

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO**RESOLUCIÓN No. 2019-082-DE**

Mgs. Martín Cordovez Dammer
DIRECTOR EJECUTIVO

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 408 de la Constitución de la República del Ecuador establece que, *“Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo (...).”*;

Que, el artículo 313 ibídem consagra que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia;

Que, el artículo 227 de la Constitución de la República del Ecuador prescribe que, *“La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación”*;

Que, la Ley de Minería publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 517, de 29 de enero de 2009, en su artículo 10, creó el Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgico -INIGEMM-, como una entidad de derecho público, con personalidad jurídica, autonomía administrativa, técnica, económica, financiera y patrimonio propio, encargada de realizar actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en materia Geológica, Minera y Metalúrgica, mas, el señor Presidente Constitucional de la República, mediante Decreto Ejecutivo No. 399 de fecha 15 de mayo de 2018, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 255, de 5 de Junio 2018, dispuso, entre otras cosas, la fusión por absorción del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables al Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero y Metalúrgico, el cual luego de concluido el proceso de fusión se denominará Instituto de Investigación Geológico y Energético, el mismo que será adscrito al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables;

Que, de conformidad con el segundo inciso del artículo 10 de la ley citada en el considerando que precede, el Instituto de Investigación Geológico y Energético, tiene competencia para generar, sistematizar, focalizar y administrar la información geológica en todo el territorio nacional, para promover el desarrollo sostenible y

sustentable de los recursos minerales y prevenir la incidencia de las amenazas geológicas y aquellas ocasionadas por el hombre, en apoyo al ordenamiento territorial;

Que, el Reglamento General a la Ley de Minería, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 67, de fecha 16 de noviembre 2009, dentro de su artículo 18 establece las atribuciones del Instituto de Investigación Geológico y Energético, y, entre otras, se menciona, “(...) c) *Recopilar, interpretar y sistematizar la información geológico ambiental en apoyo a los estudios de línea base ambiental (...)*”;

Que, a través de resolución No. 007-DE-2016, publicada en el Segundo Suplemento del Registro Oficial No. 864, de 18 de Octubre 2016, el Director Ejecutivo del entonces INIGEMM, aprobó el instructivo denominado “Estandarización de Abreviación, Simbolización y Formato de Base de Datos para Cartografiado Geológico”, versión 1.2.;

Que, el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del Instituto de Investigación Geológico y Energético, determina dentro de las atribuciones y responsabilidades del Director Ejecutivo, la legalización de actos administrativos que sean necesarios para el cumplimiento de las funciones del Instituto;

Que, con fecha 29 de octubre de 2018, el ingeniero Carlos Pérez García, Ministro de Energía y Recursos Naturales No Renovables, suscribió la Acción de Personal Nro. DATH-AP-2018-149, correspondiente a la designación del magister Martín Cordovez Dammer como Director Ejecutivo del IIGE;

Que, mediante memorando No. IIGE-DTT-2019-0163-M, de 31 de octubre de 2019, la señora Mgs. Martha Cecilia Correa Rivadeneira, Directora de Transferencia Tecnológica e Incubación, pone en conocimiento de la Dirección de Asesoría Jurídica el documento denominado “Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica”, solicitando los trámites pertinentes para su publicación en el Registro Oficial;

Que, en base a la misión, visión, atribuciones, y, competencias del Instituto de Investigación Geológico y Energético, se ha establecido como actividad principal realizar el cartografiado geológico a nivel nacional, razón por la cual se conformaron comisiones con la finalidad de elaborar el documento "Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica", versión 2.0., mismo que contiene los estándares para la simbolización y las abreviaturas de elementos cartográficos geológicos, a fin que sean utilizados de forma obligatoria en la cartografía geológica del IIGE, y, referencial para los sectores relacionados con la actividad geológica-minera del Ecuador;

En ejercicio de las atribuciones conferidas dentro del Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del Instituto de Investigación Geológico y Energético, en concordancia con la demás normativa aplicable:

RESUELVE:

Art. 1.- Aprobar los “Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica”, versión 2.0., elaborado por la Dirección de Transferencia Tecnológica e Incubación, constante como Anexo de la presente resolución. Dicho instructivo es de uso obligatorio en la cartografía geológica del IIGE, y referencial para las personas naturales o jurídicas, instituciones nacionales, públicas, privadas y académicas que realizan actividades geológicas en el país.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

UNICA.- Encargar a la Dirección de Comunicación Social del IIGE la socialización del instructivo referido en el artículo 1 de esta Resolución, con las entidades académicas y demás sectores involucrados con el ámbito geológico-minero, geotécnico; para lo cual dicha dirección deberá definir el mecanismo de difusión del documento.

DISPOSICIÓN DEROGATORIA

ÚNICA.- Deróguese la Resolución No. 007-DE-2016, publicada en el Segundo Suplemento del Registro Oficial No. 864, de 18 de Octubre 2016, en donde se aprobó el instructivo denominado “Estandarización de Abreviación, Simbolización y Formato de Base de Datos para Cartografiado Geológico”, versión 1.2.

DISPOSICIÓN FINAL

ÚNICA.- La presente resolución entrará en vigencia a partir de su expedición sin perjuicio de su promulgación en el Registro Oficial.

Dado en la ciudad de San Francisco de Quito, Distrito Metropolitano, a los 07 días del mes de noviembre de 2019.


Mgs. Martín Cordovez Dammer

DIRECTOR EJECUTIVO

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO



ESTÁNDARES DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA, SIMBOLIZACIÓN Y ABREVIATURAS PARA LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA.

Versión 2.0

Este documento aborda el tema de la definición, nomenclatura y abreviación de las unidades estratigráficas, así como la simbolización para elementos geológicos en el contexto litológico, estructural, de ocurrencias minerales y movimientos en masa.

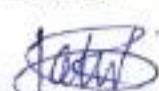
Dirección de Transferencia Tecnológica e Incubación

Quito, 21/10/2019



INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

DIRECTOR EJECUTIVO:	Ing. Martín Córdovez, Mgs.
SUBDIRECTOR TÉCNICO:	Ing. Ricardo Narváez, Ph.D.
DIRECTORA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA E INCUBACIÓN:	Eco. Martha Correa, Mgs.
DIRECTOR DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	Ing. Salomón Brito

ACTUALIZACIÓN ELABORADA POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	<p>Subdirección Técnico</p>  <p>Ing. Ricardo Narváez, Ph.D.</p>	
<p>Responsable</p>  <p>Ing. Andrea Albán</p>	<p>Dirección de Transferencia Tecnológica e Incubación</p>  <p>Eco. Martha Correa, Mgs.</p>	<p>Director Ejecutivo</p>  <p>Ing. Martín Córdovez, Mgs.</p>
	<p>Dirección de Gestión de la Innovación</p>  <p>Ing. Salomón Brito</p>	

REGISTRO DE MODIFICACIONES DEL DOCUMENTO

VERSIÓN	NOMBRE	ELABORADO POR:	DIRECCIÓN	FECHA
1.1	Estandarización de abreviación, simbolización y formato de base de datos para cartografía geológica	Ing. Gonzalo Malo Ing. Oscar Dávila Ing. Arturo Egüez, PhD. Ing. René Revelo Ing. José Silva Ing. Esteban Hinojosa Ing. Luis Pilatasig Ing. Santiago Oña Ing. Edwin Gallardo Ing. Rocío Sangucho Ing. Washington Lomas	Direcciones de: Laboratorios Geocientíficos Geología	08/01/2016
1.2	Estandarización de abreviación, simbolización y formato de base de datos para cartografía geológica	ACTUALIZADO POR:	ÁREA	FECHA DE APROBACIÓN
		Ing. Andrea Albán Ing. Miguel Gaona, MSc <u>Colaboración</u> Ing. Franz Betancourt Eco. Martha Correa, Mgs Ing. Rubén Chanchay Ing. Carolina Freire Ing. Edwin Gallardo Ing. Diego Orbe Ing. Catalina Pinto	Dirección de Laboratorios Geocientíficos	18/10/2018
		Ing. Arturo Egüez, PhD. Ing. Oscar Dávila, Mgs Ing. René Revelo Ing. Eduardo Vaca	Asesoría	
2.0	Estándares de nomenclatura estratigráfica, simbología y abreviaturas para la cartografía geológica	ACTUALIZADO POR:	ÁREA	FECHA DE ENTREGA
		Ing. Andrea Albán	Dirección de Transferencia Tecnológica e Incubación	21/10/2019
		Ing. Arturo Egüez, PhD	Experto externo	
		Ing. Miguel Gaona, Mgs	Ex INIGEMM (2017/09/12 – 2018/09/01)	
		COLABORACIÓN	ÁREA	
		Ing. Carlos Aguila	Coordinación General Técnica Ex INIGEMM (2018/09/12 – 2018/05/22)	
		Ing. Jaime Duque	Dirección de Transferencia Tecnológica e Incubación	
		Ing. Edwin Gallardo Ing. Silvia Toaing	Dirección de Gestión de la Innovación	
		Ing. Catalina Pinto	Dirección de Gestión de la Información	
Ing. Janeth Gaibor, Mgs.	Asesora externa			

REGISTRO DE REVISORES VERSIÓN 2.0

NOMBRE	DIRECCIÓN:	FECHA DE ENVÍO	FECHA DE CONTESTACIÓN
Arq. Andrea Lobato, Mgs Ing. Aracely Lima, Mgs	Dirección de Gestión Científica	2018/09/17	2018/09/21
Ing. Salomón Brito Ing. Fausto Carranco, Mgs. Ing. Christian Romero Ing. Renán Bedoya	Dirección de Gestión de la Innovación	2018/09/17	2019/07/22
Ing. Sebastián Espinoza, Mgs. Ing. Catalina Pinto Ing. Rocío Sangucho, Mgs.	Dirección de Gestión de la Información	2018/09/17	2018/09/21
Ing. Edwin León	Dirección de Formación y Difusión Científica	2018/09/17	2018/09/21
Eco. Martha Correa, Mgs. Ing. Marcelo Moya, Mgs. Ing. Andrés Campana, Mgs. Ing. Esteban Urresta, Mgs.	Dirección de Transferencia Tecnológica e Incubación	2018/09/17	2019/10/14

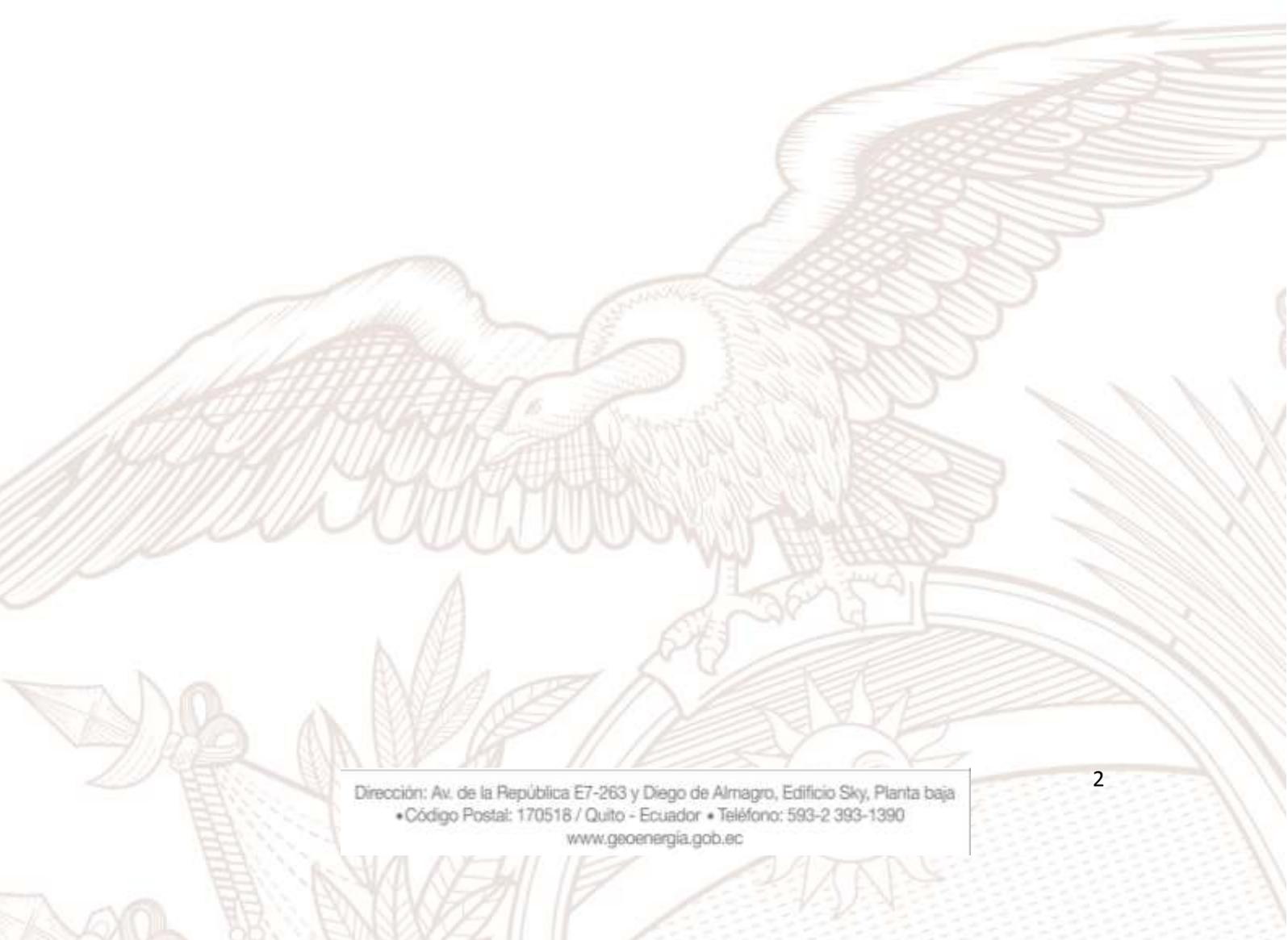
REGISTRO DE REVISIÓN TÉCNICA VALIDADA VERSIÓN 2.0

NOMBRE	DIRECCIÓN:	FECHA DE APROBACIÓN FECHA DE CONTESTACIÓN
Ing. Salomón Brito	Dirección de Gestión de la Innovación	29/08/2019
Eco. Martha Correa R., Mgs.	Dirección de Transferencia Tecnológica e Incubación	29/08/2019

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
Resumen	5
Abstract	6
CAPÍTULO I	7
INTRODUCCIÓN	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Objetivo.....	8
1.3. Alcance	8
CAPÍTULO II	10
FUNDAMENTOS ESTRATIGRÁFICOS	10
2. PRINCIPIOS DE LA CLASIFICACIÓN ESTRATIGRÁFICA	10
2.1. Clasificación estratigráfica	11
2.2. Terminología estratigráfica	11
2.3. Establecimiento y revisión de las unidades estratigráficas.	12
2.4. Requisitos especiales para el establecimiento de unidades del subsuelo.....	13
2.5. Consideraciones para nombrar unidades estratigráficas	13
2.6. Publicaciones.....	16
2.7. Establecimiento de estratotipos.....	17
3. UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	18
3.1. Definiciones y clasificación litoestratigráfica.....	19
3.2. Procedimientos para establecer unidades litoestratigráficas	22
3.3. Nomenclatura de unidades litoestratigráficas.....	23
4. UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS Y GEOCRONOLÓGICAS	24
4.1. Definiciones y tipos de unidades cronoestratigráficas y geocronológicas	25
4.2. Nomenclatura de las unidades cronoestratigráficas / geocronológicas.....	26
4.3. Tabla Cronoestratigráfica Internacional	26
5. UNIDADES BIOESTRATIGRÁFICAS	29
5.1. Definiciones y tipos de unidades bioestratigráficas	30
5.2. Procedimientos para el establecimiento de las unidades bioestratigráficas.	33
5.3. Correlación bioestratigráfica (Biocorrelación).....	33
5.4. Nomenclatura de las unidades bioestratigráficas.	33
6. UNIDADES LIMITADAS POR DISCONTINUIDADES	34
6.1. Tipos y jerarquía de las unidades limitadas por discontinuidades.....	34
6.2. Procedimientos para establecer unidades por discontinuidades.....	35
6.3. Procedimientos para extender las unidades limitadas por discontinuidades	36
6.4. Nomenclatura de las unidades limitadas por discontinuidades	36
CAPÍTULO III	37
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	37
7. SIMBOLIZACIÓN DE LAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS Y ELEMENTOS GEOLÓGICOS	37
7.1. Nomenclatura y simbolización de las unidades cronoestratigráficas / geocronológicas ..	39
7.2. Nomenclatura y simbolización para unidades litoestratigráficas	42
7.3. Nomenclatura y simbolización para depósitos superficiales	45
7.4. Nomenclatura y simbolización para rocas intrusivas	47
7.5. Nomenclatura y simbolización para rocas porfídicas (subvolcánicas).....	49
7.6. Nomenclatura y simbolización para rocas volcánicas y volcanoclásticas.....	50
7.7. Nomenclatura y simbolización para rocas sedimentarias particulares	52
7.8. Nomenclatura y simbolización para rocas metamórficas	52

7.9. Simbolización y abreviatura para minerales, ocurrencias minerales, datos geoquímicos y tipos de alteración hidrotermal.....	53
7.9.1. Minerales.....	53
7.9.2. Ocurrencias minerales.....	57
7.9.3. Datos geoquímicos.....	59
6.3.4 Tipos de alteración hidrotermal.....	60
7.10. Simbolización para otros elementos geológicos.....	61
7.11. Simbolización para movimientos en masa (deslizamientos).....	69
7.12. Simbolización convencional topográfica.....	73
8. BIBLIOGRAFÍA.....	73



ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 3.1. Abreviatura para las unidades litoestratigráficas.	20
Tabla 4.1. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Cenozoico.....	27
Tabla 4.2. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Mesozoico	27
Tabla 4.3. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Paleozoico	28
Tabla 4.4. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Precámbrico.....	29
Tabla 7.1. Simbolización y división del tiempo geológico por eones / eonotemas y código de colores.....	39
Tabla 7.2. Simbolización y división del tiempo geológico por eras / eratemas y código de colores.....	39
Tabla 7.3. Simbolización y división del tiempo geológico por periodos / sistemas y código de colores.....	40
Tabla 7.4. Simbolización y división del tiempo geológico por épocas / series y código de colores.....	41
Tabla 7.5. Normas de uso para las nomenclaturas geológicas	42
Tabla 7.6. Ejemplo de abreviaturas de la división de las unidades litoestratigráficas estratificadas formales	43
Tabla 7.7. Abreviaturas de la división de las unidades litoestratigráficas no estratificadas formales	43
Tabla 7.8. Componentes base de datos de unidades litoestratigráficas del Ecuador...	44
Tabla 7.9. Número de caracteres de la abreviatura para depósitos superficiales	45
Tabla 7.10. Jerarquía y abreviaturas para depósitos superficiales.	46
Tabla 7.11. Número de caracteres de la abreviatura para rocas intrusivas.	47
Tabla 7.12. Abreviaturas para rocas intrusivas.	48
Tabla 7.13. Abreviaturas para rocas de protolito intrusivo.	48
Tabla 7.14. Número de caracteres de la abreviatura para rocas porfídicas	49
Tabla 7.15. Abreviaturas para pórfidos.....	50
Tabla 7.16. Número de caracteres de la abreviatura para rocas volcánicas y volcanoclásticas.....	50
Tabla 7.17. Abreviaturas para rocas volcánicas y volcanoclásticas.	51
Tabla 7.18. Clasificación y abreviatura para rocas sedimentarias según el proceso de formación.....	52
Tabla 7.19. Clasificación y abreviatura para rocas metamórficas según su protolito. ..	53
Tabla 7.20. Abreviatura para minerales.....	54
Tabla 7.21. Abreviatura para minerales continuación.	55
Tabla 7.22. Abreviatura para minerales continuación.	56
Tabla 7.23. Colores de materias primas/ asociaciones minerales económicamente rentables (commodities) para ocurrencias minerales.....	57
Tabla 7.24. Simbología para tipos de depósitos minerales	58
Tabla 7.25. Símbolos y colores para ocurrencias minerales no metálicas.....	59
Tabla 7.26. Simbología para muestreos de geoquímica.	60
Tabla 7.27. Código de color para muestreos de geoquímica.	60
Tabla 7.28. Representación de las alteraciones hidrotermales según las asociaciones minerales.....	61
Tabla 7.29. Símbolos para contactos	62
Tabla 7.30. Símbolos y notaciones para fallas y zonas de cizalla.	62
Tabla 7.31. Símbolos y notaciones para fallas y zonas de cizalla continuación.....	63
Tabla 7.32. Símbolos y notaciones para fallas y zonas de cizalla continuación.....	64

Tabla 7.33. Símbolos para fallas representadas en perfiles.....	64
Tabla 7.34. Símbolos para fallas representadas en perfiles continuación.	65
Tabla 7.35. Símbolos para lineamientos.....	65
Tabla 7.36. Símbolos para diaclasas.....	65
Tabla 7.37. Símbolos para estratificación.....	66
Tabla 7.38. Símbolos para foliación	66
Tabla 7.39. Símbolos para clivaje	66
Tabla 7.40. Símbolos para pliegues.	67
Tabla 7.41. Símbolos para recursos naturales.	68
Tabla 7.42. Símbolos para elementos geomorfológicos.....	68
Tabla 7.43. Símbolos para fósiles.	69
Tabla 7.44. Simbología para movimientos en masa a escala pequeña.	70
Tabla 7.45. Simbología para movimientos en masa a escala pequeña continuación...	71
Tabla 7.46. Simbología para movimientos en masa a escala mediana y grande.....	72
Tabla 7.47. Simbología para movimientos en masa a escala mediana y grande continuación.	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	PÁGINA
Ilustración 5.1. Abreviatura para unidades litoestratigráficas.....	42
Ilustración 5.2. Abreviatura para depósitos superficiales.....	46
Ilustración 5.3. Abreviatura para rocas intrusivas.....	47
Ilustración 5.4. Abreviatura para rocas porfídicas.....	49
Ilustración 5.5. Abreviatura para rocas volcánicas o volcanoclásticas.....	51
Ilustración 5.6. Abreviatura para rocas sedimentarias.....	52
Ilustración 5.7. Abreviatura para rocas sedimentarias.....	53

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las autoridades que conforman el Instituto de Investigación Geológico y Energético y a las del ex Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico por impulsar y desarrollar la iniciativa de estandarizar la nomenclatura estratigráfica, abreviación y simbolización para la cartografía geológica nacional. De igual manera, se agradece al personal técnico del área de geología por sus sugerencias y aportes brindados, tras la socialización del presente documento.

PERSONAL TÉCNICO DEL ÁREA GEOLÓGICA

Ing. Carlos Abril, Mgs.	Ing. Luis Nasimba
Ing. Andrés Alvarez, Mgs	Ing. Víctor Parra
Ing. Evelyn Andagoya	Ing. Franco Pinzón
Ing. Fernanda Andrade	Ing. Roberto Pulupa
Ing. Gabriela Andrade	Ing. Juan Reina
Ing. Lucía Andrade	Ing. Milton Reinoso
Ing. Ricardo Andrade	Ing. Angélica Robles
Ing. Javier Asimbaya	Ing. Christian Romero
Ing. Renán Bedoya	Ing. Rocío Sangucho, Mgs
Ing. Lissette Betancourt	Ing. Wilson Suárez
Ing. Marielisa Bustos, Mgs	Ing. Jonathan Tobar, Mgs
Ing. Fernanda Cabrera	Ing. Juan Torres
Ing. Darío Calderón	Ing. Grace Valencia
Ing. Fausto Carranco, Mgs	Ing. Tito Vélez
Ing. Carla Castillo	Ing. Fabricio Villareal
Ing. Washington Castillo, Mgs	
Ing. David Chávez	
Ing. Darwin Condoy	
Ing. Oswaldo Coronel	
Ing. Mercy Eras	
Ing. Jonathan Enríquez	
Ing. Marcos Gallardo	
Ing. Ana Gramal	
Ing. Francisco Herrera	
Ing. Luis Herrera	
Ing. Esteban Hinojosa	
Ing. Luis Jaramillo	
Ing. Angélica León	
Ing. Johanna León	
Ing. Washington Lomas	

RESUMEN

La cartografía geológica oficial del Ecuador requiere de estándares en lo concerniente a definición y nomenclatura de unidades estratigráficas, simbolización y abreviaturas. En este sentido, el Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE) como entidad rectora de la cartografía geológica nacional plantea el presente documento como base para su aplicación inmediata y la posterior implementación en un sistema codificado del cartografiado nacional.

En las últimas décadas, el IIGE e instituciones antecesoras han realizado programas de cartografía geológica a escalas 1:50 000 y 1:100 000, no obstante la definición y nomenclatura de las unidades estratigráficas se ha tornado arbitraria e informal, razón por la cual han proliferado diferentes nombres, definiciones y abreviaturas para las formaciones geológicas.

Por tal motivo y con el objeto de estandarizar los diferentes elementos que componen la cartografía geológica, se establece el presente documento, cuya aplicación será obligatoria para la cartografía geológica oficial y servirá de base para la subsecuente codificación y manejo en un sistema de información geográfico.

El documento aborda el tema de la definición, nomenclatura y abreviación de unidades estratigráficas formales, considerando el histórico nacional y planteando los nuevos requisitos para el establecimiento de nuevas unidades estratigráficas. De la misma manera, se plantea la simbolización de los elementos geológicos principalmente en el contexto litológico y estructural que constituyen la base elemental del mapa geológico. Cabe señalar que se han incluido litologías de las rocas comunes en los Andes ecuatorianos y las estructuras más representativas de deformación de las rocas. Para complementar este documento se incluye la simbolización recomendada para la aplicación cartográfica de ocurrencias minerales y movimientos en masa.

ABSTRACT

The official geological cartography of Ecuador requires standards about definitions and nomenclatures for stratigraphic units, symbolization and abbreviations. Therefore, the Instituto Nacional de Investigación Geológico y Energético (IIGE) as the national geological coordinating entity prepared the present document as a base for the implementation and use of an encoded system for geological cartography.

