zona de polaridad magnetoestratigráfica*, o simplemente, *zona de polaridad*. Las zonas de polaridad pueden subdividirse en *subzonas de polaridad* y agruparse en *superzonas de polaridad*. Las zonas de polaridad magnetoestratigráfica pueden consistir en conjuntos de estratos considerados como una unidad por contener (1) una polaridad única de magnetización; (2) una alternancia compleja de polaridad normal e invertida de magnetización; (3) una polaridad dominante, normal o invertida, pero con episodios menores de la polaridad opuesta.

D. Procedimientos para establecer unidades de polaridad magnetoestratigráfica

Véase la sección 3. B. 3. Los estándares de referencia y los estratotipos para las unidades de polaridad requieren

un tratamiento especial. El estándar de referencia, para la definición y reconocimiento de una unidad de polaridad magnetoestratigráfica en tierra firme es un estratotipo escogido en una sucesión continua de estratos que muestran una pauta de polaridad en todo su conjunto y que sus límites superior e inferior quedan definidos claramente a través de estratotipos de límite.

El estándar de referencia para unidades en el mar es un perfil escogido a lo largo de una transversal concreta especificando todas las condiciones instrumentales y de control. Este patrón de las inversiones del fondo oceánico debe datarse por extrapolación e interpolación a partir de información isotópica y paleontológica.

E. Procedimientos para extender las unidades de polaridad magnetoestratigráfica

Una unidad de polaridad magnetoestratigráfica y sus límites pueden extenderse más allá de su localidad tipo o estratotipo mientras se puedan identificar sus propiedades magnéticas y su posición estratigráfica.

F. Nomenclatura de las unidades de polaridad magnetoestratigráfica

Véase la sección 3. B. 3. El nombre formal de una unidad de polaridad magnetoestratigráfica está formado por el nombre de un rasgo geográfico apropiado combinado con un término que indique el rango y la dirección de polaridad. Por ejemplo: Zona de polaridad normal Jaramillo. No deben reemplazarse los nombres bien establecidos derivados de nombres de ilustres expertos en la ciencia del geomagnetismo (por ejemplo, Brunhes, Gauss, Matuyama).

Las unidades expresadas por números y letras pueden ser usadas informalmente, pero no es recomendable como práctica usual. Sin embargo, son una excepción las clásicas anomalías magnéticas lineales del fondo oceánico, dada la importancia histórica que tienen y su uso predominante en la literatura.

El lapso de tiempo representado por una unidad de polaridad magnetoestratigráfica se llama *cron* (*super-cron* o *subcron* si es necesario). *Cronozona* es el término usado para referirse a las rocas formadas en cualquier parte durante un cron concreto de polaridad magnetoestratigráfica (Tabla 2).

| Unidades de polaridad magnetoestratigráfica | Equivalentes cronoeestratigráficos | Equivalentes geocronológicos |
|---|------------------------------------|------------------------------|
| Superzona de polaridad | Cronozona (o supercronozona) | Cron (o supercron) |
| Zona de polaridad | Cronozona | Cron |
| Subzona de polaridad | Cronozona (o subcronozona) | Cron (o subcron) |

Tabla 2. Terminología recomendada para las unidades de polaridad magnetoestratigráfica

G. Revisión de las unidades de polaridad magnetoestratigráfica

Véase la sección 3. B. 5.

Capítulo 9. Unidades cronoestratigráficas

A. Naturaleza de las unidades cronoestratigráficas

Las *unidades cronoestratigráficas* son cuerpos rocosos, estratificados o no, que se formaron durante un intervalo concreto de tiempo geológico. Las unidades de tiempo geológico durante el cual se formaron las unidades cronoestratigráficas se llaman *unidades geocronológicas*.

La relación de las unidades cronoestratigráficas con los otros tipos de unidades se trata en el capítulo 10.

B. Definiciones

1. **Cronoestratigrafía.** Parte de la estratigrafía que trata de las relaciones de tiempo relativo y de edad de los cuerpos rocosos.

2. **Clasificación cronoestratigráfica.** Organización de las rocas en unidades basadas en su edad o tiempo de formación. El objetivo de la clasificación cronoestratigráfica es la organización sistemática de las rocas que forman la corteza terrestre en unidades (unidades cronoestratigráficas) que se corresponden con intervalos de tiempo geológico (unidades geocronológicas) para servir de base a la cronocorrelación y a un sistema de referencia para registrar los eventos de la historia geológica.

3. **Unidad cronoestratigráfica.** Unidad que incluye todas las rocas formadas durante un intervalo específico de tiempo geológico, y sólo las formadas en este lapso de tiempo. Las unidades cronoestratigráficas están limitadas por horizontes sincrónicos. El rango y magnitud relativos de las unidades en la jerarquía cronoestratigráfica es función de la duración del intervalo de tiempo en el que se extienden sus rocas, más que a su potencia o espesor.

4. **Horizonte cronoestratigráfico (Cronohorizonte).** Superficie o intercara estratigráfica que es sincrónica, de la misma edad en toda su extensión.

C. Tipos de unidades cronoestratigráficas

1. **Jerarquía de los términos formales de unidad cronoestratigráfica y geocronológica.** La *Guía* recomienda los siguientes términos cronoestratigráficos y sus equivalentes geocronológicos para expresar las unidades de diferente rango o alcance temporal (Tabla 3).

