

ÍNDICE

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	5
1.1.- OBJETIVOS	6
1.2.- JUSTIFICACIÓN	6
1.3.- ALCANCES	7
1.5.- METODOLOGÍA	9
1.6.- ANTECEDENTES	11
CAPITULO II - METODOLOGÍA	15
2. 1 MARCO GENERAL DEL ESTUDIO DE LA GEODIVERSIDAD	16
2.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN	17
2.3 LIMITANTES	19
2.4 METODOS RECOPIADOS Y SELECCIÓN	19
CAPITULO III - MARCO TEORICO	22
3.1 ESTUDIO DE GEODIVERSIDAD POR PROCEDIMIENTOS ESTADISTICOS	23
3.2 EVALUACIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO POR MEDIO DE PROCEDIMIENTOS PARAMÉTRICOS	39
3.3. ESTABLECIMIENTO DE GEODIVERSIDAD POR DELIMITACION DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	42
CAPITULO IV- GEOLOGIA REGIONAL	46
4.1.- INTRODUCCIÓN	47
4.2.-GENERALIDADES Y ANTECEDENTES	47
4.3 CORDILLERA DE LA COSTA	49
4.4 ANALISIS MORFOLOGICO	66
CAPITULO V - GEOGRFIA FISICA	74
5.1.- GENERALIDADES	75
5.2. FISIOGRAFIA	76
5.3. RELIEVE	78
5.4. DRENAJE	80
5.5. CLIMA	82
CAPITULO VI - RESULTADOS	86
CAPITULO VII - ANÁLISIS DE RESULTADOS	97
CAPITULO VIII - PROPUESTA DE METODO DE ESTUDIO DE GEODIVERSIDAD	103
8.1. INTRODUCCIÓN	104
8.2. PROCEDIMIENTO	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA	130
ANEXOS	135
AN1. FICHA DE TOMA DE DATOS	136
AN2 MAPA GEOTURISTICO	158
AN3. PUBLICACION DE TRABAJOS REAIZADOS EN NATURTEJO GEOPARK	159
APÉNDICE I	160
A.1 GEORUTAS	161
A.2. GEOFOLLETOS	164
A.3. MAPA GEOTURITICO	166
A.4 GUIA PRÁCTICA DE CARACTERIZACIÓN DE GEODIVERSIDAD	166
A.5. PROPUESTA DE CAPACITACIÓN	168
A.6. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL GEOTURISMO EN LA ZONA	169
GLOSARIO	170
GEODIVERSIDAD	171
GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD	173
GEODIVERSIDAD Y PAISAJE.	175
PATRIMONIO GEOLÓGICO	176
PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD	176
GEOTURISMO Y GEODIVERSIDAD	177

INDICE DE ECUACIONES FIGURAS, GRAFICOS, IMAGEN Y TABLAS

ESCUACIONES

ECUACIÓN 3.1 GEODIVERSIDAD INTRÍNSECA	29
ECUACIÓN 3.2 FRECUENCIA DE CLASE	30
ECUACIÓN 3.3 SUPERFICIE RELATIVA	31
ECUACIÓN 3.4 GRADO DE FRAGMENTACIÓN	34
ECUACIÓN 3.5 VALOR DEL PUNTO DE INTERÉS GEOLÓGICO	39
ECUACIÓN 3.6 CALIDAD INTRÍNSECA	39
ECUACIÓN 3.7 POTENCIAL DE USO	40
ECUACIÓN 3.8 ÍNDICE DE GEODIVERSIDAD	43
ECUACIÓN 7.1. PROMEDIO	98
ECUACIÓN 7.2. DESVIACIÓN ESTANDAR	98
ECUACIÓN 8.1 SUPERFICIE RELATIVA DE RECINTO	120
ECUACIÓN 8.2 SUPERFICIE TOTAL DE LA CLASE.	120
ECUACIÓN 8.3 ABUNDANCIA RELATIVA	122
ECUACIÓN 8.4 EXTENSIÓN	122
ECUACIÓN 8.5 ÍNDICE DE GEODIVERSIDAD.	124

FIGURAS

FIGURA 1.1. ZONA DE ESTUDIO. TOMADO Y MODIFICADO DE: HTTP://WWW.A-VENEZUELA.COM/MAPAS/MAP/HTML/ESTADOS/VARGAS.HTML	8
FIGURA 3.1. EJEMPLO DEL SISTEMA DE ORGANIZACIÓN EN JERARQUÍAS DE LOS ELEMENTOS GEOLÓGICOS.	27
FIGURA 3.2. “GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN DE LA GEODIVERSIDAD INTRINSECA”. TOMADO DE: L. CARCAVILLA URQUÍ, J. LÓPEZ MARTÍNEZ Y J. J. DURÁN VALSERO, 2007, PÁG. 154.	30
FIGURA 3.3. “GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE CLASE (FC)”. TOMADO DE: L.CARCAVILLA URQUÍ, J. LÓPEZ MARTÍNEZ Y J. J. DURÁN VALSERO, 2007, PÁG. 155.	31
FIGURA 3.4. “GRAFICA DE SUPERFICIE ACUMULADA DE CLASE (SA)”. TOMADO DE: L.CARCAVILLA URQUÍ, J. LÓPEZ MARTÍNEZ Y J. J. DURÁN VALSERO, 2007, PÁG. 156.	32
FIGURA 3.5. “GRAFICA DE SUPERFICIE ACUMULADA DE CLASE CON LA LINEA QUE MARCA SU DISTRIBUCIÓN”. TOMADO DE: L.CARCAVILLA URQUÍ, J. LÓPEZ MARTÍNEZ Y J. J. DURÁN VALSERO, 2007, PÁG. 156.	33
FIGURA 4.1. “MAPA DE AFLORAMIENTOS DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS DE LAS ANFIBOLITAS DE NIRGUA” TOMADO Y MODIFICADO DE HTTP://WWW.PDVSA.COM/LEXICO/N200W.HTM	50
FIGURA 4.2. “MAPA DE AFLORAMIENTOS DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS DEL AUGENGNEIS DE PEÑA DE MORA” TOMADO Y MODIFICADO DE HTTP://WWW.PDVSA.COM/LEXICO/P410W.HTM	57
FIGURA 4.3. “MAPA DE AFLORAMIENTOS DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS DEL ESQUISTO DE SAN JULIAN” TOMADO Y MODIFICADO DE HTTP://WWW.PDVSA.COM/LEXICO/S210W.HTM	62
FIGURA 8.1. “JERARQUIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA GEODIVERSIDAD”	108

GRÁFICOS	
GRAFICO 6.1. “DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DE GEODIVERSIDAD DEL TERRITORIO”.	88
GRAFICO 6.2. “FRECUENCIA DE CLASES LITOLÓGICAS”	89
GRAFICO 6.3. “FRECUENCIA DE CLASES ESTRUCTURALES”	90
GRAFICO 6.4. “FRECUENCIA DE CLASES GEOMORFOLÓGICAS”	90
GRÁFICO 6.5. “SUPERFICIE ACUMULADA DE CLASES”	92
IMAGENES	
IMAGEN 1.1. “IMAGEN DE SATÉLITE 6747 – I – SO DEL NORTE DEL ESTADO VARGAS” EN ROJO VÍA QUE COMUNICA LAS LOCALIDADES DE ORICAO Y CHICHIRIVICHE DE LA COSTA. TOMADO Y MODIFICADO DE BASE CARTOGRÁFICA DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL ESTADO VARGAS (POTEV-2003).	8
IMAGEN 4.1. “CONTACTO DE FALLA ENTRE LAS ANFIBOLITAS DE NIRGUA (CN) Y SERPENTINITAS (SP)”. FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	51
IMAGEN 4.2. “LENTES Y ESTRUCTURA DE BUDINES, ANFIBOLITAS DE NIRGUA, EN PUNTA DEL MONO”. FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	52
IMAGEN 4.3 “AUGENGNEIS DE PEÑA DE MORA” FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	59
IMAGEN 4.4. “AFLORAMIENTO DE AUGENGNEIS DE PEÑA DE MORA EN LA CUENCA DEL RÍO CHICHIRIVICHE DE LA COSTA”. FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	61
IMAGEN 4.5. “VISTA DESDE HELICÓPTERO A LA BAHÍA DE CHICHIRIVICHE” FOTO: ABDELNOUR, MARÍA C.	67
IMAGEN 4.6. “VISTA DESDE HELICÓPTERO A LA BAHÍA DE CHICHIRIVICHE” FOTO: ABDELNOUR, MARÍA C.	70
IMAGEN 5.1. “VISTA AL ESTE DE LA COSTA, DESDE PUNTA EL VIGIA, PROXIMO AL PUEBLO DE CHICHIRIVICHE DE LA COSTA” FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	75
IMAGEN 5.2. “VISTA DE LA BAHÍA DE CHICHIRIVICHE DE LA COSTA, DESDE PUNTA EL VIGIA”. FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	77
IMAGEN 5.3. “IMAGEN DE SATÉLITE 6747 – I – SO DEL NORTE DEL ESTADO VARGAS”. FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	79
IMAGEN 5.4. RED HIDROGRÁFICA DE LA CORDILLERA DE LA COSTA CENTRAL. TOMADO DE: IMAGEN DE VENEZUELA UNA VISIÓN ESPACIAL, PETRÓLEOS DE VENEZUELA, S.A.	80
IMAGEN 5.5. PRECIPITACIÓN ANUAL DE LA CORDILLERA DE LA COSTA CENTRAL. TOMADO DE: IMAGEN DE VENEZUELA UNA VISIÓN ESPACIAL, PETRÓLEOS DE VENEZUELA	82
IMAGEN 5.6. “VEGETACIÓN XEROFITA EN PUNTA DEL MONO, AL OESTE DE CHICHIRIVICHE DE LA COSTA”. FOTO: Y. LOPÉZ, R. SOSA 2009.	83
TABLAS	
TABLA 3.1. “PATRONES TEORICOS DE GEODIVERSIDAD ” TOMADO DE: L.CARCAVILLA URQUÍ, J.	35
TABLA 3.2. “INDICADORES Y CATEGORÍAS DEFINIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS LIG” (REPRODUCIDO DE BONACHEA ET AL., 2005). TOMADO DE (BRUSCHI V., 2007), TESIS DOCTORAL, PAGINA 91.	41
TABLA 3.3. “ELEMENTOS QUE COMPONEN LA GEODIVERSIDAD SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE”. TOMADO DE: BOLETÍN DE LA A.G.E. N. ° 45 - 2007, PÁGS. 79-98, (PAGINA 83). SERRANO CAÑADAS, E. Y RUIZ FLAÑO, P.	44
TABLA 3.4. “ESCALA DE VALORES DE LA RUGOSIDAD DE LAS UNIDDES”. TOMADO DE: BOLETÍN DE LA A.G.E. N. ° 45 - 2007, PÁGS. 79-98, (PAGINA 83). SERRANO CAÑADAS, E. Y RUIZ FLAÑO, P.	45

TABLA 3.5. “ESCALA DE VALORES DE GEODIVERSIDAD”. TOMADO DE: BOLETÍN DE LA A.G.E. N.º 45 - 2007, PÁGS. 79-98, (PAGINA 83). SERRANO CAÑADAS, E. Y RUIZ FLAÑO, P.	45
TABLA 4.1. “TABLA DE CORRELACION DE LA CORDILLERA DE LA COSTA, PRE-CAMBRICO - CRETACICO” TOMADO DE URBANI (2000 A, P. 83).	48
TABLA 4.2. “TIPOS LITOLÓGICOS DE LAS ANFILOBITAS DE NIRGUA” TOMADO Y MODIFICADO DE: BARBOZA Y RODRÍGUEZ, 2001	53
TABLA 6.1. “TABLA RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE LA GEODIVERSIDAD PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO, CHICHIRIVICHE DE LA COSTA”.	87
TABLA 6.2. “TABLA RESUMEN DE LA FRECUENCIA DE CADA CLASE	89
TABLA 6.3. “SUPERFICIE RELATIVA DE CLASES”	91
TABLA 6.4. “SUPERFICIE ACUMULADA DE MUESTRAS”	91
TABLA 6.5 “ANÁLISIS DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO”	92
TABLA 6.6. “VALOR DEL LUGAR DE INTERÉS GEOLÓGICO”	95
TABLA 6.7. “CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS”	95
TABLA 7.1 “FRECUENCIA DE CLASES”	98
TABLA 7.2 “SUPERFICIE RELATIVA DE CLASES”	99
TABLA 7.3.”VALOR DE INTERÉS GEOLÓGICO”	101
TABLA 7.4.”VALOR DE INDICE DE GEODIVERSIDAD”	102
TABLA 8.1.FICHA DE LITOLÓGICA TOMA DE DATOS DE GEODIVERSIDAD.	114
TABLA 8.2.FICHA ESTRUCTURAL TOMA DE DATOS DE GOEDIVERSIDAD.	115
TABLA 8.3. DESCRIPCIÓN GRÁFICA.	117
TABLA 8.4. “ESCALA DE VALORES DE RUGOSIDAD DE LAS UNIDADES”. TOMADO DE: SERRANO E. Y RUIZ F. (2007)	124
TABLA 8.5.“TABLA DE ESCALA DE VALORES DE GEODIVERSIDAD”. TOMADO DE:	125
TABLA G.1. “JERARQUIAS ESCALARES DE LA GEODIVERSIDAD” TOMADO DE: BOLETIN DE LA A.G.E. N° 45 -2007, PAGES 79 – 98. GEODIVERSIDAD: CONCEPTO, EVALUACIÓN Y APLICACIÓN TERRITORIAL. SERRANO CAÑADAS, E. Y RUIZ FLAÑO, P.	171

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS

1.2. JUSTIFICACIÓN

1.3. ALCANCES

1.4. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN GEOGRÁFICA

1.5. METODOLOGÍA

1.6. ANTECEDENTES

1.1.- OBJETIVOS

1.1.1.- Objetivo General

Diseñar un método para caracterizar geodiversidad, a partir de métodos existentes aplicados en Chichirivche de la Costa, estado Vargas, Venezuela.

1.1.2.- Objetivos Específicos

- Recopilar distintos métodos de estudio y caracterización de geodiversidad.
- Establecer criterios selección que serán aplicados a los métodos.
- Recopilar información geológica de interés disponible del área.
- Realizar la comprobación física en campo, de la existencia y vigencia de los afloramientos descritos en la bibliografía, así como identificar otros de interés futuro.
- Ubicar en una base de datos cartográfica los Lugares de Interés Geológico (LIG).
- Aplicar en la zona de Chichiriviche de la Costa, todos aquellos métodos aceptados.
- Analizar los resultados obtenidos de todos los métodos, comparando y extrayendo los procedimientos y técnicas más favorables según los criterios y objeto de esta investigación.
- Proponer en base a los métodos analizados un nuevo método integrado.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

Se tiende a pensar que los recursos geológicos no requieren de atención o protección si se les compara con los recursos biológicos de una región. Sin embargo, en el marco del desarrollo humano actual, se hace necesario un mecanismo que administre y salvaguarde los recursos de interés geológico. Acciones indirectas como

deforestación, cambios climáticos, pueden alterar los ecosistemas erosionando y hasta destruyendo evidencias geológicas de importante significado científico.

En nuestro país, son constantes las amenazas que sufre el patrimonio geológico, irrespetando y destruyendo afloramientos, en ocasiones únicos representativos de una formación o de importantes secuencias estratigráficas.

Partiendo de que la geología en nuestro país está ampliamente difundida y desarrollada en la exploración petrolera, es difícil entender la escasa cultura geológica que nuestra sociedad posee, siendo un país con profundas raíces sociales y culturales en la materia.

En base en lo anterior, éste proyecto presenta como propuesta final desarrollar un método para caracterizar geodiversidad a partir de los trabajos y propuestas actuales disponibles, aplicadas en la localidad de Chichiriviche de la Costa, en el estado Vargas, que permita sentar las bases de métodos e investigación del país en el área de la geodiversidad.

1.3.- ALCANCES

Elaborar una propuesta de método básica y abierta adaptada a las condiciones sociales y económicas de Venezuela para estudios y caracterizaciones de geodiversidad. Aplicando los métodos seleccionados en la zona Chichiriviche de la Costa, a fin de determinar que técnicas y procedimientos de estos se adaptan en Venezuela y desarrollar aquellos que no estén comprendidos.

1.4.- UBICACIÓN Y EXTENSIÓN GEOGRÁFICA

La zona de estudio corresponde al flanco norte de la Cordillera de la Costa Central, específicamente en el estado Vargas. Abarcando una franja en la localidad de

Chichiriviche de la Costa y con elevaciones menores a 150 metros s.n.m. (Ver figura 1.1).



1.4.1.- Vías de Acceso

La principal vía de acceso la constituye la carretera de la costa, que se extiende al lo largo del norte del estado Vargas. imagen 1.1.



IMAGEN 1.1. “Imagen de satélite 6747 – I – SO del norte del estado Vargas” En rojo vía que comunica las localidades de Oricao y Chichiriviche de la Costa. Tomado y modificado de base cartográfica del Plan de Ordenamiento del Estado Vargas (POTEV-2003).

1.5.- METODOLOGÍA

En base a la labor de desarrollar un método de estudio y los trabajos que en la zona se pretenden desarrollar, las características de los estudios de geodiversidad, las particularidades geológicas y sociales del área, el estudio se dividió el estudio en tres fases.