In the last decades, IIGE and previous entities have been working in geological mapping programs in scales 1:50 000 and 1:100 000, but unfortunately the definition and nomenclature of the stratigraphic units have been arbitrary and informal, reason of that, different names, definitions and abbreviations of geological units have proliferated. In order to resolve these issues, this document was created to standardize the different elements of the geological mapping. Its application will be compulsory for the official geological cartography, and will work as a baseline for the construction and management of geographic information systems.

This standard has definitions, nomenclature and abbreviations for stratigraphic formal units, taking into account the historical geological guidelines and proposing new requirements for the establishment of new units. Furthermore, it presents symbolization for geological elements based on the lithological and structural context that are elemental for a geological map. It is important to mention that the most common lithology rocks from Ecuadorian Andes and representative structures for rocks deformation are included in this work. In addition, this document has a recommended symbolization for mineral occurrences and mass movements.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La Ley de Minería publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 517, de 29 de enero de 2009, en su artículo 10, creó el Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgico -INIGEMM-, como una entidad de derecho público, con personalidad jurídica, autonomía administrativa, técnica, económica, financiera y patrimonio propio, encargada de realizar actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en materia Geológica, Minera y Metalúrgica, mas, el señor Presidente Constitucional de la República, mediante Decreto Ejecutivo No. 399 de fecha 15 de mayo de 2018, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 255, de 5 de Junio 2018, dispuso, entre otras cosas, la fusión por absorción del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables al Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero y Metalúrgico, el cual luego de concluido el proceso de fusión se denominará Instituto de Investigación Geológico y Energético, el mismo que será adscrito al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

El segundo inciso del artículo 10 de la Ley de Minería, establece que el Instituto de Investigación Geológico y Energético, tiene competencia para generar, sistematizar, focalizar y administrar la información geológica en todo el territorio nacional, para promover el desarrollo sostenible y sustentable de los recursos minerales y prevenir la incidencia de las amenazas geológicas y aquellas ocasionadas por el hombre, en apoyo al ordenamiento territorial.

El artículo 18 del Reglamento General a la Ley de Minería establece las atribuciones del Instituto de Investigación Geológico y Energético, y, entre otras, se menciona, “a) *elaborar y publicar la carta geológica nacional (...) e) Generar, sistematizar, focalizar y administrar la información geológica en todo el territorio nacional (...)*”.

En tal sentido y por todo lo expuesto, el Instituto tiene como parte de sus actividades el cartografiado geológico a nivel nacional.

La investigación geológica y la cartografía que se deriva, son la base fundamental para la planificación, prevención de amenazas geológicas, ordenamiento territorial, construcción de nueva infraestructura, entre las más importantes.

Desde hace más de una década, el IIGE e instituciones antecesoras han venido trabajando en la generación, edición y publicación de las hojas geológicas en escalas 1:100 000 y 1:50 000, adoptando normas y diccionarios de convenciones internacionales y de uso común en el Ecuador, un documento inicial fue el realizado por la Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgico (CODIGEM) y el Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental (PRODEMINCA), a través del Subcomponente 3.6 – Manual de Normas y Diccionarios para Mapeo Digital SIM, el cual sirvió de base por algunos años para la publicación de la cartografía geológica. No obstante en el país, la definición y nomenclatura de las unidades estratigráficas se ha tornado informal debido a la influencia de las diferentes escuelas y misiones internacionales que trabajaron en el desarrollo de la cartografía geológica a nivel nacional.

Por tal motivo, el IIGE se plantea como objetivo el organizar y liderar la aplicación de estándares para la nomenclatura, simbología y abreviaturas de los elementos geológicos basados en la adaptación de las normativas emitidas principalmente por la “*International Commission on Stratigraphy*” perteneciente a la “*International Union of Geological Science (IUGS)*” y documentos para representación cartográfica como el “*FGDC-Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization*” emitido por “*United States Geological Survey (USGS)*” y las normas de *International Organization for Standardization (ISO)* para la cartografía geológica, entre otras guías y normativas de servicios geológicos internacionales. El presente documento “Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica, versión 2.0” constituye una actualización al documento “Estandarización de Abreviación, Simbolización y Formato de Base de Datos para Cartografiado Geológico, versión 1.2” publicado bajo la Resolución 007-DE-2016 y Registro Oficial 864, Segundo suplemento del 18 de octubre de 2016.

1.2. Objetivo

Estandarizar el uso de la nomenclatura, simbolización y abreviaturas de las unidades estratigráficas y demás elementos cartográficos geológicos, que deben utilizarse y aplicarse en la cartografía geológica oficial del país.

1.3. Alcance

Las pautas descritas en el presente documento, serán de uso obligatorio para el proceso de generación, edición y publicación de la cartografía geológica y de todo aquello que de esto se derive. Esta estandarización presenta una base para la catalogación e

implementación en un sistema de manejo de información geográfica para geología en el país.

Este estándar se aplicará para toda la cartografía geológica que produce y publica el IIGE, así como para otras instituciones nacionales e internacionales que, utilizando la base cartográfica geológica construida por la institución, realicen estudios y mapas relacionados con la temática geológica, mediante la figura de cooperación técnica, contratación de servicios de consultoría e investigación, entre otras.

En el IIGE se aplica dentro de las direcciones que estén relacionadas con geología regional, geología aplicada, geología económica y en las actividades de gestión de información geográfica y geológica.

El estándar se aplica para todos los formatos de publicación de mapas geológicos (copias de productos temáticos, mapas impresos, en formatos de Sistemas de Información Geográfica o PDF), publicaciones en línea o en archivos para la *World Wide Web*. El presente documento está sujeto a futuros cambios de actualización por nuevos descubrimientos dentro del ámbito de la investigación geológica y de ciencias de la tierra a nivel internacional y nacional.

CAPÍTULO II.

Introducción - Fundamentos estratigráficos

Murphy y Salvador (1999) en *International Stratigraphic Guide* definen a la **estratigrafía** como la descripción de las características de los cuerpos rocosos que forman la corteza terrestre y de su organización en **unidades distintas, útiles y cartografiables**. Estas unidades son la base para la generación del mapa geológico, el cual, debe contar con criterios estandarizados que permiten dar a conocer el conocimiento que se tiene de la geología del país y responder a la necesidad de una adecuada planificación sobre los recursos naturales.

2. PRINCIPIOS DE LA CLASIFICACIÓN ESTRATIGRÁFICA

El establecimiento y definiciones de las unidades estratigráficas indicadas a continuación, se basan en la *International Stratigraphic Guide – an abridged versión* de Murphy y Salvador (1999) y su traducción oficial al español de Reguant y Ortiz (2001), de la *International Commission on Stratigraphy (ICS)* y la *International Subcommittee on Stratigraphic Classification (ISSC) of International Union of Geological Science (IUGS)*. Cualquier incertidumbre sobre su aplicación, remitirse a los documentos indicados.

La ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999) señala que la clasificación estratigráfica engloba a todas las rocas de la corteza terrestre; pudiendo ser clasificadas en función a características, que son propiedades tangibles y medibles de las rocas, como la litología y la edad de formación o por características interpretativas, tal como el medio en el que se han formado o su génesis.

Las unidades basadas en una propiedad o característica no coinciden necesariamente con las basadas en otras, en consecuencia, no es posible expresar la distribución en las rocas con todas sus características en un solo conjunto de unidades estratigráficas. En este sentido, la **unidad estratigráfica** se considera como un 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.

2.1. CLASIFICACIÓN ESTRATIGRÁFICA

La ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999) clasifica y define según sus propiedades y características a las unidades estratigráficas formales de la siguiente manera:

Unidades litoestratigráficas: son unidades basadas en características litológicas de los cuerpos rocosos.

Unidades cronoestratigráficas: son unidades basadas en la edad de formación de los cuerpos rocosos.

Unidades bioestratigráficas: unidades basadas en el contenido fósil de los cuerpos rocosos.

Unidades limitadas por discontinuidades: son cuerpos rocosos limitados en su parte superior e inferior por discontinuidades significativas en la sucesión estratigráfica.

Unidades de polaridad magnetoestratigráfica: son unidades basadas en los cambios de orientación del magnetismo remanente de los cuerpos rocosos.

Definiciones tomadas de Murphy y Salvador, 1999.

Para la cartografía geológica del IIGE se utilizarán las categorías de unidades litoestratigráficas, es decir, aquellas que se basan en el contenido litológico y sus límites; las unidades cronoestratigráficas que corresponden a las rocas formadas en un determinado tiempo y dos unidades de características diagnósticas específicas, como son las unidades bioestratigráficas basadas en la presencia de contenido fósil en un cuerpo rocoso y las unidades limitadas por discontinuidades, caracterizadas por marcar en el registro estratigráfico eventos erosivos representativos.

2.2. Terminología estratigráfica

La terminología estratigráfica se define el conjunto de denominaciones de unidad usados en la clasificación estratigráfica (Murphy y Salvador, 1999). Estos términos pueden ser formales e informales

La **terminología estratigráfica formal** está definida y nombrada de acuerdo con un esquema de clasificación establecido con procedimientos y normas convencionales.

La formalización es necesaria en la cartografía geológica oficial por razones de estabilidad de la nomenclatura y por la continuidad que debe extenderse más allá de los límites de los cuadrángulos considerados e incluso de las fronteras nacionales. La

formalización se pone de manifiesto con el uso de la letra mayúscula inicial para la unidad de término (tipo y rango de la unidad) y el nombre geográfico.

Ejemplo: Formación Napo.

La **terminología estratigráfica informal** emplea denominaciones de unidad como voces comunes en sentido descriptivo, no como parte de un esquema concreto de clasificación estratigráfica. Se debe evitar el uso de términos informales en documentos oficiales. Cuando se usa terminología informal la letra inicial del término estratigráfico no exige su escritura en mayúscula.

Ejemplo: unidad Tres Lagunas.

2.3. Establecimiento y revisión de las unidades estratigráficas.

Para nombrar, establecer, revisar, redefinir y abandonar unidades geológicas formales, se requiere la publicación de un informe completo (*) en un medio científico reconocido.

El nombramiento y establecimiento de una unidad debe incluir:

- la intención de designar una unidad formal;
- la asignación de la categoría y el rango de la unidad;
- la selección y la derivación del nombre (localidad geográfica);
- la especificación del estratotipo o sección tipo (descripción y localización);
- la descripción de la unidad estratigráfica;
- la definición de los límites;
- los antecedentes históricos (referencias bibliográficas);
- las dimensiones, la forma y otros aspectos regionales;
- la edad geológica;
- las correlaciones con otras unidades; y
- la génesis (si es oportuno).

() Nota aclaratoria: hasta que se establezca la Comisión Estratigráfica Ecuatoriana y se disponga de medios para publicación indexada, la aprobación de los informes con los ítems señalados para nuevas unidades litoestratigráficas formales y oficiales, se realizará ante una comisión conformada por el (los) geólogo(s) autores de la cartografía concernida, un especialista delegado por la Subdirección Técnica y dos especialistas invitados miembros de la academia.*

La revisión o redefinición de una unidad adecuadamente establecida sin cambiar su nombre, así como el abandono de una unidad requieren:

- Una declaración de intención para revisar o abandonar la unidad.
- Las razones para hacerlo.
- Justificación y documentación como para proponer una nueva unidad o abandonarla.
- El cambio en el rango de una unidad estratigráfica no requiere la redefinición de la unidad o sus límites, o la alteración de la parte geográfica del nombre como tampoco el nombre del autor que la definió por primera vez. Una unidad estratigráfica puede promoverse o degradarse en el rango sin cambiar la parte geográfica de su denominación.

2.4. Requisitos especiales para el establecimiento de unidades del subsuelo

La ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999) establece que el mismo procedimiento que se sigue para nombrar una sección expuesta en superficie debe aplicarse a las unidades establecidas en el subsuelo en afloramientos de minas, túneles o secciones de pozos. Para estos casos, los estratotipos en secciones de sondeos se definen en profundidad, a partir de, registros de pozos y testigos de perforación en sondeos, dependiendo de su disponibilidad.

Para establecer unidades del subsuelo se necesita:

Designación del pozo o mina: El nombre del pozo o de la mina y su localización geográfica, usando la nomenclatura convencional del campo petrolífero o la nomenclatura topografía.

Registros geológicos: Registros litológicos y paleontológicos del pozo o pozos, mapas y perfiles geológicos de la mina, en forma escrita y gráfica con los límites de la nueva unidad y sus subdivisiones.

Columnas y perfiles geofísicos: Los registros eléctricos y/u otros registros por cable y perfiles sísmicos con los límites y subdivisiones de las unidades representadas a una escala adecuada que permita apreciar los detalles.

Repositorio: Los archivos deben localizarse en una institución con facilidades de conservación propias y que asegure que los materiales serán accesibles para su estudio. Debe indicarse la ubicación en el repositorio de los materiales procedentes del estratotipo del pozo, túnel o mina.

2.5. Consideraciones para nombrar unidades estratigráficas

La ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999) señala que los nombres de la mayoría de las unidades estratigráficas formales deben formarse de un vocablo apropiado que indique el tipo y rango de la unidad estratigráfica combinado con un término geográfico. Con la

excepción de algunos términos que se establecieron en la historia temprana de la estratigrafía.

Las consideraciones para nombrar las unidades bioestratigráficas se describen a detalle en el **Capítulo 5** denominado **Unidades Bioestratigráficas** del presente documento.

Componente geográfico de los nombres de las unidades estratigráficas

- **FUENTE.** Los nombres geográficos deben derivarse de lugares permanentes, naturales (ríos, quebradas, montañas) o artificiales (poblaciones, comunidades), en o cerca de los cuales está presente la unidad estratigráfica. El nombre debe poderse localizar en los mapas estándar publicados por la jurisdicción política pertinente, para nuestro caso en concreto el Instituto Geográfico Militar (IGM). Cuando dichos nombres no estén disponibles, el lugar del cual se deriva el nombre debe describirse y mostrarse en un mapa a escala apropiada que acompañe la descripción de la nueva unidad.

Los nombres cortos se prefieren a los nombres largos o compuestos. El nombre de la unidad estratigráfica debe ser exactamente el mismo que el del lugar o accidente geográfico.

- **ESCRITURA DE LOS NOMBRES GEOGRÁFICOS.** La ortografía del componente geográfico una vez establecido, no debe ser cambiada. Los componentes de rango o litológicos pueden modificarse cuando se traducen a otro idioma pero el nombre geográfico no puede modificarse.

Ejemplo: Formación Hollín puede ser traducida a Hollín Formation.

- **CAMBIO EN EL NOMBRE GEOGRÁFICO.** 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 para la unidad estratigráfica.

Ejemplo: Formación Dos Bocas, el nombre fue tomado del pueblo de Dos Bocas ahora desaparecido.

- **NOMBRES GEOGRÁFICOS INAPROPIADOS.** El nombre geográfico no debe inducir a confusión, es decir, el uso de nombres de lugares o zonas conocidos deben evitarse ser usados en zonas menos conocidas que compartan el mismo nombre.

Ejemplo: No debe usarse el nombre Formación Barcelona, aunque exista en el país una localidad con ese nombre.

- **DUPLICACIÓN DE NOMBRES GEOGRÁFICOS***. El nombre de una nueva unidad estratigráfica debe ser único a fin de evitar ambigüedades. En ningún caso se deben repetir nombres de unidades estratigráficas.

Ejemplo: No llamar a una unidad estratigráfica “La Florida” si ya existe una unidad con ese nombre, cualquiera sea su edad.

(*) *Nota aclaratoria:* Para evitar ello se debe consultar la base de datos de unidades litoestratigráficas formales e informales del Ecuador (Anexo II o en el link (https://ginfo-iige.shinyapps.io/Buscador_Geologia/)).

- **NOMBRES PARA SUBDIVISIONES DE 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.

Ejemplo: Formación Puná conformada por los Miembros Lechuza y Placer.

Componente unitario de los nombres de las unidades estratigráficas

El componente de unidad de término de un nombre estratigráfico indica el tipo y rango de la unidad.

Ejemplo: Serie Cretácico Superior, el término “Serie” es usado únicamente para las unidades de tiempo geológico, corresponde a una unidad cronoestratigráfica con rango entre piso y sistema.

Relación de los nombres con las fronteras políticas

Las unidades estratigráficas no están limitadas por fronteras internacionales y sus nombres no deben cambiarse a uno y otro lado de las mismas (Murphy y Salvador, 1999). Para el caso de las unidades estratigráficas identificadas y reconocidas en zona de frontera se nombrarán con los dos nombres separados por un guion (-).

Reducción del número de nombres a través 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, siendo iguales otras consideraciones.

Incertidumbre en la asignación

Si la identificación de una unidad está en duda, esa incertidumbre debe expresarse en la nomenclatura empleada (Murphy y Salvador, 1999). Pueden usarse las siguientes convenciones:

¿Devónico? = Devónico dudoso

¿Formación Chapiza? = Formación Chapiza dudosa

Formación Chapiza-Misahualí = estratos en posición intermedia (horizontal o vertical) entre las dos unidades estratigráficas indicadas.

Mioceno-Plioceno = una parte Mioceno y otra Plioceno

Mioceno o Plioceno = Mioceno o Plioceno

Mioceno y Plioceno = Mioceno y Plioceno pero no diferenciados

Nombres abandonados

El nombre de una unidad estratigráfica, una vez aplicada y luego abandonada, no debe usarse nuevamente, excepto en su sentido original. La referencia a los nombres abandonados debe indicar el sentido original en el que se usó el nombre.

Ejemplo: Caliza Basal (definida en 1951) conocida ahora como Formación Angostura.

Conservación de los nombres tradicionales o bien establecidos

Los nombres tradicionales o bien establecidos que no siguen los procedimientos y convenciones anteriores no deben abandonarse, siempre que estén o puedan estar bien definidos y/o caracterizados (Murphy y Salvador, 1999).

2.6. Publicaciones

Un medio científico reconocido

El establecimiento o revisión de una unidad estratigráfica formal exige su publicación en un medio científico reconocido. Las cualidades principales de éste son la publicación regular y la razonable disponibilidad al público científico mediante la compra o a través de una biblioteca. Los resúmenes, la mayoría de las guías de viajes de campo, disertaciones, informes de empresas, informes de archivos abiertos y medios similares generalmente no cumplen con este requisito (Murphy y Salvador, 1999).

Prioridad

La publicación de una unidad estratigráfica válida propuesta, nombrada y descrita tiene prioridad. Sin embargo, la prioridad por sí sola no justifica el desplazamiento de un

nombre bien establecido por otro poco conocido o que se use rara vez. Tampoco debe conservarse un nombre mal establecido simplemente por prioridad (Murphy y Salvador, 1999).

Autor

Se considera autor de una unidad estratigráfica a la persona que publica por primera vez en un medio científico reconocido dicha unidad con terminología formal y tomando en cuenta todas las consideraciones que se detallan en el **subcapítulo 2.3** denominado **establecimiento y revisión de las unidades estratigráficas** del presente documento.

2.7. Establecimiento de estratotipos

Para el establecimiento de estratotipos se considera la siguiente terminología definida por la ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999):

Estratotipo (sección tipo): Afloramiento designado de una unidad estratigráfica estratificada 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.

Estratotipo de unidad: Sección tipo de una unidad estratigráfica estratificada que sirve como estándar de referencia en la definición y caracterización de la unidad.

Estratotipo de límite: Sucesión concreta de estratos que contienen el punto específico que sirve para definir el límite entre dos unidades estratigráficas.

Localidad tipo: Es la localidad geográfica concreta donde se sitúa el estratotipo de una unidad estratigráfica. También hace referencia a la localidad donde la unidad fue descrita y/o definida por primera vez. En el caso de las unidades litoestratigráficas no estratificadas (rocas ígneas o metamórficas), la localidad tipo es la localidad geográfica donde la unidad fue definida originalmente.

Los siguientes requisitos se aplican a los estratotipos:

- **Expresión de concepto**

El requisito más importante de un estratotipo es que represente de manera adecuada el concepto del cual es el tipo material.

- **Descripción**

La descripción de un estratotipo es tanto geográfica como geológica. La descripción geográfica incluye un mapa de ubicación detallado y/o fotografías aéreas o imágenes satelitales y una indicación de los medios de acceso a la localidad tipo y la distribución de la unidad en el área. La descripción geológica incluye las características geológicas, paleontológicas, geofísicas y geomorfológicas de la unidad en la sección tipo (si se dispone de ellas). La descripción contiene dos partes: una parte que se encarga de los límites y otra que describe el contenido de la unidad.

- **Identificación y marcaje**

Un requisito importante de un estratotipo es que esté bien señalado (marcado). Los límites de una unidad deben ser claramente designados con referencias a las características geológicas y geográficas permanentes en la localidad tipo.

- **Accesibilidad y garantía de conservación**

Los estratotipos deben ser accesibles para todos los interesados en su estudio, independientemente de las circunstancias políticas o de otro tipo, y debe asegurarse su conservación a largo plazo.

- **Estratotipos de subsuelo**

Los estratotipos de subsuelo son aceptables si faltan secciones de superficie adecuadas y si se dispone de muestras y registros de subsuelo adecuados.

- **Localidades tipo de cuerpos no estratificados**

Las localidades y áreas tipo de rocas ígneas o metamórficas deben cumplir con el concepto material de la unidad y tener los atributos de descripción, definición, localización y accesibilidad que se aplican a las unidades estratificadas.

3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas son las unidades básicas para la cartografía geológica; ya que, se basan en las características litológicas de las rocas. Donde existan rocas es posible establecer una clasificación litoestratigráfica.

Por definición, una **unidad litoestratigráfica** es un cuerpo rocoso estratificado o no, que se distingue y delimita por sus características litológicas, su posición estratigráfica y sus relaciones estratigráficas. No inciden la edad, ambiente o su historia geológica, es decir una unidad litoestratigráfica puede constar de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, definidas y caracterizadas por rasgos físicos observables, y no por su edad inferida, el lapso de tiempo que representan, o el ambiente de formación. La

extensión de una unidad litoestratigráfica está controlada de forma exclusiva por la continuidad de sus rasgos litológicos (Murphy y Salvador, 1999).

3.1. Definiciones y clasificación litoestratigráfica

Como se menciona en los párrafos anteriores las rocas pueden ser clasificadas en función de sus propiedades litológicas y sus relaciones estratigráficas; debido a lo cual la ICS – IUGS (Murphy y Salvador, 1999) las han definido y clasificado según la jerarquía formal de la siguiente manera:

- **GRUPO:** Es la unidad litoestratigráfica de rango inmediato superior al de formación. Un grupo puede estar constituido por dos o más formaciones contiguas o asociadas que tienen en común propiedades significativas y diagnósticas. Son útiles en los mapas a pequeña escala (>100 000) y en los análisis estratigráficos regionales. Las formaciones no se deben incluir en grupos a no ser que ello sea útil para la simplificación de la clasificación 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 formación. Las formaciones que integran un grupo no tienen por qué ser las mismas en todas partes.
- **FORMACIÓN:** Es la unidad formal primaria¹ en la clasificación litoestratigráfica. Debe tener un cierto grado de homogeneidad litológica o de rasgos litológicos distintivos que la distinguen de las formaciones adyacentes. Las formaciones son las únicas unidades litoestratigráficas formales en las que la columna estratigráfica en todas partes debe dividirse completamente sobre la base de la litología. Debe ser cartografiable a la escala considerada. 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.
- **MIEMBRO:** Es la unidad litoestratigráfica de rango inferior inmediato al de formación y es siempre parte de una formación. Se reconoce como una entidad con nombre dentro de una formación porque posee características que la distinguen de las partes adyacentes de la formación. No es necesario dividir una formación en miembros, a menos que tenga un propósito con fines prácticos. Algunas formaciones pueden estar

¹ Según la ICS, el conjunto de rocas estratificadas de la corteza terrestre debería estar completamente definido mediante formaciones, mientras que no sería obligatorio hacerlo con otros tipos de unidades litoestratigráficas.

totalmente divididas en miembros, otras pueden tener sólo ciertas partes designadas como miembros y existirán formaciones que no contengan ninguno. Se establece un miembro cuando resulta conveniente para reconocer una determinada parte dentro de una formación heterogénea. Ya sea una designación formal o informal, un miembro no es necesario que se cartografíe a la misma escala que una formación. Los lentes y las lenguas son formas de miembros (o de formaciones). **Lengua**, es una proyección de una unidad litoestratigráfica que se extiende más allá del cuerpo principal. **Lente** es un cuerpo rocoso de forma lenticular que tiene una litología diferente al de la unidad que lo incluye.

- **ESTRATO O CAPA:** Es la unidad litoestratigráfica formal más pequeña en la jerarquía de las unidades litoestratigráficas sedimentarias. Este solo debe aplicarse para capas distintivas cuyo reconocimiento tenga alguna utilidad, por ejemplo: estratos de carbón, yeso. De manera general solo se dan nombres propios y se consideran unidades formales aquellas capas (capas guía) que tienen una utilidad en estratigrafía.
- **FLUJO O DERRAME:** Es un cuerpo de roca volcánica diferenciable, extrusivo, que se distingue por su textura, composición, orden de superposición, paleomagnetismo u otros criterios objetivos. Sólo deben distinguirse y nombrarse como unidades litoestratigráficas formales aquellas que son características y generalizadas. Para una secuencia volcánica el flujo es equivalente a la capa o estrato.

La abreviatura para elementos estratigráficos como: grupo, formación, miembro, estrato (capa) y flujo se identificarán en base a la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Abreviatura para las unidades litoestratigráficas.

Unidades Litoestratigráficas	Abreviatura
Grupo	Gpo.
Formación	Fm.
Miembro	Mb.
Estrato o Capa	Est. / Cap.
Flujo	Fl.

Fuente: Modificado de la International Stratigraphic Guide (Murphy y Salvador, 1999).

- **COMPLEJO:** Es la unidad litoestratigráfica compuesta de diversos tipos de cualquier clase o clases de rocas, ya sean ígneas, sedimentarias, metamórficas y

caracterizada por una litología irregularmente variada o por relaciones estructurales muy complicadas.

Para fines cartográficos el complejo tiene dos aplicaciones comunes:

- Complejo volcánico: Los sitios con actividad volcánica persistente de manera general se caracterizan por presentar un conjunto variado de rocas volcánicas y subvolcánicas, intrusiones relacionadas y sus productos de intemperismo.

- Complejo estructural o tectónico: En algunos terrenos, los procesos tectónicos (ejemplo: cizallamiento, fallamiento) han producido mezclas heterogéneas o cuerpos de roca disociados en los cuales algunos componentes individuales son demasiado pequeños para ser cartografiados. Cuando no exista duda de que esta mezcla o disociación se debe a procesos tectónicos se designará como un complejo estructural, ya sea que esté constituido por dos o más clases de roca o sólo por una.