La posición *dentro* de una unidad cronoestratigráfica se expresa por calificativos tales como: basal, inferior, medio, superior, etc. (7).

| Términos cronoestratigráficos | Términos geocronológicos |
|-------------------------------|--------------------------|
| Eonotema | Eón |
| Eratema | Era |
| Sistema* | Período* |
| Serie* | Época* |
| Piso** | Edad |
| Subpiso | Subedad o Edad |

* Si se necesitan rangos adicionales se pueden usar los prefijos sub y super con estos términos.

** Algunos pisos adyacentes pueden agruparse en superpisos (véase la Sección 9. C, 3)

Tabla 3. Jerarquía convencional de los términos cronoestratigráficos y geocronológicos

2. **Piso (y Edad).** El piso se considera la unidad básica de trabajo de la cronoestratigrafía ya que, por su alcance y rango, está ajustada a las necesidades y objetivos de la clasificación cronoestratigráfica intraregional.

a. **Definición.** El *piso* incluye todas las rocas formadas durante una *edad*. Un piso es normalmente la unidad de rango más bajo en la jerarquía cronoestratigráfica que puede ser reconocida a escala global. Es una subdivisión de la serie.

b. **Límites y estratotipos.** Un piso queda definido por sus estratotipos de límite, secciones que contienen un punto determinado en una sucesión estratigráfica de sedimentación esencialmente continua, preferiblemente marina, escogida por su potencial de correlación. La elección de los límites de los pisos en la Escala Cronoestratigráfica Global Estándar merece una atención particular ya que estos límites no sólo sirven para los pisos, sino para todas las unidades cronoestratigráficas de mayor rango, tales como las series y los sistemas.

c. **Intervalo temporal.** Los estratotipos de límite inferior y superior de un piso representan momentos concretos del tiempo geológico, y el intervalo temporal entre ellos es el lapso de tiempo propio del piso. Los pisos aceptados actualmente varían en dimensión, pero la mayoría se sitúan entre 2 y 10 millones de años. El espesor de los estratos en un piso y su duración en tiempo son variables independientes de magnitudes muy diversas.

d. **Nombre.** El nombre de un piso deriva de algún rasgo geográfico en las cercanías del estratotipo o del área tipo. En español se usa la forma adjetivada del nombre geográfico terminada en «iense» o «ense» o en «iano (8). La edad tiene el mismo nombre que el piso correspondiente.

3. Subpiso y superpiso

Un *subpiso* es una subdivisión de un piso cuyo término geocronológico equivalente es una *subedad*. Varios pisos adyacentes pueden ser agrupados en un *superpiso*. Los nombres de los subpisos y superpisos siguen las mismas reglas que los pisos.

4. Serie (y Época)

a. **Definición.** La *serie* es una unidad cronoestratigráfica con rango entre piso y sistema. El equivalente geocronológico de una serie es una *época*. Los términos *superseries* y *subseries* han sido muy poco usados.

b. **Límites y estratotipos de límite.** Las series se delimitan por estratotipos de límite (véase la sección 9. H).

c. **Intervalo de tiempo.** Véase la sección 9.D. El intervalo de tiempo de las series actualmente aceptadas va de 13 a 35 millones de años.

d. **Nombre.** El nombre de una nueva serie debe de-

rivarse de algún elemento geográfico cerca de su estratotipo o de su área-tipo. Sin embargo, los nombres de la mayoría de las series actualmente aceptadas se designan por su posición dentro del sistema: inferior, media, superior. Si se usa un nombre geográfico es preferible que se utilice la terminación «iense» o «ense» (o «ana» o «iana»). La época correspondiente a una serie recibe el mismo nombre (9).

e. **El mal uso del término «serie».** Debe descartarse el uso del término «serie» para una unidad litoestratigráfica más o menos equivalente al grupo.

5. Sistema (y Período)

a. **Definición.** Un *sistema* es una unidad de rango mayor en la jerarquía convencional cronoestratigráfica, por encima de serie y por debajo de eristema. El equivalente geocronológico es el *período*. A veces se usan los términos *subsistema* y *super-sistema*.

b. **Límites y estratotipos de límite.** Los límites de un sistema se fijan por medio de los estratotipos de límite (véase sección 9. H).

c. **Intervalo de tiempo.** El intervalo de tiempo de los sistemas admitidos actualmente va de 30 a 80 millones de años, excepto en el caso del Cuaternario que ocupa un intervalo de tiempo de sólo unos 1,64 millones de años.

d. **Nombre.** Los nombres de los sistemas admitidos actualmente tienen orígenes diversos heredados de las primeras clasificaciones: algunos indican orden cronológico (Terciario, Cuaternario), otros tienen una connotación litológica (Carbonífero, Cretácico), otros tienen origen tribal (Ordovícico, Silúrico), y otros son de origen geográfico (Devónico, Pérmico) (10). El período toma el mismo nombre que el sistema al que corresponde.

6. Eristema (y Era)

Un *eristema* consiste en un grupo de sistemas. El equivalente geocronológico de un eristema es una *era*. Los nombres de los eristemas establecidos reflejan cambios importantes de la vida en la Tierra: Paleozoico (vida antigua), Mesozoico (vida intermedia), y Cenozoico (vida reciente). Las eras tienen el mismo nombre que sus eristemas correspondientes.