1.5.1.- Estudio y Recopilación Bibliográfica Preliminar

- Se contactaron instituciones y fundaciones de carácter nacional e internacional que adelantan estudios y proyectos en los temas de geoparques y desarrollo de inventarios de geodiversidad, que pudieran orientar la línea de trabajo de esta investigación y definir adecuadamente los conceptos y alcances.
- Se recibió asesoría y capacitación en materia de gerencia, gestión y caracterización de geodiversidad por parte del Naturtejo Geopark (Portugal) de manera presencial en calidad de pasantes (Agosto 2008).
- Se consultaron fuentes bibliográficas contentivas de trabajos de geología del área de estudio, en tesis de grado, congresos nacionales e internacionales, bibliotecas públicas y privadas, con especial interés en aquellos que describen petrográfica y geomorfológicamente la región, también fueron consultados estudios de vulnerabilidad urbana y los que describen afloramientos y puntos de interés geológico que requieren preservación.
- Se entrevistaron consultados profesionales e investigadores de las geociencias, que conocen la zona de estudio y que pudieran proponer puntos de interés.

- La interpretación topográfica y fotogeológica para la determinación de estructuras a gran escala se realizó en base a cartas topográficas a escala 1:25000 identificadas con los N° 6747-IV-SE, 6747-I-SO y fotos aéreas a escala 1:25000 de la misión N° 030198, pertenecientes al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.
- Diseño de guías de trabajo, tablas de control de datos y fichas de inventario de geodiversidad, que fueron llenadas en campo, con la información detallada de los Lugares de Interés Geológico (LIG).

1.5.2.- Fase de Campo

- Fueron seleccionados aquellos lugares donde la información geológica es escasa o contradictoria, para realizar el estudio de campo y complementar la información preexistente.
- Se corroboraron las unidades geológicas, estratigráficas y estructurales, previamente consultadas en la bibliografía.
- Se recorrió el área de estudio en busca de Lugares de Interés Geológico (LIG), describiéndolos extensa y detalladamente, haciendo uso de planillas de control previamente desarrolladas, teniendo especial cuidado en ubicarlos geográficamente en un mapa topográfico.
- En base a las observaciones de campo, se definieron claramente los límites físicos de la zona de aplicación.

1.5.3.- Fase de Trabajo de Oficina

- Se creó una base de datos digital y física, de los Lugares de Interés Geológico (LIG) seleccionados en la fase de campo detallando extensamente ubicación, acceso, características geológicas, importancia para las comunidades vecinas, aprovechamiento turístico y evaluación de riesgos de no preservación del recurso geológico.
- Con base a los datos obtenidos en campo y los corroborados previamente de la consulta bibliográfica, se realizó la descripción detallada de la geología de la zona y fueron descritos los procesos geológicos del pasado que han dejado evidencias y los del presente que puedan ser observados.
- Fue elaborada una descripción de la geografía física, incluyendo características climáticas, drenajes, relieve y vegetación.
- Se actualizó el mapa geológico de la zona de estudio.
- Se realizó el levantamiento geológico de los lugares caracterizados.
- Se elaboró un mapa de rutas, senderos y actividades, puntos de observación e indicación de lo que se espera observar.

1.6.- ANTECEDENTES

Se ejecutó una revisión de los estudios referentes a la geología de la zona y de material existente en Venezuela y otros países con experiencias con el manejo en geodiversidad, a partir de los cuales se estableció la metodología de trabajo.

1.6.1.- Trabajos de Geología

BARBOZA s., LUCIA; RODRIGUEZ A., SIUL G. *INTEGRACIÓN DE LA GEOLOGÍA DEL ESTADO VARGAS Y DEL FLANCO SUR DEL MACIZO DEL ÁVILA AL NORTE DE CARACAS*. Tutor Académico: Prof. Franco URBANI. Tutor Industrial: Ing. José Antonio RODRÍGUEZ. Trabajo Especial de Grado. Caracas, UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Año 2001, 316 p. Presentan una integración de los trabajos y la información litológica y petrográfica disponible hasta el momento.

URBANI F. y MARINO O. (1981). EL COMPLEJO AVILA CORDILLERA DE LA COSTA, VENEZUELA. GEOS N°29. Caracas, Pag.204

URBANI FRANCO (2008) REVISION DE LAS NOMENCLATURA DE LAS UNIDADES DE LAS ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS DEL NORTE DE VENEZUELA. Bol. Acad. C. Fís., Mat., y Nat., Vol. LXVIII Nos.3 Julio- Septiembre 2008 págs. 27-43. Revisión del estado actual del conocimiento de los complejos litológicos y sus relaciones estructurales.

1.6.2.- Trabajos relacionados al Geoturismo

BOSCH (2004) en su trabajo especial de grado presenta la propuesta para el establecimiento de un parque geológico en la zona de Pallars Jussá, Cataluña. El parque se basa en un inventario de puntos de interés geológico e itinerarios geológico – didácticos.

CARCAVILLA L, LOPEZ J., DURAN J. (2007) PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD: INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN, GESTIÓN Y RELACIÓN CON LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS. Instituto Geológico y Minero de España Madrid 2007,360p. El autor presenta los lineamientos

generales que se deben seguir al realizar estudio y caracterizaciones de geodiversidad principalmente cuando se desean comparar dos o más territorios y su posible declaración de patrimonio geológico.

CARVALHO & MARTINS (2006) divulgan información geológico – turística del Geoparque Naturtejo da Meseta Meridional, en Portugal, con una mezcla de geología y fotografía.

CORVEA *et al.* (2006) realizan la Guía de Puntos de Interés Didácticos del Norte de la Comunidad de Madrid, principalmente enfocados en el conocimiento geológico. La forma de presentación de los puntos de interés fue tomada como base para la presentación de este trabajo.

DOWNLING & NEWSOME (2006) compilan una serie de trabajos sobre geoturismo y los dividen según tres partes fundamentales: los recursos geológicos, los geoparques y geoturismo en acción, con ejemplos de 15 países del mundo donde se ha practicado esta actividad.

GUILLÉN & DEL RAMO (2001) publican las memorias del congreso: “El Patrimonio Geológico: Cultura, Turismo y Medio Ambiente”, realizado en España, donde se presentan trabajos de divulgación científica y utilización de los recursos geológicos con fines educativos y/o turísticos.

KUM P., LILIANA A., LOPEZ R., ROIGAR L. (2007) *DISEÑO DE UN GEOPARQUE EN LA ISLA DE CUBAGUA, ESTADO NUEVA ESPARTA*. Tutor Académico: Prof. Víctor Padrón. Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Año 2007, 120p. Analizan las características geológicas, físicas y su relación con la comunidad de la isla de Cubagua y su posible uso como un geoparque.

MARTÍNEZ (1991) presenta la definición de Monumento Geológico: “toda expresión geomorfológica de características singulares, que por su belleza, infrecuencia, esencia o dimensiones amerita cuidado y protecciones particulares”.

MCKEEVER (2006) publica los resúmenes de más de 100 trabajos expuestos ante la Segunda Conferencia Global sobre Geoparques, realizada en Belfast, Irlanda del Norte en septiembre de 2006. Presenta los más recientes avances en cuanto a la creación, manejo y protección de Geoparques en los cinco continentes.

NORTH PENNINES AONB PARTNERSHIP (2004) publica un informe donde establece un plan de acción para el manejo de la geodiversidad y belleza natural en Gran Bretaña.

RESTREPO (2002) plantea la creación de una metodología para la evaluación y protección del patrimonio territorial, paisajístico y geológico en una región de Antioquia, Colombia.

SERRANO E. y RUIZ f. (2007) GEODIVERSIDAD: CONCEPTO, EVALUACION Y APLICACIÓN TERRITORIAL. EL CASO DE TIERMES CARACENA (SORIA). Valladolid. Departamento de Geografía, Universidad de Valladolid – España. Boletín de la Asociación de Geógrafos Española. N°45. Págs. 79- 98. Propone estudiar la geodiversidad y su relación con los controles geomorfológicos, establece que la geodiversidad de un territorio puede o no estar controlada exclusivamente por la geomorfología y establece cálculos y procedimientos para determinar esta condición.

SCHOBENHAUS (2005) presenta el proyecto “Geoparques”, llevado a cabo por el Servicio Geológico de Brasil. Resalta en este trabajo la metodología planteada para la creación de geoparques y una lista tentativa de futuros parques del país, entre estos se incluye el Cerro Roraima, que sólo tiene acceso por Venezuela actualmente.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. MARCO GENERAL DEL ESTUDIO DE LA GEODIVERSIDAD

2.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.3. LIMITANTES

2.4. MÉTODOS RECOPIADOS

2. 1 MARCO GENERAL DEL ESTUDIO DE LA GEODIVERSIDAD

Dado los alcances de éste trabajo especial de grado, se propone una investigación descriptiva de campo, con una pequeña fase previa exploratoria donde son identificados métodos que luego serán aplicados, comparando sus comportamientos y estableciendo las relaciones entre sus variables.

El estudio de geodiversidad nos permite ponderar un espacio por su potencial educativo, científico, turístico, recreativo, del cual derivan actividades productivas como el geoturismo, que pueden constituir una fuente de desarrollo económico sustentable para las comunidades que lo posean y administren, de la misma manera que ocurre con la biodiversidad, el patrimonio histórico o arqueológico.

Si bien, en la actualidad se desarrollan trabajos y proyectos cuyo pilar fundamental es el estudio y caracterización de geodiversidad, como por ejemplo, Geoparques, declaración de patrimonio geológico y proyectos ambientales, no existe una metodología estandarizada ni reconocida de carácter formal en la comunidad geológica (internacional para el estudio de la geodiversidad).

Tomando en cuenta, las ideas expuestas hasta ahora por autores como Nieto (2001), Gray (2004), las organizaciones como la UNESCO, *European Geoparks Network*, *Global Geoparks Network*, y distintas fundaciones que desarrollan, gerencia y administran Geoparques. Se propone desarrollar una propuesta de método para el estudio y caracterización de geodiversidad, adaptada a las condiciones geológicas, fisiográficas, climáticas, económicas y sociales de Venezuela, específicamente en la localidad de Chichiriviche de la Costa, estado Vargas, de manera que sea un método básico y abierto que se pueda adaptar a las condiciones en las regiones donde se quiera aplicar.

Serán sometidos a selección tres procedimientos y métodos de estudio de geodiversidad probados y publicados por los expertos que en la actualidad adelantan

estudios en el área, de tal manera que se logre extraer de cada uno de ellos las técnicas más favorables para nuestros requerimientos y condiciones diversas que caracterizan la geología de nuestro país.

La necesidad de un método estandarizado se hace más evidente al momento de comparar la geodiversidad de dos territorios, en ocasiones se podrá saber de manera intuitiva, cuál de las dos zonas es más geodiversa. Pero no siempre será viable esta opción y no satisface nuestro requisito de desarrollar un método con bases en parámetros cuantificables, evitando la subjetividad. Por ello conviene definir parámetros que permitan comparar la geodiversidad de manera más objetiva sobre todo en aquellos casos donde la diferencia no sea tan evidente.

2.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Es importante establecer el carácter objetivo de esta investigación. Es fundamental que sean descartados todos los métodos y procedimientos que le impriman algún carácter de subjetividad a la propuesta de método, aun cuando se tiene presente que toda investigación científica está sujeta a este parámetro. Acercando así el resultado final a los principios finitos y cuantificables que se esperan en cualquier trabajo de ingeniería.

Se hace necesario que el método propuesto, sea manejable por cualquier individuo de la comunidad de las geociencias, su aplicación no requerirá de conocimientos más amplios o específicos a los manejados por un profesional del área. Salvo casos donde la complejidad del proyecto o de los resultados esperados requiera un entendimiento de ciencias naturales, distribuciones geográficas y la incorporación de profesionales de otras áreas como biólogos, geógrafos, ecólogos, estadísticos o matemáticos y demás especialistas requeridos por el proyecto.

Han sido recopilados trabajos desarrollados en España, ya que actualmente es donde se encuentra la mayor concentración de estudios en idioma español, sumado al apoyo directo recibido de los especialistas del área, así como también la experiencia laboral y de investigación elaborada por los autores de esta obra en Portugal y España respectivamente.

En España concretamente se ha desarrollado su aplicación directa, en inventarios nacionales de puntos de interés geológico, (Proyecto “Puntos de Interés Geológico Singular” del Instituto Geológico y Minero de España), creación y desarrollo de Geoparques, declaración de patrimonio geológico, publicaciones oficiales y tesis doctorales entre otros, que han impulsado la investigación en estas áreas dentro de la comunidad geológica de ese país.

Es evidente y será visto más adelante, que la realidad socio-económica en Venezuela es absolutamente diferente, y de manera general sin querer entrar en detalle, podemos ejemplificar que a nivel jurídico no tenemos donde ampararnos para la protección de espacios geológicos. Aquí es donde surgen matices que dificultan la aplicación directa de estos métodos en el país y resto de Latino América.

A continuación se detallan los criterios básicos sobre los cuales serán aceptados o rechazados los métodos y procedimientos recopilados:

- Aplicabilidad en la zona de estudio.
- Adaptable a las condiciones sociales y económicas de Venezuela.
- Establecer ponderaciones y escalas de valor numéricas a elementos de la geodiversidad que luego puedan ser sometidos a análisis matemático.

2.3 LIMITANTES

- Seleccionar sólo la información disponible en idioma español, por no poseer dominio de otros idiomas ni recursos para realizar las traducciones necesarias.
- Recopilar solo publicaciones de carácter formal como libros, tesis doctorales, tesis de pregrado, boletines oficiales y publicaciones de revistas científicas.
- Disponibilidad financiera para abarcar más investigación y desarrollo del proyecto.

2.4 METODOS RECOPIRADOS Y SELECCIÓN

- **(L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007)** Presentan en su libro titulado “Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos” publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, un método para el estudio del patrimonio geológico y geodiversidad, con bases en análisis estadístico que los autores proponen como un marco metodológico básico, sobre el cual se deberá desarrollar a futuro. También expone su carácter netamente teórico y no profundiza en detalles de los problemas que podrían resultar en su aplicación. Resulta atractivo su estudio e inclusión en este trabajo, por la forma en que son jerarquizados los elementos geológicos de un territorio y el manejo de datos que en el se proponen.

Considerando las bases y estructura de este método, se acepta como parte de esta investigación para su aplicación y posterior análisis.

- **(Bruschi V., 2007)** en su tesis doctoral “Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad” propone el método de: Evaluación Directa de LIG por Medio de Juicio de Expertos. Consiste en la elaboración de listas de lugares de interés geológico (LIG) por parte de profesionales en ciencias de la tierra con experiencia en el área sometida a estudio, que luego serán ponderadas según su grado el grado de importancia que los expertos consideren posee cada lugar o rasgo geológico, apelando al grado de conocimiento que cada uno tenga de la zona y su criterio personal. Bruschi V., lo define como un método sencillo, rápido y fácil de aplicar, pero también, con un alto grado de subjetividad, por lo que se deberá esperar discrepancias en las escalas de valor. A demás se desconocen los métodos o técnicas aplicadas por cada experto para la selección de los LIG.

Este método resulta incompatible con los criterios de selección planteados, ya que presenta un alto grado de subjetividad. Por lo tanto, se descarta totalmente su uso dentro de esta obra.

En este trabajo también evalúa los procedimientos paramétricos para la valoración de Lugares de Interés Geológico, propuestos por **(Bonachea et al., 2005)** que miden o puntúan características concretas de los lugares a clasificar, en lugar de atribuir un valor según el juicio sinóptico de los expertos. Se presenta entonces un procedimiento en principio más objetivo, proporcionando modelos, siempre y cuando sean aceptados los criterios de partida.

El método propuesto se ha elaborado en base al cálculo de índices de calidad para tres conjuntos de criterios: calidad intrínseca, grado de amenaza, potencial de uso.

Considerando las bases y estructura de este método, se acepta como parte de esta investigación para su aplicación y posterior análisis.

- En el Boletín de la A.G.E. (Agencia de Geógrafos de España) N. ° 45 - 2007, págs. 79-98, **Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, P.**, Geodiversidad: Concepto, Aplicación y Evaluación Territorial. El caso de Tiernes Caracena (Soria). Del Departamento de Geografía de la Universidad de Valladolid. Serrano C. y Ruiz F. (2007) postulan un procedimiento que se apoya en el establecer y delimitar unidades geomorfológicas, así como la identificación de los elementos contenidos en ella, mediante: análisis de elementos abióticos, establecimiento de unidades geomorfológicas y valoración de unidades. Para ello propone la aplicación de formulas con escalas de valor teóricas, atendiendo a los elementos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, edáficos, rasgos de suelo, y variables climáticas.

Los autores, lo definen como un procedimiento objetivo que permite cuantificar la geodiversidad de diferentes unidades y la efectiva comparación de unidades dentro de un mismo territorio como de diferentes ámbitos geográficos.

Considerando las bases y estructura de este método, se acepta como parte de esta investigación para su aplicación y posterior análisis.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. ESTUDIO DE GEODIVERSIDAD POR PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS

3.2. EVALUACIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO POR MEDIO DE PROCEDIMIENTOS PARAMÉTRICOS

3.3. ESTABLECIMIENTO DE GEODIVERSIDAD POR DELIMITACIÓN DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

3.1 ESTUDIO DE GEODIVERSIDAD POR PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS

A continuación se detalla la metodología propuesta Carcavilla L, *et. al.* (2007), para el estudio de geodiversidad.

El procedimiento presentado por el autor, se divide en tres grupos fundamentales: definición de la muestra, definición de las clases de geodiversidad, análisis de la geodiversidad.

Definición de la Muestra

El estudio de geodiversidad tiene un componente estadístico que frecuentemente requiere mucho trabajo de oficina, siempre y cuando se disponga de suficiente información cartográfica local y geológica previamente, sin embargo, ésta deberá ser confirmada y actualizada en campo. En el caso que la información geológica sea inexistente, el primer paso será obtenerla mediante la prospección en campo con su respectivas cartografía geológica.