En Ecuador, el término Complejo se ha aplicado a rocas metamórficas e ígneas: Complejo Máfico Piedras, Complejo Metamórfico El Oro y Complejo Granitoide Moromoro.

Otros términos estratigráficos menos comunes son: el SUPERGRUPO que puede usarse para varios grupos asociados o para grupos y formaciones asociados que tienen propiedades litológicas significativas en común. El término SUBGRUPO es excepcionalmente usado ya que, raramente un grupo puede dividirse en subgrupos.

- **HORIZONTE ESTRATIGRÁFICO:** o lito horizonte, es la superficie de cambio litoestratigráfico comúnmente consiste en el límite de una unidad litoestratigráfica o en una “capa guía” muy delgada, litológicamente distinta, dentro de una unidad litoestratigráfica
- **CONJUNTO** (suite o ensamble): Nombre usado comúnmente para cuerpos de rocas intrusivas de la misma clase. Por otra parte, **el término “conjunto” es desaconsejable**, debido a que 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, las cuales pueden modificarse en base a nuevos estudios.

- **UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS INFORMALES:** no siguen normas para su definición y establecimiento; y la nomenclatura aplicada es arbitraria. Son útiles y se conciben en trabajos cartográficos preliminares de interés científico o económico y que no han sido totalmente descritas o caracterizadas. Se designa a las unidades geológicas informales por sustantivos, adjetivos, nombres geográficos y nombres litológicos o de unidades escritos con minúscula inicial. **Las unidades informales no deben incluirse en la cartografía oficial.**

Los términos informales son apropiados para unidades mencionadas ocasionalmente. Así mismo, pueden considerarse informales algunas unidades económicas, definidas por criterios no convencionales y aquellas que son demasiado delgadas o pequeñas para cartografiarse a escalas comunes.

Definiciones complementarias se pueden encontrar en el Anexo I.

3.2. Procedimientos para establecer unidades litoestratigráficas

Con base en los lineamientos emitidos por la ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999), para establecer unidades litoestratigráficas se deben seguir los siguientes procedimientos.

Estratotipos y localidades tipográficas como norma de definición

Cada unidad litoestratigráfica formal debe tener una definición o caracterización clara y precisa. La designación de un estratotipo para una unidad estratificada o una localidad tipo para una no estratificada es esencial. La designación de secciones de referencia auxiliares o localidades de tipo adicionales se puede usar para complementar la definición de una unidad litoestratigráfica. En el caso, que no aflore en una sola área la sección completa de una unidad, se deben designar estratotipos de límite inferior y superior en secciones específicas.

Contactos

Los contactos de las unidades litoestratigráficas se sitúan en las posiciones de cambio litológico o arbitrariamente dentro de zonas de gradación litológica vertical o lateral. En trabajos de subsuelo, como en la realización de sondeos, es mejor definir los contactos litoestratigráficos en la incidencia más alta de un tipo de roca en particular, en lugar de en la más baja. Los contactos de las unidades litoestratigráficas de manera general atraviesan las superficies de la misma edad, cruzando los límites marcados de los rangos fósiles y los límites de cualquier otro tipo de unidad estratigráfica.

Inconformidades e hiatos

Las secuencias estratigráficas de composición litológica similar, pero separadas por inconformidades regionales o hiatos importantes se han de cartografiar como unidades litoestratigráficas diferentes. Los hiatos locales o menores, las disconformidades o inconformidades dentro de una secuencia de composición litológica parecida no son motivo de reconocimiento de más de una unidad litoestratigráfica.

3.3. Nomenclatura de unidades litoestratigráficas

Generalidades

El nombre de una unidad litoestratigráfica sigue las consideraciones generales definidas por la ICS-IUGS y explicadas en el acápite 2.5. En el caso de las unidades litoestratigráficas *, se puede usar un término litológico simple que indique su tipo de roca dominante en lugar del término unidad que indica su rango (grupo, formación, miembro, capa).

() Nota aclaratoria: es preferible usar la denominación de unidad y se desaconseja usar a la vez el término litológico y el término de unidad. Los términos “inferior”, “medio” y “superior” no deben usarse para subdivisiones formales de las unidades litoestratigráficas.*

Ejemplo: La Formación Borbón es conocida también como Areniscas Borbón, sin embargo, la primera denominación es la más aceptada y debe ser usada.

Componente geográfico del nombre

En el caso de cambios laterales en la composición litológica, el cambio en el término geográfico es deseable para cambios regionales, pero la propuesta indiscriminada de nuevos nombres para pequeñas variaciones litológicas es desaconsejable e indeseable.

Componente litológico del nombre

Si se usa un término litológico en el nombre de una unidad litoestratigráfica, debe ser un término simple y generalmente aceptado que indique la litología predominante de la unidad. No se deben utilizar términos compuestos, combinados o litogénicos. Esta consideración se aplica principalmente para rocas ígneas y/o metamórficas no estratificadas.

Ejemplo: Granodiorita Tangua.

Aspectos especiales de las rocas ígneas y metamórficas

Las rocas volcánicas estratificadas y los cuerpos de rocas metamórficas que pueden reconocerse como de origen sedimentario y/o volcánico deben tratarse como unidades

litoestratigráficas sedimentarias, es decir, definir las como “Grupo”, “Formación” o “Miembro”, ya que, suponen estratificación y posición en una sucesión estratigráfica.

Ejemplos: Las rocas volcánicas y piroclásticas pertenecientes al arco volcánico continental eocénico-miocénico se denominan Grupo Saraguro.

Las rocas metasedimentarias que conforman las unidades El Tigre y La Victoria son conocidas también como Grupo Tahuín.

A las rocas intrusivas y los cuerpos de rocas metamórficas altamente recrystalizadas y/o intensamente deformada que, al no poseer o haber perdido su estructura primaria por metamorfismo o tectonismo, de manera general no obedece a la ley de la superposición, requieren un trato diferente. Como unidades litoestratigráficas, su nombre debe estar formado por un término litológico sencillo, tales como “granodiorita”, “migmatitas” o “gneises”, combinado con un término geográfico apropiado (ejemplo: Granodiorita Tangula). También son apropiados términos como “complejo”, “melange” u “ofiolitas.

No se debe emplear términos litológicos poco comunes (websterita o diabasa) o términos combinados (esquisto gráfítico, gneis cuarzo-feldespático), además de adjetivos calificativos tales como “plutónico”, “ígneo” o “volcánico”. En la nomenclatura formal de las unidades no estratificadas, estos adjetivos pueden emplearse cuando ayuden a clarificar la naturaleza de la unidad (ejemplo “complejo ígneo” o “complejo volcánico”).

La nomenclatura de rocas ígneas y metamórficas no debe incluir términos que expresen formas o estructuras, tales como “dique”, “sill”, “plutón” y “cuello” ni el término más general de “intrusivo”. Estos términos no indican litología, ni son denominaciones en la jerarquía litoestratigráfica, y por consiguiente no son nombres litoestratigráficos.

4. UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS Y GEOCRONOLÓGICAS

Las unidades litoestratigráficas al formarse durante un intervalo de tiempo geológico tienen una significación cronoestratigráfica y geocronológica; al margen de su composición y características, estas unidades se distinguen, establecen e identifican en función al tiempo de formación (un carácter abstracto) interpretado a través de propiedades observables (Murphy y Salvador, 1999), de esta manera, la escala de tiempo geológico realizada por la ICS-IUGS representa los eventos de la historia de la tierra y de la vida ordenados cronológicamente. Establece divisiones y subdivisiones de las rocas según su edad relativa y del tiempo absoluto transcurrido desde la formación

de la Tierra hasta la actualidad, en una doble dimensión: estratigráfica (rocas) y cronológica (tiempo). Estas divisiones están basadas en los cambios faunísticos observables en el registro fósil y han podido ser datadas con cierta precisión por métodos radiométricos. La escala de tiempo geológico está compuesta por la unión de las unidades cronoestratigráficas y geocronológicas.

Las **unidades cronoestratigráficas** (eonotema, eratema, sistema, serie, piso) son cuerpos rocosos, estratificados o no, que se formaron durante un intervalo concreto de tiempo geológico.

Las **unidades geocronológicas** (eón, era, período, época, edad) son las unidades de tiempo geológico durante el cual se formaron las unidades cronoestratigráficas. Las unidades geocronológicas al ser unidades de tiempo, no son consideradas unidades estratigráficas.

4.1. Definiciones y tipos de unidades cronoestratigráficas y geocronológicas

La ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999) recomienda el uso de los términos cronoestratigráficos y sus equivalentes, así como sus definiciones, para expresar las unidades de diferente rango de la siguiente manera:

EONOTEMA (EÓN): Es una unidad cronoestratigráfica mayor que un eratema. El equivalente geocronológico es un eón.

ERATEMA (ERA): Consiste en un grupo de sistemas. El equivalente geocronológico es una era.

SISTEMA (PERIODO): Es una unidad de rango mayor en la jerarquía convencional cronoestratigráfica, por encima de serie y por debajo de eratema. El equivalente geocronológico es el periodo.

SERIE (ÉPOCA): Es una unidad cronoestratigráfica con rango entre piso y sistema. El equivalente geocronológico es época.

Debe descartarse el uso del término serie para una unidad litoestratigráfica más o menos equivalente al grupo.

PISO (EDAD): 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 internacional.

SUBPISO: Es una subdivisión de un piso cuyo término geocronológico equivalente es subedad. **SUPERPISO:** Varios pisos adyacentes pueden ser agrupados en un superpiso.

En la jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica la *International Stratigraphic Guide* establece para su uso en inglés, distinguir entre inferior (*lower*), medio (*middle*), superior (*upper*) para las unidades cronoestratigráficas y en temprano (*early*), medio (*middle*), tardío (*late*) para las geocronológicas, en **español** se debe usar para ambos casos la **terminología inferior, medio y superior**, tal como lo menciona la Guía Estratigráfica Internacional (Reguant y Ortiz, 2001) en su versión para la lengua española.

4.2. Nomenclatura de las unidades cronoestratigráficas / geocronológicas

La ICS-IUGS señala que una unidad cronoestratigráfica formal recibe una designación bimodal, un nombre propio y un término de unidad, como toda unidad formal las letras de la unidad de término y el nombre propio deben escribirse con mayúscula. Los equivalentes geocronológicos se conforman por el término geocronológico equivalente combinado con el nombre propio.

Ejemplos: Sistema Jurásico o su equivalente geocronológico Periodo Jurásico.

Piso Albiano o su equivalente geocronológico Edad Albiano.

El nombre propio de una entidad cronoestratigráfica o geocronológico puede emplearse sólo cuando no hay peligro de confusión, es decir, no especificar la unidad de término geocronológico / cronoestratigráfico y mencionar directamente el nombre.

Ejemplo: en vez de escribir Sistema / Periodo Albiano, mencionar directamente Albiano.

4.3. Tabla Cronoestratigráfica Internacional

La Tabla Cronoestratigráfica Internacional (representada en la Tabla 4.1 a la Tabla 4.4) definida y actualizada por la ICS-IUGS anualmente, representa a las unidades cronoestratigráficas y geocronológicas mediante una gama de colores y organiza el establecimiento jerárquico de las unidades geocronológicas, usadas en mapas, columnas estratigráficas y secciones geológicas.

Tabla 4.1. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Cenozoico

EONOTEMA/ EÓN	ERATEMA/ ERA	SISTEMA/ PERIODO	SERIE/ ÉPOCA	PISO/ EDAD	EDAD NUMÉRICA (Ma)
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Meghalayano	0.0042 - presente
				Northgripiano	0.0082 - 0.0042
				Greenlandiano	0.0117 - 0.0082
			Pleistoceno	Superior	0.126 - 0.0117
				Medio	0.773 - 0.126
				Calabriano	1.80 - 0.773
		Neogeno	Plioceno	Gelasiano	2.58 - 1.80
				Piacenziano	3.600 - 2.58
			Mioceno	Zancliano	5.333 - 3.600
				Messiniano	7.246 - 5.333
				Tortoniano	11.63 - 7.246
				Serravalliano	13.82 - 11.63
				Langhiano	15.97 - 13.82
				Burdigaliano	20.44 - 15.97
				Aquitano	23.03 - 20.44
				Chattiano	27.82 - 23.03
		Paleogeno	Oligoceno	Rupeliano	33.9 - 27.82
				Priaboniano	37.8 - 33.9
			Eoceno	Bartoniano	41.2 - 37.8
				Lutetiano	47.8 - 41.2
				Ypresiano	56.0 - 47.8
Paleoceno	Thanetiano		59.2 - 56.0		
	Selandiano		61.6 - 59.2		
	Daniano		66.0 - 61.6		

Fuente: Adaptado de Tabla Cronoestratigráfica Internacional (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019)

Tabla 4.2. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Mesozoico

EONOTEMA/ EÓN	ERATEMA/ ERA	SISTEMA/ PERIODO	SERIE/ ÉPOCA	PISO/ EDAD	EDAD NUMÉRICA (Ma)
Fanerozoico	Mesozoico	Cretácico	Superior	Maastrichtiano	72.1±0.2 - 66.0
				Campaniano	83.6 ± 0.2 - 72.1 ± 0.2
				Santoniano	86.3 ± 0.5 - 83.6 ± 0.2
				Coniaciano	89.8 ± 0.3 - 86.3 ± 0.5
				Turoniano	93.9 - 89.8 ± 0.3
			Cenomaniano	100.5 - 93.9	
			Inferior	Albiano	~113.0 - 100.5
				Aptiano	~125.0 - ~113.0
				Barremiano	~129.4 - ~125.0
				Hauteriviense	~132.9 - ~129.4
		Valanginiano		~139.8 - ~132.9	
		Berriasiano	~ 145.0 - ~139.8		
		Jurásico	Superior	Titoniano	152.1± 0.9 - ~145.0
				Kimmeridgiano	157.3 ± 1.0 - 152.1± 0.9
				Oxfordiano	163.5 ± 1.0 - 157.3 ± 1.0
			Medio	Callowiano	166.1± 1.2 - 163.5 ± 1.0
				Bathoniano	168.3± 1.3 - 166.1± 1.2
				Bajociano	170.3 ± 1.4 - 168.3 ± 1.3
				Aaleniano	174.1 ± 1.0 - 170.3 ± 1.4
		Inferior	Toarciano	182.7 ± 0.7 - 174.1 ± 1.0	
			Pliensbachiano	190.8 ± 1.0 - 182.7 ± 0.7	
			Sinemuriano	199.3 ± 0.3 - 190.8 ± 1.0	
			Hettangiano	201.3 ± 0.2 - 199.3 ± 0.3	
		Triásico	Superior	Rhaetiano	~208.5 - 201.3 ± 0.2
Norian	~227 - ~208.5				
Medio	Carniano		~237 - ~227		
	Ladiniano		~242 - ~237		
	Anisiano		247.2 - ~242		
Inferior	Alenekiano		251.2 - 247.2		
	Induano		251.902 ± 0.024 - 251.2		

Fuente: Adaptado de Tabla Cronoestratigráfica Internacional (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019).

Tabla 4.3. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Paleozoico

EONOTEMA/ EÓN	ERATEMA/ ERA	SISTEMA/ PERIODO	SERIE/ ÉPOCA	PISO/ EDAD	EDAD NUMÉRICA (Ma)	
Fanerozoico	Paleozoico	Pérmico	Lopinguiano	Changhsingiano	254.14 ± 0.07 - 251.902 ± 0.024	
				Wuchiapingiano	259.1 ± 0.5 - 254.14 ± 0.07	
			Guadalupiano	Capitaniano	265.1 ± 0.4 - 259.1 ± 0.5	
				Wordiano	268.8 ± 0.5 - 265.1 ± 0.4	
				Roadiano	272.95 ± 0.11 - 268.8 ± 0.5	
			Cisuraliano	Kunguriano	283.5 ± 0.6 - 272.95 ± 0.11	
				Artinskiano	290.1 ± 0.26 - 283.5 ± 0.6	
				Sakmariano	293.52 ± 0.17 - 290.1 ± 0.26	
				Asseliano	298.9 ± 0.15 - 293.52 ± 0.17	
		Carbonífero	Pennsylvaniano	Superior	Gzheliano	303.7 ± 0.1 - 298.9 ± 0.15
					Kasimoviano	307.0 ± 0.1 - 303.7 ± 0.1
				Medio	Moscoviano	315.2 ± 0.2 - 307.0 ± 0.1
			Inferior	Bashkiriano	323.2 ± 0.4 - 315.2 ± 0.2	
			Mississippiano	Superior	Serpukhoviano	330.9 ± 0.2 - 323.2 ± 0.4
				Medio	Viseano	346.7 ± 0.4 - 330.9 ± 0.2
		Inferior		Tournaisiano	358.9 ± 0.4 - 346.7 ± 0.4	
		Devónico	Superior	Famenniano	372.2 ± 1.6 - 358.9 ± 0.4	
				Frasniano	382.7 ± 1.6 - 372.2 ± 1.6	
			Medio	Givetiano	387.7 ± 0.8 - 382.7 ± 1.6	
				Eifeliano	393.3 ± 1.2 - 387.7 ± 0.8	
			Inferior	Emsiano	407.6 ± 2.6 - 393.3 ± 1.2	
				Pragian	410.8 ± 2.8 - 407.6 ± 2.6	
		Silúrico	Pridoliano	Ludfordiano	423.0 ± 2.3 - 419.2 ± 3.2	
				Gorstiano	425.6 ± 0.9 - 423.0 ± 2.3	
			Wendlockiano	Homeriano	427.4 ± 0.5 - 425.6 ± 0.9	
				Sheinwoodiano	430.5 ± 0.7 - 427.4 ± 0.5	
			Llandoveryano	Telychiano	433.4 ± 0.8 - 430.5 ± 0.7	
				Aeroniano	438.5 ± 1.1 - 433.4 ± 0.8	
				Rhuddaniano	440.8 ± 1.2 - 438.5 ± 1.1	
				Himantiano	443.8 ± 1.5 - 440.8 ± 1.2	
				Katiano	445.2 ± 1.4 - 443.8 ± 1.5	
				Sandbiano	453.0 ± 0.7 - 445.2 ± 1.4	
		Ordovícico	Superior	Darriwiliano	458.4 ± 0.9 - 453.0 ± 0.7	
Dapingiano	467.3 ± 1.1 - 458.4 ± 0.9					
Medio	Floiano		470.0 ± 1.4 - 467.3 ± 1.1			
	Tremadociano		477.7 ± 1.4 - 470.0 ± 1.4			
Cámbrico	Furongiano	Piso 10	485.4 ± 1.9 - 477.7 ± 1.4			
		Jiangshaniano	~489.5 - 485.4 ± 1.9			
		Paibiano	~494 - 489.5			
	Miaolingiano	Guzhangiano	~497 - 494			
		Drumiano	~500.5 - 497			
		Wuliuano	~504.5 - 500.5			
	Serie 2	Piso 4	~509 - 504.5			
		Piso 3	~514 - 509			
	Terreneuviano	Piso 2	~514 - 511			
		Fortuniano	~521 - 514			
						541.0 ± 1.0 - 529

Fuente: Adaptado de Tabla Cronoestratigráfica Internacional (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019).

Tabla 4.4. Jerarquía cronoestratigráfica / geocronológica del Precámbrico

EONOTEMA/ EÓN	ERATEMA /ERA	SISTEMA /PERIODO		EDAD NUMÉRICA (Ma)
Precámbrico	Proterozoico	Neo- proterozoico	Ediacariano	~635 - 541.0 ±1.0
			Criogeniano	~720 - ~635
			Toniano	1000 - ~720
		Meso- proterozoico	Steniano	1200 - 1000
			Ectasiano	1400 - 1200
			Calymmiano	1600 - 1400
		Paleo- proterozoico	Statheriano	1800 - 1600
			Orosiriano	2050 - 1800
			Rhyaciano	2300 - 2050
			Sideriano	2500 - 2300
	Arqueano	Neo- arqueano		2800 - 2500
		Meso- arqueano		3200 - 2800
		Paleo- arqueano		3600 - 3200
		Eo-arqueano		4000 - 3600
		Hadeano		~4600 - 4000

Fuente: Adaptado de Tabla Cronoestratigráfica Internacional (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019).

5. UNIDADES BIOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades bioestratigráficas corresponden a conjuntos de estratos que se definen y caracterizan por el contenido fósil identificable en los cuerpos rocosos, basándose en la identificación de un taxón o en una combinación de varios de ellos, en la abundancia relativa o en cualquier característica relevante relacionada al contenido y distribución de los fósiles en un estrato, sin considerar la composición litológica del estrato (Murphy y Salvador, 1999).

Las unidades bioestratigráficas al basarse en la presencia o ausencia del contenido fósil se relaciona con el tipo de litofacies que es una característica diagnóstica de las unidades litoestratigráficas, debido a ello, estas unidades se consideran objetivas y prácticas, siendo necesarias para la identificación del ambiente deposicional ocurrido en un determinado tiempo geológico mediante la identificación de la constitución litología y la geometría de las rocas de la corteza terrestre (características litológicas) y los cambios evolutivos ocurridos en el tiempo geológico que son únicos e identificables en el registro estratigráfico.

Las unidades bioestratigráficas al estar influidas por la edad geológica también están relacionada con las unidades cronoestratigráficas; sin embargo, los límites de las unidades bioestratigráficas y cronoestratigráficas pueden divergir debido principalmente a los cambios en las facies deposicionales, variaciones en las condiciones de fosilización y conservación de los fósiles o a la ausencia de éstos.

5.1. Definiciones y tipos de unidades bioestratigráficas

Las definiciones de la terminología bioestratigráfica se tomó de la ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999).

UTILIDAD DE LOS FÓSILES: Los fósiles son indicadores de los ambientes geológicos antiguos, ayudan a comprender los procesos de sedimentación y distribución; y son fuentes fiables de la edad relativa de las rocas que las contienen debido a que los cambios evolutivos que sufrieron estos organismos mientras estuvieron vivos es irreversible.

Los fósiles que han sido transportados y redepositados o introducidos en sedimentos más jóvenes deben ser tratados aparte de aquellos que se consideran autóctonos.

ASOCIACIONES FÓSILES: Se reconocen cuatro tipos de intervalos:

- Estratos sin fósiles. Este tipo de categoría no se considera dentro de la clasificación bioestratigráfica.
- 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 transportados al área después de su muerte (tanatosenosis).
- Estratos que contienen organismos transportados vivos fuera de su entorno natural.

Definiciones tomadas de Murphy y Salvador, 1999

Estas categorías de estratos con asociaciones fósiles se encuentran mezclados o interestratificados en diferentes proporciones y sirven de base para biozonación bioestratigráfica.

ZONA BIOESTRATIGRÁFICA (BIOZONA): Es la unidad fundamental en la clasificación bioestratigráfica, aplicable a cualquier clase de unidad bioestratigráfica, sin tener en cuenta ni su potencia ni su extensión geográfica. Las biozonas varían en espesor, extensión geográfica y lapso de tiempo representado. La ICS-IUGS (Murphy y Salvador,

1999) reconoce y define cinco tipos de biozonas, los cuales no tienen nivel jerárquico y no se basan en criterios mutuamente excluyentes; las cuales se explican a continuación:

- **Zona de extensión:** Es el cuerpo de estratos que representa la extensión estratigráfica y geográfica conocida de la presencia de un taxón concreto o de una combinación de taxones de cualquier categoría. Estas a su vez se subdividen en: Zonas de extensión de taxón: Es el cuerpo de estratos que representa la extensión conocida de la presencia estratigráfica y geográfica de ejemplares de un taxón particular. Es la suma de presencias documentadas en todas las secciones y localidades individuales en las que un taxón particular ha sido identificado. Los límites de la zona de extensión son los biohorizontes que limitan la presencia del taxón. El nombre de la zona deriva del nombre del taxón.

Zonas de extensión coincidente: Es el cuerpo de estratos que incluye las partes que se solapan de las zonas de extensión de dos taxones particulares. Los límites de la zona de extensión coincidente. Aunque en la zona se registre otro tipo de taxones solo se consideran los dos taxones utilizados para definir la zona de extensión coincidente. Los límites de este tipo de zona se definen en cualquier sección estratigráfica por la presencia más baja de las extensiones superiores de los dos taxones y por la presencia más alta de las extensiones inferiores de los mismos. El nombre del taxón se deriva de los taxones que caracterizan la zona.

- **Zona de intervalo:** Es el cuerpo de estratos fosilíferos entre dos biohorizontes concretos, se define e identifica en base a sus biohorizontes limitantes. Son de utilidad en estudios estratigráficos en subsuelo cuando la sección estratigráfica es atravesada de arriba abajo y donde el reconocimiento se realiza a partir de testigos de perforación que han sido anteriormente perforados y materiales provenientes de paredes de sondeos o en zonas de intervalo comprendidas entre la presencia inferior de dos taxones concretos. Los límites de la zona de intervalo se definen por la presencia de los biohorizontes seleccionados para su definición. Para nombrar a esta zona se considera los nombres de los horizontes limitantes, anteponiendo el nombre del límite inferior al del límite superior.

Ejemplo: Zona de intervalo *Globigerinoides sicanus* – *Orbulina suturalis*.

Otra manera para nombrar a la zona de intervalo es usar el nombre del nombre de un taxón en particular para nombrar a la zona, se debe considerar que el taxón es un componente habitual de la zona aunque no se confine a ésta.

- **Zona de linaje:** Es el 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 o solo la parte del taxón por debajo de la aparición del taxón descendiente. Los límites de la zona de linaje se definen en base a los biohorizontes representativos de la aparición más baja de los sucesivos elementos del linaje evolutivo. Para nombrar a una zona de linaje se toma en cuenta el nombre del taxón de la línea evolutiva cuya extensión total o parcial es objeto de representación.
- **Zona de asociación:** Es el cuerpo de estratos que se caracteriza por la asociación de tres o más taxones fósiles, que al asociarse como un todo, se diferencia por su carácter bioestratigráfico de los estratos adyacentes. Los límites están considerados en los biohorizontes que marcan la frontera de la presencia de la asociación que caracteriza la unidad. El nombre de este tipo de zona proviene del nombre de uno de los elementos diagnósticos de la asociación fósil.
- **Zona de abundancia:** Es el cuerpo de estratos en el que la abundancia de un taxón o un grupo en particular es significativo en comparación en las partes adyacentes de la sección. Este tipo de zonas para ser identificadas deben ser seguidas lateralmente. Los límites de la zona de abundancia están definidos por los biohorizontes, los cuales muestran un cambio notable en la abundancia del o los taxones concretos que caracterizan la zona.