7. Eonotema (y Era)

Un *eonotema* es una unidad cronoestratigráfica mayor que un eristema. El equivalente geocronológico de un eristema es un *eón*. Ordinariamente se reconocen tres eonotemas, de más antiguo a más moderno, eonotema Arqueense, Proterozoico y Fanerozoico respectivamente. A los dos primeros se les acostumbra a denominar conjuntamente como Precámbrico. Los eones toman el mismo nombre que sus correspondientes eonotemas.

8. Unidades cronoestratigráficas formales no jerárquicas - la Cronozona

a. **Definición.** Una *cronozona* es una unidad cro-

noestratigráfica formal sin rango específico y que no forma parte de la jerarquía de las unidades cronoestratigráficas convencionales. Es un cuerpo rocoso formado en algún lugar durante el lapso de tiempo de alguna unidad estratigráfica o característica geológica determinadas. La unidad geocronológica es el *cron*.

b. **Intervalo de tiempo.** El intervalo de tiempo de una cronozona es el lapso de tiempo de una unidad o intervalo estratigráficos designados previamente, tales como una unidad litoestratigráfica, bioestratigráfica o de polaridad magnetoestratigráfica. Sin embargo, hay que aceptar que mientras la unidad estratigráfica sobre la que se basa la cronozona se extiende geográficamente sólo en el área en que se encuentran sus propiedades diagnósticas, la cronozona correspondiente incluye todas las rocas formadas en cualquier parte durante el lapso de tiempo representado por la unidad descrita. Así, una cronozona formal basada en el intervalo de tiempo de una biozona incluye todos los estratos equivalentes en edad al lapso de tiempo máximo de la biozona prescindiendo de si existen o no los fósiles diagnósticos de la biozona (Figura 8). Las cronozonas pueden representar intervalos de tiempo muy distintos. La designación de los límites de una cronozona y de su intervalo temporal puede tener orígenes diversos según sea la naturaleza de la unidad en que se basa. Si la unidad tiene un estratotipo designado, los límites del intervalo temporal de la cronozona se deben corresponder, o con los de la unidad en su estratotipo o con el lapso de tiempo total de la unidad que puede ser mayor que el del estratotipo. En el segundo caso, los límites del intervalo temporal de la cronozona puede variar al aumentar la información concerniente al intervalo de tiempo de la unidad. Si la unidad en que se basa la cronozona es de un tipo al que no se le puede designar un estratotipo, como es el caso de las unidades bioestratigráficas, su intervalo temporal no puede definirse ya que el intervalo temporal puede cambiar en el momento en que se disponga de mayor información (véase la sección 7. A).

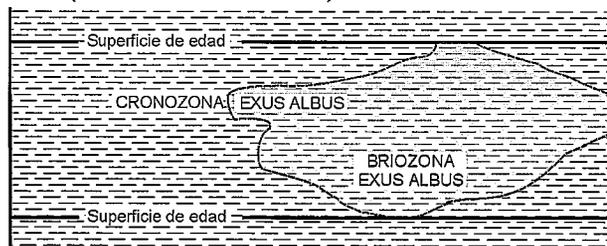


Figura 8. Relación entre la cronozona Exus albus y la biozona Exus albus. (La distribución de ejemplares de Exus albus se corresponde con la parte sombreada del dibujo)

c. **Extensión geográfica.** La extensión geográfica de

una cronozona ocupa, teóricamente, todo el mundo, pero su aplicabilidad se limita al área en la cual se ha podido identificar su intervalo temporal, que normalmente es menor.

d. **Nombre.** Una cronozona recibe su nombre de la unidad estratigráfica en que se basa. Por ejemplo: Cronozona *Exus albus*, basada en la Zona de extensión de *Exus albus*.

D. La Escala Cronoestratigráfica (Geocronológica) Global Estándar

1. **Concepto:** Un objetivo importante de la clasificación cronoestratigráfica es el establecimiento de una jerarquía de unidades cronoestratigráficas de alcance mundial, que pueda servir como escala estándar de

referencia para la datación de las rocas en todas partes y para relacionar todas las rocas con la historia geológica mundial (Véase la sección 9. B. 2). Todas las unidades de la jerarquía cronoestratigráfica estándar se extienden, teóricamente, a todo el mundo como también los intervalos de tiempo correspondientes.

2. **Situación actual:** La tabla 4 muestra la Escala Cronoestratigráfica (Geocronológica) Global Estándar que se utiliza actualmente. Se han añadido las edades absolutas extraídas de las escalas de tiempo geológico recientemente publicadas. Sólo se indican las unidades más importantes sobre las cuales hay un acuerdo general.