Se define entonces la muestra para estudiar la geodiversidad, a la selección de los elementos geológicos que conforman la región a estudiar, denominado muestra, porque es el término utilizado en estadística para el conjunto de elementos que van a ser analizados, igual que el caso matemático, los elementos deberán estar contenidos en un espacio finito y con límites perfectamente definidos y concretos. Estos elementos serán clasificados en función del grado de detalle, es decir, de la escala, y de su naturaleza, para luego ser denominados clases.

No podemos dejar a un lado la importancia que tiene el contacto directo con la comunidad que se desarrolla en la zona a estudiar, sus habitantes podrán dar

información de lugares que pudiesen ser inventariados, debemos recordar que no hay nadie que mejor conozca el terreno que sus propios habitantes.

Cartografía

Es fundamental contar con información geológica previa del territorio y disponer de una base cartográfica de partida, que se ira desarrollando a medida que se vayan completando las fases del estudio de geodiversidad con la elaboración de otros mapas temáticos.

El estudio de geodiversidad requiere la realización de cartografía específica que muestre como se distribuyen espacialmente las clases dentro del territorio. Esto solo se podrá hacer realizando varias cartografías temáticas cuya integración (superposición de mapas) resulte en una cartografía integrada y permita obtener un diagnóstico.

Delimitación del Área de Estudio

Establecer los límites físicos de la zona en estudio, es como todo proyecto geológico, dentro de la fase inicial el paso más importante. Entonces, la zona de estudio podrá estar definida en función de diferentes parámetros entre los cuales podemos mencionar los administrativos, geológicos, biogeográficos, arbitrarios, entre otros. Como afirma Nieto (2001), la geodiversidad siempre deberá referirse a una determinada zona. Lo ideal es que la zona de estudio sea definida por criterios geológicos, así se garantiza la inclusión de todos los elementos geodiversos de interés y de las unidades geológicas en totalidad.

Es importante detallar que en la mayoría de los casos, cuanto mayor es el área de estudio, mayor será la geodiversidad de ésta. Sin embargo, esto no es una norma, existen áreas de grandes extensiones poco geodiversas, o el caso contrario, de zonas

muy reducidas con alta geodiversidad. La influencia de las dimensiones sobre los estudios de geodiversidad es clave, de allí la importancia de establecer los límites y referir la información de la geodiversidad a unidades de superficie.

Escala

Definir de forma adecuada la escala de trabajo es importante, ya que en función de ella van a ser considerados los elementos geológicos que luego serán agrupados en clases. Teniendo en cuenta que el estudio de geodiversidad se basa en el análisis estadístico, de una serie de elementos que van a ser considerados y agrupados en función de si pueden o no representar en el mapa a la escala de trabajo. Por lo tanto, si se considera una escala errada, se podrán perder clases y como se explica en la delimitación del área de estudio, toda la información esta referida a unidades de superficie, es decir, mientras mayor sea la escala dentro de una superficie limitada, resultara en menor la geodiversidad en la zona, por lo tanto el método matemático pierde eficiencia.

Entonces la escala define directa o indirectamente las agrupaciones y subdivisiones en que se podrán tomar las muestras, por lo tanto la muestra de menor dimensión nos indica el mayor detalle a representar.

En el estudio de la geodiversidad la escala también será un factor limitante en dos sentidos:

1. La escala de la información de partida condiciona los aspectos a analizar. Elementos no detallados en la información de partida no serán tomados en cuenta en el estudio de la geodiversidad.

2. La escala condiciona el resultado obtenido, pues aspectos contenidos en la información de partida podrán quedar fuera del estudio de geodiversidad, si la escala de la cartografía final es menos detallada.

Es importante entonces, manejar adecuadamente los factores de escala, cuando el estudio de geodiversidad contempla la comparación entre dos o más áreas, conviene que el análisis se haga a la misma escala de ambos estudios.

Elementos a Inventariar

Con estrecha dependencia al estudio de la geología local, los elementos que se van a considerar de ella, son aquellos que aporten información de la variedad geológica del territorio, en función a los parámetros de las clases definidas anteriormente.

La extensión de los elementos a inventariar dentro del territorio, pueden tener dos tipos de ocurrencia:

1. Recintos de carácter cerrado. Son generalmente el tipo más común y en muchos casos cubren la totalidad del área de estudio.
2. Elementos de carácter puntual. Estos podrán ser clases por sí mismos, o contribuir a asignar valores a la clase en que fueron incluidos.

Definición de Clases

Un aspecto importante en el estudio de geodiversidad, es la definición de la clase, dado a que el resultado dependerá directamente del criterio utilizado. Como ya se ha explicado la escala es un condicionante en la selección de las clases, en función de esta la información de partida podrá arrojar distintos resultados.

Los criterios de selección deberán satisfacer otra condición, y es la capacidad de individualidad de las clases con criterios amplios que sean capaces de caracterizar el máximo de elementos posibles. Es decir, el estudio de geodiversidad requiere que sean establecidos los límites de cada una de las clases que definen la muestra. Por ejemplo, en biodiversidad los límites vienen dados por criterios genéticos, taxonómicos o ecológicos (Ibañez, 2004) pero, en geología estos criterios escasamente están bien definidos. El problema entonces es conseguir una serie de criterios que permitan distinguir si dos objetos son suficientemente similares como agruparlos bajo una misma clase o al contrario, pertenecen a distintas clases. (figura 3.1.).

Para ello se pueden recurrir a clasificaciones geológicas estandarizadas como por ejemplo la escala cronoestratigráfica de la IUGS o la clasificación de rocas ígneas de Steckeisen, según sea la naturaleza geológica del territorio a estudiar.

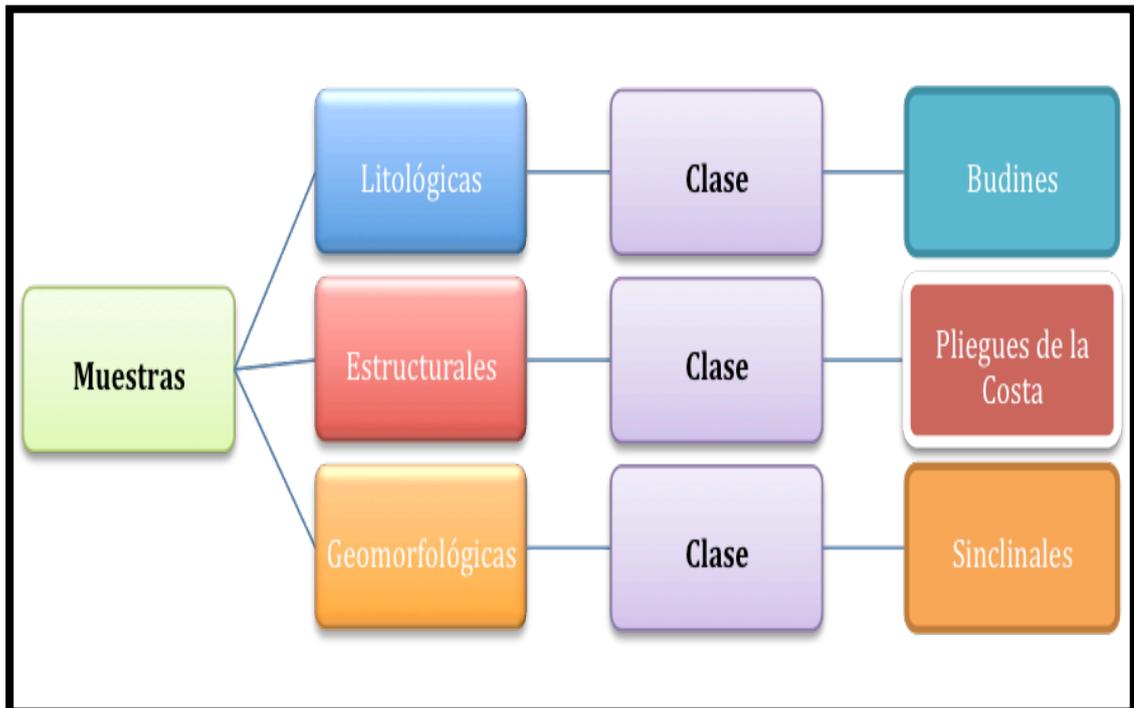


FIGURA 3.1. Ejemplo del sistema de organización en jerarquías de los elementos geológicos.

Aspectos de Selección de Clases

Dos aspectos básicos que caracterizan la geodiversidad de un área son la litología y los intervalos cronoestratigráficos comprendidos en ella. Sin embargo, se hace necesario incluir más aspectos, como la calidad del registro estratigráfico, mineralógico y tipos de yacimientos, por la diversidad y calidad paleobiológica, geomorfológica, paisajística, estructural, y paleogeográfica, citados por Durán *et al.* (1998). Por lo tanto, mientras más variables se consideren, más clases podrán ser definidas en el mismo territorio y más complejo será el estudio.

Ponderación

En la definición de las clases, los aspectos a considerarse, pueden ser o no igual de importantes. Esto dependerá de la finalidad que se pretenda con el estudio de geodiversidad y el grado de complejidad que se le quiera dar. Para hacerlo, la vía es desarrollar un sistema de ponderación, donde se le dé más peso a los aspectos de mayor interés, frente a otros que nos aporten menos información para nuestros objetivos.

Un ejemplo de ponderación de las clases, sería el realizado en el estudio para obtener la visión global del paisaje de un territorio. En él, los aspectos geomorfológicos, estructurales y litológicos tendrán mayor peso frente a los paleontológicos o paleogeográficos, que participan en menor en la configuración paisajística.

Análisis de la Geodiversidad

Abundancia

Se refiere al número total de clases definida en la zona de estudio, prácticamente este parámetro es el que delimita la geodiversidad. Por lo tanto se

puede establecer que a igualdad de escala y de criterio de selección de clases, mientras más clases tenga una zona limitada mas geodiversidad contiene.

En otro sentido si lo que se desea es hacer una comparación entre áreas tomando en cuenta este parámetro es necesario representar las clases de geodiversidad con extinción superficial del terreno que se está estudiando ya que es lógico concluir que mientras mayor sea el área de estudio mayor es el numero de clases que el pueda acoger y esto lo llamamos Geodiversidad intrínseca (G_i) pudiéndose expresar de la siguiente manera:

$$G_i = \frac{C}{S}$$

Ecuación 3.1. Geodiversidad intrínseca

Donde:

G_i = Geodiversidad intrínseca

C = Numero de clases en una zona

S = Superficie del territorio en Km^2 .

Tomado de: (L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007)

Debemos tomar en cuenta que la geodiversidad es un parámetro que se expresa de manera irregular sobre la superficie del terreno, por esta razón, es necesario tomar en cuenta la superficie total de la zona de estudio ya que los valores altos de Geodiversidad intrínseca implica mayor numero de geodiversidad relativa por unidad de superficie. (figura 3.2.).

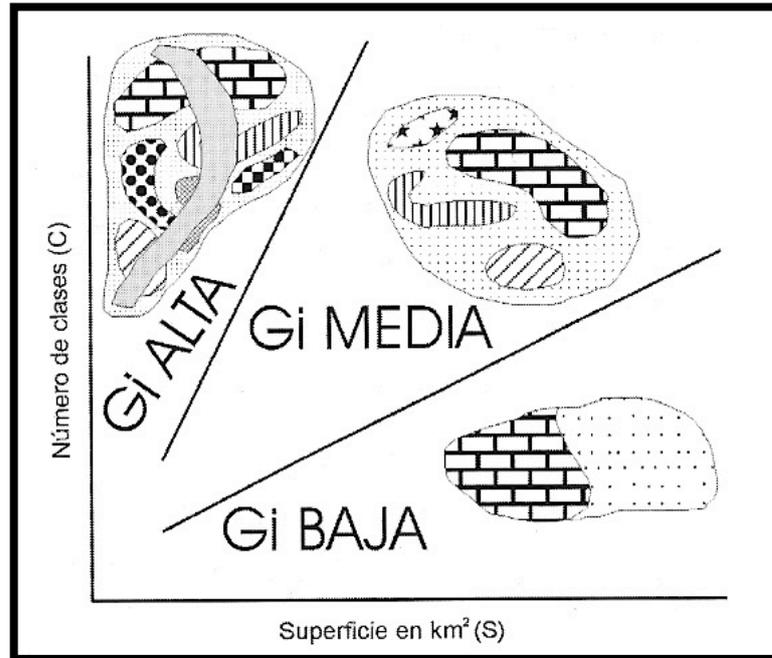


FIGURA 3.2. “GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN DE LA GEODIVERSIDAD INTRINSECA”.

Tomado de: L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007, pág. 154.

Frecuencia

Este parámetro analiza el significado de cada clase en la zona de estudio, este estudio permite conocer las medidas de distribución de la geodiversidad, proporciona datos que indican en número de repetición de las clases y la superficie relativa ocupada por las clases por mencionar algunos. (figura 3.3.).

$$F_c = \frac{rc}{S}$$

Ecuación 3.2. Frecuencia de clase

Donde:

F_c = Frecuencia de la clase

r_c = Números de recinto de esa clase

S = Superficie del territorio en Km^2

Tomado de: (L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valseo, 2007)

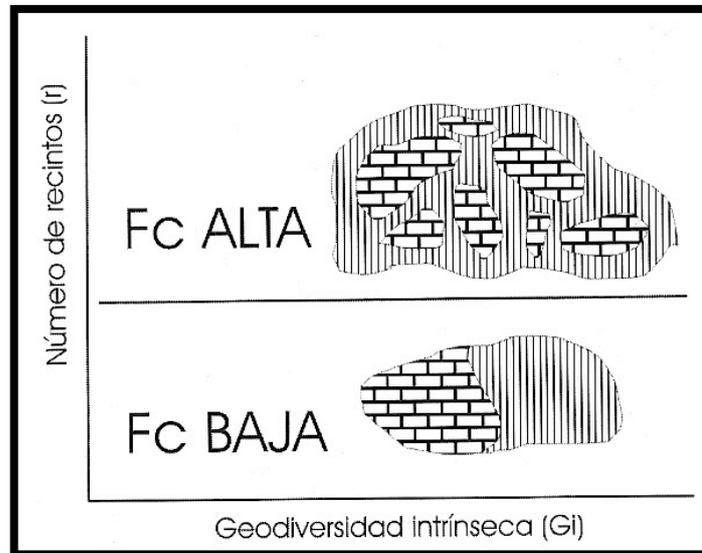


FIGURA 3.3. “GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE CLASE (fc)”. Tomado de: L.Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valseo, 2007, pág. 155.

Superficie relativa de clase

Es la relación que existe entre la superficie que ocupa cada clase en relación a superficie total del terreno en estudio, su expresión viene dado en porcentaje.

$$Src = \frac{(Sn \times 100)}{S}$$

Ecuación 3.3. Superficie Relativa

Donde:

S_c = Superficie relativa de clase

S = Superficie del territorio en Km^2

S_n = Superficie ocupada por la clase en Km^2

Tomado de: (L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valseo, 2007)

Se debe tomar en cuenta que mientras mayor sean los valores de superficie relativa mayor será la presencia de la clase en la extensión total del terreno en estudio.

Superficie acumulada de clases (S_a)

Parámetro que indica la totalidad de área de estudio reflejando la relación entre las superficie acumulada de las clases.

Se representan según su valor de S_c y se ordenan de mayor a menor escala gráfica donde en el eje de las ordenadas tenemos a las clases de geodiversidad y en el eje de las abscisas a la superficie acumulada.

En este sentido podemos concluir que el área de cada clase es igual a la superficie acumulada de cada clase entonces la curva viene representada por una recta de pendiente positiva. Sin embargo, si la curva representa una tendencia que simula una semiparábola podemos decir que una predomina en termino de superficie. (figuras 3.3. y 3.4.).

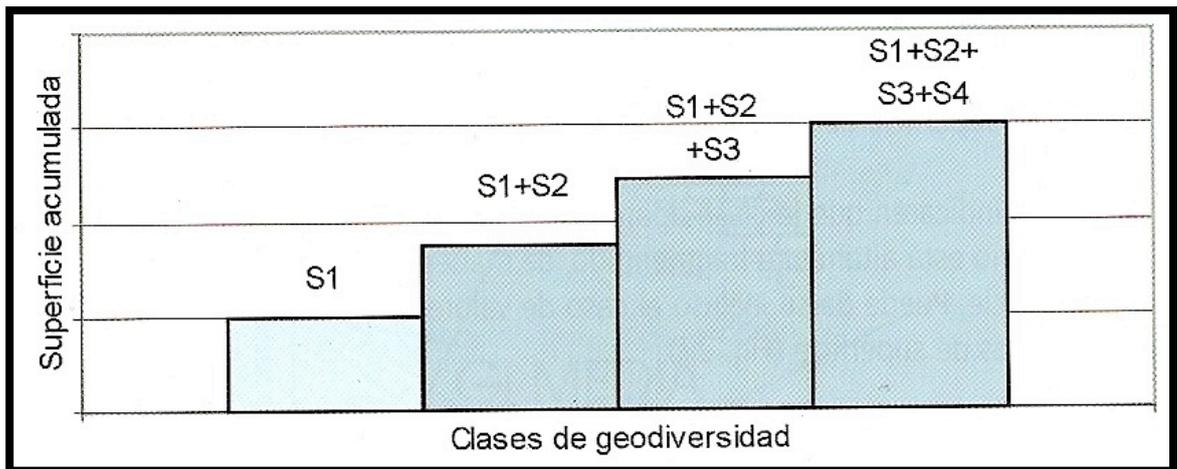


FIGURA 3.4. “GRAFICA DE SUPERFICIE ACUMULADA DE CLASE (S_a)”. Tomado de: L.Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007, pág. 156.