HORIZONTE BIOESTRATIGRÁFICO (BIOHORIZONTE): Es el límite, superficie o intercara estratigráfico 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.

SUBBIOZONA (SUBZONA): Es la subdivisión de una biozona.

SUPERBIOZONA (SUPERZONA): Agrupación de dos o más biozonas con caracteres estratigráficos relacionados.

ZÓNULA: Se usa de manera general para indicar una subdivisión de una biozona, es decir, corresponde a la definición de una subbiozona, motivo por el cual, se desaconseja el uso de este término.

5.2. Procedimientos para el establecimiento de las unidades bioestratigráficas.

Como las demás unidades estratigráficas, las unidades bioestratigráficas se deben registrar por los lineamientos que estipula la nomenclatura estratigráfica, detallada en el subcapítulo 2.3 Establecimiento y revisión de las unidades estratigráficas. No obstante la ICS -IUGS (Murphy y Salvador, 1999) recomiendan que para las unidades bioestratigráficas se incluya la designación de una o más secciones y descripciones del taxón o taxones como elementos diagnósticos de la unidad o si es el caso incluir las referencias bibliográficas que contengan esta información.

5.3. Correlación bioestratigráfica (biocorrelación).

Mediante la correlación bioestratigráfica es posible el establecimiento de la correspondencia de una sección o afloramiento geográficamente distal del área donde se ha definido, con similares elementos diagnósticos y posición bioestratigráfica. No obstante, la correlación bioestratigráfica no necesariamente va a coincidir con una cronocorrelación.

5.4. Nomenclatura de las unidades bioestratigráficas.

La denominación de una unidad bioestratigráfica debe cumplir con las consideraciones que se establecen para la nomenclatura estratigráfica y estará formado por los nombres de uno o dos fósiles representativos combinado con el término del tipo de unidad bioestratigráfica, de tal manera que no se pueda repetir el nombre de la biozona.

La forma de escribir los nombres de fósiles debe estar alineada a las normas que estipulan la *International Code of Zoological Nomenclature* o *International Code of Biological Nomenclature*. La primera letra de la unidad de término (Zona, Zona de abundancia, entre otras) se escribirá con mayúscula, en tanto que, la letra inicial de los adjetivos de especie se lo hará con minúscula y para escribir los nombres taxonómicos de géneros y especies se utiliza la cursiva.

Ejemplo: Zona de extensión *Exus albus*.

El nombre del taxón debe ser escrito entero.

Ejemplo: *Exus albus*.

6. UNIDADES LIMITADAS POR DISCONTINUIDADES

La ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999) define a la **unidad limitada por discontinuidades** como un cuerpo rocoso de diversos tipos de una o varias clases de rocas limitadas en su parte superior e inferior por discontinuidades significativas, definidas e identificadas en una sucesión estratigráfica, siendo estas discontinuidades de extensión regional o interregional.

Estas unidades son establecidas sin considerar la interpretación genética o causal de las discontinuidades limitantes, es decir, que las demás propiedades de las rocas como el contenido fósil o el intervalo cronoestratigráfico en uno u otro extremo de las discontinuidades son útiles únicamente cuando ayuden en la determinación de estas discontinuidades, de esta manera, las unidades limitadas por discontinuidades pueden contener otros tipos de unidades estratigráficas a la vez, en sucesión vertical o lateral.

Las unidades limitadas por discontinuidades bien definidas suministran elementos de apoyo para la cronocorrelación global y la clasificación cronoestratigráfica (Murphy y Salvador, 1999).

Sin embargo es importante recalcar que, una unidad limitada por discontinuidades puede contener de manera total o parcial a varias unidades cronoestratigráficas. Se debe considerar además que, los límites de este tipo de unidades son diacrónicos en mayor o menor extensión, por ende, estos límites rara vez coinciden con los límites de las unidades cronoestratigráficas.

6.1. Tipos y jerarquía de las unidades limitadas por discontinuidades

Para definir y caracterizar las unidades limitadas por discontinuidades (Murphy y Salvador, 1999) se debe conocer la terminología que se aplica a este tipo de unidades.

DISCONTINUIDAD: Es la superficie de erosión entre cuerpos rocosos que representan un hiato o interrupción significativos en la sucesión estratigráfica (Murphy y Salvador, 1999); originado por la elevación y posterior erosión; lo cual implica una pérdida del registro estratigráfico previamente formado (Catuneanu, 2006). Algunos tipos de discontinuidades son:

- Discordancia angular es la discontinuidad en la estratificación entre dos cuerpos rocosos, en la cual los buzamientos de las rocas más antiguas y más jóvenes se orientan formando un ángulo entre ellos (Murphy y Salvador, 1999). Las rocas más antiguas fueron plegadas y erosionadas lo cual explica el cambio en la estratificación

de las capas y los estratos más jóvenes se depositan de manera posterior conservando la horizontalidad en sus capas.

- Disconformidad es la discontinuidad en la cual la estratificación de las capas superiores e inferiores de la ruptura estratigráfica son prácticamente paralelas (Murphy y Salvador, 1999); por lo general con un intervalo erosivo considerable, la cual se refleja en una superficie de erosión marcada, visible e irregular (Catuneanu, 2006).
- Paraconformidad es una discontinuidad incierta, en la cual la superficie erosiva es poco perceptible y la estratificación de las secuencias es plana y paralela entre ellas (Catuneanu, 2006).
- Inconformidad es la discontinuidad entre secuencias de rocas sedimentarias más jóvenes depositadas sobre rocas más antiguas ígneas o metamórficas; las cuales estuvieron expuestas y fueron erosionadas (Catuneanu, 2006).

DIASTEMA es la 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** (Murphy y Salvador, 1999).

CONFORMIDAD: Secuencia de rocas sedimentarias sin ningún tipo de interrupción en la sucesión estratigráfica (sin hiato) que se depositaron en orden secuencial (Catuneanu, 2006).

La unidad básica limitada por discontinuidades es la “**secuencia**”, ya que como base de la estratigrafía secuencial, también designa a las unidades estratigráficas total o de manera parcial limitadas por discontinuidades.

Niveles jerárquicos superiores o inferiores a la “secuencia” no se reconocen en la terminología formal de las unidades limitadas por discontinuidades.

6.2. Procedimientos para establecer unidades por discontinuidades

Al igual que las demás unidades estratigráficas, para formalizar este tipo de unidad estratigráfica se debe cumplir con las consideraciones que se detallan en el subcapítulo 2.3 Establecimiento y revisión de las unidades estratigráficas. Es importante recalcar que, el único criterio para el establecimiento y reconocimiento de las unidades limitadas por discontinuidades es la existencia o ausencia de estas discontinuidades, la definición de este tipo de unidades debe centrarse en la naturaleza, posición y características de las discontinuidades.

Las unidades limitadas por discontinuidades *se establecen únicamente donde las características en la cual se basa estén presentes en el cuerpo rocoso* cuando la finalidad de solventar una necesidad no puedan hacerlo las demás unidades estratigráficas.

6.3. Procedimientos para extender las unidades limitadas por discontinuidades

Las unidades limitadas por discontinuidades se extienden lateralmente hasta donde sea posible el identificar la discontinuidad tanto superior como inferior.

6.4. Nomenclatura de las unidades limitadas por discontinuidades

Las consideraciones para la nomenclatura de las unidades limitadas por discontinuidades son las mismas que se detallan en subcapítulo 2.5 Consideraciones para nombrar unidades estratigráficas.

CAPÍTULO III.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

7. SIMBOLIZACIÓN DE LAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS Y ELEMENTOS GEOLÓGICOS

Los mapas reflejan un aspecto o hecho concreto de la realidad que desea representarse. Pueden ser de distintos tipos y sobre varios temas, como: geológicos, geomorfológicos, metalogénicos entre otros, para los que se han diseñado diversos símbolos que buscan describir de manera simplificada diferentes aspectos (elementos geológicos) que, en el caso de la geología serían las unidades litoestratigráficas estratificadas y no estratificadas, las unidades geocronológicas, las unidades limitadas por discontinuidades, las unidades bioestratigráficas, las estructuras geológicas, los elementos geomorfológicos, entre otros.

Para definir esta simbolización, se realizó un análisis preliminar principalmente del documento *“Digital Cartographic Standar for Geology Map Symbolization”* (2006) elaborado por la *“Federal Geographic Data Commitee”* (FGDC) de la *“United States Geological Survey”* (USGS) y las normas *“International Standarization Organization”* (ISO) 710, además estándares de los Institutos y Servicios Geológicos de: Australia, Colombia, Costa Rica, España, Gran Bretaña, México, Perú y versiones anteriores de Ecuador.

Con base en el análisis de los documentos antes mencionados, el IIGE ha adaptado en función a las necesidades nacionales el uso de los símbolos geológicos con el fin de contar con una normativa de estandarización geológica, la cual facilite la comprensión y por ende su utilización en el mapeo geológico en el ámbito nacional. Además, de la vinculación regional con fines de elaboración del mapa sudamericano y su posterior contexto en la generación del mapa geológico mundial.

Para estandarizar símbolos y nomenclaturas de elementos cartográficos de los mapas geológicos, es necesario contar con equipos y programas informáticos adecuados. El área técnica especializada del IIGE, encargada para la gestión de la información geográfica en medios digitales, utiliza el software ArcGis versión 10.7.1 de ESRI, por lo que las descripciones de símbolos, anotaciones y nomenclaturas, están adaptadas a él, sin que esto constituya un obstáculo para que sean transferidas a otro software de similares características.

La trama usada en la simbolización de las unidades litoestratigráficas, depósitos superficiales y rocas se han adaptado del documento “FGDC-Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization” y de las normas ISO 710 para cartografiado geológico. Estas se encuentran adheridas al catálogo de símbolos geológicos, versión 1.0 del IIGE.

La nomenclatura y simbolización geológica que se estandariza en este documento está organizada en función de los requerimientos de información que los elementos geológicos deben representarse en los mapas geológicos y, se utilizarán tanto en:

- Elaboración de mapas geológicos de campo y edición cartográfica digital.
- Base de datos e informes.
- Columnas estratigráficas.
- Secciones geológicas transversales (perfiles o cortes geológicos).
- Catálogo de objetos y símbolos, entre otros.

La abreviatura geológica contempla la simbolización de las unidades cronoestratigráficas/ geocronológicas, unidades litoestratigráficas, tipo de roca, minerales e información como mineralización y alteración.

Los elementos cartográficos que utilizarán abreviatura y símbolos para su representación son:

- Unidades cronoestratigráficas/geocronológicas
- Unidades litoestratigráficas
- Depósitos superficiales
- Rocas intrusivas
- Rocas porfídicas (subvolcánicas)
- Rocas volcánicas y volcanoclásticas
- Rocas sedimentarias
- Rocas metamórficas
- Minerales
- Ocurrencias minerales
- Datos geoquímicos
- Tipos de alteración hidrotermal
- Movimientos en masa (deslizamientos)

7.1. Nomenclatura y simbolización de las unidades cronoestratigráficas / geocronológicas

La ICS-IUGS ha subdividido al tiempo geológico, definido y representado según colores y símbolos según ciertos criterios de la siguiente manera:

Se conocen cuatro **Eones / Eonotemas** (Tabla 7.1) de más antiguo a más joven, Hádico, Arcaico, Proterozoico y Fanerozoico. A los tres primeros se conoce como Precámbrico.

Tabla 7.1. Simbolización y división del tiempo geológico por eones / eonotemas y código de colores.

Nombre	Unidad geocronológica / cronoestratigráfica	Símbolo	Código color		
			R	G	B
Fanerozoico	Eón / Eonotema	\mathbb{E}_H	154	217	221
Proterozoico	Eón / Eonotema	\mathbb{P}	247	53	99
Arcaico	Eón / Eonotema	A	240	4	127
Hádico	Eón / Eonotema	\mathbb{E}_A	174	2	126

Fuente: Adaptado de la ICS-IUGS (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019), USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Los nombres de las **Eras / Eratemas** establecidos en la Tabla 7.2, reflejan cambios importantes de la vida, las principales de la más antigua a la más joven son: Paleozoico (vida antigua), Mesozoico (vida intermedia) y Cenozoico (vida reciente). La Subcomisión de Estratigrafía del Precámbrico de la ICS-IUGS ha subdividido al tiempo del Precámbrico en unidades geocronométricas que no contienen indicios fósiles.

Tabla 7.2. Simbolización y división del tiempo geológico por eras / eratemas y código de colores.

Nombre	Unidad geocronológica / cronoestratigráfica	Símbolo	Código color		
			R	G	B
Cenozoico	Era / Eratema	\mathbb{C}_z	242	249	29
Mesozoico	Era / Eratema	\mathbb{M}_z	103	197	202
Paleozoico	Era / Eratema	\mathbb{P}_z	153	192	141
Neoproterozoico	Era / Eratema	X	254	179	66
Mesoproterozoico	Era / Eratema	Y	253	180	98
Paleoproterozoico	Era / Eratema	Z	247	67	112
Neoarcaico	Era / Eratema	U	249	155	193
Mesoarcaico	Era / Eratema	V	247	104	169
Paleoarcaico	Era / Eratema	W	244	68	159
Eoarcaico	Era / Eratema	EA	218	3	127

Fuente: Adaptado de la ICS-IUGS (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019), USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Para el **Periodo / Sistema** el intervalo de tiempo admitido actualmente va de 30 a 80 millones de años, con excepción del Cuaternario, cuyo intervalo de tiempo es 2.58 millones de años. Los nombres de los periodos / sistemas (Tabla 7.3) tienen orígenes diversos heredados de las primeras clasificaciones: algunos indican orden cronológico (Cuaternario), otros tienen una connotación litológica (Carbonífero); otros tienen origen tribal (Ordovícico) y otros son de origen geográfico (Devónico). En Norteamérica en vez del Periodo (Sistema) Carbonífero se reconocen dos periodos: el más antiguo, es el Periodo (Sistema) Mississippiano y el más moderno el Periodo (Sistema) Pennsylvaniano; debido a lo cual, ICS-IUGS los ha incorporado como subperiodos (subsistema) del Periodo (Sistema) Carbonífero.

Tabla 7.3. Simbolización y división del tiempo geológico por periodos / sistemas y código de colores.

Nombre	Unidad geocronológica / cronoestratigráfica	Símbolo	Código color		
			R	G	B
Cuaternario	Periodo / Sistema	Q	249	249	127
Neógeno	Periodo / Sistema	N	255	230	25
Paleógeno	Periodo / Sistema	Ɛ	253	154	82
Cretácico	Periodo / Sistema	K	127	198	78
Jurásico	Periodo / Sistema	J	52	178	201
Triásico	Periodo / Sistema	T	129	43	146
Pérmico	Periodo / Sistema	P	240	64	40
Carbonífero	Periodo / Sistema	C	103	165	153
Pennsylvaniano	Subperiodo / Subsistema	IP	191	208	186
Mississippiano	Subperiodo / Subsistema	M	166	199	183
Devónico	Periodo / Sistema	D	203	140	55
Silúrico	Periodo / Sistema	S	179	225	182
Ordovícico	Periodo / Sistema	O	0	146	111
Cámbrico	Periodo / Sistema	Є	127	160	86

Fuente: Adaptado de la ICS-IUGS (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019), USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Para la **Época / Serie** el intervalo de tiempo de las series actualmente aceptadas va de 13 a 35 millones de años. El nombre de las épocas (Tabla 7.4) se deriva de algún elemento geográfico cerca de su estratotipo o de su localidad tipo. Sin embargo, los nombres de la mayoría de las series en la actualidad aceptadas se designan por su posición dentro del periodo: inferior, medio, superior.

Tabla 7.4. Simbolización y división del tiempo geológico por épocas / series y código de colores.

Nombre	Unidad geocronológica / cronoestratigráfica	Símbolo	Código color		
			R	G	B
Holoceno	Época / Serie	H	254	242	224
Pleistoceno	Época / Serie	PI	255	242	174
Plioceno	Época / Serie	PL	255	255	153
Mioceno	Época / Serie	M	255	255	0
Oligoceno	Época / Serie	O	253	192	122
Eoceno	Época / Serie	E	253	180	108
Paleoceno	Época / Serie	Pc	253	167	95
Cretácico Superior	Época / Serie	K2	166	216	74
Cretácico Inferior	Época / Serie	K1	140	205	87
Jurásico Superior	Época / Serie	J3	179	227	238
Jurásico Medio	Época / Serie	J2	128	207	216
Jurásico Inferior	Época / Serie	J1	66	174	208
Triásico Superior	Época / Serie	T̄3	189	140	195
Triásico Medio	Época / Serie	T̄2	177	104	177
Triásico Inferior	Época / Serie	T̄1	152	57	153
Lopingiano	Época / Serie	P3	251	167	148
Guadalupiano	Época / Serie	P2	251	116	92
Cisuraliano	Época / Serie	P1	239	88	69
Pennsylvaniano Superior	Época / Serie	C6	191	208	186
Pennsylvaniano Medio	Época / Serie	C5	166	199	183
Pennsylvaniano Inferior	Época / Serie	C4	140	190	180
Mississippiano Superior	Época / Serie	C3	179	190	108
Mississippiano Medio	Época / Serie	C2	153	180	108
Mississippiano Inferior	Época / Serie	C1	128	171	108
Devónico Superior	Época / Serie	D3	241	225	157
Devónico Medio	Época / Serie	D2	241	200	104
Devónico Inferior	Época / Serie	D1	229	172	77
Pridoliano	Época / Serie	S4	230	245	225
Ludloviano	Época / Serie	S3	191	230	207
Wenlockiano	Época / Serie	S2	179	225	194
Llandoveryano	Época / Serie	S1	153	215	179
Ordovícico Superior	Época / Serie	O3	127	202	147
Ordovícico Medio	Época / Serie	O2	77	180	126
Ordovícico Inferior	Época / Serie	O1	26	157	111
Furongiano	Época / Serie	€4	179	224	149
Miaolingiano	Época / Serie	€3	166	207	134
Serie 2	Época / Serie	€2	153	192	120
Terreneuviano	Época / Serie	€1	140	176	108

Fuente: Adaptado de la ICS-IUGS (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019), USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Los símbolos de abreviatura del tiempo geológico de la Tabla 7.1 a la Tabla 7.3 son adaptaciones del documento “*FGDC-Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization*” (USGS, 2006), en tanto que, la Tabla 7.4 contiene la nomenclatura adaptada tanto del documento antes citado como de la ICS- IUGS.

Abreviatura para unidades geocronológicas

La abreviatura de la unidad geocronológica tendrá máximo 5 caracteres, incluyendo el signo de incertidumbre (?) cuando la edad es incierta.

- Ejemplos:**
- Pz** Significa edad paleozoica
 - K?** Significa edad cretácica incierta
 - PLPI?** Significa edad plio-pleistocénica incierta

En el caso de que una unidad litoestratigráfica pertenezca a dos o más periodos o épocas, en la abreviatura se simbolizará primero la más antigua.

- Ejemplo:** **OM** para edad Oligo-Mioceno

Para poder utilizar los símbolos descritos desde la Tabla 7.1 hasta la Tabla 7.4 es necesario que en los equipos informáticos (estaciones de trabajo) donde se gestiona la información geológica, tanto de base de datos alfanumérica como espacial, se instale la fuente FGDCGeoAge. Para obtener ésta fuente se la puede descargar de la página web de la USGS (<https://pubs.usgs.gov/tm/2006/11A02/>).

7.2. Nomenclatura y simbolización para unidades litoestratigráficas

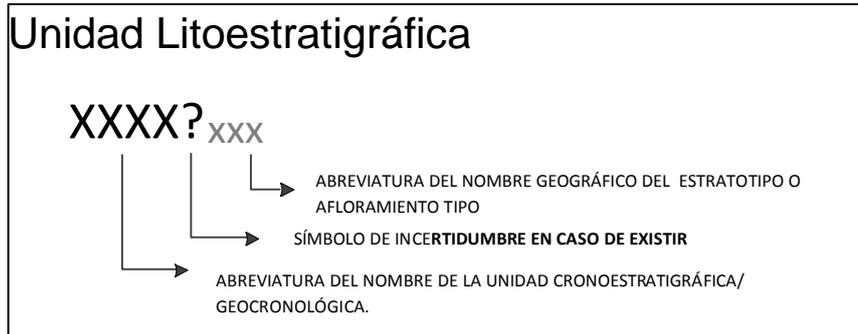
La abreviatura geológica para la unidad litoestratigráfica (Tabla 7.5) estará constituida por un máximo de 8 caracteres que pueden ser distribuidos acorde a lo mencionado en la Ilustración 7.1.

Tabla 7.5. Normas de uso para las nomenclaturas geológicas

Atributo	Nº de caracteres mínimo	Nº de caracteres máximo	Tipo
Edad de la unidad litoestratigráfica	1	5 *	Obligatorio
Nombre de la unidad litoestratigráfica	1	3	Obligatorio

* Incluido el símbolo de incertidumbre.

Ilustración 7.1. Abreviatura para unidades litoestratigráficas



En la Tabla 7.6 se indica un ejemplo de la clasificación y abreviaturas para unidades litoestratigráficas estratificadas tomadas del mapa de cordillera Occidental, generado por la Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico (CODIGEM) y el “British Geological Survey” (BGS).

Tabla 7.6. Ejemplo de abreviaturas de la división de las unidades litoestratigráficas estratificadas formales

Rango	Nombre	Edad	Abreviatura	Rango	Nombre	Edad	Abreviatura
Grupo	Angamarca	PcE	Ag	Formación	Rumi Cruz	E	Rc
				Formación	Unacota	E	U
				Formación	Pilaló	PcE	P
				Formación	Gallo Rumi	PcE	Gr
				Formación	Apagua	PcE	A

Fuente: Mapa de Cordillera Occidental 1 – 2° S, escala 1:200 000 (CODIGEM – BGS, 1997)

Las unidades litoestratigráficas no estratificadas cuando están formalizadas presentan el mismo formato de abreviaturas que las unidades litoestratigráficas estratificadas. En la Tabla 7.7 se muestra un ejemplo de unidades litoestratigráficas no estratificadas.

Tabla 7.7. Abreviaturas de la división de las unidades litoestratigráficas no estratificadas formales

Rango	Nombre	Edad	Abreviatura	Nombre	Edad	Abreviatura
Complejo	Granitoide Moromoro	T̄	M	Granodiorita El Prado	T̄	Mp
				Granitoide La Florida	T̄	Mf
				Granodiorita Marabelí	T̄	Mm

Fuente: Mapa Geológico del Complejo Metamórfico El Oro, Ecuador, escala 1:100 000 (CODIGEM-BGS, 1994).

La base de datos de nombres de unidades litoestratigráficas formales e informales (Tabla 7.8) ha sido compilada y está compuesta por la siguiente información:

Tabla 7.8. Componentes base de datos de unidades litoestratigráficas del Ecuador.

Base de datos de unidades litoestratigráficas	N° de unidades litoestratigráficas
Hojas Geológicas Históricas Escala 1:100 000 de SNGM, DGGM, SNM, INEMIN, SNG.(81 hojas)	258
Mapas Geológicos de la Cordillera Occidental 0°-1° N, 1°-0°S, 1°-2°S, 2°-3S, 2°-4S. Escala 1:200 000 de CODIGEM –BGS	172
Mapa Geológico de la Cordillera Real y Cinturón Metamórfico de El Oro (Norte y Sur), escala 1:500 000 de CODIGEM – BGS	71
Proyecto “Investigación geológica y disponibilidad de ocurrencias minerales en el territorio ecuatoriano”	126

Fuente: IIGE (2019).

El listado de unidades litoestratigráficas existentes en el país se encuentra en el Anexo II adjunto a este documento.

Nomenclatura para unidades litoestratigráficas nuevas

Según la ICS-IUGS (Murphy y Salvador, 1999), la propuesta de creación de una nueva unidad estratigráfica formal requiere explicar el intento de diferenciarla y las razones necesarias para hacerlo; procedimiento que se encuentra detallado en el Capítulo 2 (apartado 2.3).

Para nombrar y representar una nueva unidad litoestratigráfica deben también ser tomados en cuenta estas consideraciones:

- No se permite la definición de una unidad litoestratigráfica indiferenciada o deformada.

Ejemplos: no usar el término Formación Misahuallí Indiferenciada, Grupo Saraguro Indiferenciado, Formación Napo deformada, etc.

- Para abreviaturas de unidades litoestratigráficas nuevas se permite repetir la abreviatura del nombre, sólo si corresponden a edades geológicas diferentes.

Ejemplos: **PcE_P** para Formación Pilaló de edad Paleoceno - Eoceno
O_P para Formación Pambil de edad Oligo- Mioceno

- Para definir la abreviatura del nombre geográfico de unidades litoestratigráficas nuevas se debe considerar que la primera letra del nombre geográfico sea mayúscula.

En caso de tener un nombre compuesto la primera letra será con mayúscula y la segunda con minúscula.

Ejemplos: Formación Guapán: G
Formación Rumi Cruz: Rc

- Las rocas y productos volcánicos recientes (Cuaternario) se agrupan según los centros de emisión volcánica. Es así como debe usarse la abreviatura del tipo de roca, seguido del nombre del centro de emisión con hasta tres caracteres.

Ejemplo: A^APul significa Andesitas de Pululahua.

Los símbolos utilizados para representar las unidades litoestratigráficas están compuestas por un color y trama. Los colores dependen de la clasificación cronoestratigráfica / geocronológica que se encuentran presentes en la Tabla Cronoestratigráfica Internacional v2019/05 (Cohen, Harper, Gibbard, y Fan, 2019) representadas en la Tabla 7.1 a la Tabla 7.4 y las tramas se diseñan en función de la litología dominante. Razón por la cual es importante contar con una descripción litológica de las unidades litoestratigráficas donde se destaque la litología predominante seguida de las relaciones con litologías adyacentes.

7.3. Nomenclatura y simbolización para depósitos superficiales

Los depósitos cuaternarios corresponden a sedimentos y rocas superficiales, con edades que van desde los 2.58 millones de años hasta la actualidad.