| Eonotema (Eón) | Eratema (Era) | Sistema y Subsistema (Período y Subperíodo) | Serie (Época) | Edad absoluta (Ma) | | | |
|----------------|---------------|---|---------------|--------------------|------|-------|-------|
| | | | | (2) | (3) | (4) | |
| FANEROZOICO | Cenozoico | Cuaternario | Holoceno | | | | |
| | | | Pleistoceno | 1,60 | | 1,64 | |
| | | Terciario | Neógeno | Plioceno | | | |
| | | | | Mioceno | 23,7 | 23 | 23,3 |
| | | | Paleógeno | Oligoceno | | | |
| | | | | Eoceno | | | |
| | | | | Paleoceno | 66,4 | 65 | 65 |
| | | | | Superior | | | |
| | | Mesozoico | Cretácico | Inferior | 144 | 135 | 145,8 |
| | | | | Superior | | | |
| | Jurásico | | Medio | | | | |
| | | | Inferior | 208 | 205 | 208 | |
| | Triásico | | Superior | 208 | 205 | 208 | |
| | | | Medio | | | | |
| | | | Inferior | 245 | 250 | 245 | |
| | | | Superior | | | | |
| | Paleozoico | | Pérmico | Inferior | 286 | 300 | 290 |
| | | | | Superior | | | |
| | | Carbonífero (5) | | 360 | 355 | 362,5 | |
| | | | | | | | |
| | | | | 408 | 410 | 408,5 | |
| | | Devónico | Superior | | | | |
| | | | Medio | | | | |
| | | Silurico | Inferior | 438 | 438 | 439 | |
| | | | Superior | | | | |
| | | Ordovícico | Medio | | | | |
| | Inferior | | 505 | 510 | 510 | | |
| | Cámbrico | | | | | | |
| | | | 570 | 570 | 570 | | |
| | PRECÁMBRICO | PROTEROZO | | | | | |
| ARQUEENSE | | | | | | | |
| | | | | 2500 | | | |

Tabla 4. Unidades mayores de la Escala Cronoestratigráfica (Geocronológica) Global Estándar (1)

(1) Se han publicado varias escalas cronoestratigráficas o geocronológicas más detalladas en los últimos años incluyendo las de Palmer (1983) y Harland *et al.* (1982, 1990) citadas en las notas siguientes, y la 1989 Global Stratigraphic Chart de la International Commission on Stratigraphy (Episodes, v. 12, n° 2).

(2) Palmer, A. R., 1983. The Decade of North American Geology 1983 Geologic Time Scale.

(3) Snelling, N. J., 1987. Measurement of geological time and the Geological Time Scale.

(4) Harland, W. B. *et al.*, 1990, A Geologic Time Scale 1989

(5) En Norteamérica, en vez del Sistema Carbonífero se reconocen dos sistemas: el Sistema Missisipiense (el más antiguo) y el Sistema Pennsylvaniense (el más moderno). Algunas veces estos sistemas se consideran subsistemas del Sistema Carbonífero.

E. Escalas cronoestratigráficas regionales

Las unidades de la Escala Cronoestratigráfica (Geocronológica) Global Estándar sólo son válidas si se basan en una estratigrafía, local y regional, detallada y de confianza. Por ello, el camino que conduce al reconocimiento de unas unidades globales pasa por la elaboración de escalas estratigráficas locales o regionales. Por otra parte, las unidades regionales serán siempre necesarias, puedan o no puedan ser correlacionadas con las unidades globales estándar. Es mejor referir con exactitud y precisión unos estratos a unidades locales o regionales que extenderlos más allá de los límites actuales de correlación temporal para asignarlos a unidades de la escala global. Las unidades cronoestratigráficas locales o regionales se rigen por las mismas reglas que las establecidas para las unidades de la Escala Cronoestratigráfica Global Estándar.

F. Subdivisión del Precámbrico

El Precámbrico se ha subdividido en unidades geocronométricas arbitrarias, pero no ha sido subdividido en unidades cronoestratigráficas reconocibles a escala global.

Se espera que pueda alcanzarse una subdivisión cronoestratigráfica de la mayor parte del Precámbrico, a través de la datación isotópica o de otros medios de cronocorrelación. Sin embargo, los principios básicos que han de utilizarse para la subdivisión del Precámbrico en unidades cronoestratigráficas mayores deben ser los mismos que para las rocas fanerozoicas, aunque pueda hacerse hincapié en distintos medios de cronocorrelación, sobre todo en la datación isotópica.

G. Unidades cronoestratigráficas del Cuaternario

Los principios básicos utilizados para subdividir el Cuaternario en unidades cronoestratigráficas son los mismos que para las demás unidades cronoestratigráficas del Fanerozoico, aunque los métodos de cronocorrelación tengan sus particularidades. Como en el caso de otras unidades cronoestratigráficas, las del Cuaternario requieren la definición de los límites y la designación de estratotipos de límite.

H. Procedimientos para establecer unidades cronoestratigráficas

Véase también la sección 3.B.

1. Estratotipos de límite como estándares

La parte esencial de la definición de una unidad cronoestratigráfica es el intervalo de tiempo durante el cual la unidad descrita se originó. Debido al hecho de que el registro del tiempo geológico y el de los eventos de la historia geológica se encuentra en unas mismas rocas, el mejor estándar para una unidad cronoestratigráfica es un cuerpo de rocas formado entre dos instantes designados

de tiempo geológico. Por estas razones, los límites de una unidad cronoestratigráfica de cualquier rango se definen por dos puntos de referencia señalados en una sucesión rocosa. Estos se encuentran en los estratotipos de límite de la unidad cronoestratigráfica que no tienen porque estar en la misma sección. Sin embargo, ambos deben ser escogidos en secciones de sedimentación esencialmente continua ya que los puntos de referencia de los límites deben representar puntos en el tiempo, tan concretos como sea posible (véase la sección 9.H.3).

2. Ventajas de definir las unidades cronoestratigráficas por sus estratotipos de límite inferior

La definición de una unidad cronoestratigráfica se consigue a través de la elección del estratotipo de límite de su base; su límite superior se define como el límite inferior de la unidad siguiente. Este procedimiento evita vacíos y solapamientos en la Escala Cronoestratigráfica Global Estándar. Por ejemplo, puede verse que el horizonte seleccionado está en el nivel de una ruptura no detectada en la sucesión. En este caso el intervalo de tiempo perdido de la historia geológica pertenece a la unidad inferior por definición y así se evita toda ambigüedad.