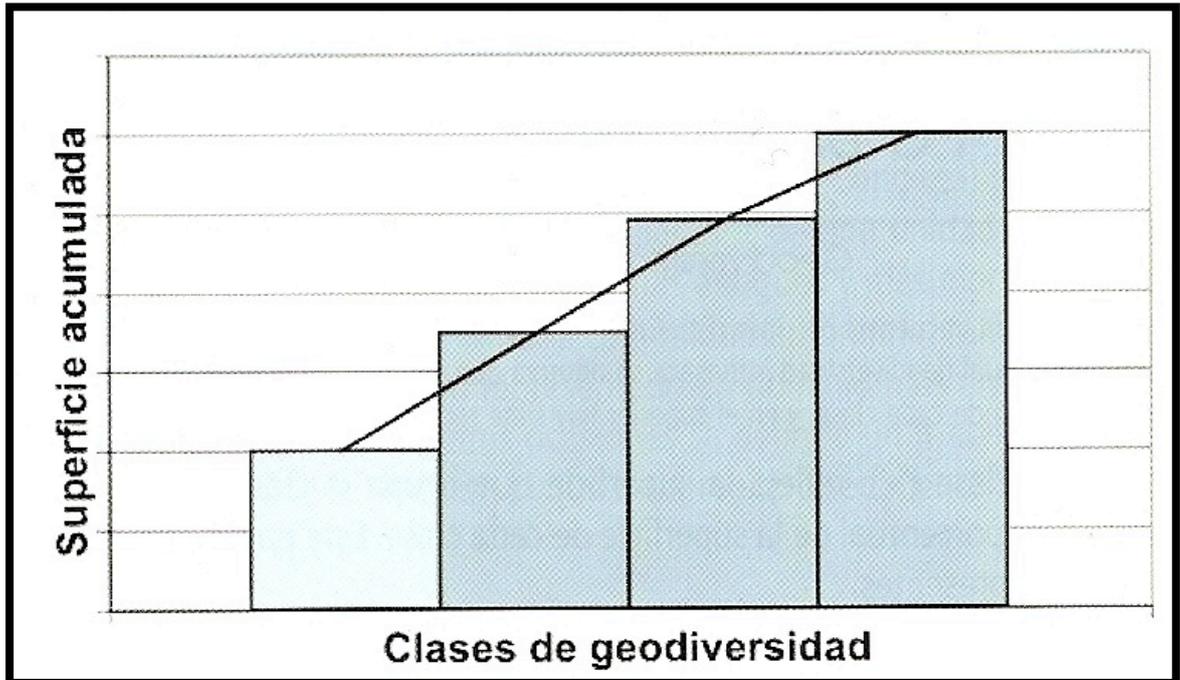


FIGURA 3.5. “GRAFICA DE SUPERFICIE ACUMULADA DE CLASE CON LA LINEA QUE MARCA SU DISTRIBUCIÓN”. Tomado de: L.Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valseiro, 2007, pág. 156.

Distribución

Analiza la distribución espacial de las clases, por su íntima relación con frecuencia y abundancia, su aporte para analizar las pautas de geodiversidad es de utilidad.

Grado de Fragmentación (Gf) es el número de recintos en relación a su superficie total.

$$Gf = \frac{r}{S}$$

Ecuación 3.4. Grado de Fragmentación

Donde:

Gf = Grado de Fragmentación

r = número de recintos presente en un área

S = Superficie del área de estudio expresada en sistema MKS

Tomado de: (L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007)

Como por ejemplo en la tabla 3.1 que ocupan desde la pagina 35 hasta la 38, muestran los patrones teóricos de geodiversidad, resaltando la abundancia, distribución, frecuencia y observaciones de los mismos

TABLA 3.1. “ PATRONES TEORICOS DE GEODIVERSIDAD ” Tomado de: L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007, pag. 160.

TABLA 3.1. (Continuación) “ PATRONES TEORICOS DE GEODIVERSIDAD ” Tomado de: L. Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valseiro, 2007, pag. 161.

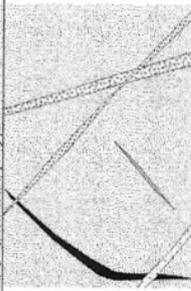
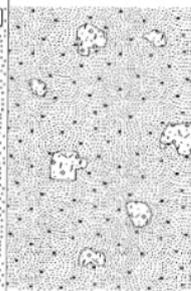
Nº	PATRÓN	ABUNDANCIA		DISTRIBUCION		FRECUENCIA			OBSERVACIONES (conclusiones que pueden establecerse mediante el análisis del patrón, si bien no siempre serán válidas) (1)
		Geodiversidad intrínseca (G_i)	Grado de fragmentación (G_f)	Frecuencia de clase (F_c)	Superficie relativa de clase (S_c)	Curva de superficie acumulada de clases (S_a)			
5		Baja	Alto	Equipfrecuencial	Equipfrecuencial		Equipfrecuencial	Ejemplos de territorios con baja geodiversidad intrínseca y alto grado de fragmentación. La equi-frecuencia de clase tiene como resultado una cierta distribución regular del paisaje. Puede corresponder a zonas con desarrollo de morfologías lineales, como cursos fluviales, diques o elementos estructurales como plicues y fracturas. Por lo general, estos patrones no son muy abundantes en la naturaleza, por lo que la distribución regular de clases y superficies es poco frecuente.	
6		Baja	Alto	Equipfrecuencial	Inequipfrecuencial		Inequipfrecuencial	Territorios con baja geodiversidad y alto grado de fragmentación. Pueden corresponder a casos similares a los de los patrones 1 a 4, pero en este caso la variedad paisajística será, en principio, mayor, ya que el territorio se encuentra más fragmentado. Esto puede deberse a una mayor participación de la tectónica, o a casos con presencia de formaciones superficiales sobre diferentes tipos de sustratos.	
7		Baja	Alto	Inequipfrecuencial	Equipfrecuencial		Equipfrecuencial		
8		Baja	Alto	Inequipfrecuencial	Inequipfrecuencial		Inequipfrecuencial		

TABLA 3.1. (Continuación) “ PATRONES TEORICOS DE GEODIVERSIDAD ” Tomado de: L.Carcavilla Urquí,

J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007, pag. 162.

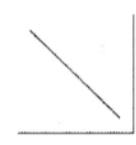
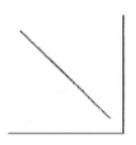
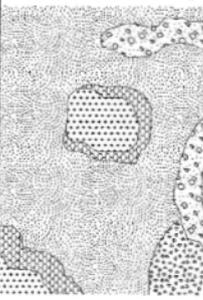
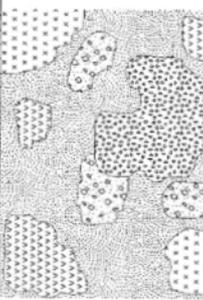
Nº	PATRÓN	ABUNDANCIA		DISTRIBUCION	FRECUENCIA			OBSERVACIONES
		Geodiversidad intrínseca (G_i)	Grado de fragmentación (G_f)		Frecuencia de clase (F_c)	Superficie relativa de clase (S_c)	Curva de superficie acumulada de clases (S_a)	
9		Alta	Bajo	Equifrecuencial	Equifrecuencial		Ejemplo de territorios con alta geodiversidad intrínseca y bajo grado de fragmentación con una distribución de clases equifrecuencial. Puede corresponder a zonas con modelados condicionados por factores estructurales de cierta complejidad como zonas con cabalgamientos, o más sencillos estructuralmente como relieves en cuesta o incluso relieves tabulares erosionados en zonas con topografías abruptas. La complejidad tectónica puede ser baja o muy alta, casi siempre en función del tipo de contacto que delimita las unidades de geodiversidad definidas. La morfología dependerá en gran parte de las características de cada unidad, y de nuevo será importante el intervalo cronogeográfico representado en el área porque, a menudo, implica mayor diversidad litológica e implica mayor complejidad tectónica. Puede corresponder a zonas paisajísticamente muy variadas y diferenciadas, con grandes contrastes entre unidades de geodiversidad, aunque ocasionalmente también puede corresponder a zonas con una cierta monotonía en relación al modelado.	
10		Alta	Bajo	Equifrecuencial	Inequifrecuencial			
11		Alta	Bajo	Inequifrecuencial	Equifrecuencial		Patrón de territorios con alta geodiversidad y que, a pesar del relativamente bajo grado de fragmentación relativo (un sector por cada unidad de geodiversidad), la distribución de clases inequifrecuencial proporciona una mayor complejidad al territorio. Puede corresponder a zonas con una cierta complejidad tectónica, aunque ocasionalmente también puede darse en zonas donde predominan diferentes tipos de formaciones superficiales sobre sustratos relativamente recientes. Morfológicamente la diversidad también será alta, condicionada en gran parte por el tipo de procesos e intensidad de los mismos que hayan actuado sobre cada unidad. Paisajísticamente podrá corresponder a zonas variadas que, en general, lo serán más cuanto mayor diferencia haya entre cada unidad de geodiversidad, lo que a menudo coincide con la amplitud del intervalo cronogeográfico representado.	
12		Alta	Bajo	Inequifrecuencial	Inequifrecuencial			

TABLA 3.1. (Continuación) “ PATRONES TEORICOS DE GEODIVERSIDAD ” Tomado de: L.Carcavilla Urquí, J. López Martínez y J. J. Durán Valsero, 2007, pag. 163.

Nº	PATRÓN	ABUNDANCIA			DISTRIBUCION	FRECUENCIA			OBSERVACIONES
		Geodiversidad intrínseca (G_j)	Grado de fragmentación (G_f)	Frecuencia de clase (F_j)		Superficie relativa de clase (S_j)	Curva de superficie acumulada de clases (S_a)		
13		Alta	Alto	Equiprecuencial	Equiprecuencial	Equiprecuencial		(conclusiones que pueden establecerse mediante el análisis del patrón, si bien no siempre serán válidas) (1) Zonas de alta geodiversidad y alto grado de fragmentación. La organización Equiprecuencial proporciona un cierto orden a una zona que posee componentes que proporcionan una máxima diversidad. Precisamente la organización Equiprecuencial puede deberse a la presencia de elementos estructurales que compartimentan el territorio dando una cierta sensación de orden que se va perdiendo en los siguientes patrones.	
14		Alta	Alto	Equiprecuencial	Inequiprecuencial				
15		Alta	Alto	Inequiprecuencial	Equiprecuencial		Zonas de alta geodiversidad y alto grado de fragmentación. Corresponden a los patrones con, en principio, mayor diversidad paisajística, probablemente con mayor participación tectónica y variedad morfológica. Implica la presencia de diversos rasgos geológicos, litológicos y amplio intervalo cronoestratiográfico representado.		
16		Alta	Alto	Inequiprecuencial	Inequiprecuencial				

3.2 EVALUACIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO POR MEDIO DE PROCEDIMIENTOS PARAMÉTRICOS

La calidad de cada PIG se ha determinado aplicando el siguiente procedimiento desarrollada por (Bonachea *et. al.* , 2005):

$$VPIG = \frac{Ci(2Qi + Pi)}{48}$$

Ecuación 3.5 Valor del Punto de Interés Geológico

Donde:

VPIG = Valor de Punto de Interés Geológico (0 - 1)

Ci = Estado de Conservación (0 – 4)

Qi = Calidad Intrínseca (0 – 4)

Pi = Potencial de uso (0 – 4)

Tomado de: (Bruschi V., 2007)

A su vez:

$$Qi = WA \times A + WE \times E + WK \times K + WEX \times EX + WD \times D$$

Ecuación 3.6 Calidad Intrínseca

Donde:

A = Abundancia Relativa

D = Diversidad

E = Extensión

Ex = Valor del Elemento. Ejemplo geomorfológico

K = Grado de Conocimiento

W = Peso Correspondiente a cada factor, S W =1

Tomado de: (Bruschi V., 2007)

$$P_i = WAC \times AC + WO \times O + WS \times S + WH \times H + WACC \times ACC$$

Ecuación 3.7 Potencial de Uso

Donde:

AC = Tipos de actividades que se pueden llevar a cabo en el lugar

O = Condiciones de observación

S = Servicios disponibles

H = número de habitantes en el entorno

ACC = Accesibilidad

W = Peso Correspondiente a cada factor, $\sum W = 1$

Tomado de: **(Bruschi V., 2007)**

Tabla 3.2. “Indicadores y categorías definidos para la determinación del valor de los LIG”
(reproducido de Bonachea *et al.*, 2005). Tomado de (Bruschi V., 2007), Tesis Doctoral, pagina 91.

CRITERIO	Indicadores	RANGO
ESTADO DE CONSERVACION (C)	ESTADO DE CONSERVACION	4 Bien preservado, no hay rasgos visibles de degradación.
		3 Alguna degradación presente en características menores.
		2 Parte de sus características están degradadas.
		1 Muy afectado por actividades humanas, varias de sus características degradadas.
		0 Degradación total, pérdida de las características del sitio.
		4 Ejemplo único en la región.
CALIDAD INTRINSECA (Q)	Abundancia Relativa de Elementos del Sitio (A) (Fo)	3 2 - 4 ejemplos.
		2 5 - 10 ejemplos.
		1 10 - 20 ejemplos.
		0 > 20 ejemplos.
		4 5 ó más.
	Diversidad de elementos geológicos/geomorfológicos (D)	3 4
		2 3
		1 2
		0 1
		4 > 80% de superficie ocupada por esta clase.
	Extensión del Recinto (Ex) (Sr)	3 70 - 80%
		2 30 - 70%
		1 10 - 30%
		0 < 10%
		4 Procesos activos claramente definidos.
	Valoración del recinto como ejemplo de procesos geomorfológicos (Ea)	3
		2 Erosión/acumulación, procesos del presente que no están claramente definidos.
		1
		0 Formas fósiles o depósitos que pueden ser usados para explicar procesos del pasado.
		4 Más de un trabajo de Doctorado, y numerosos artículos de referencia nacional e internacional.
	Grado de conocimiento sobre el recinto (Q)	3 Al menos una tesis doctoral y al menos un artículo de referencia internacional y varios nacionales.
		2 Algunos artículos de referencia nacional o un artículo de referencia internacional.
		1 Algún informe o nota en diarios nacionales o algún en diario regional o local.
		0 No existen publicaciones sobre el recinto.
4 5 tipos de actividades.		
Tipos de actividades que se pueden desarrollar en el recinto (Ac)	3 4 tipo de actividades.	
	2 3 tipos de actividades.	
	1 2 tipos de actividades.	
	0 1 tipo de actividad.	
	4 Terreno de propiedad pública, sin limitación de acceso ni visual.	
Observación de Condiciones (C)	3	
	2 Limitación del acceso o limitación parcial de la visual.	
	1	
	0 Propiedad privada u obstrucción de la visual por vegetación.	
	4 Buenos servicios cada 4 Km.	
Disponibilidad de Servicios (S)	3 Buenos servicios cada 5 Km.	
	2 Servicios incompletos cada 5 Km.	
	1 Buenos servicios cada 10 Km.	
	0 Ausencia de servicio en un rango de 10 Km.	
	4 > 100.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
Número de habitantes de las áreas vecinas (Pi)	3 60 - 100.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	2 25 - 80.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	1 10 - 25.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	0 < 10.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	4 Acceso directo desde vía nacional / carretera regional.	
Accesibilidad (ACC)	3 Acceso directo desde carretera local.	
	2 Acceso directo desde carretera rural.	
	1 < 1 Km caminando desde vehículo.	
	0 > 1 Km de distancia desde vehículo.	
	POTENCIAL DE USO (P)	Tipos de actividades que se pueden desarrollar en el recinto (Ac)
3 4 tipo de actividades.		
2 3 tipos de actividades.		
1 2 tipos de actividades.		
0 1 tipo de actividad.		
Observación de Condiciones (C)		4 Terreno de propiedad pública, sin limitación de acceso ni visual.
		3
		2 Limitación del acceso o limitación parcial de la visual.
		1
		0 Propiedad privada u obstrucción de la visual por vegetación.
Disponibilidad de Servicios (S)		4 Buenos servicios cada 4 Km.
		3 Buenos servicios cada 5 Km.
		2 Servicios incompletos cada 5 Km.
		1 Buenos servicios cada 10 Km.
		0 Ausencia de servicio en un rango de 10 Km.
Número de habitantes de las áreas vecinas (Pi)	4 > 100.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	3 60 - 100.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	2 25 - 80.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	1 10 - 25.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
	0 < 10.000 habitantes en un radio de 25 Km.	
Accesibilidad (ACC)	4 Acceso directo desde vía nacional / carretera regional.	
	3 Acceso directo desde carretera local.	
	2 Acceso directo desde carretera rural.	
	1 < 1 Km caminando desde vehículo.	
	0 > 1 Km de distancia desde vehículo.	