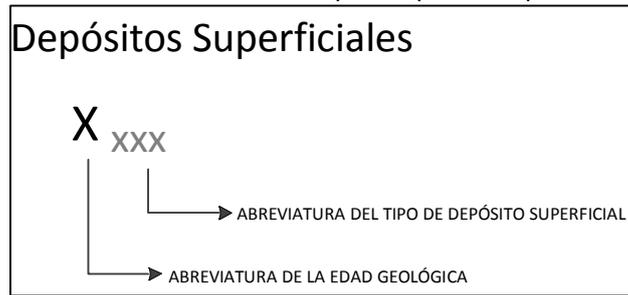
Los depósitos superficiales que se presenta en la Tabla 7.10 han sido clasificados en función de los procesos y dinámica de formación. Estos procesos involucran la acción de agentes de transporte como el agua, viento, hielo, gravedad o la combinación de estos agentes, mismos que generan depósitos de materiales geológicos que tienen propiedades físicas, geomorfológicas y litológicas específicas que permiten diferenciarlos, definirlos y caracterizarlos. Los depósitos superficiales están organizados de manera jerárquica según los niveles de detalle requeridos en la cartografía geológica; el nivel 1 para una clasificación básica y el nivel 2 para una con mayor detalle, considerando la clasificación propuesta por McMillan y Powell (1999).

La nomenclatura para diferenciar los depósitos superficiales está conformado por un índice y un subíndice. El índice hace alusión a la edad y el subíndice al tipo de depósito, como se observa en la Tabla 7.9 y en Ilustración 7.2.

Tabla 7.9. Número de caracteres de la abreviatura para depósitos superficiales

Atributo	N° de caracteres mínimo	N° de caracteres máximo	Tipo
Tipo de depósito superficial	1	3	Obligatorio

Ilustración 7.2. Abreviatura para depósitos superficiales



Para los depósitos superficiales se utilizarán las abreviaturas que constan en la Tabla 7.10.

Tabla 7.10. Jerarquía y abreviaturas para depósitos superficiales.

Código	Tipo de depósito (Nivel 1)	Edad	Abreviatura	Código	Tipo de depósito (Nivel 2)	Edad	Abreviatura
13.1	Aluvial	Q	A	13.2	Llanura aluvial	Q	La
				13.3	Terraza aluvial	Q	T
				13.4	Abanico aluvial (cono de deyección)	Q	Aa
				13.13	Fluvial	Q	F
13.14	Lacustre	Q	L	13.5	Terraza fluvio lacustre	Q	Fl
13.6	Glaciar	Q	G	13.7	Fluvio glaciar	Q	Fg
13.8	Coluvial (Movimientos en masa)	Q	C	13.10	Laharítico	Q	Lh
				13.11	Avalancha	Q	Avl
13.15	Marino	Q	M	13.9	Terraza marina	Q	Tm
13.12	Eólico	Q	E				
13.16	Volcanogénico	Q	Vg				

Fuente: Adaptado de la BGS (McMillan y Powell, 1999)

En caso que se identifique más de un depósito de terraza se seguirá el orden numérico ascendente, es decir, 1, 2, 3,..., n siendo la terraza más joven la número 1. Se debe considerar que los depósitos aluviales serán los más jóvenes, debido a que por su dinámica fluvial están en constante proceso de depositación. En los depósitos superficiales restantes no es necesario discriminarlos entre antiguos o jóvenes.

Para representar de manera general a los depósitos volcánicos cuaternarios se puede incluirlos como depósitos volcanogénicos, caso contrario, si se requiere una representación a mayor detalle, según el propósito, se deben tomar en cuenta la agrupación según el centro de emisión para rocas y materiales volcánicos recientes que se encuentra en el **subcapítulo 7.2** denominado **“Nomenclatura y simbolización para unidades estratigráficas nuevas”** (página 51).

7.4. Nomenclatura y simbolización para rocas intrusivas

Para las rocas intrusivas que no han sido considerados como unidades litoestratigráficas no estratificadas la nomenclatura geológica estará constituida por máximo 5 caracteres distribuidos como se indica en la Tabla 7.11, al igual que en la Tabla 7.3.

Tabla 7.11. Número de caracteres de la abreviatura para rocas intrusivas.

Atributo	Nº de caracteres mínimo	Nº de caracteres máximo	Tipo
Tipo de roca intrusiva	2	5*	Obligatorio

* Incluido el símbolo de incertidumbre (?).

- La abreviatura no toma en cuenta los nombres locales y adjetivos calificativos, como por ejemplo, Plutón San Lucas, Batolito de Abitagua, entre otros. Éstos se pueden referir en el texto de la breve explicación y/o en las memorias técnicas.
- En las abreviaturas de intrusivos no se requiere discriminar las rocas intrusivas por rasgos texturales: microdiorita, aplita, diorita foliada, entre otros. Las texturas o cualquier otra particularidad se deberán describir en las explicaciones texturales.
- En lo posible la abreviatura describirá el tipo de roca. Para la denominación de tipos de rocas ígneas poco comunes remitirse al documento “*Classification of Igneous Rocks*” elaborado por la BGS (1999).
- La abreviatura para diferenciar las rocas intrusivas está conformado por un índice y un superíndice, ambas letras con mayúscula. El índice hace alusión al grupo de roca principal y el superíndice a la composición de la roca según el diagrama triangular QAPF.

Ilustración 7.3. Abreviatura para rocas intrusivas



Para los intrusivos comunes en Ecuador se utilizarán las abreviaturas que constan en la Tabla 7.12, basada en la clasificación propuesta por Guillespy y Styles (1999) generada por la BGS, aceptada y difundida por la IUGS.

Tabla 7.12. Abreviaturas para rocas intrusivas.

Código	Tipo de roca	Abreviatura
14.1	Pegmatita	Pg
14.2	Rocas graníticas (G)	
14.3	Granito	G ^G
14.4	Granodiorita	G ^{Gd}
14.5	Tonalita	G ^T
14.6	Rocas sieníticas (S)	
14.7	Sienita	S ^S
14.8	Monzonita	S ^M
14.9	Rocas dioríticas (D)	
14.31	Monzodiorita	D ^{Md}
14.11	Cuarzodiorita	D ^{Qd}
14.10	Diorita	D ^D
14.12	Rocas gabroicas (GB)	
14.13	Gabro	GB ^{Gb}
14.14	Norita	GB ^N
14.15	Troctolita	GB ^{Tr}
14.16	Rocas ultramáficas (U)	
14.17	Hornblendita	U ^{Hb}
14.18	Piroxenita	U ^{Px}
14.19	Peridotita	U ^P

Fuente: Modificado de la BGS (Guillesspie y Styles, 1999)

Tabla 7.13. Abreviaturas para rocas de protolito intrusivo.

Protolito ígneo		
14.20	Metagranito	G ^{M-G}
14.21	Metagranodiorita	G ^{M-Gd}
14.22	Metatonalita	G ^{M-T}
14.23	Metasienita	S ^{M-S}
14.24	Metamonzonita	S ^{M-M}
14.25	Metadiorita	D ^{M-D}
14.26	Metacuarzodiorita	D ^{M-Qd}
14.27	Metagabro	GB ^{M-Gb}
14.28	Metanorita	GB ^{M-N}
14.29	Metatroctolita	GB ^{M-Tr}
16.40	Serpentinita	U ^S

Fuente: Modificado de la BGS (Guillesspie y Styles, 1999)

Para la representación gráfica cada grupo de roca tendrá un código de color diferente, en la gama del rojo para cuerpos intrusivos ácidos y de la gama del marrón para los intrusivos básicos. La trama variará para cada roca según su composición. Para las rocas de protolito ígneo (Tabla 7.13) que tengan el prefijo “meta” conservarán el mismo

color y trama según el grupo y el tipo de roca con la variante que se incluye dentro del tramado el símbolo ~.

Las características necesarias para la descripción petrográfica de este tipo de rocas se encuentran en la ficha de descripción macroscópica para rocas ígneas en el Anexo III.

7.5. Nomenclatura y simbolización para rocas porfídicas (subvolcánicas)

Las rocas porfídicas o pórfidos corresponden a rocas subvolcánicas de composición ácida a intermedia-ácida, que conforman cuerpos intrusivos someros en forma de plutones, lacolitos, sills y diques; cuyo rasgo distintivo es la textura porfídica.

La nomenclatura para diferenciar los cuerpos porfídicos o subvolcánicos tiene un máximo de 3 caracteres (Tabla 7.14) y está conformada por un índice y un superíndice. El índice hace alusión al término “Pórfido” y el superíndice a la composición de la roca, tal como se lo indica en la Ilustración 7.4.

Tabla 7.14. Número de caracteres de la abreviatura para rocas porfídicas

Atributo	N° de caracteres mínimo	N° de caracteres máximo	Tipo
Tipo de roca porfídica	1	3*	Obligatorio

* Incluido el símbolo de incertidumbre (?).

Ilustración 7.4. Abreviatura para rocas porfídicas



En la Tabla 7.15 se observan las abreviaturas de algunos pórfidos encontrados en el Ecuador:

Tabla 7.15. Abreviaturas para pórfidos

Código	Pórfido	Abreviatura
15.1	Granítico	p ^G
15.2	Granodiorítico	p ^{Gd}
15.3	Tonalítico	p ^T
15.4	Diorítico	p ^D
15.6	Monzonítico	p ^M
15.7	Sienítico	p ^S
15.8	Riolítico	p ^R
15.9	Riodacítico	p Rd
15.10	Dacítico	p ^D
15.11	Andesítico	p ^A
15.12	Latítico	p ^L
15.13	Traquítico	p ^{Tq}
15.14	Cuarcífero	p ^{Qz}

Fuente: Modificado de la base de datos del IIGE (2018)

Los códigos de color para los pórfidos cuya composición sea equivalente a las rocas intrusivas están en la gama del rosado, en tanto que los de los pórfidos cuya equivalencia se asemeje a las rocas extrusivas está en la gama del verde oliva.

Las características necesarias para la descripción petrográfica de este tipo de rocas se encuentran en la ficha de descripción macroscópica para rocas ígneas en el Anexo III.

7.6. Nomenclatura y simbolización para rocas volcánicas y volcanoclásticas

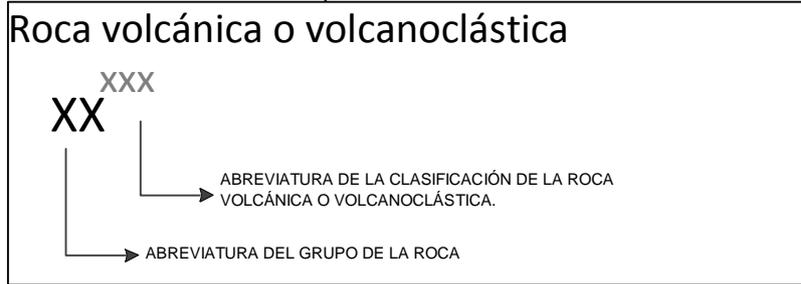
La abreviatura para diferenciar las rocas volcánicas y piroclásticas está conformado por un máximo de 3 caracteres (Tabla 7.16) y diferenciada en un índice y un superíndice (primera letra con mayúscula). El índice hace alusión al grupo de roca principal y el superíndice a la composición de la roca como se muestra en la

Ilustración 7.5; para las rocas volcánicas se considera la clasificación química – mineralógica representada en el diagrama QAPF y para casos específicos se recomienda el uso del diagrama TAS (*Total Alkali Silica*): en tanto que, para el caso de las rocas volcanoclásticas a la clasificación según el tamaño de grano, basada en la clasificación propuesta por Guillespy y Styles (1999).

Tabla 7.16. Número de caracteres de la abreviatura para rocas volcánicas y volcanoclásticas.

Atributo	N° de caracteres mínimo	N° de caracteres máximo	Tipo
Tipo de roca volcánica o volcanoclástica	1	3	Obligatorio

Ilustración 7.5. Abreviatura para rocas volcánicas o volcanoclásticas



En la Tabla 7.17 se observan las abreviaturas para este tipo de rocas:

Tabla 7.17. Abreviaturas para rocas volcánicas y volcanoclásticas.

ROCAS VOLCÁNICAS		
Código	Tipo de roca	Abreviatura
Rocas riolíticas (R)		
16.52	Riolita	R ^R
16.55	Riodacita	R Rd
Rocas dacíticas (DC)		
16.51	Dacita	DC ^D
Rocas traquíticas (TR)		
16.50	Traquita	TR ^T
16.54	Latita	TR ^L
Rocas andesíticas (A)		
16.49	Andesita	A ^A
16.62	Andesita basáltica	A ^B
Rocas basálticas (B)		
16.47	Basalto	B ^B
ROCAS VOLCANOCLÁSTICAS		
Código	Tipo de roca	Abreviatura
Rocas Piroclásticas (T)		
16.64	Aglomerado	T ^{Agl}
16.65	Toba brechosa	T ^B
16.67	Toba de lapilli	T ^{Lp}
16.68	Toba vítrea	T ^V

Fuente: Modificado de la BGS (Guillesspie y Styles, 1999)

Para el caso de las rocas volcanoclásticas la abreviatura irá acompañada del adjetivo de la composición.

Ejemplo: T^B dacítica.

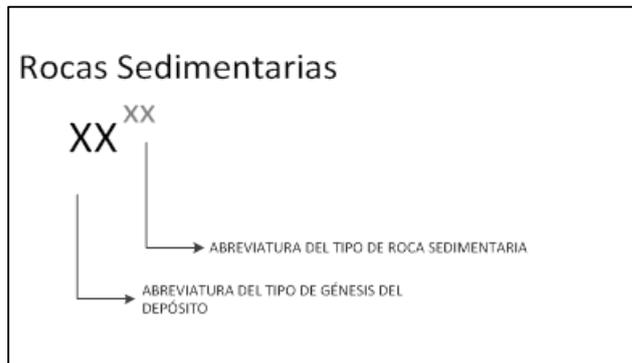
Las características necesarias para la descripción petrográfica de este tipo de rocas se encuentran en la ficha de descripción macroscópica para rocas ígneas en el Anexo III.

7.7. Nomenclatura y simbolización para rocas sedimentarias particulares

Las rocas sedimentarias son rocas originadas por procesos mecánicos, orgánicas y químicas. Se ha considerado la propuesta de Hallsworth y Knox (1999) para las rocas sedimentarias (BGS).

La abreviatura para diferenciar a las rocas sedimentarias se conforma por un índice y un superíndice. El índice hace alusión a la génesis del depósito y el superíndice al tipo de roca sedimentaria, como se muestra en la Ilustración 7.6.

Ilustración 7.6. Abreviatura para rocas sedimentarias



De esta manera se plantea la clasificación para ciertas rocas sedimentarias que consta en la Tabla 7.18

Tabla 7.18. Clasificación y abreviatura para rocas sedimentarias según su proceso de formación.

ROCAS SEDIMENTARIAS		
Código	Tipo de roca	Abreviatura
Rocas detríticas (SD)		
16.2	Brecha	SD ^B
16.3	Arenisca	SD ^{Ar}
16.9	Lutita	SD ^{Lt}
Rocas químicas (SQ)		
16.10	Caliza	SQ ^{Clz}
16.11	Dolomía	SQ ^{DI}

Fuente: Modificado de la BGS (Hallsworth y Knox, 1999)

Las características para la descripción petrográfica de estas rocas se encuentran en la ficha de descripción macroscópica para rocas sedimentarias (Anexo III).

7.8. Nomenclatura y simbolización para rocas metamórficas

Estas rocas pueden ser clasificadas por su textura, presentando o no foliación. Para la clasificación de este tipo de rocas se ha tomado como base a la propuesta de Robertson

(1999), la cual agrupa las rocas según su formación previa al metamorfismo (Tabla 7.19), de esta forma tenemos: rocas metamórficas de protolito sedimentario como el mármol, rocas de protolito desconocido para las corneanas, rocas reconstituidas para la milonita y rocas de metasomatismo e hidrotermalismo para el skarn.

La abreviación de estas rocas se conforma por un índice y un superíndice. El índice hace alusión a la roca “Metamórfica” y el superíndice al tipo de roca metamórfica (Ilustración 7.7).

Ilustración 7.7. Abreviatura para rocas metamórficas

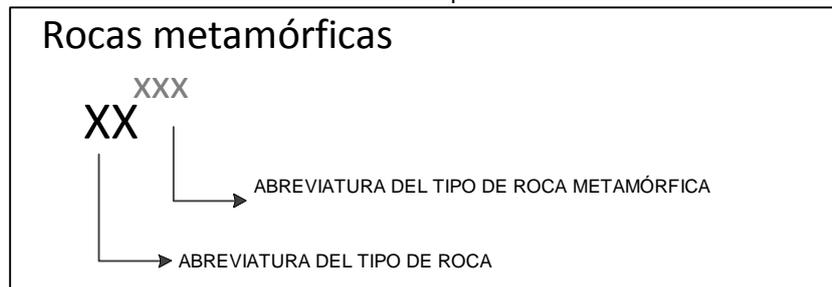


Tabla 7.19. Clasificación y abreviatura para rocas metamórficas según su protolito.

ROCAS METAMÓRFICAS		
Código	Tipo de roca	Abreviatura
Protolito sedimentario		
16.41	Mármol	M ^{Ma}
Protolito desconocido o indiferenciado		
16.46	Cornubianita	M ^{Cm}
Rocas reconstituidas		
16.43	Milonita	M ^{Ml}
Rocas metasomáticas e hidrotermales		
16.44	Skarn	M ^{Sk}

Fuente: Modificado de la BGS (Robertson, 1999)

Las características para la descripción petrográfica de estas rocas se encuentran en la ficha de descripción macroscópica para rocas metamórficas (Anexo III).

7.9. Simbolización y abreviatura para minerales, ocurrencias minerales, datos geoquímicos y tipos de alteración hidrotermal

7.9.1. Minerales

La abreviatura para minerales que se presenta en la Tabla 7.20 a la Tabla 7.22 son el resultado de la compilación de las propuestas de Siivola y Schmid (2007) y Whitney y Evans (2010); la primera propuesta se incluye en las recomendaciones de la

Subcommission of Metamorphic Rocks (SCMR) perteneciente a la extinta *Commission on the Systematics in Petrology (CSP)* y la segunda es aceptada por la *International Mineralogical Association (IMA)*, ambas afiliadas a la IUGS.

Tabla 7.20. Abreviatura para minerales.

Mineral	Abreviatura	Mineral	Abreviatura	Mineral	Abreviatura
A		Barroisita	Brs	Cromita	Chr
Actinolita	Act	Beidellita	Bei	Crisocola	Ccl
Adularia	Adl	Berilo	Brl	Crisotilo	Ctl
Aegirina	Aeg	Biotita	Bt	Clinoanfíbol	Cam
Aegirina - Augita	Agt	Bitow nita	Byt	Clinocloro	Clc
Akermanita	Ak	Bismutinita	Bis	Clinoenstatita	Cen
Albita	Ab	Boehmita	Bhm	Clinoferroholmquistita	Fe2-Chq
Allanita	Aln	Bornita	Bn	Clinoferrosilita	Cfs
Almandino	Alm	Boulangerita	Boul	Clinoholmquistita	Cho
Aluminosilicatos	Als	Brookita	Brk	Clinohumita	Chu
Alunita	Alu	Brucita	Brc	Clinopiroxeno	Cpx
Anfíbol	Am	Bustamita	Bst	Clinozoisita	Czo
Analcima	Anl	C		Coesita	Coe
Anatasa	Ant	Calcita	Cal	Cordierita	Crđ
Andalucita	And	Calcedonia	Chc	Corindón	Cm
Andesina	Ads	Calcosina	Cc	Covellita	Cv
Andradita	Adr	Calcopirita	Ccp	Cuarzo	Qz
Anhidrita	Anh	Cancrinita	Ccn	Cristobalita	Crs
Ankerita	Ank	Caolinita	Kln	Cuprita	Cup
Annita	Ann	Carbonato	Cb	Cummingtonita	Cum
Anortita	An	Carfolita	Cph	D	
Anthofilita	Ath	Cassiterita	Cst	Deerita	Dee
Antigorita	Ata	Celadonita	Cel	Diaspora	Dsp
Apatito	Ap	Celestina	Cls	Dickita	Dck
Apofilita	Apo	Chabazita	Cbz	Digenita	Da
Aragonita	Arg	Chorlo	Srl	Diopsido	Di
Arfvedsonita	Arf	Cianita	Ky	Dolomita	Dol
Arsenopirita	Apy	Chamosita	Chm	Dravita	Drv
Augita	Aug	Cinabrio	Ci	E	
Axinita	Ax	Clorita	Chl	Eckermanita	Eck
Azurita	Az	Cloritoide	Cld	Edenita	Ed
B		Cobaltita	Cob	Elbaita	Elb
Baritina	Brt	Condrodita	Chn	Enargita	Enr

Fuente: Adaptado de las listas de minerales de Siivola y Schmid (2007) y Withney y Evans (2010).

Tabla 7.21. Abreviatura para minerales continuación.

Mineral	Abreviatura	Mineral	Abreviatura	Mineral	Abreviatura
Enstatita	En	Gibbsita	Gbs	Kalsilita	Kls
Epidota	Ep	Glauconita	Glt	Katoforita	Ktp
Esmectita	Sme	Glucófono	Gln	Kieserita	Kie
Escapolita	Scp	Goethita	Gt	Kornerupina	Km
Espesartino	Sps	Grafito	Gr	Kozulita	Koz
Esfalerita	Sp	Greenalita	Gre	L	
Espinela	Spl	Grossularita	Grs	Labradorita	Lab
Espodumena	Spd	Grunerita	Gru	Laumontita	Lmt
Estaurolita	St	H		Lawsonita	Lws
Estilbita	Stb	Hematita	Hem	Lazulita	Laz
Estilpnomelano	Stp	Halita	Hi	Lepidolita	Lpd
Estishovita	Stv	Halloysita	Hal	Leucita	Lct
Estrontianita	Str	Hastingsita	Hs	Limonita	Lm
F		Hauyna	Hyn	Linneita	Un
Fayalita	Fa	Hedenbergita	Hd	Lizardita	Lz
Feldespatos	Fsp	Hercynita	He	Loellingita	Lo
Feldespatos Alcalinos	Afs	Heulandita	Hul	M	
Feldespatos K	Kfs	Hoegbomita	Hgb	Maghemita	Mgh
Ferro - Actinolita	Fe2-Act	Holmquistita	Hq	Maanesiohornblenda	Mg-Hbl
Ferro - Edenita	Fe2-Ed	Hornblenda	Hbl	Magnesiokatoforita	Ma-Ktp
Ferrohornblenda	Fe2-Hbl	Hubnerita	Hub	Maanesioriebeckita	Mg-Rbk
Ferrosilita	Fs	Humita	Hu	Magnesiosadanagaita	Mg-Sdg
Ferrotschermakita	Fe2-Ts	I		Magnesita	Mas
Fengita	Phg	Illita	Ill	Magnetita	Mag
Flogopita	Phl	Ilmenita	Ilm	Malaquita	Mal
Fluorita	Fl	Ilvaíta	Ilv	Marcasita	Mrc
Forsterita	Fo	J		Margarita	Mrg
G		Jadeita	Jd	Marialita	Mar
Gadolinita	Gad	Jarosita	Jrs	Meionita	Mei
Galena	Gn	Joersmithita	Joe	Melilita	Mel
Granate	Grt	Johannsenita	Jh	Merwinita	Mw
Gedrita	Ged	K		Mica	Mca
Gehlenita	Gh	Kaersutita	Krs	Mica Blanca	Wmca
				Microclina	Mc

Fuente: Adaptado de las listas de minerales de Siivola y Schmid (2007) y Withney y Evans (2010).

Tabla 7.22. Abreviatura para minerales continuación.

Mineral	Abreviatura	Mineral	Abreviatura	Mineral	Abreviatura
Mineral Opaco	Op	Pigeonita	Pgt	Sudoita	Sud
Minnesotaita	Mns	Plagioclasa	Pl	Stilbita	Stb
Molibdenita	Mo	Potassic-Magnesiosadana	KMg-Sdg	T	
Monacita	Mnz	Potassicsadanagaita	K-Sdg	Talco	Tlc
Monticellita	Mtc	Prehnita	Prh	Taramita	Trmt
Montmorillonita	Mnt	Pumpelita	Pmp	Titanita	Ttn
Mordenita	Mor	Pirita	Py	Topacio	Toz
Mullita	Mul	Pirocloro	Pcl	Turmalina	Tur
Muscovita	Ms	Piropo	Prp	Tremolita	Tr
N		Profilita	Prl	Tridimita	Trd
Natrolita	Ntr	Profilita-Talco	Prl-Tlc	Troilita	Tro
Nefelina	Ne	Proxeno	Px	Tschermakita	Ts
Niquelina	Nk	Pirrotita	Po	U	
Norberaita	Nrb	Proustita	Pr	Ulvoespinela	Usp
Nosean	Nsn	Pirargilita	Pyrg	Uvarovita	Uvt
Nyboeita	Nyb	R		V	
O		Rejalgar	Rlg	Vermiculita	Vrm
Oligoclasa	Olg	Rodocrosita	Rds	Vesuvianita	Ves
Olivino	Oli	Rodonita	Rdn	Vivianita	Viv
Omfacita	Omp	Richterita	Rit	W	
Ópalo	Opl	Riebeckita	Rbk	Wairakita	Wrk
Oropimente	Orp	Rutilo	Rt	Winchita	Win
Ortoanfíbol	Oam	S		Witherita	Wth
Ortoclasa	Or	Sadanagaita	Sdg	Wollastonita	Wo
Ortopiroxeno	Opx	Sanidina	Sa	Wuestita	Wus
Osumilita	Osu	Safirina	Spr	X	
P		Saponita	Sap	Xenotima	Xtm
Paragonita	Pg	Sepiolita	Sep	Y	
Pargasita	Prg	Sericita	Ser	Yeso	Gp
Pectolita	Pct	Serpentina	Srp	Z	
Pentlandita	Pn	Sheelita	Sch	Zeolita	Zeo
Periclasa	Per	Siderita	Sd	Zinnwaldita	Zwd
Perovskita	Prv	Sillimanita	Sil	Zircón	Zrn
Piemontita	Pmt	Sodalita	Sdl	Zoisita	Zo

Fuente: Adaptado de las listas de minerales de Siivola y Schmid (2007) y Withney y Evans (2010).