3. Requisitos para la elección de estratotipos de límite de las unidades cronoestratigráficas

Las unidades cronoestratigráficas ofrecen la mejor garantía de ser identificadas, aceptadas y utilizadas mundialmente y de ser, por consiguiente, la base de la comunicación y comprensión internacionales ya que se definen por el tiempo de su formación que es una propiedad universal. En este aspecto son particularmente importantes las unidades de la Escala Cronoestratigráfica (Geocronológica) Global Estándar. El término «Global Boundary Stratotype Section and Point: GSSP» (Sección y Punto de un Estratotipo Global de Límite) ha sido propuesto para los estratotipos estándar de límite de las unidades de esta escala. Además de los requisitos generales para la elección y descripción de los estratotipos (sección 4.C), los estratotipos de límite de las unidades cronoestratigráficas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Los estratotipos de límite se deben escoger en secciones que representen una sedimentación esencialmente continua. La peor elección para un estratotipo de límite de una unidad estratigráfica es una inconformidad.
- Los estratotipos de límite de las unidades cronoestratigráficas globales estándar deben escogerse en secciones marinas, fosilíferas y sin cambios importantes de litofacies ni de biofacies. Los estratotipos de límite de aplicación local puede ser necesario establecerlos en una sección no marina.
- El contenido fósil debe ser abundante, distintivo, bien conservado y que represente una fauna y/o flora tan cosmopolita y tan diversa como sea posible.

- La sección debe aflorar bien y en una área con una mínima deformación tectónica o alteración superficial, metamórfica o diagenética. Deben tener un espesor considerable los estratos inferiores, superiores y laterales del estratotipo de límite seleccionado.
- Los estratotipos de límite de las unidades de la Escala Cronoestratigráfica Global Estándar deben elegirse en secciones fácilmente accesibles, que ofrezcan garantías razonables de poder estudiarse libremente, recoger material y conservarse durante mucho tiempo. Es deseable que se señalen con marcadores en el campo.
- La sección elegida debe estar bien estudiada y muestreada y los resultados de este estudio han de ser publicados y los fósiles hallados en la sección deben guardarse en un lugar seguro y accesible, con facilidades permanentes para su estudio.
- Si es posible, la elección del estratotipo de límite, debe tener en cuenta la prioridad y el uso históricos y debe aproximarse a los límites tradicionales.
- Para asegurar su aceptación y uso en las ciencias geológicas, un estratotipo de límite debe elegirse de manera que contenga tantas capas guía específicas y otros caracteres favorables para la cronocorrelación a gran escala como sea posible.

La Comisión Internacional de Estratigrafía de la IUGS es la institución responsable para coordinar la selección y aprobación de los GSSP de las unidades de la Escala Cronoestratigráfica (Geocronológica) Global Estándar.

I. Procedimientos para extender las unidades cronoeestratigráficas - la cronocorrelación (correlación temporal)

Los límites de las unidades cronoeestratigráficas son, por definición, horizontes sincrónicos. En la práctica, los límites son sincrónicos hasta el punto en que la resolución de los métodos de cronocorrelación existentes pueda probarlo. Deben usarse todas las líneas argumentales posibles para extender las unidades cronoeestratigráficas y sus límites. Algunas de las más usadas son:

1. Continuidad física de los estratos

La ley de la superposición establece que, en una sucesión no tectonizada de estratos sedimentarios, los estratos superiores son más modernos que aquellos sobre los que se apoyan. La determinación del orden de superposición suministra una prueba inequívoca de las relaciones temporales relativas. Todos los otros métodos de determinación de edad relativa dependen de la sucesión física observada de los estratos como prueba para su validez. Para una distancia suficientemente limitada, seguir el plano de estratificación es el mejor indicador de sincroneidad.

2. Litología

Las propiedades litológicas están ordinariamente más intensamente influenciadas por el medio local que por

la edad. Por ello los límites de las unidades litoestratigráficas muchas veces cortan superficies sincrónicas y características litológicas semejantes se encuentran repetidamente en la sucesión estratigráfica. Aun así, una unidad litoestratigráfica tiene siempre alguna connotación cronoeestratigráfica y es útil como guía aproximada de la posición cronoeestratigráfica. Unidades litológicas características y ampliamente extendidas pueden también constituir un buen diagnóstico de la posición cronoeestratigráfica.

3. Paleontología

El proceso ordenado y progresivo de la evolución orgánica es irreversible respecto al tiempo geológico y los restos de organismos se encuentran ampliamente extendidos y son característicos. Por estas razones, los taxones fósiles y, en particular, sus secuencias evolutivas constituyen uno de los mejores y más usados métodos para seguir físicamente y correlacionar las capas y determinar su edad relativa.

Sin embargo, la correlación bioestratigráfica no es la cronocorrelación ya que la homotaxia entre muestras puede deberse a distintas causas que las que hacen que sean equivalentes en el tiempo.