3.3. ESTABLECIMIENTO DE GEODIVERSIDAD POR DELIMITACION DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Propuesto por **Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, P. (2007)**. El procedimiento utilizado para establecer la geodiversidad se apoya básicamente en la delimitación de unidades geomorfológicas y en el inventario de los elementos físicos existentes en las mismas, mediante los siguientes pasos:

- a. Análisis de los elementos abióticos: Estudio de los diferentes elementos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos y edáficos de la zona, con elaboración de un mapa geomorfológico.
- b. Establecimiento de unidades: Se han elegido unidades geomorfológicas como marco de referencia para la asignación de los valores de geodiversidad por su carácter integrador de las estructuras geológicas, la litología, el clima, los suelos o la vegetación. Las unidades geomorfológicas se han delimitado a partir del mapa geomorfológico, la fotografía aérea y del trabajo de campo, realizándose el inventario de los principales rasgos físicos de las unidades. Este inventario queda recogido en fichas.
- c. Valoración de las unidades: Para la valoración de la geodiversidad se ha establecido un índice que relaciona la variedad de elementos físicos con la rugosidad y la superficie de la unidad. Partimos de la consideración de que a un mayor número de elementos corresponde una mayor geodiversidad y de que la rugosidad del terreno implica un aumento de la complejidad micro y topoclimática, incidiendo en el incremento de la geodiversidad. De acuerdo con estas premisas, se aplica la siguiente fórmula:

$$Gd = \frac{Eg \times R}{\ln S}$$

Ecuación 3.8 Índice de Geodiversidad

Donde:

Gd = Índice de Geodiversidad

Eg = Número de elementos físicos (geomorfológicos, hidrológicos, suelos) diferentes existentes en la unidad

R = Coeficiente de rugosidad de la unidad

S = Superficie de la unidad (km²)

Tomado de: (Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, P., 2007)

El parámetro Eg se obtiene del recuento de los elementos físicos, considerando como tales litología, estructuras geológicas, morfoestructuras, formas de erosión y acumulación, sistemas morfogenéticos, procesos de erosión y presencia de microformas de interés. Estos datos se obtienen de las fichas geomorfológicas. Sólo se contabilizan los elementos diferentes, sin tener en cuenta las reiteraciones que pudieran existir. De la misma manera, con el fin de no sobrevalorar determinados procesos, sólo se consideran aquéllos que no se manifiestan a través de ninguna forma. Finalmente, también se incluyen los elementos hidrológicos y edáficos (ver tabla 3.3).

TABLA 3.3. "ELEMENTOS QUE COMPONEN LA GEODIVERSIDAD SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE". Tomado de: Boletín de la A.G.E. N. ° 45 - 2007, págs. 79-98, (pagina 83). Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, P.

Topografía	Energía	
	Rugosidad	
Geología	Materiales	Minerales
		Litología (rocas)
		Depósitos Superficiales
		Fósiles
	Tectónica	
	Estructuras	
Geomorfología	Morfoestructuras	
	Sistemas Morfogenéticos	
	Procesos	
	Formas de erosión	
	Formas de acumulación	
	Microformas	
Hidrología	Estados del agua	Agua líquida
		Nieve
		Hielo
	Elementos Hidrológicos	Océanos
		Mares
		Ríos
		Glaciares
		Fuentes
		Humedales
		Lagos
Suelos	Órdenes	
	Subórdenes	

La topografía y las variaciones microclimáticas y topoclimáticas están representadas a través del coeficiente de rugosidad. Su inclusión se justifica por el papel de estos en la organización de los flujos de energía (insolación, humedad) y materiales (agua, sedimentos) en las laderas y, en consecuencia, en la diversidad y distribución de formas y procesos. Se trata de introducir un parámetro integrador que

permita tener en cuenta variaciones menores y relaciones complejas entre los elementos del sistema natural abiótico. Su valor se establece a partir de la pendiente dominante en la unidad. Para ello se realiza un mapa de pendientes de la zona de estudio, utilizando cinco intervalos (inferiores a 5°; de 6° a 15°; de 16 a 25°; de 26° a 50° y superiores a 50°). El coeficiente de rugosidad de cada unidad es el correspondiente al intervalo dominante en ella (ver tabla 3.4.). En el caso de que, en una unidad, existan dos intervalos de pendientes codominantes, se asigna una rugosidad proporcional a la superficie ocupada por cada intervalo.

TABLA 3.4. “ESCALA DE VALORES DE LA RUGOSIDAD DE LAS UNIDADES”. Tomado de: Boletín de la A.G.E. N.º 45 - 2007, págs. 79-98, (página 83). Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, P.

Valores de pendiente (°)	0-5	6-15	16-25	26-50	>50
Valores de rugosidad	1	2	3	4	5

Una vez aplicado el algoritmo, se obtiene la geodiversidad de la unidad, para cuya clasificación se han establecido los umbrales que aparecen en (ver tabla 3.5.).

TABLA 3.5. “ESCALA DE VALORES DE GEODIVERSIDAD”. Tomado de: Boletín de la A.G.E. N.º 45 - 2007, págs. 79-98, (página 83). Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, P.

Valor de geodiversidad	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Índice	<15	15-25	25-35	35-45	>45

CAPITULO IV

GEOLOGÍA REGIONAL

4.1. INTRODUCCIÓN

4.2. GENERALIDADES Y ANTECEDENTES

4.3. CORDILLERA DE LA COSTA

4.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

4.1.- INTRODUCCIÓN

Se efectuará un bosquejo, sobre el estado del conocimiento de la geología en el Sistema Montañoso del Caribe, con la única intención de indicar los criterios que hasta los momentos han sido utilizados por diferentes autores para analizar la Cordillera de la Costa, ver Figura 4.1. Haciendo énfasis en nuestra región de estudio, los complejos y asociaciones de rocas que en ella afloran.

4.2.-GENERALIDADES Y ANTECEDENTES

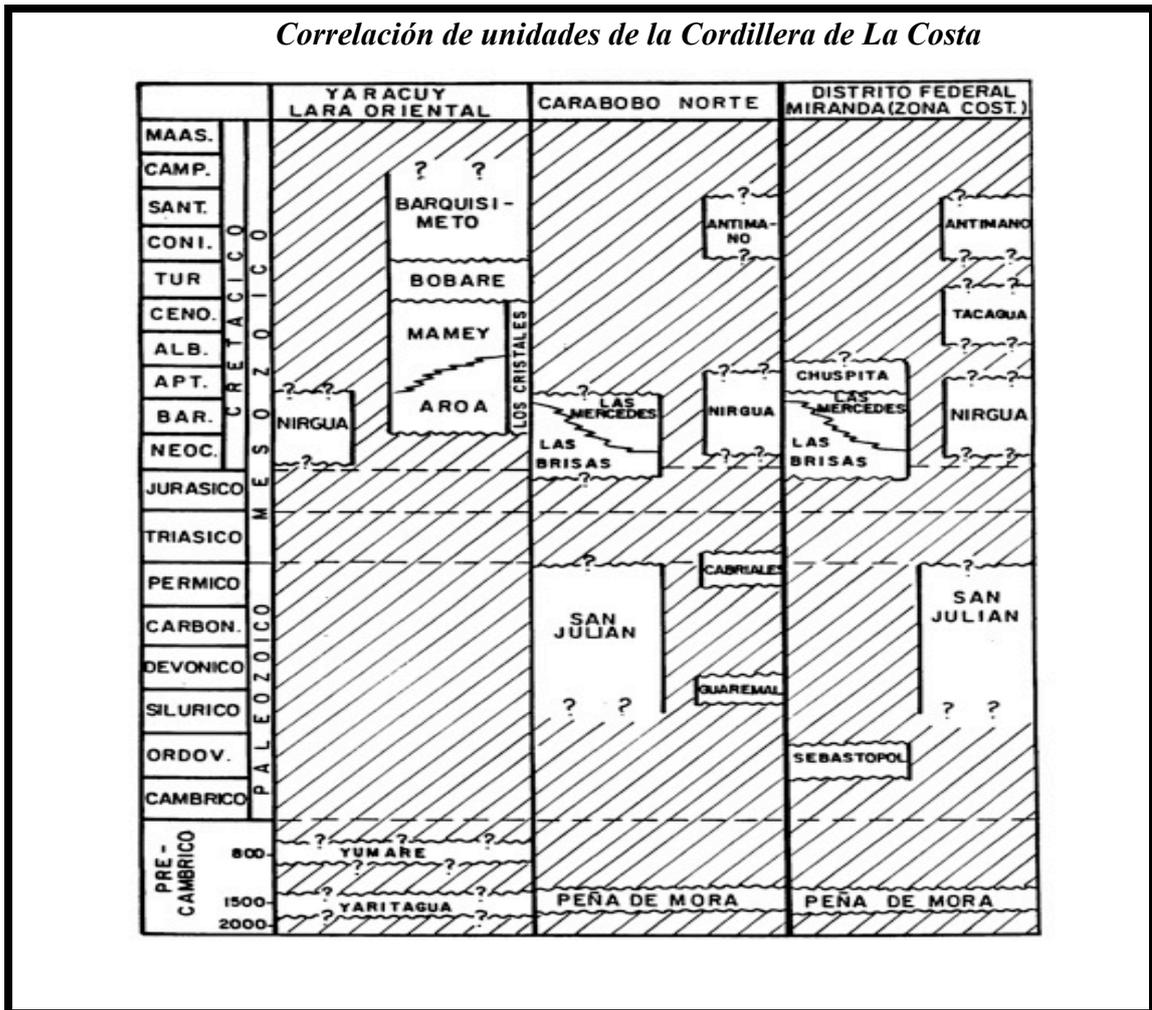
El Sistema Montañoso del Caribe es caracterizado por una espesa secuencia de rocas meta sedimentarias y volcánicas metamorfizadas del Mesozoico, metamorfismo zonado de norte a sur, el metamorfismo del Grupo Caracas que implica presiones de unos 7 ± 2 kilobar y temperaturas de 530 ± 50 °C (Bellizzia, 1971). De igual manera, es característico el acortamiento cortical, producto de efectos compresivos, deslizamientos por gravedad, sobrecorrimientos, etc. (Bellizzia *et al.*, 1973). Esta condición ha permitido subdividir la región en fajas tectónicas, cada una con características individuales que facilitan su estudio.

La zona de estudio, se ubica en la franja tectónica de la Cordillera de la Costa y está limitada por el sistema de fallas del Caribe al norte, y la falla de La Victoria al sur (Bellizzia, *ibíd.*). Está conformada por la Asociación Metamórfica Ávila y la Asociación Metamórfica de la Costa, denominada complejo Ávila, por (Urbani y Ostos). Son identificadas en la cuenca de los Ríos Chichiriviche y Oricao la Fase Nirgua, Esquistos de San Julián y el Augengneis de Peña de Mora.

El Esquisto de San Julián y el Augengneis de Peña de Mora conforman, cuando es visible, un contacto abrupto y en concordancia estructural, en otras ocasiones transicionales, e inclusive gradacionales con intercalaciones de litologías (Barboza y Rodríguez, 2001).

La Fase Nirgua, aflora como una extensa franja desde la zona de Chivacoa en el estado Yaracuy, continuando hacia la zona de Morón - Puerto Cabello, estado Carabobo, prolongándose como una estrecha franja casi paralela a la costa, por el estado Aragua y culminando cerca del poblado de La Sabana en el estado Vargas.

Tabla 4.1. “TABLA DE CORRELACION DE LA CORDILLERA DE LA COSTA, PRE-CÁMBRICO - CRETÁCICO” Tomado de Urbani (2000 a, p. 83).



4.3.- CORDILLERA DE LA COSTA:

A continuación se menciona la jerarquización presentada por Urbani (2008), específicamente para las asociaciones litológicas que afloran en la zona de estudio

- Napa de la Serranía del Litoral compuesta por melange de edad Cretácico con probables elementos antiguos
 - Súper - Asociación La Costa
 - Unidades Mayoritarias - Complejo Nirgua
 - Unidades Minoritarias – Serpentinitas

- Napa Ávila de edad Paleozoico y con una unidad de edad Proterozoica
 - Súper - Asociación Ávila
 - Unidades Mayoritarias - Complejo de San Julián
 - Unidades Minoritarias –Augengneis de Peña de Mora

4.3.1.- Complejo de Nirgua

Descrita por Talukdar y Loureiro (1981) con gran detalle, como afloramientos que se compone por cuatro segmentos, sin alguna continuación geográfica reconocible. Sin embargo la Fase Nirgua, fue introducida por primera vez y descrita someramente por Bellizzia y Rodríguez (1967), que posteriormente amplían (1968) para incluir una secuencia de rocas metamórficas con predominio de rocas anfibólicas en la parte central a norte del estado Yaracuy. Ostos (1981) en la zona del macizo de El Ávila definió su "Unidad de esquistos anfibólicos y anfibolitas" que luego fue correlacionado con la Fase Nirgua. Navarro *et al.* (1988) redefinen estas rocas como

Fase Nirgua, formando parte de su unidad litodémica de corrimiento que denominan como Complejo la Costa, que reúne adicionalmente a las fases Antímamo y Tacagua. Urbani y Ostos (1989) y Urbani *et al.* (1989-a, b) aceptan este criterio y utilizan este nombre en los mapas geológicos de la zona de Puerto Cruz a Caraballeda y Oritapo a La Sabana, Distrito Federal, y El Palito - Morón - Valencia, estado Carabobo.

Ubicación y extensión

Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (2009) en su página de internet (<http://www.pdvsa.com/lexico/>) se representa como una franja que se extiende desde Chivacoa en el estado Yaracuy, prolongándose con una dirección casi paralela a la costa, por el estado Aragua culminando cerca de La Sabana en el estado Vargas.

En la zona de estudio aflora en la parte más septentrional. Conformada por una estrecha y alargada franja con dirección este – oeste. Incluye y aflora en el curso inferior del Río Oricao, extendiéndose hacia el norte, hasta el mar. Ver Figura 4.3.

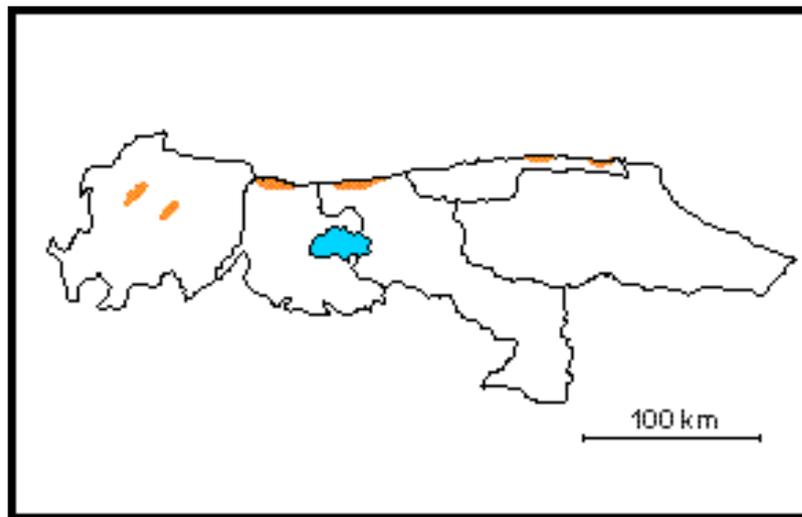


Figura 4.1. “MAPA DE AFLORAMIENTOS DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS DE LAS ANFIBOLITAS DE NIRGUA” En color marrón las unidades litológicas de la Anfibolita de Nirgua.

Tomado y modificado de <http://www.pdvsa.com/lexico/n200w.htm>

Contactos

Según Ostos (1990) Al sur de Chichiriviche de la Costa, estado Vargas, interpreta un contacto de falla de corrimiento con el Augengneis de Peña de Mora. Y Urbani *et al.* (1989-a, b) igualmente interpretan como tectónicos los contactos de esta unidad, con aquellas adyacentes. Ver imagen 4.1.



Imagen 4.1. “Contacto de falla entre las (CN) Anfibolitas de Nirgua y (SP) Serpentinita”. Foto: Y. López, R. Sosa 2009.

Hacia el suroeste es transicional con la unidad de augengneises y esquitos feldespáticos micáceos. Hacia el sureste, pasa transicionalmente a la unidad de anfibolitas y mármoles.

Litología

En líneas generales las distintas bibliografías como el Léxico Estratigráfico de Venezuela (2009) en su página de internet (<http://www.pdvsa.com/lexico/>) señala que esta unidad está caracterizada por distintos tipos litológicos como: esquistos cuarzo - micáceo, micáceo - grafitoso, mármol masivo, anfibolita eclogítica, anfibolita epidótica y granatífera, cuarcita, esquistos y gneis cuarzo - micáceo - feldespático. Las rocas carbonáticas se presentan en forma de lentes (ver imagen 4.2.) y el mármol se puede observar masivo y recristalizado de color gris oscuro, con una composición de calcita (85%), muscovita (4%), grafito (3%) y cantidades menores de clinozoisita, zoisita, albita, pirita, prehnita, clorita y cuarzo. Los cuerpos de mármol dolomítico están asociados a bandas de esquistos cuarzo - tremolítico, cuarzo - muscovítico - clorítico - granatífero y anfibolita.



Imagen 4.2. “Lentes y estructura de Budines, anfibolitas de Nirgua, en Punta del Mono”.

Foto: Y. López, R. Sosa 2009.

Ostos (1981) establece la presencia de anfibolita granatífera, esquistos actinolítico, anfibolita epidótica, anfibolita feldespática, epidocita, mármol cuarcífero, esquistos feldespático - muscovítico y gneis feldespático. La zona de Oricao - Chichiriviche - Puerto Cruz, Distrito Federal y estado Aragua, Talukdar y Loureiro (1982) y Ostos (1990, p. 53) indican que esta fase está constituida por anfibolita granatífera, serpentinita, esquistos cuarzo - granatífero- feldespático - biotítico, mármol cuarcífero, en otros lugares encuentra cuarcita y esquistos glaucofánico

TABLA 4.2. “TIPOS LITOLÓGICOS DE LAS ANFILOBITAS DE NIRGUA” Tomado y Modificado de: BARBOZA Y RODRÍGUEZ, 2001

Unidad	Tipos Litológicos
Anfibolita de Nirgua (AN)	<ul style="list-style-type: none"> * Anfibolita * Anfibolita plagioclásica * Anfibolita granatífera * Anfibolita epidótica * Anfibolita piroxénica granatífera * Eclogita anfibólica * Esquisto clorítico anfibólico epidótico * Esquisto actinolítico epidótico * Esquisto feldespático cuarzoso * Esquisto cuarzo feldespático actinolítico * Esquisto cuarzo feldespático muscovítico * Esquisto feldespático muscovítico y gneis feldespático * Esquistos diversos * Gneis cuarzo feldespático micáceo epidótico * Cuarcita feldespática * Mármol cuarzoso * Pegmatita cizallada * Epidocita

Descripción Petrográfica

La composición mineralógica promedio muestra que el anfíbol, feldespato, epidoto y cuarzo son los minerales esenciales.