7.9.2. Ocurrencias minerales

Para ocurrencias minerales, la representación por colores de las materias primas o asociaciones de minerales económicamente rentables (“commodities”), han sido consideradas según el índice de color utilizado en el Mapa Metalogenético de América del Sur, escala 1:5 000 000 coordinado por el Servicio Geológico Minero de Argentina (SEGEMAR) y con el auspicio de la “*Commission for the Geological Map of the World*” (CGMW) conjuntamente con la Asociación de Servicios Geología y Minería Iberoamericanos (ASGMI) y la “*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*” (UNESCO), en el año 2005; tal como se muestra en la Tabla 7.23.

Tabla 7.23. Colores de materias primas/ asociaciones minerales económicamente rentables (commodities) para ocurrencias minerales.

Código	Minerales / Asociación mineral (commodities)	Color	R	G	B
OM1.1	Cr, Ni, Co, Ti, Fe-Ti-V,Cu-Ni		0	200	0
OM1.2	Cu, Cu-Pb-Zn, Cu-Ag, Cu-Au, Cu-Mo		255	0	50
OM1.3	Au, Au-Ag, PGE, Au-Cu, As, Se, Te, Hg		255	255	0
OM1.4	Pb-Ag-Zn, Pb-Zn, Pb, Zn		43	174	211
OM1.5	Fe, Mn		25	125	80
OM1.6	Al		190	150	110
OM1.7	Fosfatos, magnesita, Na, K, B, Li (sales), yeso, nitratos		210	125	200
OM1.8	Minerales industriales (Silicatos de Al, Grt, Wo, asbesto, Tlc, arcillas, bentonita, Gr, S, perlita, caliza, etc.)		127	127	127
OM1.9	Ba, F, Sr		95	180	240
OM1.10	Sn, Sn-Ag, W, Mo, Bi, Sb		255	150	15
OM1.11	Gemas (amatista, topacio, turmalina, esmeralda, etc.)		13	13	13
OM1.12	U, U-V-Cu, Th, REE, Nb, Ta, Be, Li, Zr		80	180	0
OM1.13	Rocas ornamentales (granito, travertino, mármol, lajas, etc.)		70	70	70

Fuente: Adaptado del Mapa Metalogenético de América del Sur (Zappettini, y otros, 2005).

La simbología para tipos de depósitos minerales se ha tomado como referencia el Mapa Metalogenético de América del Sur (2005) y el Metalogenético del Perú (2017), debido a la relación que presenta con los tipos de depósitos que se han identificado en el Ecuador. La simbología citada se presenta en la Tabla 7.24.

Tabla 7.24. Simbología para tipos de depósitos minerales

Código	Símbolo	Tipo de muestra
OM2.1		Sulfuro Masivo Volcanogénico (VMS)
OM2.2		Depósitos metasomáticos (Greissens y Skarns)
OM2.3		Depósitos epitermales de alta sulfuración
OM2.4		Depósitos epitermales de media sulfuración
OM2.5		Depósitos epitermales de baja sulfuración
OM2.6		Pórfidos
OM2.7		Depósitos relacionado con plutón o batolito no porfídico
OM2.8		Vetas
OM2.9		Depositos relacionado con complejos máficos-ultramáficos
OM2.10		Depósitos aluviales

Fuente: Adaptado del Mapa Metalogénico de Sudamérica (Zappettini, y otros, 2005) y Mapa Metalogénico del Perú (Acosta, y otros, 2017).

Para el caso de ocurrencias minerales no metálicas y materiales de construcción se consideró la simbología y el color de los símbolos basados en el Mapa de Ocurrencias de Minerales No Metálicos realizado por el INIGEMM en el año 2011, tal como se muestra en la Tabla 7.25.

Tabla 7.25. Símbolos y colores para ocurrencias minerales no metálicas.

Código	Símbolo	Descripción	R	G	B	Código	Símbolo	Descripción	R	G	B
OM3.1		Alófano	238	0	0	OM3.17		Grafito	94	90	90
OM3.2		Arcilla	255	255	0	OM3.18		Illita	50	223	41
OM3.3		Arena pesada	4	56	172	OM3.19		Jaspe	200	198	96
OM3.4		Arena silícea	9	190	255	OM3.20		Lignito	130	45	30
OM3.5		Arenisca bituminosa	153	44	1	OM3.21		Limonita	162	159	56
OM3.6		Azufre	248	242	0	OM3.22		Mármol	28	206	248
OM3.7		Baritina	233	139	155	OM3.23		Obsidiana	117	33	131
OM3.8		Bentonita	250	186	26	OM3.24		Pegmatita	176	0	218
OM3.9		Caliza	0	87	214	OM3.25		Perlita	218	0	0
OM3.10		Caolín	255	250	0	OM3.26		Pómez	251	151	182
OM3.11		Diatomita	5	154	255	OM3.27		Puzolana	245	92	23
OM3.12		Dolomita	7	165	127	OM3.28		Travertino	242	107	104
OM3.13		Esmectita	176	117	58	OM3.29		Turmalina	186	0	230
OM3.14		Feldespato	242	107	104	OM3.30		Wollastonita	244	135	132
OM3.15		Fosforita	238	0	0	OM3.31		Yeso	6	140	108
OM3.16		Geyserrita	42	67	142	OM3.32		Zeolita	70	226	62

Fuente: Adaptado del Mapa de ocurrencias minerales no metálicos (2011).

7.9.3. Datos geoquímicos

La simbología está encaminada a la representación gráfica de los datos geoquímicos de sedimentos fluviales activos y pesados, rocas, chispas de oro, suelos y agua, recolectados durante las campañas de prospección geoquímica (Tabla 7.26). Trabajo que se lo ha realizado con la finalidad de estandarizar la información geoquímica en función del valor de concentración de acuerdo a los límites de detección, detallado en el Manual de Procedimiento para la Especialización de Datos Geoquímicos (INIGEMM, 2016).

Tabla 7.26. Simbología para muestreos de geoquímica.

Código	Símbolo	Tipo de Muestra
GQ1.1	○	Sedimentos Fluviales Activos
GQ1.2	□	Rocas
GQ1.3	△	Suelos
GQ1.4	☆	Chispas de Oro
GQ1.5	◇	Agua

Fuente: Adaptado de INIGEMM, 2016.

Los colores a utilizar para el procedimiento de representación del muestreo de datos geoquímicos se los realizará en función a la concentración química de cada elemento, como se muestra en la Tabla 7.27, el color gris representa los valores de concentración más bajos y el magenta los valores más altos. Esta propuesta dependerá de cuantas clases o intervalos se quiera representar, pudiéndose omitir los colores de acuerdo al criterio del geólogo y el método geoquímico seleccionado.

Tabla 7.27. Código de color para muestreos de geoquímica.

Valores	Color	Código de color		
		R	G	B
Muy Bajo	●	156	156	156
Bajo	●	0	0	255
Medio-Bajo	●	0	255	0
Medio	●	255	255	0
Medio-Alto	●	255	170	0
Alto	●	255	0	0
Muy Alto	●	255	0	255

Fuente: Adaptado de INIGEMM, 2016.

6.3.4 Tipos de alteración hidrotermal

Para facilitar la clasificación de las alteraciones hidrotermales se utilizó como guía la Tabla de alteraciones propuesta por Corbett y Leach (1998) y el diagrama de distribución esquemática de alteración hidrotermal asociada con sulfuración baja y alta en depósitos epitermales propuesta por Hedenquist y otros (1996). La simbología para alteraciones al igual que la clasificación ha sido modificada de acuerdo a los tipos de alteraciones

que podríamos encontrar en el Ecuador y a su representación más utilizada. Para complementar se han añadido las alteraciones tipo greissen y silicificación (Tabla 7.28).

Cuando las asociaciones de minerales tienen características similares se utiliza el término ensamble para la identificación del tipo de alteración hidrotermal, la cual identifica cualitativa y/o cuantitativamente los minerales en una roca; de esta manera, se puede determinar las condiciones (Temperatura y pH) en la que se formaron dichos minerales de alteración, determinar su contenido y agrupar estos minerales indicadores.

La presencia de algún tipo de mineral indicador puede ayudar a definir el tipo de alteración hidrotermal.

Tabla 7.28. Representación de las alteraciones hidrotermales según las asociaciones minerales.

Código	Asociación Mineral	Tipo de Alteración	Color	Código color		
				R	G	B
17.7	Silicatos de Ca, Mg, Mn, Fe (Wo – Grt – Ol – Px – Am) – Qz – Mg, Cb	Skarn		213	181	213
17.5	Ms – Bt – Kfs ± Mag	Potásica		252	164	162
17.2	Chl – Ep – Cal ± Ab ± Sme ± Pl	Propilítica		164	216	192
17.6	Qz – Ill – Prl – Ser	Fílica		255	255	171
17.3	Ill – Sme – Kln ± Qz ± Crs	Argílica		105	148	243
17.4	Alu – Dck – Prl ± Qz ± Crs	Argílica avanzada		242	171	76
17.8	Ms – Fsp – Qz – Toz ± Tur	Greissen		178	178	178
17.9	Qz – Silica Opalina	Silicificación		255	0	0

Fuente: Adaptado de la Tabla de Alteraciones de Corbett y Leach (1998) tomado de Townley (2006), Modificado del diagrama de distribución esquemática de alteración hidrotermal asociada con sulfuración baja y alta en depósitos epitermales (Hedenquist y otros, 1996).

7.10. Simbolización para otros elementos geológicos

Los símbolos de los elementos geológicos más comunes que constituyen el estándar del IIGE, han sido seleccionados y adaptados de los símbolos que presenta la USGS y que se sintetizan en la Tabla 7.29 hasta la Tabla 7.43 Para simbología complementaria remitirse al documento “FGD-Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization” (2006), generado por la USGS.

Tabla 7.29. Símbolos para contactos

1	CONTACTOS	
Contactos cartográficos		
Código	Descripción	Simbología
1.1	Contacto observado- identidad y existencia cierta	
1.2	Contacto inferido- Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos	
1.3	Contacto cubierto- identidad y existencia cierta, ubicación cubierta	
Contacto estratigráfico		
Código	Descripción	Simbología
1.4	Discontinuidad observada- identidad y existencia cierta	
1.5	Discontinuidad inferida- Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos	
1.6	Contacto gradacional observado- identidad y existencia cierta	
1.7	Contacto gradacional inferido - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006)

Tabla 7.30. Símbolos y notaciones para fallas y zonas de cizalla.

2	FALLAS	
2.1	Notaciones y Datos puntuales para Falla	
Código	Descripción	Simbología
2.1.1	Falla observada- Identificada y de existencia comprobada	
2.1.2	Falla inferida- Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.1.3	Falla cubierta- Identidad y existencia cierta, ubicación cubierta	
2.0	Falla- rumbo y buzamiento identificados	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.31. Símbolos y notaciones para fallas y zonas de cizalla continuación.

2	FALLAS	
2.2	Falla Normal	
Código	Descripción	Simbología
2.2.1	Falla observada - Identificada y de existencia comprobada	
2.2.2	Falla inferida - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.2.3	Falla cubierta - Identidad y existencia cierta, ubicación cubierta	
2.3	Falla Inversa / Cabalgamiento	
Código	Descripción	Simbología
2.3.1	Falla observada - Identificada y de existencia comprobada	
2.3.2	Falla inferida - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.3.3	Falla cubierta - Identidad y existencia cierta, ubicación cubierta	
2.4	Falla Dextral	
Código	Descripción	Simbología
2.4.1	Falla observada - Identificada y de existencia comprobada	
2.4.2	Falla inferida - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.4.3	Falla cubierta - Identidad y existencia cierta, ubicación cubierta	
2.4.4	Falla dextral inversa observada	
2.4.5	Falla dextral normal observada	
2.4.6	Falla dextral inversa inferida	
2.4.7	Falla dextral normal inferida	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.32. Símbolos y notaciones para fallas y zonas de cizalla continuación.

2	FALLAS	
2.5	Falla Sinistral	
Código	Descripción	Simbología
2.5.1	Falla observada - Identificada y de existencia comprobada	
2.5.2	Falla inferida - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.5.3	Falla cubierta - Identidad y existencia cierta, ubicación cubierta	
2.5.4	Falla sinistral inversa observada	
2.5.5	Falla sinistral normal observada	
2.5.6	Falla sinistral inversa inferida	
2.5.7	Falla sinistral normal inferida	
2.6	Zona de Cizalla	
Código	Descripción	Simbología
2.6	Zona de Cizalla dúctil (presencia de harina de falla)	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.33. Símbolos para fallas representadas en perfiles.

2	Perfil geológico	
Notaciones para fallas en perfiles		
Código	Descripción	Simbología
2.2.1	Falla normal observada buzante (derecha) - Identificada y de existencia comprobada.	
2.2.2	Falla normal inferida buzante (derecha) - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.3.1	Falla inversa observada buzante - Identificada y de existencia comprobada	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006)

Tabla 7.34. Símbolos para fallas representadas en perfiles continuación.

2	Perfil geológico	
Notaciones para fallas en perfiles		
Código	Descripción	Simbología
2.3.2	Falla inversa inferida buzante - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.4.1.p	Falla dextral observada - Identificada y de existencia comprobada	
2.4.2.p	Falla dextral inferida - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	
2.5.1.p	Falla sinistral observada - Identificada y de existencia comprobada	
2.5.2.p	Falla sinistral inferida - Identidad, existencia y ubicación que se deduce en base a rasgos geológicos indirectos.	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.35. Símbolos para lineamientos.

3	LINEAMIENTOS	
Código	Descripción	Simbología
3.1	Falla fotointerpretada	
3.2	Contacto fotointerpretado	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.36. Símbolos para diaclasas.

4	DIACLASA	
Código	Descripción	Simbología
4.1	Diaclasa inclinada con rumbo y buzamiento	
4.2	Diaclasa vertical	
4.3	Diaclasa horizontal	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.37. Símbolos para estratificación.

5 PLANO DE ESTRATIFICACIÓN		
Código	Descripción	Simbología
5.1	Plano de estratificación horizontal	⊕
5.2	Plano de estratificación inclinada- mostrando rumbo y buzamiento	$\frac{40}{\text{---}}$
5.3	Plano de estratificación vertical	⊥
5.4	Plano de estratificación inclinada inferida	- - -

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.38. Símbolos para foliación

6 FOLIACIÓN		
Código	Descripción	Simbología
6.1	Foliación horizontal	⊕
6.2	Foliación inclinada- mostrando rumbo y buzamiento	$\frac{35}{\text{---}}$
6.3	Foliación vertical	⊥

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.39. Símbolos para clivaje

7 CLIVAJE		
Código	Descripción	Simbología
7.1	Clivaje horizontal	⊥
7.2	Clivaje inclinado- mostrando rumbo y buzamiento	$\frac{20}{\text{---}}$
7.3	Clivaje vertical	⊥

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.40. Símbolos para pliegues.

8 PLIEGUES		
8.1 Monoclinal		
Código	Descripción	Simbología
8.1.1	Monoclinal observado	
8.1.2	Monoclinal inferido	
8.1.3	Monoclinal cubierto	
8.2 Anticlinales		
Código	Descripción	Simbología
8.2.1	Anticlinical observado- existencia cierta, ubicación exacta	
8.2.2	Anticlinical inferido- existencia cierta localización aproximada	
8.2.3	Anticlinical cubierto- existencia cierta, ubicación oculta	
8.2.4	Anticlinical con eje buzante	
8.2.5	Anticlinical volcado observado- existencia cierta, ubicación exacta	
8.2.6	Anticlinical volcado Inferido- existencia cierta localización aproximada	
8.3 Sinclinales		
Código	Descripción	Simbología
8.3.1	Sinclinal observado- existencia cierta, ubicación exacta	
8.3.2	Sinclinal Inferido- existencia cierta localización aproximada	
8.3.3	Sinclinal cubierto- existencia cierta, ubicación oculta	
8.3.4	Sinclinal con eje buzante	
8.3.5	Sinclinal volcado observado- existencia cierta, ubicación exacta	
8.3.6	Sinclinal volcado Inferido- existencia cierta localización aproximada	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.41. Símbolos para recursos naturales.

9	RECURSOS MINERALES	
9.1	Ocurrencias Minerales	
Código	Descripción	Simbología
9.1.1	Zona de roca mineralizada o alterada	
9.1.2	Mina o cantera activa	
9.1.3	Mina o cantera abandonada	
9.2.	Vetas / Filones	
Código	Descripción	Simbología
9.2.1	Veta mostrando rumbo y buzamiento	
9.2.2	Veta vertical	
9.3.	Diques	
Código	Descripción	Simbología
9.3.1	Dique identificado- existencia comprobada	
9.3.2	Dique intruyendo una falla	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.42. Símbolos para elementos geomorfológicos.

10	ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	
Código	Descripción	Simbología
10.1	Caldera observada- existencia cierta, ubicación exacta	
10.3	Cráter volcánico observado - existencia cierta, ubicación exacta	
10.4	Domo volcánico observado - existencia cierta, ubicación exacta	
10.5	Escarpe de falla observado - existencia cierta, ubicación exacta	
10.10	Escarpe observado - existencia cierta, ubicación exacta	
10.6	Corona de circo glaciar observado - existencia cierta, ubicación exacta	
10.7	Estrías glaciares indicando la dirección del flujo	

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

Tabla 7.43. Símbolos para fósiles.

11 FÓSILES								
Cód.	Tipo de fósil	Simbología	Cód.	Subfilo	Simbología	Cód.	Filo / subclase	Simbología
11.6	Macrofósiles		11.5	Invertebrados		11.1	Moluscos	
						11.2	Amonites	
			11.11	Vertebrados		11.9	Peces	
			11.4	Plantas		11.3	Helechos	
						11.12	Madera (tronco fósil)	
11.7	Microfósiles		11.8	Esporas y/o polen				

Fuente: Adaptado de la USGS (Federal Geographic Data Committee, 2006).

7.11. Simbolización para movimientos en masa (deslizamientos)

La simbología establecida para movimientos en masa se adoptó del “Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007)”, del cual también formó parte el Ecuador.

Los movimientos en masa, como otros procesos existentes en la naturaleza, deben ser representados por medio de elementos visuales, como la posición, forma, orientación, tamaño, color, valor y textura; sin embargo el soporte cartográfico sólo dispone de las dos dimensiones espaciales de un plano y por lo tanto sólo se tiene a disposición el punto, la línea y la superficie como elementos de diseño.

Debido a su escala espacial y temporal, requieren una cartografía dinámica, que indique su dirección y duración. La dirección se asocia universalmente a la imagen de una flecha o representación vectorial; adicionalmente los símbolos cartográficos de los movimientos en masa son de tipo geométrico (abstracto), es decir son representaciones esquemáticas del proceso, no evocan la imagen, pero recuerdan el objeto original; por lo tanto estos símbolos requieren una leyenda que los explique, son relativamente de fácil dibujo y están compuestos de formas geométricas, no están muy condicionados por la escala del mapa.

La representación a escala regional o pequeña (Tabla 7.44 y Tabla 7.45) se fundamenta en la adaptación de símbolos seleccionados de varias metodologías, ya que a esta escala los procesos generalmente solo son identificables puntualmente.

Para la simbología en escalas intermedias (mediana) y de detalle (grande) se utiliza un color (Tabla 7.46 y Tabla 7.47) para el área mapeada (polígono) y si el tamaño lo permite, podrán incluirse símbolos. La representación se hace empleando una gama de colores marrón, rojo, violeta y amarillo, siguiendo los lineamientos recomendados por Verstappen y Van Zuidam (1992) y Kienholz y Krummermacher (1995) y estructurados por INGEOMINAS (2005), para las geoformas de movimientos en masa.

En la cartografía detallada es posible diferenciar, mediante la definición de polígonos, rasgos como las cicatrices de deslizamiento o los conos formados por la acumulación de los materiales. En ese sentido cada color va acompañado de un rótulo que indica con dos o tres letras en minúscula el nombre de la geoforma o tipo de movimiento.

A continuación se presenta una simbología estándar para diferentes escalas, la cual se adapta a las características de los diferentes tipos de movimientos en masa aceptados a nivel mundial (Hungar et al., 2001; Hutchinson, 1988; Varnes, 1978); es decir, se tienen en cuenta los tipos: caída, volcamiento, deslizamiento de roca o suelo, flujos, propagación lateral, deformaciones gravitacionales profundas, reptación, entre otros.

Tabla 7.44. Simbología para movimientos en masa a escala pequeña.

Código	Dominio	Tipo	Representación	R	G	B	Color	R	G	B	Color complementario
MM-1.1	Caída de Roca (detritos o suelo)	Polígono		200	132	76					
MM-1.2	Volcamiento de roca (bloque)	Línea		200	132	76					
MM-1.3	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso	Línea		200	132	76					
MM-1.4	Deslizamiento traslacional	Polígono		200	132	76					
MM-1.5	Deslizamiento rotacional de rocas	Polígono		200	132	76					
MM-1.6	Deslizamiento rotacional de suelos	Polígono		200	132	76					

Fuente. Adaptado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007).

Tabla 7.45. Simbología para movimientos en masa a escala pequeña continuación.

Código	Dominio	Tipo	Representación	R	G	B	Color	R	G	B	Color complementario
MM-1.7	Deslizamiento rotacional de detritos	Polígono		200	132	76	Color naranja				
MM-1.8	Deslizamiento compuesto de rocas	Polígono		165	165	165	Color gris				
MM-1.9	Deslizamiento compuesto de suelos	Polígono		165	165	165	Color gris				
MM-1.10	Propagación lateral	Polígono		200	132	76	Color naranja				
MM-1.11	Propagación lateral por licuación (rápida)	Polígono		200	132	76	Color naranja				
MM-1.12	Flujo de Detritos	Polígono		165	165	165	Color gris	221	92	89	Color rojo
MM-1.13	Crecida de Detritos	Polígono		165	165	165	Color gris	221	92	89	Color rojo
MM-1.14	Flujo de Lodo	Polígono		165	165	165	Color gris	221	92	89	Color rojo
MM-1.15	Flujo de Tierra	Polígono		237	179	101	Color naranja	0	0	0	Color negro
MM-1.16	Flujo de Turba	Polígono		165	165	165	Color gris	0	0	0	Color negro
MM-1.17	Avalancha de Detritos	Polígono		90	90	90	Color negro				
MM-1.18	Avalancha de rocas	Polígono		237	179	101	Color naranja	90	90	90	Color negro
MM-1.19	Deslizamiento por flujo o licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)	Polígono		165	165	165	Color gris				
MM-1.20	Reptación	Polígono		165	165	165	Color gris	221	92	89	Color rojo
MM-1.21	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)	Polígono		165	165	165	Color gris	221	92	89	Color rojo

Fuente. Adaptado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007).

Tabla 7.46. Simbología para movimientos en masa a escala mediana y grande.

Código	Dominio	Tipo	Representación	R	G	B	Color	R	G	B	Color complementario
MM-2.1	Caidas de Roca (detritos o suelo)	Polígono		255	0	0	Red	204	78	78	Orange
MM-2.2	Volcamiento de roca (bloque)	Polígono		204	78	78	Brown	0	0	0	Black
MM-2.3	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso	Polígono		244	80	96	Reddish-brown	0	0	0	Black
MM-2.4	Deslizamiento o traslacional	Polígono		253	219	179	Yellowish-brown	0	0	0	Black
MM-2.5	Deslizamiento o rotacional de rocas	Polígono		186	161	110	Light brown	200	132	76	Orange
MM-2.6	Deslizamiento o rotacional de suelos	Polígono		237	193	151	Light brown	200	132	76	Orange
MM-2.7	Deslizamiento o rotacional de detritos	Polígono		230	148	101	Light brown	200	132	76	Orange
MM-2.8	Deslizamiento o compuesto de rocas	Polígono		237	197	171	Light brown	200	132	76	Orange
MM-2.9	Deslizamiento o compuesto de suelos	Polígono		228	188	129	Light brown	200	132	76	Orange
MM-2.10	Propagación lateral	Polígono		235	103	80	Orange	200	132	76	Orange
MM-2.11	Propagación lateral por licuación (rápida)	Polígono		235	103	80	Orange	200	132	76	Orange
MM-2.12	Flujo de Detritos	Polígono		233	125	218	Purple	200	132	76	Orange
MM-2.13	Crecida de Detritos	Polígono		233	125	218	Purple	213	160	117	Orange
MM-2.14	Flujo de Lodo	Polígono		204	153	205	Purple	221	92	89	Red
MM-2.15	Flujo de Tierra	Polígono		252	213	180	Green	155	121	121	Red
MM-2.16	Flujo de Turba	Polígono		216	216	216	Light blue	191	191	191	Grey
MM-2.17	Avalancha de Detritos	Polígono		204	153	255	Purple	165	165	165	Grey

Fuente. Adaptado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007).

Tabla 7.47. Simbología para movimientos en masa a escala mediana y grande continuación.

Código	Dominio	Tipo	Representación	R	G	B	Color	R	G	B	Color complementario
MM-2.18	Avalancha de rocas	Polígono		204	153	255		252	213	180	
MM-2.19	Deslizamiento por flujo o licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)	Polígono		184	204	228		149	179	215	
MM-2.20	Reptación	Polígono		255	153	102		165	165	165	
MM-2.21	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)	Polígono		255	182	51		165	165	165	

Fuente. Adaptado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007).