4. Determinaciones isotópicas de la edad

Los métodos de datación isotópica (U-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Ar-Ar) basados en la desintegración radiactiva de determinados núclidos padre a una velocidad constante sirven para medir el tiempo geológico. Suministran datos cronoeestratigráficos de alta precisión con errores analíticos que oscilan entre el 0,1 y el 2 por ciento. No obstante, no todos los tipos de rocas y minerales sirven para la datación isotópica.

La datación isotópica da valores expresados en años y este hecho supone la mayor esperanza de llegar a conocer las edades y establecer la correlación temporal en las rocas precámbricas. En algunas circunstancias, las determinaciones de la edad isotópica suministran la más precisa, y aun la única, base para determinar la edad y la clasificación cronoeestratigráfica de las rocas sedimentarias, ígneas volcánicas o de otro tipo.

Las discrepancias en los resultados de edad obtenidos pueden surgir por causa del uso de distintas constantes de desintegración. Por lo tanto, es importante para las comparaciones geológicas, que se utilice el conjunto uniforme de constantes de desintegración recomendado por la Subcomisión de Geocronología de la IUGS.

Un método de determinación de edad a través de la radioactividad, distinto de los que hasta aquí se han considerado se basa en la proporción del isótopo ^{14}C con respecto al carbono normal en la materia orgánica de los sedimentos. Este método es extremadamente valioso, pero su aplicación se limita a la datación de los estratos del Cuaternario superior.

5. Inversiones de la polaridad geomagnética

Las inversiones periódicas de la polaridad del cam-

po magnético terrestre se utilizan en cronoestratigrafía, principalmente en rocas del Mesozoico superior y del Cenozoico donde la escala temporal magnética está bien desarrollada. Sin embargo, las inversiones de polaridad son binarias y cada una, en concreto, no puede ser identificada sin la ayuda de otros métodos de datación, tales como la bioestratigrafía o la datación isotópica.

6. Cambios paleoclimáticos

Los cambios paleoclimáticos dejan huellas en el registro geológico en forma de depósitos glaciares, capas rojas, depósitos de carbón, cambios faunísticos, etc. Sus efectos en las rocas pueden ser locales o muy extensos y suministran información válida para la cronocorrelación, aunque deben usarse conjuntamente con otros métodos.

7. Paleogeografía y cambios eustáticos en el nivel del mar

Como resultado ya sea de movimientos epirogénicos de las masas continentales ya de subidas y bajadas del nivel del mar, ciertos períodos de la historia geológica se caracterizan globalmente por una posición universal más elevada o más deprimida de los continentes respecto al nivel del mar. La observación en las rocas de las transgresiones, regresiones e inconformidades resultantes pueden ser muy útiles para establecer un marco cronoestratigráfico global. Sin embargo, la identificación de un evento particular se ve interferido por movimientos verticales locales y, por ello, este método requiere conocer otros datos para reconocer los eventos de una manera correcta.

8. Inconformidades

Aunque una superficie de inconformidad varía en edad y valor temporal de un lugar a otro y nunca es universal en extensión, determinadas inconformidades pueden servir como guías útiles para indicar el emplazamiento aproximado de límites cronoestratigráficos. No obstante, las inconformidades no pueden cumplir los requisitos para la elección de tales límites (véase la sección 9.H.3).

9. Orogenias

Las deformaciones de la corteza tienen un efecto reconocible en el registro estratigráfico. Sin embargo, la duración considerable de muchas orogenias, su carácter más local que universal, y la dificultad de identificación precisa hace que no sean indicadores satisfactorios para la correlación cronoestratigráfica global.

10. Otros indicadores

Muchos otros parámetros pueden ser útiles, en determinadas circunstancias, para la cronocorrelación y como indicadores de posición cronoestratigráfica. Algunos son más usados que otros, pero ninguno es despreciable.

J. Nomenclatura de las unidades cronoestratigráficas

Una unidad cronoestratigráfica formal recibe una designación binomial - un nombre propio y un término de unidad - y las letras de ambos nombres deben escribirse en mayúscula (11). Los equivalentes geocronológicos usan el mismo nombre propio combinado con el término geocronológico equivalente. Por ejemplo: Sistema Cretácico - Período Cretácico. El nombre propio de una unidad cronoestratigráfica o geocronológica puede emplearse sólo cuando no hay peligro de confusión. Por ejemplo: «el Aquitaniense» en vez de «el Piso Aquitaniense». Véanse las secciones 3.B.3 y 3.B.4.

K. Revisión de las unidades cronoestratigráficas

Véanse las secciones 3.B y 9.H.

Capítulo 10. Relación entre los diferentes tipos de unidades

Las categorías en la clasificación estratigráfica están todas ellas íntimamente relacionadas. Todas tratan de rocas de la corteza terrestre, con la imagen de una Tierra estratificada y con la historia de la Tierra interpretada a partir de los cuerpos rocosos. Sin embargo, cada categoría hace referencia a una propiedad o característica diferente de las rocas y a un aspecto diferente de la historia de la Tierra. La importancia relativa de las diferentes categorías varía según las circunstancias. Cada una es importante para determinados objetivos.

Las *unidades litoestratigráficas* son las unidades básicas para la cartografía geológica. Dondequiera que haya rocas es posible establecer una clasificación litoestratigráfica. Las unidades litoestratigráficas se basan en las características litológicas de las rocas. Los fósiles pueden ser un elemento importante en su reconocimiento, pero sólo por su caracterización litológica diagnóstica.