El *anfíbol* más común en esta unidad es la actinolita. Tiene inclusiones de esfena, zoisita y rutilo.

El *granate* puede presentar alteración a clorita, incluso estar completamente sustituido por este mineral. Se encuentra con abundantes inclusiones de cuarzo, anfíbol, rutilo y epidoto, además los cristales están muy fracturados y frecuentemente rellenos de clorita.

En los esquistos diversos la *clorita* se encuentra asociada a la biotita. La *muscovita* presenta textura crenulada. En las anfibolitas la biotita es escasa y crece a expensas del anfíbol. En algunas muestras la muscovita se puede encontrar teñida por limonita.

El *cuarzo* se puede presentar dispuesto en los bordes de granate o como inclusión en granos de granate y zoisita.

La *plagioclasa* en las anfibolitas muchas veces se presenta alterada a sericita. Algunos granos de plagioclasa tienen abundantes inclusiones de epidoto y esporádicas de pequeños cristales de actinolita. En el esquisto-cuarzo feldespático-actinolítico las inclusiones están orientadas paralelamente a la foliación.

En la anfibolita plagioclásica, la plagioclasa, probablemente albita, forma cristales anhedrales de bordes corroídos y alterados. Los minerales del grupo del *epidoto* (*zoisita* y *clinozoisita*) presentan inclusiones orientadas en la dirección de la foliación.

El *rutilo* se presenta como inclusiones en otros minerales, ocasionalmente los granos de esfena presentan núcleos redondeados de rutilo.

En los esquistos diversos se observa *grafito* y *hematita* contaminando los demás minerales.

La *magnetita* frecuentemente se encuentra alterada a hematita.

Secciones Finas

Según Talukdar y Loureiro (1981) se observan minerales como onfacita con una característica particular de tener los bordes irregulares rellenos por glaucofano alineado con la orientación preferencial que presenta la roca dando así la certeza de el reemplazo. Los porfidoblastos de granate presentan en su interior inclusiones, de cuarzo, rutilo y otros minerales de tamaños pequeños sin alguna disposición regular, pero, evidenciando de un metamorfismos de media T/P. Se logra apreciar rutilo, calcita, actinolita y epidoto. Haciendo uso de la asociación mineralógica de onfacita, rutilo y granate son característicos de unos metamorfismos de alto T/P y la presencia de actinolita, epidoto/zoicita, micas nos indica la presencia de una metamorfismo en la facies de los esquistos verdes

4.3.2.-Serpentinitas:

Ubicación y Extensión

Según Talukdar y Luoreiro (1981) cuerpo que abarcan mayor extensión son los ubicados en punta el Fraile, Río Guarecuay, oeste del Río Oricao y al oeste del Tarma. Según Barboza y Rodríguez (2001) Se distribuyen con mayor representación de sus afloramientos con dimensiones kilométricas en las zonas de Chichiriviche de la Costa y Carayaca. Su menor representación con dimensiones centimétrica la

podemos apreciar en la zona de el Junquito, se debe señalar que largo de la costa se observan algunos afloramientos sin alguna disposición preferencial en el flanco norte del macizo del Ávila

Características Generales

Talukdar y Luoreiro (1981) los cuerpos pequeños se encuentran dentro de secuencia calcárea,. Los cuerpos grandes pueden encontrarse emplazados dentro secuencia esquistosa, muchos son los casos donde esta roca aparece en contacto con rocas de grano muy grueso siendo la calcita el granate, los clinopiroxenos y las vetas de actinolita las características mas importantes. Estas rocas han sido consideradas como parte de una secuencia ofiolítica desmembrada y metamorfizadas.

Contacto

Esta unidad se dispone en contacto de falla con el mármol de Antimano y esquistos de Tacagua en el mismo sentido se debe señalar que la falla de macuto separa esta unidad de la asociación metamórfica Ávila.

Litología

Desde el punto de vista mineralógico según Talukdar y Luoreiro (1981) las serpentinas constituyen entre un 50% y el 100 % de las muestras y por difracción de rayos X se estable el talco y la antigorita como minerales comunes. En algunas serpentinas el epidoto conforma hasta el 40% del volumen de la roca apareciendo con hábito granular con una dirección preferencia paralela a la esquistosidad. Se debe señalar que son muy pocas las rocas encontradas que presentan reliquias de piroxeno las cuales representan la peridotita original.

4.3.3.- Augengneis Peña de Mora

Ubicación y Extensión

Con localidad tipo en, Sitio de Peña de Mora, en la rama ascendente de la antigua carretera de Caracas a La Guaira, Distrito Federal definida por (Aguerrevere y Zuloaga, 1937). Urbani y Ostos (1989) proponen una sección de referencia en el curso bajo del Río Chichiriviche, estado Vargas, figura 4.4.

Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (2009) en su página de internet (<http://www.pdvsa.com/lexico/>), se puede apreciar este afloramiento desde noroeste de Caracas, hasta El Cambur en el estado Carabobo, además en el este hasta cerca de Chirimena en el estado Miranda. Es importante señalar que su espesor no ha sido determinado.

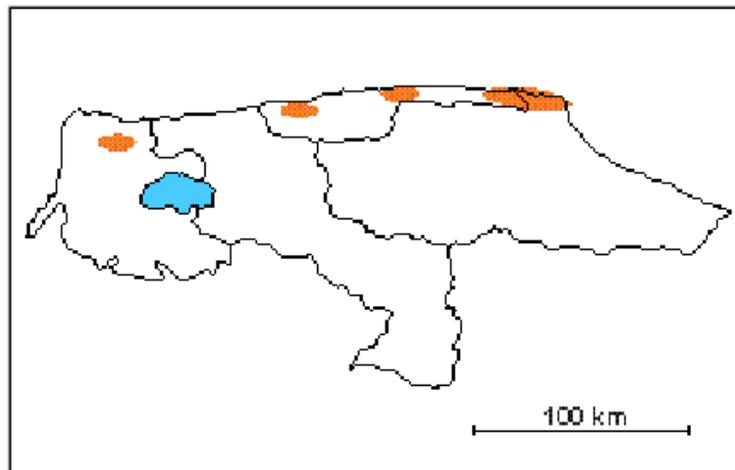


Figura 4.2. “MAPA DE AFLORAMIENTOS DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS DEL AUGENGNEIS DE PEÑA DE MORA.” Notese en marrón la distribución de la unidad. Tomado y modificado de <http://www.pdvsa.com/lexico/p410w.htm>. Nótese en marrón la distribución de la unidad

Contactos

Urbani y Ostos, (1989) establecen que los contactos con las rocas del Complejo la Costa al norte son predominantemente de fallas de corrimiento, en el mismo sentido según Ostos (1990) esta unidad se encuentra sobrecorrida por un klippe de la Fase Antímamo y de manera general se detalla que los contactos están dominados por fallas de ángulo alto y de manera abrupta cuando el contacto es con el Esquisto de San Julián.

Edad

La edad del Augengneis de Peña de Mora ha sido tema de constantes discusiones, correlacionando originalmente por Aguerrevere y Zuloaga (1937) la serie Caracas con rocas cretácicas sedimentarias.

KOVACH *et al.* (1979) de tres cantos rodados de gneis (Complejo San Julián) de la quebrada San Julián, presenta una isócrona dando una edad de 220 ± 20 Ma.

OSTOS *et al.* (1989) presentan otra isócrona Rb - Sr de roca total obteniendo una edad de 1.560 ± 83 Ma, en esta datación incluye dos muestras de la localidad tipo y otra del Río Chichiriviche.

La escasa cantidad de datos geocronológicos disponibles para estos cuerpos de roca y las divergencias en las dataciones propuestas por los diferentes autores, hacen complicado asignar con precisión su edad. Sin embargo se ha sugerido una edad Paleozoico – Precámbrico, para las rocas de la Asociación Metamórfica Ávila.

Litología y Consideraciones Históricas

El término “Augengneis de Peña de Mora” es inicialmente utilizado por Aguerrevere y Zuloaga (1937) para designar un gneis con desarrollo de ojos y de composición granítica. Ver imagen 4.3.

DENGO (1951), le asigna una edad Mesozoica en base a correlaciones regionales. Basándose en su equivalencia parcial o total con la Formación Las Brisas. Eleva la unidad a rango formacional e incluye bajo esta denominación a rocas gnéissicas y mármoles. Define la litología como gneis y augengneis feldespático cuarzo biotítico. Hacia la parte superior los gneis son granatíferos muscovíticos. En la parte superior hay mármoles tremolíticos diopsidicos.



Imagen 4.3 “Augengneis de Peña de Mora” Foto: Y. López, R. Sosa 2009.

WHERMANN (1972) la define como un complejo ígneo – metamórfico, que al igual que DENGGO (1951) la considera un equivalente lateral en al menos parte de la “Formación Las Brisas”. Identifica cuerpos dispersos de rocas metaígneas ultramáficas, máficas y félsicas. Dentro de la Formación Las Brisas se incluyen augengneis grueso y bandeado, gneis de grano fino a medio. Describe al augengneis como de color claro ligeramente verdoso y meteorización marrón claro; los “augen” son generalmente de feldespatos potásico, con longitudes máximas de 3 centímetros de largo, rodeados por minerales micáceos y cuarzo. También determina una mineralogía promedio para estos cuerpos como sigue: cuarzo (35%), plagioclasas (albita - oligoclasa) (25), microclino (20), muscovita (8), epidoto (5) y cantidades menores de biotita, clorita, granate, zircón, opacos y apatito.

OSTOS (1981) elabora un extenso trabajo en el Macizo de El Ávila, cartografiando al augengneis como unidad separada de los demás tipos de roca, anteriormente incluidas por otros autores dentro de Peña de Mora.

En los trabajos recopilados y cartografiados por URBANI (1989) de las zonas de La Sabana – Cabo Codera, Mamo – Puerto Cruz, Puerto Cabello – Valencia; igualmente cartografió de manera separada las zonas del augengneis de los demás tipos de roca. URBANI Y OSTOS (1989) proponen entonces volver adoptar el nombre originalmente propuesto por AGUERREVERE Y ZULOAGA (1937) de Augengneis de Peña de Mora, refiriéndose exclusivamente a los cuerpos dispersos de augengneis y gneis de grano grueso.

Estudios estructurales de Ostos (1987a, 1987b) en las localidades de Peña de Mora y Chichiriviche, revelan el carácter milonítico de gran parte de la unidad debido a deformación en el régimen plástico. Estas texturas miloníticas se encuentran típicamente desarrolladas hacia las zonas de cizalla, ocurriendo un cambio textural de gneises gruesos con poco desarrollo de bandeamiento en las zonas alejadas a las zonas de cizalla, augengneises y gneises finos (milonitas) al acercarse y entrar en

dichas zonas. Los planos de cizalla son indicativos de un transporte tectónico desde el noroeste hacia el sureste, el cual coincide con la dirección de las lineaciones mineralógicas.



Imagen 4.4. “Afloramiento de Augengneis de Peña de Mora en la cuenca del Río Chichiriviche de la Costa”. Foto: Y. López, R. Sosa 2009.

4.3.4.- Complejo de San Julián

Ubicación y Extensión

Con localidad tipo en la quebrada de San Julián, que se extiende desde la Silla de Caracas y desemboca en el Mar Caribe en la zona de Caraballeda, estado Vargas. Adicionalmente son propuestas por URBANI Y OSTOS (1989) secciones de referencia en el Río Chuspa, al sur del pueblo de Guayabal, estado Miranda; en la carretera Chichiriviche - Colonia Tovar en el tramo de Paso Palomas - Naranjal, estado Vargas, así como en la Quebrada Vallecito, Guaremal, estado Carabobo. figura 4.5.

Aflora desde la localidad tipo el noroeste de Caracas, extendiéndose hacia el oeste hasta la zona de El Cambur en el estado Carabobo, y hacia el este hasta Cabo Codera en el estado Miranda.

Por formar parte del Complejo Ávila, afloran en zonas de topografía muy abrupta y con grandes pendientes.

Su espesor no se ha medido ni estimado.

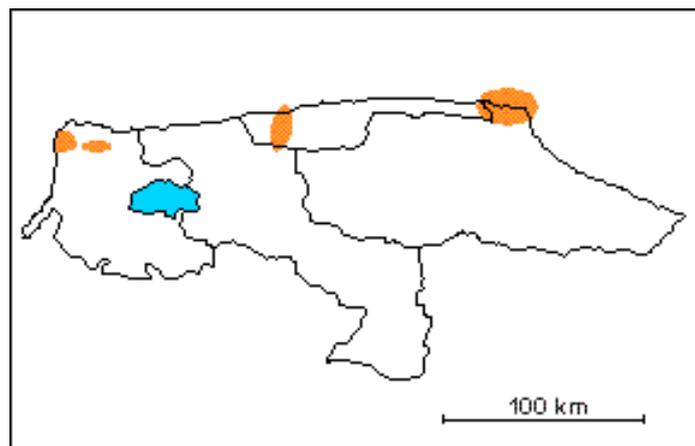


Figura 4.3. “MAPA DE AFLORAMIENTOS DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS DEL ESQUISTO DE SAN JULIAN” Tomado y modificado de <http://www.pdvsa.com/lexico/s210w.htm>

Nótese en marrón la distribución de la unidad

Contactos

Se presentan en la mayoría de los casos como contactos estructurales de fallas de ángulo alto con unidades adyacentes. Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (2009) en su página de internet (<http://www.pdvsa.com/lexico/>), cuando es visible el contacto con el Augengneis de Peña de Mora, se muestra abrupto y en concordancia estructural, pero en otras ocasiones son gradacionales con intercalaciones de ambos tipos de litologías. Según (URBANI & OSTOS, 1989), los contactos con las rocas de la

Asociación Metamórfica la Costa al norte (Nirgua, Antímamo y Tacagua) son interpretados predominantemente de fallas de corrimiento y de ángulo alto.

Edad

Según URBANI (1982) con pruebas de Rb/Sr se dataron cantos rodados de muestras esquistosas de la quebrada San Julián, con edad de 270 Ma. Además URBANI Y OSTOS, (1989) sugieren una edad a esta unidad, de manera general, Paleozoico – Precámbrico por ser esta zona perteneciente al Complejo Ávila

Litología y Consideraciones Históricas

Incluidos posteriormente en la definición original propuesta por Aguerrevere y Zuloaga (1937) del “Augengneis de Peña de Mora”, Dengo (1951, 1953), Wehrmann (1972) y Urbani y Quesada (1972) continuaron ampliando la definición de la Formación Peña de Mora, con el fin de incluir todas las clases de rocas que se iban descubriendo como esquistos, gneis, mármoles y cuarcitas.

En un trabajo detallado del macizo del Ávila de Ostos (1981), donde el autor logra cartografiar por separado los cuerpos de augengneis de los demás tipos de rocas, que hasta la fecha habían sido incluidos dentro de la Formación Peña de Mora.

De igual manera lo mismo ocurrió con los trabajos de la zona de La Sabana - Cabo Codera, Mamo - Puerto Cruz, Puerto Cabello - Valencia (recopilados en Urbani *et al.*, 1989a, 1989b), donde fueron cartografiados los cuerpos de augengneis como unidades separadas de los demás tipos de rocas. Es por consiguiente que Urbani y Ostos (1989) proponen retomar el nombre original propuesto por Aguerrevere y Zuloaga (1937) del “Augengneis de Peña de Mora”, para referirse exclusivamente a los cuerpos dispersos de augengneis y gneis de grano grueso, y proponen el nombre

de “Esquisto de San Julián” para incluir las litologías esquistosas y gnéissicas que los circundan.

Las rocas preponderantes son el esquisto y gneis cuarzo - plagioclásico - micáceo, frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta que pasa a rocas de carácter gnéissico (URBANI & OSTOS, 1989).

El esquisto presenta color fresco gris a gris oscuro con tonalidades verdes, que meteoriza a tonos pardos, es habitual encontrarlo con muy buena foliación.

Se reconocen litologías minoritarias (menos de 5%), constituidas por mármol, cuarcita y variados tipos de rocas metaígneas en su mayoría máficas (anfíbolitas, gabro, diorita, tonalita y granodiorita). Cuando aparecen en zonas de dimensiones cartografiables a escala 1:10.000 se denominan Metaígneas de Tócome.

El gneis siempre tiene colores más claros que los esquistos, ya que su textura se debe fundamentalmente a la mayor proporción de feldespatos y menor de filosilicatos. Una característica resaltante de ciertos sectores donde aflora el esquisto cuarzo - plagioclásico - micáceo, es que la plagioclasa (albita - oligoclasa) se desarrolla marcadamente porfidoblástica, y cuando su concentración es alta puede enmascarar a la foliación, impartándole a la roca un aspecto moteado. Buenos ejemplos de esto pueden verse en la cuenca del Río Chichiriviche, Vargas, y en la Quebrada Vallecito, Carabobo.