7.12. Simbolización convencional topográfica

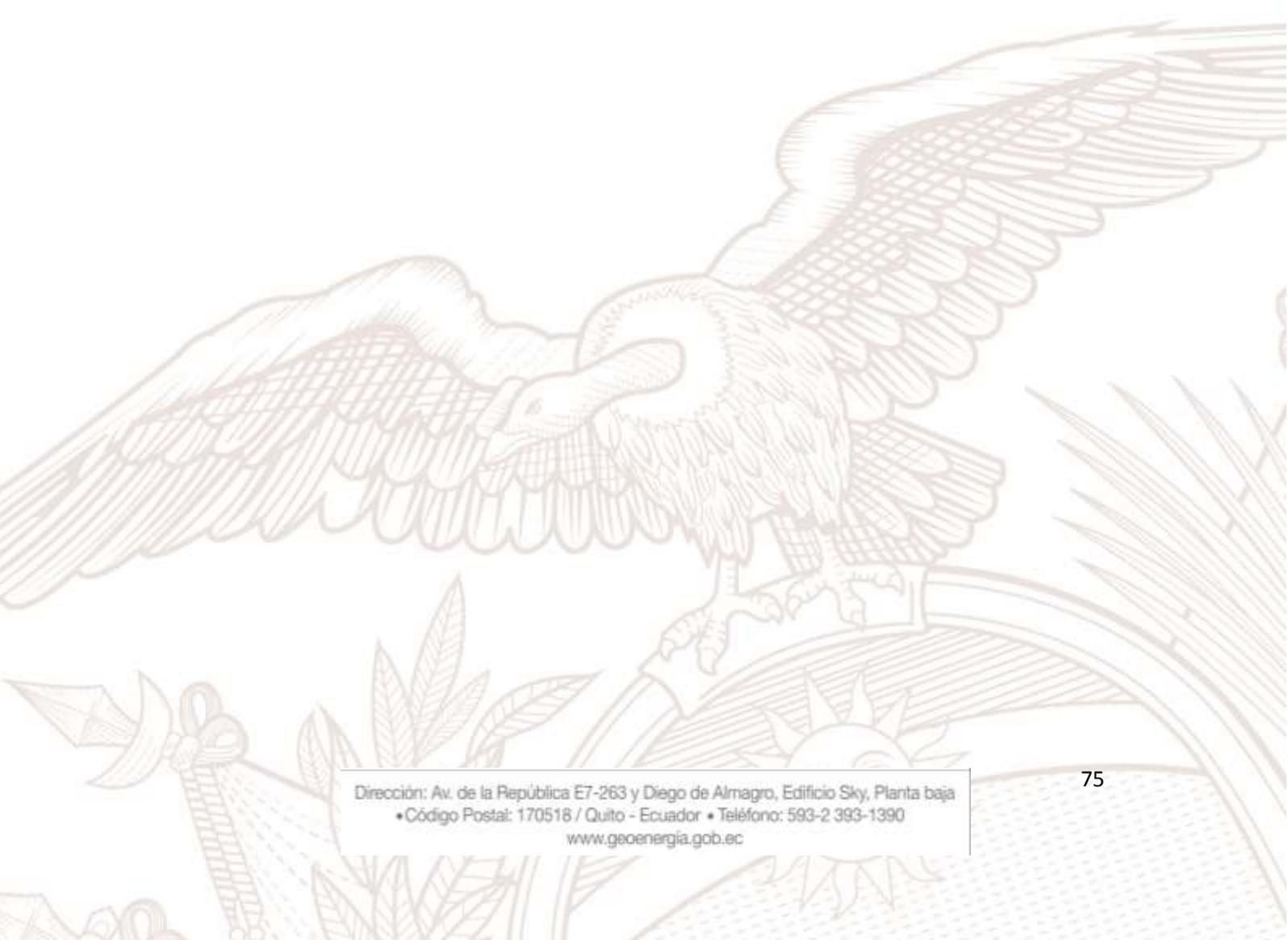
La simbolización de la base topográfica que se utilizará está en función del manual para la producción de mapas topográficos impresos; a escalas 1:25 000, 1:50 000 y 1:100 000 primera edición, publicado por el Instituto Geográfico Militar (2014), con la finalidad de cumplir las especificaciones técnicas oficiales que constan en la Ley de la Cartografía Nacional.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J., Quispe, J., Rivera, R., Valencia, M., Chirif, H., Huanacuni, D., . . . Santisteban, A. (2017). Mapa Metalogénico del Perú. Lima, Perú: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET.
- Catuneanu, O. (2006). *Principles of sequence stratigraphy*. Alberta: Elsevier.
- Cohen, K., Harper, D., Gibbard, P., & Fan, J. (mayo de 2019). International Chronostratigraphic Chart v2019/05. International Commission on Stratigraphy. Federal Geographic Data Committee. (2006). *FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization*. United States Geological Survey.
- Guillemie, M., & Styles, M. (1999). *Classification of igneous rocks*. Nottingham: British Geological Survey.
- Hallsworth, C., & Knox, W. (1999). *Classification of sediments and sedimentary rocks*. Nottingham: British Geological Survey.
- Instituto Geográfico Militar - IGM. (2014). *Manual para producción de mapas topográficos impresos. Escalas 1:25 000 / 1:50 000 / 1:100 000*. Quito.
- Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero - INIGEMM. (2011). Mapa de Ocurrencias Minerales No Metálicas. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgico - INIGEMM. (2016). Manual de procedimiento para la espacialización de datos geoquímicos. Quito, Ecuador.

- McMillan, A., & Powell, J. (1999). *Classification of artificial (man made) ground and natural superficial deposits applications to geological maps and datasets in the UK*. Nottingham: British Geological Survey.
- Murphy, M., & Salvador, A. (1999). International Stratigraphic Guide - An abridged version. *Episodes*, 255-272.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA). (2007). *Movimientos en masa en la región andina: Una guía para la evolución de amenazas*.
- Reguant, S., & Ortiz, R. (2001). Guía Estratigráfica Internacional - Versión abreviada. *Revista de la Sociedad Geológica de España, volumen 4*, 270-293.
- Robertson, S. (1999). *Classification of metamorphic rocks*. Nottingham: British Geological Survey.
- Siivola, J., & Schmid, R. (01 de february de 2007). Recommendations by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Metamorphic Rocks: List of Mineral Abbreviations. Obtenido de http://www.bgs.ac.uk/semr/docs/papers/paper_12pdf
- Townley, B. (2001). *Metalogénesis: Hidrotermalismo y Modelos de Yacimientos. Apuntes y referencias del curso de Metalogénesis*.
- Whitney, D., & Evans, B. (2010). Abbreviations for names of rock - forming minerals. *American Mineralogist, volume 95*, 185-187.
- Zappettini, E., Schobbenhaus, C., Salinas, R., González, M., Pirelli, H., Riera, C., . . . Bajo de Osuna, R. (abril de 2005). Mapa Metalogenético de América del Sur 1:5 000 000, Memoria explicativa. Buenos Aires, Argentina: Servicio Geológico Minero Argentino.

ANEXOS



ANEXO I

GLOSARIO

Abreviatura: Convención ortográfica que sintetiza la escritura de un cierto término o expresión, y consiste en la representación escrita de una palabra o grupo de palabras con sólo una o varias de sus letras. Las abreviaturas se forman al omitir palabras o letras de una estructura más larga que designa el mismo concepto (SENPLADES, 2013).

Anomalías: Son ocurrencias obtenidas indirectamente, del análisis químico: sedimentos fluviales, sedimentos pesados, suelos o, del análisis geofísico: anomalías gravimétricas, anomalías magnéticas, entre otros, (Alonso, 1995).

Anomalía geoquímica: Se refiere a una variación en la abundancia expresada en ppb o ppm de un elemento químico en comparación con su abundancia normal en un área definida (Goldschmidt, 1954); manifestada como desviación positiva o negativa de los patrones normales de concentración de uno o más elementos en materias naturales (suelos, rocas, aguas, sedimentos, materiales bióticos y otros) en un área o región determinada (Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2003).

Anomalía geofísica: se refiere a la medida de ciertas propiedades como magnetismo, gravimetría, conductividad, etc., que están sobre los valores normales en un área o región; en condiciones favorables de existencia e interpretación de datos pueden corresponder a la presencia de rocas en un depósito mineral (Hickman y Evans, 1992).

Atlas: Es un conjunto de mapas relacionados entre sí formado por conjuntos de datos temáticos que comparten unos datos de referencia comunes (geografía física, económica, cultural y política de una región) (Iniesto y Núñez, 2014).

Columna geológica (Estratigráfica): Es la representación de secuencias geológicas como una figura. La información se debe organizar con la unidad de roca más joven en la parte superior y la unidad de roca más antigua en la parte inferior. La columna debe consistir en pequeños cuadros y que contenga con el mismo símbolo en el mapa para identificar la unidad de roca, y si el mapa es de color o si usan patrones, también deben ser representados en el cuadro. El nombre de la unidad de roca está escrito junto al recuadro.

Las breves descripciones de las unidades se pueden escribir a la derecha de la columna. Los límites de las unidades se dibujaban horizontalmente, excepto en secciones detalladas o secciones generalizadas de depósitos claramente distintos de los no depósitos no tabulares, como algunas gravas y unidades volcánicas (Link, 1997).

Los siguientes elementos de una columna estratigráfica son esenciales:

- Título, ubicación general y si la sección única (medida en sección), compuesta (conformado de dos o más segmentos de secciones), promediada o generalizada.
- Nombre (s) del (los) geólogo (s) y fecha de levantamiento
- Método de medición
- Escala gráfica
- Mapa o descripción de la localidad
- Unidades cronoestratigráficas principales, si se conocen
- Unidades cronoestratigráficas secundarias, si se conocen
- Nombres y límites de las unidades de roca
- Columna gráfica compuesta de patrones litológicos estándar
- Inconformidades
- Fallas con grosor de brechas tectónicas, si se conocen
- Intervalos cubiertos según lo medido
- Posición de estratos guías
- Posición de muestras importantes, numeradas y con datos.

Commodities: Productos básicos o materia prima bruta, tal como se la encuentra en la naturaleza, o que han experimentado procesos de transformación limitados, con pocas diferencias entre productos del mismo tipo. El término proviene del inglés aunque se ha popularizado en castellano. Los commodities son: **metales minerales** (aluminio, cobre, diamante, estaño, hierro, níquel, plomo, paladio, plata, platino, plomo, zinc); **energía** (carbón, electricidad, gas, nuclear, petróleo); **productos agrícolas y bebidas tropicales**. Estos productos tienen como característica relevante ser homogéneos o indiferenciados, y por lo tanto las variaciones de precios son limitadas. En general sus precios tienden a estar determinados en centros financieros especializados ubicados en los países desarrollados; en el caso de los metales los centros de referencia son Londres y Róterdam (Integración y comercio: Diccionario latinoamericano de términos y conceptos, 2007).

Coordenada: Cualquiera de los n números de una secuencia que designa la posición de un punto en un espacio de n dimensiones (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES, 2013). Para determinar estos puntos se utilizan líneas imaginarias, perpendiculares entre sí, denominadas paralelos y meridianos, cuya intersección define la posición del punto en el sistema de coordenadas (Ejemplo: X: 786 000,12E / Y: 9 584 321, 56N) (López y otros, 2015).

Cronoestratigrafía: Parte de la estratigrafía que trata de las relaciones de tiempo relativo y de edad de los cuerpos rocosos (Murphy y Salvador, 1999).

Depósito mineral: Concentración natural de sustancias minerales útiles, la cual bajo circunstancias favorables puede ser extraído con beneficio económico (Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2003).

Depósito de Skarn: Tipo de yacimiento que se forma por la interacción entre fluidos derivados de rocas intrusivas ácidas (granitos) y, principalmente, rocas carbonatadas (calizas, dolomías) que producen transferencia de elementos, como Si, Al, Ca, Mg, Fe y de sustancias como agua y anhídrido carbónico. Se forman así rocas ricas en silicatos cálcicos (epidota, anfíboles y piroxenos cálcicos, granates cálcicos, etc.), y que pueden contener concentraciones de minerales metálicos de interés económico: oro, scheelita, casiterita, fluorita, calcopirita, blenda, galena, magnetita, hematita. Su textura es característica de sistemas de reemplazamiento, con sustituciones pseudomórficas, diseminadas, irregulares, vetillas, entre otras (Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2003).

Elemento geológico: Consiste en todos los datos puntuales y otros elementos correspondientes a líneas o a superficies geológicas convenientemente agrupadas y simbolizadas (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2010).

Escala cartográfica: Es la relación matemática entre las magnitudes de los elementos representados en el mapa y las que éstos mismos tienen en la realidad, es decir; la escala es la representación como fracción que relaciona una distancia en el mapa con la distancia equivalente en el suelo real. El tamaño o superficie que cubre un mapa estándar o digital está determinado por la escala cartográfica que se ha elegido para trazar el mapa. La escala puede ser numérica o gráfica. La **escala numérica** se presenta mediante un cociente, cuyo numerador es siempre igual a 1 y cuyo denominador expresa el número de veces que se ha reducido la realidad para

representarla en el mapa (Ejemplo: 1:100 significa que un metro en el plano equivalente a 100 metros en el terreno). La **escala gráfica** consiste en una línea recta, de longitud variable, dividida en partes iguales que definen unidades de longitud (metros, kilómetros, millas, etc); trasladada a la superficie del mapa, permite convertir distancias gráficas en distancias reales o, lo que es lo mismo, conocer la distancia real que separa dos puntos identificados sobre el mapa y es muy útil cuando el mapa ha sufrido procesos de reducción o ampliación. (Ejemplo: 1:100 000) (López y otros, 2015). Las escalas se subdividen en **pequeña** que abarca las escalas de 1:250 000 y menores, **mediana** contempla las escalas entre 1:50 000 y 1:250 000 y **grande** que abarca las escalas hasta 1:50 000 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018).

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 (Murphy y Salvador, 1999).

Estrato: Capa de roca caracterizada por unas características y cualidades propias que la distinguen de las capas adyacentes (Murphy y Salvador, 1999).

Galerías o minas abandonadas: Son labores mineras actualmente suspendidos o abandonados, que han sido explotados anteriormente. Pueden ser galerías subterráneas abandonadas o minas a cielo abierto abandonadas (Alonso, 1995).

Greissen: Roca magmática formada fundamentalmente por cuarzo y muscovita como resultado de la alteración metasomática de un granito, ocasionada por soluciones inyectadas en venas hidrotermales. Los greissen contienen pequeñas cantidades de fluorita, topacio, turmalina, casiterita que pueden estar asociados con depósitos minerales (depósito de Cornwall). Aparecen en los bordes de las masas graníticas y pueden tener origen intrusivo o filoniano (Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2003).

Indicio: Es aquella presencia de minerales metálicos que puede observarse directamente en el campo como parte de: un rodado mineralizado, un afloramiento con mineralización, una zona de alteración hidrotermal, entre otros. Estos orientan a explorar su procedencia u origen (Alonso, 1995).

IOCG (Iron Oxide Copper Gold): Se caracteriza por: la asociación con una alteración alcalino-cálcica que incluye proporciones muy variables de clinoanfíboles férricos y/o hedenbergita, albita, feldespato potásico o biotita; la relación con zonas de cizalla transcrustales o rocas magmáticas de composición diversa y la presencia de una suite de elementos característicos que incluye U, tierras raras, Co, Ni, Mo; la presencia de cantidades significativas de minerales ricos en elementos volátiles tales como P, F o B; la relación con fluidos hipersalinos de alta temperatura (a veces con CO₂) equilibrados con rocas profundas y la asociación en mismo distrito de depósitos de magnetita-apatito, depósitos de óxidos de hierro y depósitos de Cu-Au pobres en óxidos de hierro. Este tipo de depósitos se encuentran en su mayoría en cinturones antiguos con intensa deformación, magmatismo y metamorfismo de alto grado y polifásicos. Sin embargo tanto en los Andes (Perú y Chile, como en el sur oeste de España hay mineralizaciones que reúnen muchas de las características de los sistemas IOCG y que están poco deformadas y metamorfizadas (Tornos y otros, 2006).

IRGS (Intrusion Related Gold System): Son grandes depósitos relacionados a intrusiones, que con mayor frecuencia se producen en un entorno continental. Los IRGS son fuentes importantes de Au; sin embargo, también pueden contener cantidades significativas de Bi, Te, W, Sn, Pb, Cu, As y Sb. Estos depósitos relacionados con rocas intrusivas son distintos de los depósitos orogénicos; principalmente porque los depósitos de intrusión son el resultado del enfriamiento del magma en movimiento hacia la superficie de la tierra (presiones y temperaturas bajas). El resultado del enfriamiento del material intrusivo en un plutón es la formación de zonas minerales dependientes de los gradientes térmicos. La mineralización resultante presenta estilos diferentes: la intrusión de forma variable y country-rock organizadas en skarns, sustituciones, diseminaciones, stockworks y vetas (Gold Investing News, 2015).

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 (Murphy y Salvador, 1999)

Mapa de pendientes: En el mapa de pendientes se representa la inclinación de una superficie con respecto a la horizontal. A las pendientes con valores o rangos semejantes se las representa mediante colores (Torres, 2007).

Mapa geológico: Definido en el presente documento como la representación cartográfica de la superficie terrestre, mostrando los conjuntos litológicos definidos en

base a la escala, sus características y naturaleza, las relaciones espaciales, su edad relativa o absoluta y las estructuras que las afectan. Litologías y estructuras se representan con símbolos, tramas y colores que se incluyen en la leyenda y que siguen normativas internacionales. Se recomienda acompañar de un perfil geológico para mostrar las relaciones en la tercera dimensión.

Mapa geomorfológico: Definido en el presente documento como la representación cartográfica de las formas del relieve según su génesis, tipos, dimensiones y su relación con la geología, empleando símbolos y colores convencionales.

Mapa metalogénico o metalogenético: Mapa a escala regional que muestra la distribución de los depósitos minerales (metálicos o no metálicos) sobre una base geológica adecuada para destacar características relevantes de la mineralización y con una simbología apropiada para indicar la forma, tipo de mineralización y magnitud de cada depósito (el tamaño de los depósitos se muestra independiente del nivel de explotación). El propósito de los mapas metalogénicos es proveer una base para exploraciones mineras regionales (Maksaev, 2001).

Mapa de zonas y épocas metalogénicas: Definido en el presente documento como la representación cartográfica de depósitos minerales agrupados en base su ambiente y edad de formación. Con fines de exploración mineral, este mapa es más útil que el mapa metalogénico.

Mapa tectonometalogénico: Mapa a escala regional que muestra características geológicas que han jugado un rol en la concentración de uno o más elementos (o sustancias minerales) y ha contribuido a la formación de depósitos minerales. Puede incluir información estructural, estratigráfica, litológica, geomorfológica, entre otros y puede combinar espacio y tiempo (Maksaev, 2001).

Mina en explotación: Es un yacimiento en producción, donde se pueden realizar actividades de extracción, procesamiento y beneficio (Alonso, 1995).

Mosaico: Partición de un espacio en un conjunto de sub-espacios colindantes (SENPLADES, 2013), las ortofotos (fotografías aéreas o imágenes satelitales) se pueden combinar para producir un mosaico ininterrumpido de una región que, cuando se imprime, se puede usar en la misma forma que un mapa (Organización de las Naciones Unidas, 2000).

Nomenclatura estratigráfica: Sistema de nombres propios dados a unidades estratigráficas concretas

Ocurrencia Mineral: Una ocurrencia mineral es considerada como la concentración anómala de un mineral o de un elemento metálico que brinda indicios hacia una probable existencia de concentraciones minerales con valor económico (Alonso, 1995).

Ortofoto: Fotografía aérea rectificadas, en la cual se han corregido las deformaciones derivadas de la perspectiva cónica innata de la fotografía aérea vertical y los efectos del desplazamiento del relieve. En consecuencia, tienen las mismas propiedades métricas de proyección y escala que un mapa (Instituto Geográfico Militar - IGM, 2014). Una ortofotografía se consigue mediante un conjunto de imágenes aéreas (tomadas desde un avión o satélite) que han sido corregidas digitalmente para representar una proyección ortogonal (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES, 2010).

Perfil geológico (Sección geológica): Definido en el presente documento como el dibujo de un corte o sección vertical del subsuelo de una porción de la corteza terrestre, mostrando las relaciones estratigráficas y estructurales entre los conjuntos litológicos expuestos en superficie. Se realiza a lo largo de una línea de referencia en la superficie terrestre. Cuando acompaña a un mapa geológico, la línea debe estar señalada.

Pórfido: El término pórfido se aplica a rocas subvolcánicas de composición ácida a intermedia-ácida, pudiendo variar desde granitos y dacitas hasta andesitas. Aparece formando cuerpos intrusivos someros en forma de plutones, lacolitos, sills y diques (Castro, 2015); el rasgo distintivo común es la textura porfidítica, es decir, minerales desarrollados (fenocristales) sobresalientes dentro de una masa fina microgranular (matriz) (Dávila, 2011).

El término pórfido también es usado para referirse a los yacimientos minerales diseminados dentro de una masa rocosa alterada hidrotermalmente, (Dávila, 2011). Se dividen en distintos tipos considerando su contenido metálico: Cu, Cu-Au, Cu-Mo, Au y Mo relacionados genéticamente y espacialmente con intrusiones ígneas félsicas asociados a varios cuerpos de rocas intrusivas, emplazadas en varios pulsos. Las rocas de caja intruidas por los pórfidos pueden ser de cualquier tipo (Maksaev, 2001).

Prospecto: Se considera cuando existe un conjunto de evidencias de existencia de minerales de interés, obtenidas con indicios y anomalías en una zona por lo que se considera seguir con la exploración (Wuensch y Ribbe, 1974).

Símbolo cartográfico: Son símbolos gráficos que se emplean en un mapa para representar diversos elementos que se encuentran en la superficie terrestre. Suelen usarse signos estandarizados cuyos significados son compartidos y entendidos a nivel internacional. La simbolización supone la elección de variables gráficas como forma, tamaño, color, textura y dibujo (Organización de las Naciones Unidas, 2000).

Símbolo geológico: Es aquel que sirve para la representación gráfica de los elementos geológicos en un plano, sección o columna, de un dato que identifique a contactos, fallas, minas, plantas de beneficio, relaves, pliegues, entre otros (Real Academia de la Lengua Española, 2014).

Taxón: Grupo de organismos con las mismas características genéricas (Dávila, 2011).

VMS (Volcanic Massive Sulphide): Corresponden a yacimientos de cuerpos estratiformes o lenticulares de minerales sulfurosos presentes en unidades volcánicas o en interfaces volcánico-sedimentarias depositadas originalmente en fondos oceánicos, relacionados a dorsales oceánicas, arcos volcánicos (intra-oceánicas y margen continental), cuencas trasarco y cuencas pull-apart. Estos depósitos se caracterizan por el alto contenido de sulfuros de hierro (pirita o pirrotina) y cantidades variables pero subordinadas de calcopirita y blenda; bornita, tetraedrita, galena, baritina, Au, Ag y otras fases minerales (Koski y Mosier, 2012).

Yacimiento: Es un depósito en el que se han evaluado sus recursos o reservas minerales, se conoce su extensión y las perspectivas para su explotación (Alonso, 1995).

TRABAJOS CITADOS

Alonso, R. (1995). *Diccionario minero: glosario de voces utilizadas por los mineros de iberoamerica*. CSIC-CSIC PRESS.

Castro, A. (2015). *Petrografía de rocas ígneas y metamórficas*. Madrid: Paraninfo.

Dávila, J. (2011). *Diccionario Geológico*. Lima: Arth Grouting S.A.C.

Gold Investing News. (4 de October de 2015). Intrusion-related Gold Systems. *Investing New Network*. Obtenido de <https://investingnews.com/daily/resource-investing/precious-metals-investing/gold-investing/intrusion-related-gold-systems/>

Hickman, S., & Evans, B. (1992). *Growth of grain contacts in halite by solution-transfer: Implications for diagenesis, lithification and strength recovery*. International Geophysics.

Iniesto, M., & Núñez, A. (2014). *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional de España.

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. (2010). *Atlas Geològic de Catalunya*. Barcelona: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya-ICGC.

Instituto Geográfico Militar - IGM. (2014). *Manual para producción de mapas topográficos impresos. Escalas 1:25 000 / 1:50 000 / 1:100 000*. Quito.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI. (s.f.). *Cartografía Básica*. Mexico.

Koski, R., & Mosier, D. (2012). Deposit type and associated commodities. En R. K. Mosier, *Volcanogenic Massive Sulfide Occurrence Model* (pág. 15). Virginia: U. S. Geological Survey.

Link, P. (1997). *Digital Atlas of Idaho*. Obtenido de <https://digitalatlas.cose.isu.edu/geo/basics/geology.htm>

López, L., Rio, J., Savério, E., & Trinca, D. (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. León.

Maksaev, V. (2001). *Metalogénesis*. Chile: Departamento de Geología.

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2003). *Glosario técnico minero*. Bogotá.

Murphy, M., & Salvador, A. (1999). International Subcommission on Stratigraphic classification of IUGS. International Commission on Stratigraphy - International Stratigraphic guide- an abridged version. *Episodes*, 22 (4), 255-271.

Organización de las Naciones Unidas - ONU. (2000). *Manual de sistemas de información geográfica y cartografía digital*. Nueva York: Naciones Unidas.

Real Academia de la Lengua Española. (2014). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española - RAE*. España: RAE.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES. (01 de 2010). <http://sni.gob.ec/normas-y-estandares-de-informacion>. Obtenido de <http://sni.gob.ec/normas-y-estandares-de-informacion>: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/PORTAL/NYEI/1_glosario_de_terminos_basicos_del_sni.pdf

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES. (2013). *Catálogo Nacional de Objetos Geográficos Versión 2*. Quito: SENPLADES.

Tornos, F., Carriedo, J., Velasco, F. y Tomé, C. (2006). *La génesis de los depósitos de tipo IOCG: geología y geoquímica de mineralizaciones en los Andes e Iberia*.