Las unidades litoestratigráficas, al formarse durante un intervalo concreto de tiempo geológico, tienen una significación cronoestratigráfica. No obstante, el concepto tiempo juega un papel poco importante en el establecimiento e identificación de estas unidades y de sus límites. El carácter litológico está más fuertemente influido por las condiciones de formación de las rocas que por el tiempo en que se originaron; tipos de rocas casi idénticos se repiten una y otra vez en la sucesión estratigráfica, y los límites de casi todas las unidades litoestratigráficas cortan superficies isócronas cuando se siguen lateralmente.

La *clasificación bioestratigráfica* es también primordial en el establecimiento de la estratigrafía de una región. Las *unidades bioestratigráficas* se basan en el contenido fósil de las rocas. La elección y el establecimiento de las unidades bioestratigráficas no está determinado por la composición litológica de los estratos, aunque la presencia o ausencia de fósiles y el tipo de

fósiles presentes pueden relacionarse con el tipo de litofacies de las rocas en que se encuentran.

Las unidades bioestratigráficas son distintas de todos los otros tipos de unidades estratigráficas ya que los organismos cuyos restos las definen presentan cambios evolutivos, a través de los tiempos geológicos, que no se repiten en el registro estratigráfico. En consecuencia, las asociaciones fósiles de una edad son distintas de las de cualquier otra.

Las unidades litoestratigráficas y bioestratigráficas son tipos, claramente distintos, de unidades estratigráficas basadas en criterios distintivos diferentes. Sus límites pueden coincidir localmente, pero normalmente se encuentran en horizontes estratigráficos distintos que se entrecruzan. Mientras que la clasificación litoestratigráfica es posible para cualquier cuerpo rocoso, la clasificación bioestratigráfica es posible sólo en rocas fosilíferas que contengan fósiles identificables.

Ambos tipos de unidades, litoestratigráficas y bioestratigráficas, reflejan el ambiente deposicional, pero las bioestratigráficas están más influidas por la edad geológica y son indicativas de la misma. También estas unidades son menos repetitivas ya que se basan en un cambio evolutivo irreversible.

Las unidades litoestratigráficas y bioestratigráficas son unidades necesariamente objetivas, esenciales para dibujar la constitución litológica y la geometría de las rocas de la corteza terrestre y el desarrollo de la vida y de los ambientes antiguos de la Tierra.

Las *unidades limitadas por discontinuidades* y las *unidades de polaridad magnetoestratigráfica* pueden establecerse, como las unidades bioestratigráficas, sólo donde las características diagnósticas en que se basan estén presentes en las rocas.

Las *unidades limitadas por discontinuidades* incluyen a veces un determinado número de otros tipos de unidades estratigráficas, a la vez en sucesión vertical o lateral. De igual manera, una unidad limitada por discontinuidades puede representar, en todo o en parte, varias unidades cronoestratigráficas. En casos especiales, los límites de una unidad limitada por discontinuidades puede coincidir con los límites de otro tipo de unidades estratigráficas. Sin embargo, los límites de las unidades limitadas por discontinuidades son siempre diácronos en mayor o menor extensión y, por consiguiente, jamás se corresponden con los límites de las unidades cronoestratigráficas.

Las *unidades de polaridad magnetoestratigráfica*, aunque son semejantes a las litoestratigráficas y a las bioestratigráficas en el hecho de basarse sólo en una propiedad determinable directamente de las rocas, su polaridad magnética, son distintas porque las unidades de polaridad magnetoestratigráfica son, en principio, reconocibles globalmente y, en este sentido, se parecen a las unidades cronoestratigráficas.

Los cambios en la polaridad magnética son el resultado de inversiones globales muy rápidas del campo magnético terrestre, que ocurren en un período de tiempo no superior a los 5.000 años. Los horizontes de in-

versión de polaridad magnética, que se producen como resultado de estos eventos, no constituyen por tanto horizontes sincrónicos. En consecuencia, un cuerpo rocoso que se encuentra entre dos inversiones de polaridad magnética, originadas por dos inversiones de polaridad sucesivas, constituye una unidad de polaridad que contiene estratos que representan esencialmente, aunque no exactamente, el mismo intervalo temporal. Tales unidades *pueden aproximarse mucho* a las unidades cronoestratigráficas, pero no son unidades cronoestratigráficas porque se definen directamente *no por el registro temporal*, sino por una propiedad física, el cambio de polaridad de la magnetización remanente, que no es una propiedad instantánea.

Además, a causa de la variabilidad en la claridad de las huellas o en la conservación del registro de polaridad, de las inconformidades en la sección, de los efectos de la bioturbación, o de la posibilidad de remagnetización subsiguiente, o por otros factores, los límites de una unidad de polaridad se alejan de la isocronía.

Aunque los horizontes y las unidades de polaridad magnetoestratigráfica pueden ser *guías* útiles para conocer la posición cronoestratigráfica, tienen relativamente muy poca individualidad, una inversión se parece a otra, y se identifican ordinariamente sólo a través de datos de edad, tales como datos paleontológicos o isotópicos.