Según OSTOS (1981) en el Macizo del Ávila y la Silla de Caracas, los tipos litológicos predominantes son el esquisto y gneis cuarzo - feldespático - micáceo, usualmente de color grisáceo a blanquecinos y más o menos verde según la cantidad de actinolita, epidoto y clorita. También encuentra litologías minoritarias como cuarcita, epidocita, cloritocita, esquisto anfibólico y otras. Este autor encuentra que el

gneis es más abundante al este del poblado de San José de Galipán reduciéndose al oeste.

SABINO & URBANI (1995) en el flanco sur del pico Naiguatá describen: esquistos (feldespático - cuarzo - micáceo, cuarzo - micáceo, epidótico - cuarcífero), gneises (feldespático - cuarzo - micáceo) y cantidades menores de cuarcita y mármol. Una mineralogía que se aproxima bastante a las descripciones hechas por (URBANI & OSTOS, 1989).

Aranguren (1997) en la cuenca de la Quebrada La Encantada, estado Miranda, describe los siguientes tipos de rocas:

- Gneis (cuarzo - feldespático – micáceo).
- Esquisto (cuarzo - plagioclásico – micáceo).
- Augengneis (cuarzo - feldespático – micáceo).

Los que considera originados por el metamorfismo de rocas ígneas (granitos y tonalita). También encuentra un pequeño cuerpo de tonalita, un esquisto (cuarzo - micáceo – clorítico) esquisto (epidótico - cuarzo – clorítico), que interpreta formados a partir de rocas volcánicas, probablemente tobas.

Por tanto, todos los autores a partir de análisis petrográfico, entre esta gama muy variada de litologías confluyen en:

- Aquellas rocas más ricas en feldespatos corresponden a rocas metaígneas félsicas.
- Las rocas esquistosas ricas en micas, son producto de un protolito sedimentario.

- Por su parte los esquistos ricos en epidoto, actinolita \pm clorita, las interpretan como producto del metamorfismo de horizontes volcánicos, probablemente tobas.

También identifican cantidades menores de mármol y cuarcita.

4.4 ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Haciendo uso de las cartas topográficas identificadas con los números 6747-IV-SE y 6747-I-SO, de 1982 edición I DCN, y fotografías áreas misión 03098 año 1975 ambas pertenecientes a la dirección de Cartografía Nacional, así como también imágenes satelitales con igual identificación a las cartas topográficas del año 2003 pertenecientes al Instituto Nacional de Tierras (INTI), y haciendo comprobación en campo se caracterizó la topografía de la zona de estudio, el cual se describe a continuación.

(UI) Unidad de Llanura Costera y Valle

La unidad se conforma por los elementos topográficos más suaves, con cotas que van de 0 a 20 metros sobre el nivel del mar, su distribución es limitada en la región a la zona costera formando una estrecha franja colindando al norte con el Mar Caribe. En ella se resume el drenaje principal de la zona (el Río Chichiriviche) que desemboca al Mar Caribe, por lo tanto su red de drenaje es de desembocadura paralela adaptada al relieve y controlada por fallas y fracturas. imagen 4.5 Y 4.6



Imagen 4.5. “Vista desde helicóptero a la bahía de Chichiriviche” Foto: Abdelnour, María C.

Al este y al oeste de la población de Chichiriviche de la Costa, la geometría de la unidad varía drásticamente hasta finalmente desaparecer haciéndose muy delgada y transformándose en formas de acantilados de contacto abrupto con el mar. Salvo una pequeña formación de playa muy delgada a 300 metros de Punta del Mono, toda la unidad se desarrolla entonces en la bahía de Chichiriviche de la Costa entre Punta El Vigía y Punta de la Virgen (nombre local, ubicación 19P 692336 UTM 116688216).

En esta unidad se concentran una gran variedad de procesos activos biológicos y geológicos, estos últimos controlados por sedimentos fluviales aportados por el drenaje y su interacción con los procesos dinámicos de mareas y la corriente litoral del norte de Venezuela con dirección este – oeste. Estos factores que interactúan entre sí fácilmente apreciables, han modelado y desarrollado los ambientes de playa y próximo costeros de esta unidad. Es importante resaltar que la totalidad de la unidad se encuentra en una zona de régimen de administración especial, denominada por el

Plan de ordenamiento del territorio del estado Vargas (POTEV) como “Zona de interés turístico recreacional (franja de 500 m desde la marea alta)”. La tipificación de la unidad contiene los siguientes tipos:

Tipo 1: Playa

Tipo 2: Llanura Aluvial

Tipo 3: Valle Fluvial

Tipo 4: Pie de Monte

1. Tipo 1: Playa

Con ubicación preferencial al norte del pueblo de Chichiriviche de la Costa, constituida por las cotas mas bajas desde los 0 a 6 metros sobre el nivel del mar (referencia de cota 19P692756 UTM 1166868), representa una delgada línea de playa, con dirección este – oeste. En ella se desarrolla la desembocadura del Río Chichiriviche, drenaje principal del área de estudio drenando el 100% de la esorrentía, desarrollando un pequeño cono aluvial con aporte sedimentario de cantos rodados, arenas y abundante materia orgánica especialmente en temporada de lluvias. Las pendientes se orientan de sur a norte y no superan los 2° de inclinación, al corte transversal con geometría cóncava curva.

2. Tipo 2: Llanura Aluvial

Ubicada al sur del tipo 1 y en las inmediaciones del pueblo de Chichiriviche de la Costa, de geometría que se compara a una “V” con su vértice al sur limitado por las estibaciones de Punta El Vigía y Punta El Mono, se desarrolla como una extensión de los ambientes costeros y se identifican eventos extraordinarios de influencia marítima y aporte de sedimentos fluviales. Se constituye por cotas desde los 6 a 20 metros sobre el nivel del mar. El drenaje esta dominado por el Río Chichiriviche con

comportamiento sinuoso y adaptado al relieve, con pocos afluentes de corta extensión ubicados mayoritariamente en la rivera Este. Las pendientes se orientan preferencialmente de sur a norte y comprendidas en un rango de 2 ° a 5° de inclinación.

3. Tipo 3: Valle Fluvial

Con ubicación preferencial en el poblado de Chichiriviche de la Costa, abarcando la región norte central de la zona de estudio, se extiende longitudinalmente de norte a sur y paralelo al curso del Río Chichiriviche. Se constituye por cotas que oscilan entre los 20 y 40 metros, en ella el colector principal alterna entre un curso recto y sinuoso, mientras sus tributarios forman un drenaje dendrítico poco desarrollado. Por el corre el 100% del drenaje de la zona estudiada y contiene el colector principal denominado Río Chichiriviche. Las pendientes de sus laderas se orientan de este a oeste y de oeste a Este, con pendientes suaves que no superan 10° de inclinación y asimétricas al corte transversal con geometría convexa.



Imagen 4.6. “Vista desde helicóptero a la bahía de Chichiriviche” Foto: Abdelnour, María C.

4. Tipo 4: Pie de Monte

Ubicada en la periferia del pueblo de Chichiriviche de la Costa, con extensión longitudinal y orientación norte – sur, se conforma de una planicie de pie de monte con cotas que van desde 40 a 100 m, de las estructuras montañosas que dominan al sur y en las zonas periféricas del pueblo, su geometría es muy similar a las descritas en el tipo 3, con geometría convexa simétrica al corte transversal, se diferencia en la inclinación de la pendiente que en este caso es mayor alcanzado los 15° al este, también la diferencia la característica de su drenaje que se presenta entallado y en ocasiones inadaptado.

(UII) Unidad de Lomas y Colinas

La unidad se conforma por elementos topográficos resaltantes de la zona, en cotas entre los 100 a 600 m. Conteniendo asociaciones de colinas, lomas y laderas previas a las zonas montañosas. Su distribución es amplia en toda la zona con predominancia al oeste, es altamente diferenciada según criterios topográficos como desarrollo de estribaciones, geometría y relación con otros cuerpos. En ella se desarrolla el 80% de la red de drenaje que en general forma una red que en primer orden se presenta dendrítica y en segundo orden se organiza subparalela adaptada al relieve, salvo en zonas específicas donde se detectan variaciones importantes en la red. La tipificación de la unidad contiene los siguientes tipos:

- Tipo 5: Laderas Estribadas
- Tipo 6: Topes Amesetados

Tipo 5. Laderas Estribadas

Este tipo constituye el 90% de esta unidad, con marcados rasgos morfológicos, en ella se desarrollan una serie de laderas paralelas al curso del Río Chichiriviche, que en algunos casos expresan rasgos y evidencias macrotectónicas de fallamiento y fracturas. Estas laderas se presentan en dos patrones, el más abundante como laderas de gran longitud y homogeneidad de sus pendientes noreste con dirección de máxima pendiente entre los 30 a 35 grados noreste, se encuentran en un rango de cotas que van desde los 100 a los 600 m y pendientes que oscilan entre los 30° a 35° de inclinación, el segundo patrón con orientación noroeste con una orientación de sus máximas pendientes de 40° a 45° grados noroeste, estas estribaciones se presentan estrechas y alargadas estableciendo divisorias de aguas a micro escala y laderas convexas al corte longitudinal. El drenaje de este tipo se concentra en su mayoría en el primer patrón y se desarrolla de forma dendrítica, vertiendo sus aguas al drenaje

principal. Estas laderas están asociadas al este a la Fila Guayabal y al oeste a la fila que se extiende desde Cerro San Miguel hasta Cerro Las Palomas.

Tipo 6. Topes Amesetados

Ubicados al oeste de la zona de estudio, se presentan colinas con topes amesetados que alcanzan cotas máximas próximas a los 600 m, representan el 10% de la unidad y se desarrollan como las estribaciones de la fila que se extiende desde Cerro San Miguel hasta Cerro Las Palomas, variando en este último cerro a un carácter de mesetas escalonadas poco desarrolladas. Al igual que la tipología anterior, esta presenta un drenaje dendrítico que en el cerro San Miguel se presenta radial centrifugo, pendientes de entre 30 ° a 35°, salvo ciertos puntos que pueden ser observados desde el Río Chichiriviche en las coordenadas 19P692400 UTM 1165114 viendo específicamente al oeste, donde se observan pequeños escarpes con pendientes que superan los 45° de inclinación.

(UIII) Unidad de Filas Alargadas

La unidad se presenta escasamente en la zona de estudio, sin embargo controla las características físicas de los relieves próximos. Esta unidad se caracteriza por el desarrollo de filas alargadas subparalelas, la de mayor extensión al este “Fila Guayabal” y al oeste de la zona la fila que se extiende desde Cerro San Miguel hasta Cerro Las Palomas, entre ellas se desarrollan las laderas, valle y margen de costa descritos en las unidades previas.

La unidad se presenta bastante homogénea en cuanto a sus características físicas, se caracteriza por un relieve alto de tipo montaña con cotas que superan los 600 m de altura y su punto más alto de 1500 metros al sur del Alto del Rosario. Predominan las pendientes de 35° a 40° en algunos casos presentando zonas

escarpadas y recientemente afectadas por deslaves visibles desde grandes distancias.
Las filas se orientan con dirección 25° nornoroeste.

CAPITULO V

GEOGRAFÍA FÍSICA

5.1. GENERALIDADES

5.2. FISIOGRAFÍA

5.3. RELIEVE

5.4. DRENAJE

5.5. CLIMA

5.1.- GENERALIDADES

La región de la cordillera central, ofrece una gran diversidad de atractivos naturales, históricos y culturales, los cuales, sumados a los servicios turísticos, la convierten en el área de mayor actividad recreativa y de turismo interno del país. Vocación marina, por su franja costera con tramos montañosos y pequeñas bahías, buenas vías de comunicación y una calificada dotación de hoteles de categoría alta, media y campamentos vacacionales, a los que se agregan los servicios de marinas y clubes. Ver imagen 5.1.



Imagen 5.1. “Vista al este de la costa, desde Punta el Vigia, proximo al pueblo de Chichiriviche de la Costa” Foto: Y. López, R. Sosa 2009.

El estado Vargas, se distingue por contener rasgos geográficos muy diversos, en una extensión territorial relativamente pequeña, si se compara con el resto de los

estados venezolanos. En él se concentran ambientes de baja y media montaña, zonas de clima tropical, una extensa costa al norte que se orienta aproximadamente este-oeste, teniendo el Cerro Ávila, como icono natural del estado, que también comparte con la ciudad de Caracas. Dicho cerro formalmente antes las leyes venezolanas se denomina como Parque Nacional Guaraira Repano antiguo Parque Nacional El Ávila declarado Parque Nacional en 1.958 mediante el decreto No. 473 con una superficie de 66.192 Ha, que en la actualidad suma 85.192 Ha. Éste parque ofrece a sus visitantes el atractivo de una selva húmeda nublada, propio para actividades recreativas de montaña y el conocimiento y estudio de las especies tropicales; su infraestructura se limita a caminerías y puestos de guardaparques, pudiéndose pernoctar en sus campamentos. Estas características le confieren un importante atractivo turístico nacional e internacional, a demás, cuenta estar estratégicamente ubicado cerca del segundo puerto de mayor importancia, el principal aeropuerto internacional permitiendo a los turistas de transito conocer a nuestro parque en espacio de tiempo relativamente cortos.

5.2. FISIOGRAFÍA

La Cordillera de la Costa de Venezuela, en su región central puede ser dividida en dos grandes regiones morfológicas denominadas Serranía del Litoral y Serranía del Interior. Ambas paralelas, poseyendo la última mayor longitud.

Ambas zonas morfológicas comparten la misma genética, sin embargo la Serranía del Litoral presenta un carácter abrupto, donde resaltan las laderas con importantes pendientes condicionadas por lo angosto de sus picos y crestas. A diferencia, la Serranía del Interior que presenta una mayor suavidad topográfica, con laderas más suaves y cimas levemente mas redondeadas.

A su vez, la Serranía del Litoral se puede subdividir en dos intervalos: el primero se extiende desde el macizo de los Altos o de Guaicaipuro hasta Mariches, el

segundo lo conforma la cadena litoral que se prolonga desde el Cerro Guaraira Repano hasta Cabo Codera.

El primer intervalo fisiográfico es una serranía con laderas abruptas con cumbres redondeadas caracterizada por la juventud fisiográfica avanzada (imagen 5.2.). El área de estudio, objeto de esta investigación, se extiende como una franja paralela a la costa del estado Vargas, al norte del segundo intervalo. Ésta cadena litoral Guaraira Repano – Cabo Codera, es en esencia la prolongación del macizo de los Altos, surgiendo como una abrupta muralla, de laderas con fuerte pendiente y cima muy angosta de la que resaltan los picos Naiguatá, Occidental y Oriental.



Imagen 5.2. “Vista de la bahía de Chichiriviche de la Costa, desde Punta el Vigia”. Foto: Y. López, R. Sosa 2009.

5.3. RELIEVE

Es el relieve de esta región el resultado de la interacción directa entre el clima tropical y el carácter litológico que lo compone. Así se observan caracteres abruptos, ejemplo es la cuenca del Río Oricao, con alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1700 m en una corta distancia horizontal.

A todo lo largo de la Cordillera de la Costa, se observan una tendencia aguda en las vertientes, en forma de V con los flancos visiblemente verticalizados. Sin embargo, debido a variaciones climatológicas, precipitacionales así como diferentes asociaciones botánicas se pueden observar variaciones en el área norte y media, con cumbres más empinadas y cursos de agua encajonados. En las zonas de mayor altura se observan saltos de agua de decenas de metros de altitud.

Es destacable el desarrollo de considerables espesores de suelo que se generan en este sistema montañoso, resultado directo de las interacciones litológicas, climáticas y biológicas. Es así como el clima tropical, el espesor de los suelos y la cubierta vegetal tupida acentúan los procesos de meteorización y erosión aunados a las lluvias que saturaron los suelos, generando eventos como los observados en la región durante la vaguada de diciembre de 1999 y la de febrero 2005.

Por su parte, las filas se pueden dividir en tres grupos según su orientación, atendiendo a sus características físicas su orden de importancia se da: el conjunto dominante con dirección este-oeste marcado principalmente por una linealidad de sus filas alargadas con topes redondeados de los que resaltan picos con moderadas diferencias de altura, siguiendo la lineación predominante en todo el Sistema Montañoso del Caribe. En este conjunto se hallan las expresiones topográficas más resaltantes y por ende condicionan el desarrollo de extensos cursos de agua, como lo son el Río Petaquire.

Un segundo patrón se desarrolla a partir del primero, con orientación promedio de filas norte-sur. Se definen como lomas que parten desde las cumbres más elevadas y controlan drásticamente el curso de los Ríos. Sus flancos se caracterizan por fuertes pendientes al igual que los valles que se generan entre ellas, de carácter estrechos por donde fluyen los drenajes principales antes mencionados, un ejemplo de ellos es el curso del Río Oricao.

Asociados a relieves moderados, se encuentra el tercer conjunto, con filas orientadas aproximadamente N40W. A estas geoformas están asociados las principales redes de afluentes y tributarios de los drenajes, como es el caso del Río Oricao y la red de afluentes del Río Chichiriviche.

El margen norte está representado por el desarrollo costero. Con características muy particulares y una geometría sometida a constantes cambios, controlados principalmente por el aporte clástico de los Ríos. Sin embargo, es importante resaltar que prácticamente carecen de plataforma continental, con escasos desarrollos de playas. Es común la ausencia de playas y en su lugar se presentan abruptos y empinados farallones en contacto brusco con el mar. Ocurriendo desarrollos costeros en calidad de playas, los constituidos por las desembocaduras de los Ríos Oricao y Chichiriviche. imagen 5.3.