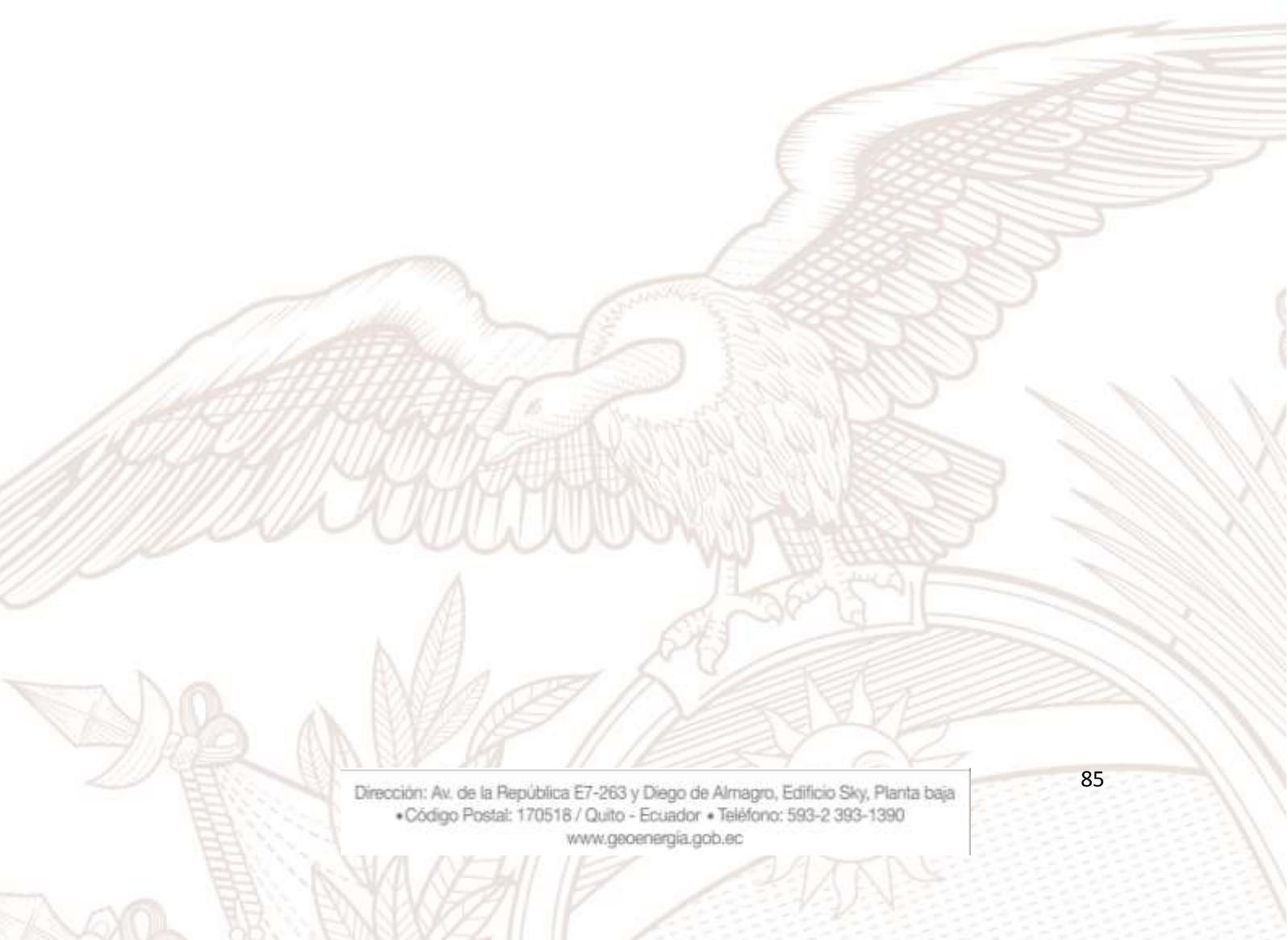
Obtenido de www.researchgate.net: https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Tornos/publication/233801893_La_genesis_de_los_depositos_de_tipo_IOCG_Geologia_y_geoquimica_de_mineralizacionem_en_los_Andes_e_Iberia/links/5581953a08ae12bde6e4a806.pdf

Torres, M. (21 de 05 de 2007). *Técnicas geográficas para el estudio del medio natural*.

Obtenido de *Técnicas geográficas para el estudio del medio natural*:

<http://tecnicasgficas07ujaen.blogspot.com/2007/05/mapa-de-pendientes.html>

Wuensch, B., & Ribbe, B. (1974). *Sulfide mineralogy*. Mineralogical Society of America.



ANEXO II

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS RECONOCIDAS DEL ECUADOR

Las unidades litoestratigráficas formales e informales que se presentan a continuación corresponden a las unidades publicadas por el IIGE y entidades antecesoras en mapas geológicos y documentos técnicos.



**UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS ESTRATIFICADAS FORMALES –RANGO PRIMARIO
(FORMACIÓN) Y SUBDIVISIONES**

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura	Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Formación	Abanico	Pz?	A				
Formación	Alausí	MPL	A				
Formación	Ambuquí (Guamote)	J	Ga				
Formación	Angostura	M	Ag				
Formación	Apagua	PcE	A				
Formación	Arajuno	M	A				
Formación	Azogues	M	Az	Miembro	Cochas	M	C
				Miembro	Guapán	M	G
				Miembro	El Carmen	M	Ec
Formación	Baba	PLPI	B				
Formación	Balzar	PL	B				
Formación	Belén	M	Be				
Formación	Biblián	M	B				
Formación	Borbón	MPL	Bb				
Formación	Cangagua	Q	C				
Formación	Cañaverel	K	Cv				
Formación	Catamayo	M	Ca				
Formación	Cayo	K	Cy				
Formación	Cazaderos	K	Cz				
Formación	Celica	K	C				
Formación	Cerro	E	C				
Formación	Cerro Mandango	MPL	Cm				
Formación	Chalcana	OM	Ch				
Formación	Chambira	M	Ch				
Formación	Chapiza	J	Ch				
Formación	Chichi	PI	Ch				
Formación	Chinchillo	M	Chi				
Formación	Chinchín	E	Ch				
Formación	Chota	PL	Ch				
Formación	Ciano	K	Cn				
Formación	Cisarán	M	Cn				
Formación	Dos Bocas	OM	Db				
Formación	El Consuelo	M	Ec				
Formación	Gallo Rumi	PcE	Gr				
Formación	Gonzanamá	M	Gz				
Formación	Guayaquil	KPc	Gy				
Formación	Hollín	K	H				
Formación	Iguincha	M	Ig				
Formación	Javita	E	J				
Formación	Las Delicias	EO	Ld				
Formación	Las Masas	E	Lm				
Formación	Latacunga	PL	L				
Formación	Letrero	M	Lt				
Formación	Loma Blanca	OM	Lb				
Formación	Loma La Cruz	M	Llc				
Formación	Loyola	M	L				
Formación	Macuchi	PcE	M				
Formación	Macuma	C	M				
Formación	Mangán	M	M				

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura	Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Formación	Mera	PL	M				
Formación	Mesa	PL	Ms				
Formación	Misahuallí	J	M				
Formación	Mora	OM	M				
Formación	Moraspamba	MPL	M				
Formación	Napo	K	N				
Formación	Onzole	M	Oz				
Formación	Palmira	PL	Pa				
Formación	Pambil	O	P				
Formación	Peñas Coloradas	PL	Pc				
Formación	Pichilingue	Q	Pch				
Formación	Picota	M	Pc				
Formación	Pilaló	PcE	P				
Formación	Piñón	JK	P				
Formación	Pisayambo	PL	Py				
Formación	Playa Rica	O	Pr				
Formación	Progreso	M	Pg				
Formación	Pumbaiza	Pz	P				
Formación	Puná	PLPI	Pu	Miembro	Lechuza	PI	Lh
				Miembro	Placer	PL	P
Formación	Punta Ancón	E	Pa				
Formación	Punta Blanca	E	Pb				
Formación	Punta Ostiones	E	Po				
Formación	Puyango	K	Py				
Formación	Quebrada Seca	M?	Qs				
Formación	Quebrada Los Zabalos	K	Qz				
Formación	Quillolaco	MPL	Q				
Formación	Quimsacocha	PL	Q				
Formación	Quinara	M	Qu				
Formación	Quingeo	E	Q				
Formación	Río Playas	E?	P				
Formación	Riobamba	PI	R				
Formación	Rumi Cruz	E	Rc				
Formación	Salapa	PLPI	Sl				
Formación	San Cayetano	M	Sc	Miembro	La Banda	M	Lbd
Formación	San Eduardo	E	Se				
Formación	San Francisco	M	Sfr				
Formación	San José	M	Sjo				
Formación	San Lorenzo	Pc	Sl				
Formación	San Mateo	E	Sm				
Formación	San Tadeo	PL?	St				
Formación	Santa Isabel	M	Sa				
Formación	Santiago	J	S				
Formación	Santo Domingo	M	Sd				
Formación	Suárez	J	Sz				
Formación	Subibaja	M	Sb				
Formación	Tablazo	PI	T				
Formación	Tambo Viejo	MPL	Tv				
Formación	Tarqui	MPL	T	Miembro	Chaparro	M	Chp
				Miembro	Llacao	PL	LI

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura	Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Formación	Tena	K	T				
Formación	Tiyuyacu	PcE	T				
Formación	Tosagua	OM	T				
Formación	Trigal	M	Tr				
Formación	Turi	M	Tu	Miembro	Nazón	M	Nz
				Miembro	Virgen de la Nube	M	Vn
Formación	Turupamba	M	Tp				
Formación	Uchucay	M	U				
Formación	Unacota	E	U				
Formación	Viche	M	V				
Formación	Villingota	M	Vg				
Formación	Yaruquies	MPL?	Y				
Formación	Yunguilla	K	Y				
Formación	Zambi	K	Z				
Formación	Zapallo	E	Z				
Formación	Zapotal	OM	Z				
Formación	Zarapullo	PI ?	Z				

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS ESTRATIFICADAS FORMALES –RANGO SUPERIOR (GRUPO) Y SUBDIVISIONES

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura	Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Grupo	Alamor	K	A				
Grupo	Ancón	E	An	Formación	Seca	E	S
				Formación	Socorro	E	Soc
				Formación	Clay Pebble Beds	E	Cpb
Grupo	Angamarca	PcE	Ag	Formación	Rumi Cruz	E	Rc
				Formación	Unacota	E	U
				Formación	Plaló	PcE	P
				Formación	Gallo Rumi	PcE	Gr
				Formación	Apagua	PcE	A
Grupo	Azúcar	Pc	Az				
Grupo	Daule	MPL	D				
Grupo	Saraguro	EM	S	Formación	Jubones	M	Sj
				Formación	La Fortuna	O	Sf
				Formación	Plancharumi	O	Sp
				Formación	Soldados	O	Ss
				Formación	Cerro Cauca	O	Sc
				Formación	Río Blanco	O	Srb
				Formación	Chanlud	O	Scd
				Formación	Las Trancas	E	St
Formación	Ocaña	E	So				
Grupo	Tahuín	Pz	T				
Grupo	Zapotillo	K	Z	Formación	Chaquino	K	Ch
				Formación	Mangahurco	K	Mg
				Formación	Tronco Quemado	K	Tq
Grupo	Zumbagua	M	Z				

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS NO ESTRATIFICADAS FORMALES – RANGO SUPERIOR

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Complejo	Granitoide Moromoro	T̄	M	Granodiorita El Prado	T̄	Mp
				Granitoide La Florida	T̄	Mf
				Granodiorita Marcabellí	T̄	Mm
Complejo	Intrusivo de Zamora	J	Z			
Complejo	Máfico Piedras	T̄	P			
Complejo	Peñas Blancas	Pz T̄	Pb			
Complejo	Ofiolítico Raspas	K	R			
División	Melange Palenque	JK	P			

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS NO ESTRATIFICADAS FORMALES – RANGO PRIMARIO

Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Cuarzodiorita Uzhar	O?	Uz
Diorita El Descanso	O	Ed
Granodiorita Azafrán	J	Saz
Granitoide Portachuela	M	Po
Granodiorita Tangula	K	Ta
Ofiolita Zumba	T̄	Z

VOLCÁNICOS

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Volcánicos	Cascajal	MPL	Cs
Volcánicos	Cerro Negro	PI	Cn
Volcánicos	Chiltazón	PLPI	Cz
Volcánicos	Chutín	M?	C
Volcánicos	El Chispo	MPL	Ech
Volcánicos	El Moran	MPL	Em
Volcánicos	Golondrinas	PL	G
Volcánicos	Huasi Chimba	MPL	Hc
Volcánicos	Litapungo	MPL	Lt
Volcánicos	Monte Verde	MPL	Mv
Volcánicos	Otavalo	MPL	O
Volcánicos	Parambas	MPL	Pa
Volcánicos	Quebrada Calderon	O	Qc
Volcánicos	Quillopamba	MPL	Q
Volcánicos	Rosa de Oro	M	Ro
Volcánicos	Sanora	Pc	Sa
Volcánicos	Tambo Blanco	OM?	Tb
Volcánicos	Tambor	PL	T

VOLCÁNICOS CUATERNARIOS

Rango	Unidad Litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Volcánicos	Cotacachi	T ^A	Cot
Volcánicos	Cotacachi	A ^A	Cot
Volcánicos	Cuicocha	T ^D	Cui
Volcánicos	Cuicocha	A ^A	Cui
Volcánicos	Cuicocha	R ^D	Cui
Volcánicos	Cushnirumi	T ^D	Csh
Volcánicos	Cushnirumi	T ^A	Csh
Volcánicos	Cushnirumi	R ^D	Csh
Volcánicos	Cushnirumi	A ^A	Csh
Volcánicos	Imbabura	AM	Imb
Volcánicos	Imbabura	T ^A	Imb
Volcánicos	Mojanda-Fuya fuya	AM	Moj
Volcánicos	Mojanda-Fuya fuya	T ^A	Moj
Volcánicos	Mojanda-Fuya fuya	A ^A	Moj
Volcánicos	Ñagñaro	A ^A	Ña
Volcánicos	Parulo	A ^A	Pr
Volcánicos	Pichaví	A ^A	Pch
Volcánicos	Pilabo	A ^A	Pil
Volcánicos	Tumbatu	T Rd	Tu
Volcánicos	Yanaurcu	A ^A	Ya

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS INFORMALES

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Unidad	Abañín	MPL	Ab
Unidad	Agoyán (Loja)	Pz	La
Unidad	Ahuaca	M	Ah
Unidad	Alao-Paute (Alao)	J	Aa
Unidad	Altar Urcu	E	Au
Unidad	Amorgeo	MPL	A
Unidad	Arenillas (Piedras)	R	Pa
Unidad	Arrayanes	E	Ar
Unidad	Ayapamba	OM	Ay
Unidad	Azabí	O?	Az
Unidad	Azafrán (Salado)	J	Sa
Unidad	Bramaderos	K	Br
Unidad	Calera (Saraguro)	OM	Ca
Unidad	Cambugán	K	Cb
Unidad	Campo Real	JK	Cr
Unidad	Capicashi	M	Cp
Unidad	Capilla	Pc	Cp
Unidad	Carboncillo	MPL	C

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Unidad	Casanga	K	Ca
Unidad	Catacocha	OM?	Ct
Unidad	Cebadas (Guamote)	J	Gc
Unidad	Cera	Pz	Ce
Unidad	Cerro Colorado	J	Cc
Unidad	Cerro Hermoso (Salado)	J	Sh
Unidad	Cerro Volador	EO	V
Unidad	Chaguarpamba	K	Ch
Unidad	Changaimina	Pc	Ch
Unidad	Chiguinda (Loja)	Pz	Lc
Unidad	Chili Fruta	M	Cf
Unidad	Chilla	M	Ch
Unidad	Chillacocha	MPL	Cc
Unidad	Chilpe Potrero (Saraguro)	O	Cp
Unidad	Chiriyacu	R?	C
Unidad	Chito	J	Cht
Unidad	Chulo (Saraguro)	E	Sc
Unidad	Collapi	PcE	C
Unidad	Colorado	K	Co
Unidad	Condorcaca	MPL?	Cc
Unidad	Congüime	PL?	Cg
Unidad	Corral Viejo (Saraguro)	O	Cv
Unidad	Culanga	PL	Cu
Unidad	Cullo Pugro	M	Cp
Unidad	Cuyuja (Salado)	J	Sc
Unidad	Del Duco (Saraguro)	O	D
Unidad	El Aromo	E	Ea
Unidad	El Carmen del Laurel	PL	Cl
Unidad	El Cristal	MPL	Ec
Unidad	El Fundo	PL	F
Unidad	El Guayabo	JK	Gy
Unidad	El Ingenio (Saraguro)	O?	Ei
Unidad	El Laurel	E	L
Unidad	El Pan (Alao)	J	Ae
Unidad	El Quingueado (Saraguro)	O	Eq
Unidad	El Tambo (Saraguro)	O	Et
Unidad	El Tigre (Tahuín)	Pz	Tt
Unidad	El Toro	K	Ot
Unidad	Fasañan	MPL	F
Unidad	Filo Cajas (Saraguro)	EO?	Sfc

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Unidad	Florida Alta	Pc	Fa
Unidad	Gima (Saraguro)	O	Gi
Unidad	Gonzabal	Pc	Gb
Unidad	Granadilla (Saraguro)	O	G
Unidad	Gualaceo	MPL	G
Unidad	Gualel	O	Gl
Unidad	Guasuntos (Guamote)	J	Gg
Unidad	Guayabal	OM	Gl
Unidad	Gulacpamba	M	Gu
Unidad	Gullian	M	Gn
Unidad	Huacapamba	Pz	Lh
Unidad	Huartiguro	MPL	Ht
Unidad	Huayco	M	Hy
Unidad	Huayrapungu	O	H
Unidad	Huiñacay	MPL	Hñ
Unidad	Iguinda	K	Ig
Unidad	Illaca	M	Il
Unidad	Infiernillo	PL	If
Unidad	Irunuma	K	Ir
Unidad	Isimanchi	Pz	I
Unidad	Jalincapac	M	Jc
Unidad	La Bocana (Moromoro)	R	Mb
Unidad	La Chilca (Raspas)	K	Or
Unidad	La Cruz	Pc	Lc
Unidad	La Cubera	Pc	C
Unidad	La Huaca	M	Lh
Unidad	La Ramada	K	Ra
Unidad	La Saquea (Misahuallí)	J	Sa
Unidad	La Victoria (Tahuín)	Pz	Tv
Unidad	Las Nieves (Saraguro)	O	Ln
Unidad	Las Peñas (Misahuallí)	J	Pe
Unidad	Ligcho	MPL	Lg
Unidad	Limón Playa	R	MI
Unidad	Loma Bernabé	Pc	Lbe
Unidad	Loma Las Muchicas	M	Llm
Unidad	Loma Palta	OM	Lp
Unidad	Loma Taminanga	EO	T
Unidad	Loma Zhio	M	Lz
Unidad	Maguazo (Alao)	J	Am
Unidad	Mesa Loma	M	MI

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Unidad	Minas Santa Rosa	K	Ms
Unidad	Mishquiyacu	O	Mi
Unidad	Monte Olivo (Loja)	T̄	Lm
Unidad	Mozo	M	Mz
Unidad	Mulaute	K	Ml
Unidad	Namasara	M	Na
Unidad	Naranjal	K	Na
Unidad	Naranjo	K	Nj
Unidad	Natividad	K	Nt
Unidad	Nonadel	E	No
Unidad	Nueva Esperanza (Misahuallí)	J	Ne
Unidad	Pachicutza	T̄	Pch
Unidad	Pallatanga	K	Pa
Unidad	Pasa Loma	MPL	Pl
Unidad	Peltetec (Alao)	J	Ap
Unidad	Pilatón	K	Pl
Unidad	Piuntza	T̄	Pz
Unidad	Plan del Oso	E?	Po
Unidad	Portovelo (Saraguro)	OM	Pv
Unidad	Primavera	OM	Pr
Unidad	Pucapamba	M	Pu
Unidad	Pucarón	J?	Pc
Unidad	Pujilí	K	Pj
Unidad	Punín (Guamote)	J	Gp
Unidad	Punta de Piedra	K	Pp
Unidad	Puñay (Saraguro)	OM?	Spñ
Unidad	Purin	M	Pr
Unidad	Quebrada El Volcán	T̄?	Qv
Unidad	Quebrada Plata (Piedras)	T̄	Pp
Unidad	Quebrada Tasqui	M	Qt
Unidad	Quera Chico (Moromoro)	T̄	Mq
Unidad	Quilanga	PL	Ql
Unidad	Quilloloma	M	Q
Unidad	Retama (Saraguro)	OM	R
Unidad	Río Cala	K	Rc
Unidad	Río Desgracia	K	Rd
Unidad	Río Frío	K	Rf
Unidad	Río Guayucu	Pc	Rg
Unidad	Río Oña (Saraguro)	O	Ro
Unidad	Río Panupali (Raspas)	K	Op
Unidad	Río Sinincapa (Saraguro)	O	Rs
Unidad	Rumipamba	M	Ru
Unidad	Sabanilla (Loja)	T̄	Ls
Unidad	Sacapalca	E?	Sa
Unidad	San Juan	K	Sj

Rango	Unidad litoestratigráfica	Edad	Abreviatura
Unidad	San Juan de Lachas	OM	Sjl
Unidad	San Miguel de Naranjal	E	Sn
Unidad	San Vicente	Pc	Sv
Unidad	Saquisilí	Pc	S
Unidad	Sarihuiña	MPL	Sñ
Unidad	Sayo Cruz	M	Sac
Unidad	Shaime	K	Sh
Unidad	Shincata	PLPI	Sh
Unidad	Silante	EO	Si
Unidad	Solanda	E	Sd
Unidad	Suro	PL	Su
Unidad	Susudel (Saraguro)	O	Su
Unidad	Tagsha	MPL	Th
Unidad	Tambillo	MPL	Ta
Unidad	Tambo Pamba (Saraguro)	O	Tp
Unidad	Tapala	J?	Ta
Unidad	Taqui (Pedras)	R̄	Pt
Unidad	Tesalia	O	Te
Unidad	Tomebamba (Saraguro)	O	Stb
Unidad	Tortugo	E	To
Unidad	Tres Lagunas (Loja)	R̄	L
Unidad	Tuctu	MPL	Tu
Unidad	Tununyunga	MPL	Ty
Unidad	Upano (Salado)	J	Su
Unidad	Urdaneta (Saraguro)	O	U
Unidad	Uritusinga	EO	Ur
Unidad	Yacuambi	J	Ya
Unidad	Yacuviña	M	Yv
Unidad	Yapi	J	Y
Unidad	Yariguiña (Saraguro)	OM	Yg
Unidad	Yunga (Saraguro)	O	Y

ANEXO III

FORMATOS PARA DESCRIPCIONES PETROGRÁFICAS

Las fichas para descripción macroscópica que se presentan a continuación son adaptaciones a las fichas realizadas en el Proyecto Plan de Investigación, Conservación y Puesta en Valor del Patrimonio Geológico y Minero (Viteri, 2013)



FICHAS PARA DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA –ROCAS ÍGNEAS

 FICHA PARA ROCAS ÍGNEAS			
Geólogo responsable		Estación de control:	
Tipo de muestra		Código de la muestra:	
DATOS DE UBICACIÓN		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
Ubicación geográfica (Provincia / Cantón / Parroquia)		Características de los componentes	
		Color	
Acceso al lugar:		Grado de meteorización	(alto, medio, bajo)
		Texturas	
INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (Sistemas de proyección WGS84)		Grado de cristalinidad	(holocristalino, hipocristalino, etc.)
		Granularidad	(fanerítica, afanítica, porfírica, vítrea, etc.)
X		Tamaño relativo de los cristales	
Y		Tamaño absoluto del grano	
Altura (m s n m)		Forma de los cristales	(panidiomórfica/euhedral, hipidiomórfica/subhedral, etc.)
COMPOSICIÓN			
Minerales principales	% descripción individual	Minerales opacos:	% descripción general
Minerales accesorios	% descripción general	Minerales secundarios	% descripción general
Observaciones complementarias:		Estructuras	(homogénea, bandeada, vesicular, etc.)
		Tipo de alteración	Descripción
Análisis de laboratorio	Lámina delgada:	Nombre de la roca:	
Anexo fotográfico:			

FICHAS PARA DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA – ROCAS METAMÓRFICAS

 FICHA PARA ROCAS METAMÓRFICAS			
Geólogo responsable		Estación de control:	
Tipo de muestra		Código de la muestra:	
DATOS DE UBICACIÓN		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
Ubicación geográfica (Provincia / Cantón / Parroquia)		Características	
		Color	
Acceso al lugar:		Grado de meteorización	(alto, medio, bajo)
		Estructuras macro:	(foliada, no foliada)
INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (Sistemas de proyección WGS84)		Fábrica macro:	(pizarrosa, fílica, esquistosa, gnésica)
		Textura	(granoblástica, porfiroblástica, etc.)
X		Deformación	
Y		Protolito	
Altura (m s n m)		Relictos	
COMPOSICIÓN			
Minerales principales	% descripción individual	Minerales opacos:	% descripción general
Minerales accesorios	% descripción general	Minerales secundarios	% descripción general
Observaciones complementarias: (descripción de secuencia de eventos, etc.)		Grado de metamorfismo:	(alto, medio, bajo)
		Facie	
Análisis de laboratorio	Lámina delgada:	Nombre de la roca:	
Anexo fotográfico:			

FICHAS PARA DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA – ROCAS SEDIMENTARIAS

FICHA PARA ROCAS SEDIMENTARIAS DETRÍTICAS			
Geólogo responsable		Estación de control:	
Tipo de muestra		Código de la muestra:	
DATOS DE UBICACIÓN		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
Ubicación geográfica (Provincia / Cantón / Parroquia)		Características	
		Color:	
Acceso al lugar:		Grado de meteorización	(alto, medio, bajo)
		% granos, matriz, cemento:	
INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (Sistemas de proyección WGS84)		Textura	
X		Sorteo:	(muy bueno, bueno, moderado, mal clasificado)
Y		Redondez	
Altura (m s n m)		Esfericidad	
COMPOSICIÓN			
Minerales terrígenos o clásticos:	% descripción	Aloquemas (fósiles, oolitos, etc.)	% descripción
Fragmentos líticos:	% descripción	Cemento	descripción
Matriz:	% descripción	Estructuras primarias:	
Observaciones complementarias:		Minerales de alteración:	
Análisis de laboratorio	Lámina delgada:	Nombre de la roca:	
Anexo fotográfico:			

FICHA PARA ROCAS SEDIMENTARIAS ORGÁNICAS Y QUÍMICAS			
Geólogo responsable		Estación de control:	
Tipo de muestra		Código de la muestra:	
DATOS DE UBICACIÓN		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
Ubicación geográfica (Provincia / Cantón / Parroquia)		Características	
		Color:	
Acceso al lugar:		Grado de meteorización	(alto, medio, bajo)
		% granos, matriz, cemento:	
INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (Sistemas de proyección WGS84)		Textura	
X		Porosidad primaria	
Y		Porosidad secundaria	
Altura (m s n m)		Permeabilidad	
COMPOSICIÓN			
Matriz:	% descripción	Aloquemas (fósiles, oolitos, etc.)	% descripción
Cemento	% descripción		
Observaciones complementarias:		Minerales de alteración:	
Análisis de laboratorio	Lámina delgada:	Nombre de la roca:	
Anexo fotográfico:			