Las *unidades cronoestratigráficas* se definen porque incluyen todas las rocas que se formaron en un determinado intervalo de tiempo geológico de la historia de la Tierra, al margen de su composición y características. Por definición, estas unidades incluyen, en todas partes, las rocas de una determinada edad y sus límites son globalmente sincrónicos. En este hecho se diferencian de las unidades litoestratigráficas que se reconocen objetivamente en cualquier parte que haya rocas, y de las unidades bioestratigráficas, de polaridad magnetoestratigráfica, y de las limitadas por discontinuidades que se definen por la existencia de propiedades y características determinadas de las rocas. Mientras que los otros tipos de unidades estratigráficas se distinguen, establecen e identifican en base a sus caracteres observables, las unidades cronoestratigráficas se distinguen, establecen e identifican en base al tiempo de su formación - un carácter abstracto - interpretado a través de propiedades observables.

Las unidades bioestratigráficas pueden aproximarse a las unidades cronoestratigráficas aun en áreas extensas, pero los límites de las unidades bioestratigráficas pueden diverger de los de una unidad cronoestratigráfica por muchas razones. La razón principal son los cambios en las facies deposicionales, las variaciones en las condiciones de fosilización y de conservación de los fósiles, las circunstancias del hallazgo de los fósiles y las diferencias biogeográficas. Las unidades bioestratigráficas no pueden ser reconocidas donde no hay fósiles.

Algunas unidades litoestratigráficas son guías excelentes para una cronocorrelación aproximada en áreas extensas, como en el caso de las capas de cenizas volcánicas,

pero estas capas, y las unidades bioestratigráficas, no son unidades cronoestratigráficas porque no están limitadas en todas partes por superficies sincrónicas.

Las unidades limitadas por discontinuidades y las unidades de polaridad magnetoestratigráfica también suministran elementos para el desarrollo de la clasificación cronoestratigráfica. Especialmente, los límites de las unidades de polaridad magnetoestratigráfica, a causa de registrar las inversiones muy rápidas del campo magnético de la Tierra, se aproximan más que cualquier otra clase de unidad estratigráfica objetiva a ser superficies sincrónicas. Si están bien definidas, ofrecen un fundamento digno de confianza para la cronocorrelación global y la clasificación cronoestratigráfica.

La clasificación cronoestratigráfica destaca como el instrumento fundamental para lograr el último objetivo de la estratigrafía. Las unidades cronoestratigráficas, como divisiones de los cuerpos rocosos basadas en el tiempo geológico, son, en principio, globales en extensión, e importantes para suministrar una base mundial de comunicación y comprensión.

Las unidades estratigráficas citadas hasta aquí y sus ámbitos correspondientes de investigación estratigráfica son las más generalmente usadas. No obstante, hay muchas otras líneas fructíferas en estratigrafía y muchos otros tipos de unidades estratigráficas que son útiles bajo circunstancias apropiadas y para alcanzar determinados objetivos. Así, puede ser útil reconocer unidades estratigráficas basadas en caracteres de las diagráfias eléctricas, de las propiedades sísmicas, de los cambios químicos, de los análisis de isótopos estables, o de cualquier otra característica de los cuerpos rocosos. Nadie puede o necesita utilizar todos los tipos posibles de herramientas o unidades estratigráficas potencialmente disponibles, pero el camino debe estar abierto en la definición y alcance de la estratigrafía para aplicar cualquiera que prometa ser útil.

Notas de los traductores

- (1) Ver el «Código Argentino de Estratigrafía» redactado por el «Comité Argentino de Estratigrafía» y publicado por la «Asociación Geológica Argentina» en 1992.
- (2) De la primera edición de la *Guía* hay una edición en español publicada en 1980 por la Editorial Reverté.

- (3) Se ha omitido la traducción de los dos últimos párrafos del Prefacio porque se refieren exclusivamente a la versión inglesa.
- (4) Los párrafos que siguen se han eliminado porque hacen referencia exclusivamente a reglas ortográficas en inglés.
- (5) Se ha suprimido un párrafo porque trata de aspectos de la lengua inglesa que no tienen equivalentes, en este caso, con el español.
- (6) En español no siempre se usa la mayúscula para escribir los términos de unidad tales como los aquí indicados. Lo que si se considera obligatorio internacionalmente es el uso de mayúsculas para el nombre de los géneros.
- (7) Se ha suprimido parte de este párrafo porque el uso en inglés no es el mismo que en español. En inglés distinguen entre inferior, medio y superior (*lower, middle, upper*) para las unidades cronoestratigráficas y temprano, medio y tardío (*early, middle, late*) para las unidades geocronológicas. En español se acostumbra a usar en los dos casos, inferior, medio y superior.
- (8) Aquí, como es obvio, hay una variación respecto al texto original inglés. En España se usan las terminaciones «iense» o «ense». En algunos países latinoamericanos de habla hispanica se usan las terminaciones en «iano» (véase el «Código Argentino de Estratigrafía»). Por otra parte, conviene advertir que, excepcionalmente, hay algún nombre de piso, como por ejemplo, el Tithoniense (a veces se escribe, Tithónico) que no deriva de un nombre geográfico, sino de un nombre mitológico.
- (9) Aquí hay algunas modificaciones del texto original, de acuerdo con lo indicado en las notas 7 y 8. Por otra parte, existen series que se conocen por términos no geográficos como las usadas para el Cenozoico (Paleoceno, Eoceno, etc).
- (10) Se omiten aquí un par de líneas porque hacen referencia a la manera inglesa de nombrar los sistemas y ésta no es la misma que la española.
- (11) En español no siempre se ha seguido esta norma rígidamente y, en particular, no se escriben en mayúscula los nombres adjetivados. Así, por ejemplo, normalmente se escribe Cretácico y Sistema cretácico.