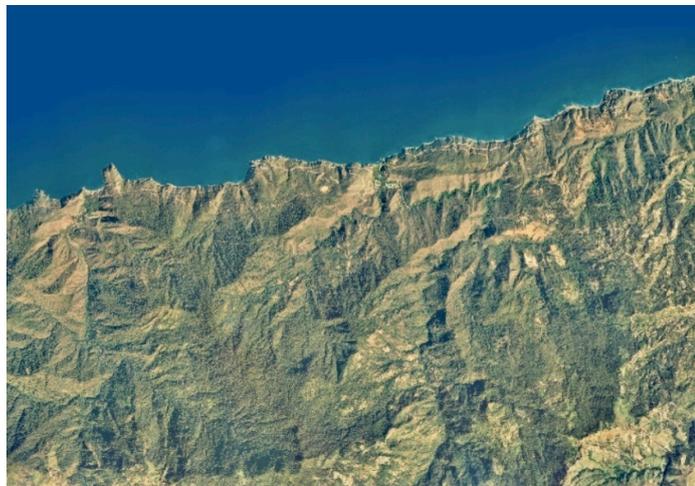


Imagen 5.3.“Imagen de satélite 6747 – I – SO del norte del estado Vargas”.

En términos generales, el drenaje es reticular, controlado esencialmente por factores estructurales más que por variaciones litológicas. Los cursos se suelen orientar según patrones similares a los descritos para las filas adyacentes. Se alcanzan desarrollos hidrográficos hasta de tercer orden con régimen permanente en casi la totalidad de la red. El Río Chichiriviche y el Oricao, en su parte media y superior poseen una orientación predominantemente norte-sur, similar a las filas que están asociadas a ellos.

Las características físicas de los cursos de agua que involucran este trabajo se detallan:

- Cuenca del Río Chichiriviche, comprende un área de 78 Km², con una longitud de 16,1 Km y una pendiente media de 0,5.
- Cuenca del Río Oricao, comprende un área de 62 Km², con una longitud de 17,2 Km y una pendiente media de 0,45.

Los afluentes, también dominados por factores estructurales se orientan aproximadamente a los N40W, generando en este caso una red subparalela y en algunos casos dendríticos. Generalmente de corta extensión en un relieve menos exuberante.

El Río en su contacto final con el mar, forma una estrecha llanura aluvial, que en las zonas donde el pie de monte está más desarrollado y con menor pendiente genera estrechas franjas costeras con calidad de playa, pero sin desarrollar ningún tipo de estructura deltáica. Esta llanura está constituida por fragmentos gruesos de rocas en su parte proximal y cantos con escasa redondez en su parte más distal.

5.5. CLIMA

La variada altimetría de la región, comprendida entre los 0 m y los 1700 m sobre el nivel del mar, condiciona la presencia de varios pisos climáticos. Utilizando la clasificación de Koeppen, 1948, se dividen en:

5.5.1.- *Clima Semiárido Tropical*

En la mayor parte del estado Vargas, se expresa un clima tropical semiárido, con temperaturas medias anuales altas que llegan a 26° C, en las estaciones meteorológicas de la Escuela Naval en Mamo y Maiquetía. Las precipitaciones son irregulares y escasas, con un promedio anual de sólo 435 mm anuales en Mamo y 458 mm anuales en Maiquetía, en la zona comprendida entre Oricaio y Chichiriviche se han registrado precipitaciones que oscilan entre los 500 mm y 1000 mm anuales, presentadas esporádicamente en prolongados intervalos de tiempo, en forma de copiosos chubascos (figura 5.5),. Precipitación en los siguientes espacios:

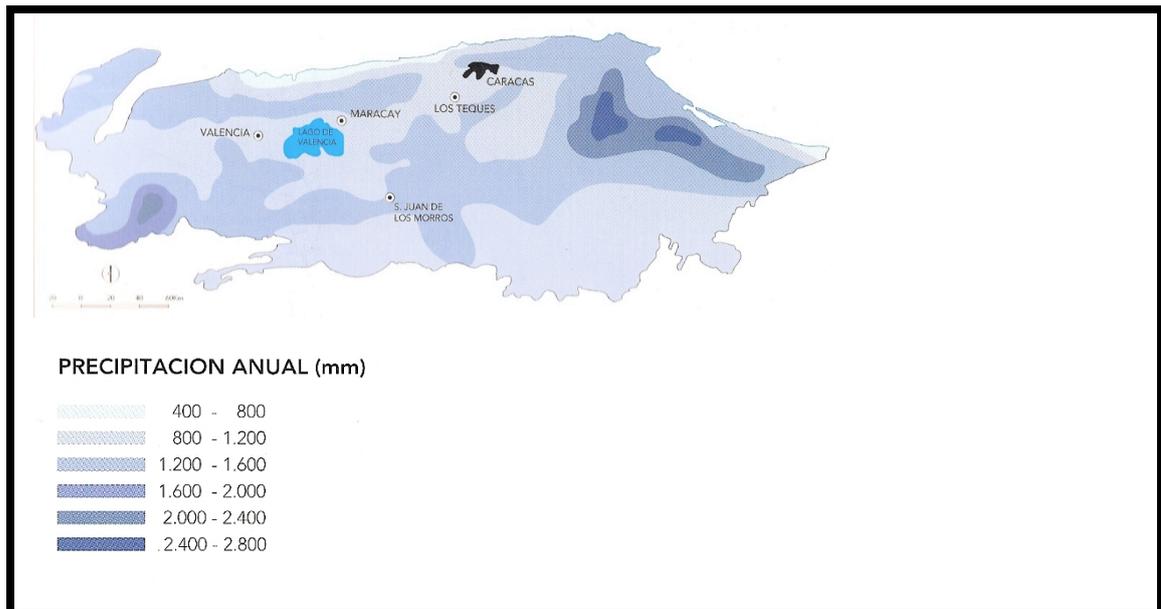


Imagen 5.5. *Precipitación Anual de la Cordillera de la Costa Central.* Tomado de: Imagen de *Venezuela una visión espacial*, Petróleos de Venezuela, S.A.

- Puerto Maya - Arrecife (600 mm/anuales).
- Mamo (325 mm/anuales).
- Maiquetía - Anare (600-800 mm/anuales).
- Los Caracas - La Sabana (1100 – 1500 mm/anuales).
- Caruao - Chuspa (1800 mm/año).

Este clima caliente y seco, se caracterizó en la franja delimitada entre puerto Mayas y Naiguatá con alturas comprendidas entre los 0 m y los 600 m sobre el nivel del mar, que se acompaña con una vegetación xerofítica de cardonales y espinales. imagen 5.6.

La tasa de evaporación supera de dos a cuatro veces el promedio anual de precipitaciones, por tanto generando una provincia de humedad semiárida.



Imagen 5.6. “Vegetación xerofita en Punta del Mono, al oeste de Chichiriviche de la Costa”. Foto: Y. López, R. Sosa 2009.

5.5.2.- Clima Tropical Cálido Lluvioso

A medida que se asciende en los pisos térmicos de la Serranía del Litoral, se van experimentando condiciones de mayor humedad y menor, quedando restos de bosques deciduos y bosques siempre verdes nublados. Asimismo, desde el sector oriental de Los Caracas hasta los lindes con los paisajes mirandinos de Barlovento mejoran las condiciones de pluviosidad y la vegetación se densifica.

Este clima se puede dividir en dos subtipos determinados exclusivamente por la altitud, el primero presente en el tipo montano medio a bajo, entre 600 m y 1000 m sobre el nivel del mar, el segundo aparece en el tipo montano medio al alto, con rango de aturas que van desde los 1000 m a 1500 m sobre el nivel del mar. Ambos con una temperatura media anual de 18° C y 24°C. En estos climas han registrado valores medios de precipitación en:

- Carayaca - Petaquire (850 – 900 mm/año).

En general el primer subtipo presenta una precipitación media anual de 1200 mm y 1600 mm., mientras que el segundo se caracteriza por una precipitación con media anual mas baja entre los 900 mm y 1200 mm, cuya característica más importante es la de presentar días con niebla.

Durante muchos años, el hombre se ha beneficiado de estas condiciones climáticas particulares, estableciendo zonas agrícolas dentro de este sistema climático. Hecho que ha conllevado a la desaparición del bosque original en casi la totalidad de la extensión, conservándose solo en aquellas zonas donde la actividad agrícola se ve limitada por pendientes muy elevadas o donde los suelos son muy pobres.

5.5.3.- Clima Templado de Altura Tropical

Se ubica por encima de los 1500 m de altura, en este tipo de clima se presenta una temperatura media anual de varia entre los 12° C y los 16° C. Por su parte la media de precipitación anual varía entre los 1000 mm y los 1500 mm. Sin embargo a la altura en que se desarrolla este clima, favorece la aparición de niebla, lo que incrementa la humedad relativa.

CAPITULO VI

RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos luego de caracterizar la geología de Chichiriviche de la Costa, estado Vargas, haciendo uso individual de los métodos seleccionados y detallados en el Capítulo III. Es importante señalar, que estos resultados se obtuvieron de la aplicación directa, fiel y exacta de estos métodos y procedimientos, sin alguna manipulación o interacción entre ellos.

ESTUDIO DE GEODIVERSIDAD POR PROCEDIMIENTOS ESTADISTICOS

El estudio de la geodiversidad se ha realizado mediante la aplicación del método CARCAVILLA (2007) con los siguientes resultados:

Área de estudio

La caracterización de geodiversidad se llevo acabo sobre un área total de 12,8 Km², delimitados como se aprecia en la carta topográfica ubicada en los anexos. Para esta delimitación se atendieron a factores geológicos y administrativos.

$$S = 12,8 \text{ Km}^2$$

Tabla 6.1. “Tabla resumen de los elementos de la geodiversidad presentes en la zona de estudio, Chichiriviche de la Costa”.

Muestra	Clases	Recintos
Litológicas	Augengneis de Peña de Mora	4
	Anfibolitas de Nirgua	2
	Serpentinitas	1
Estructurales	Fallas	3
	Plegamientos	1
Geomorfológicas	Mirador geomorfológico	2
	Procesos activos	1

En cifras totales las clases se distribuyen de la siguiente manera:

- Litológicas: Un total de 3 clases (CL) y 7 recintos.
- Estructurales: Un total de 2 clases (CE) y 4 recintos.
- Geomorfológicas: Un total de 2 clases (CG) y 3 recintos.

Total de las Clases $C = CL + CE + CG = 7$ clases

Geodiversidad Intrínseca $G_i = C/S = 7/12,8 = 0,55$

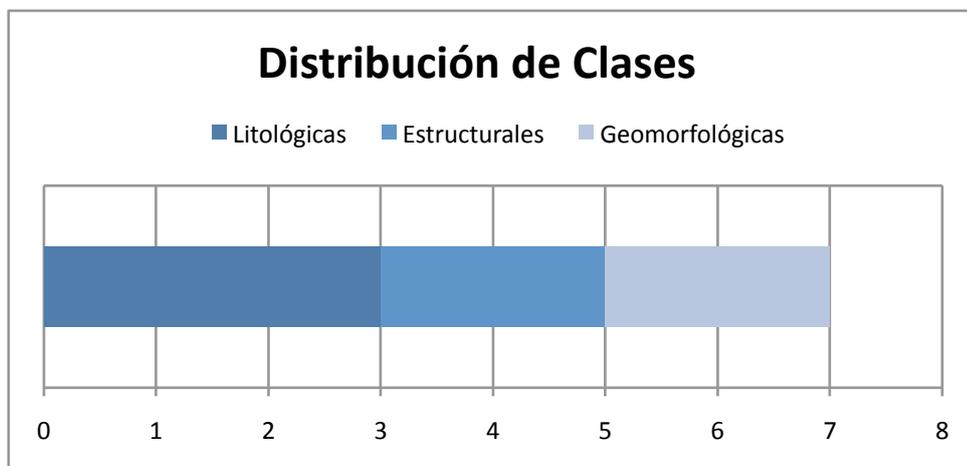


Grafico 6.1. “Distribución de las Clases de Geodiversidad del territorio”.

Frecuencia de clase

TABLA 6.2. “Tabla resumen de la frecuencia de cada clase”.

FRECUENCIA DE LA CLASE (Fc = rc/S)					
MUESTRAS					
Litológicas		Estructurales		Geomorfológicas	
Clase	Frecuencia	Clase	Frecuencia	Clase	Frecuencia
Augengneis	0,31	Fallas	0,23	Mirador	0,16
Anfibolitas	0,16	Pliegues	0,08	Procesos Act	0,08
Serpentinitas	0,08				

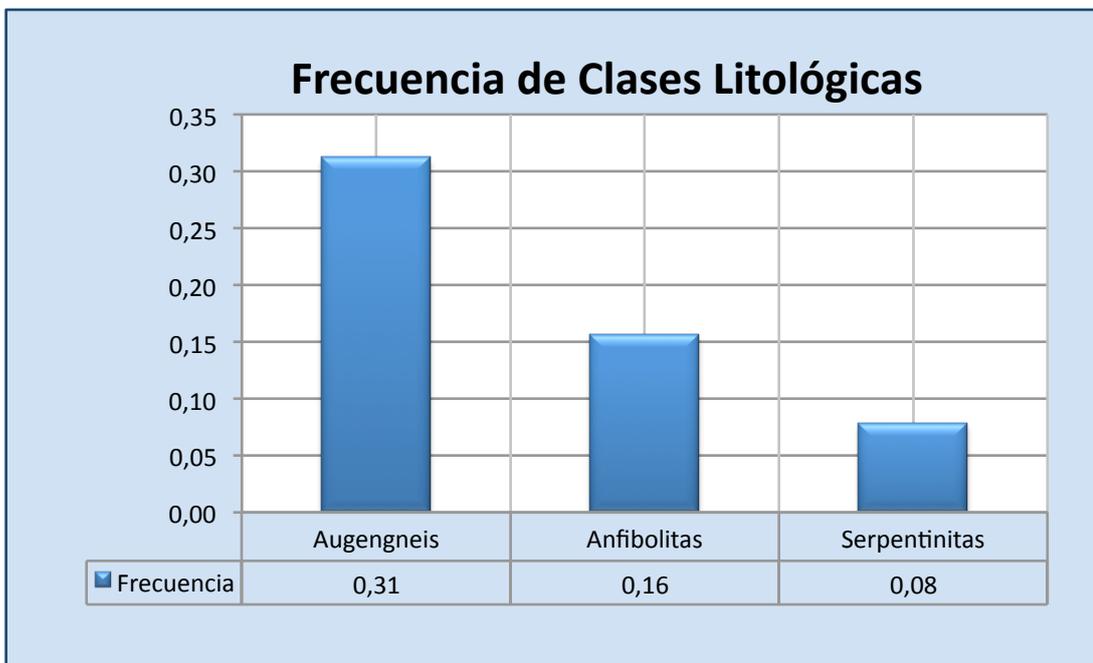


GRAFICO 6.2. “Frecuencia de Clases Litológicas”

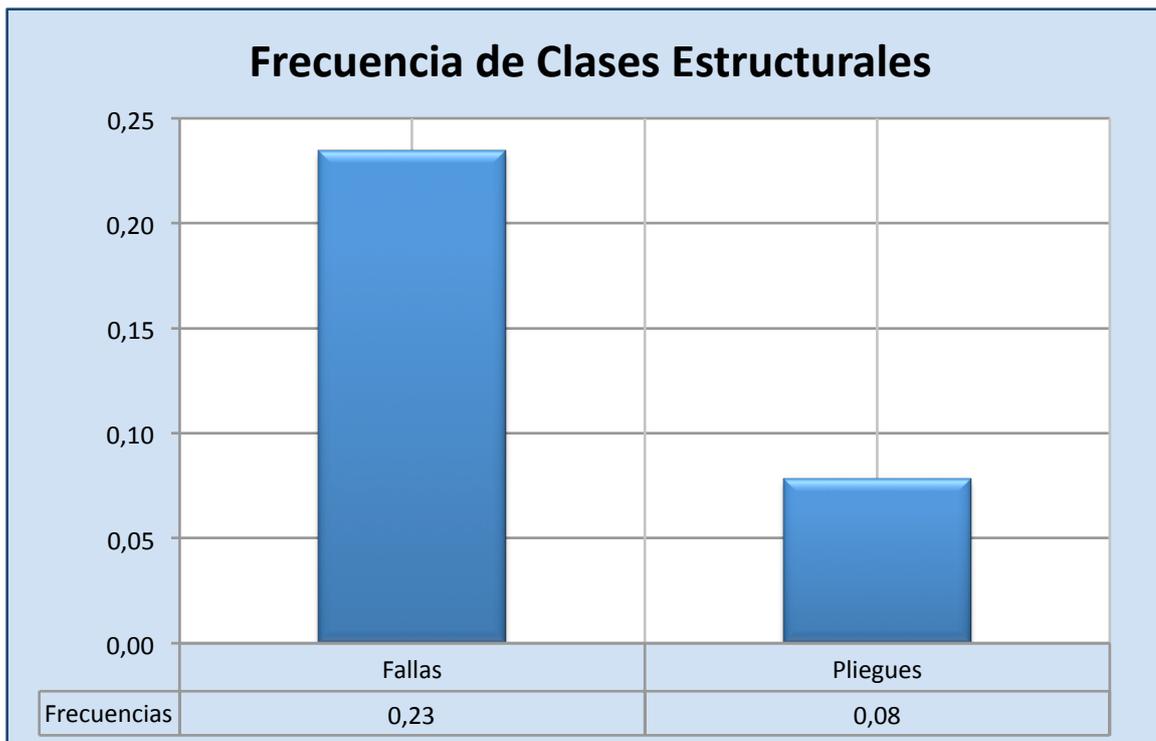


GRAFICO 6.3. “Frecuencia de clases estructurales”

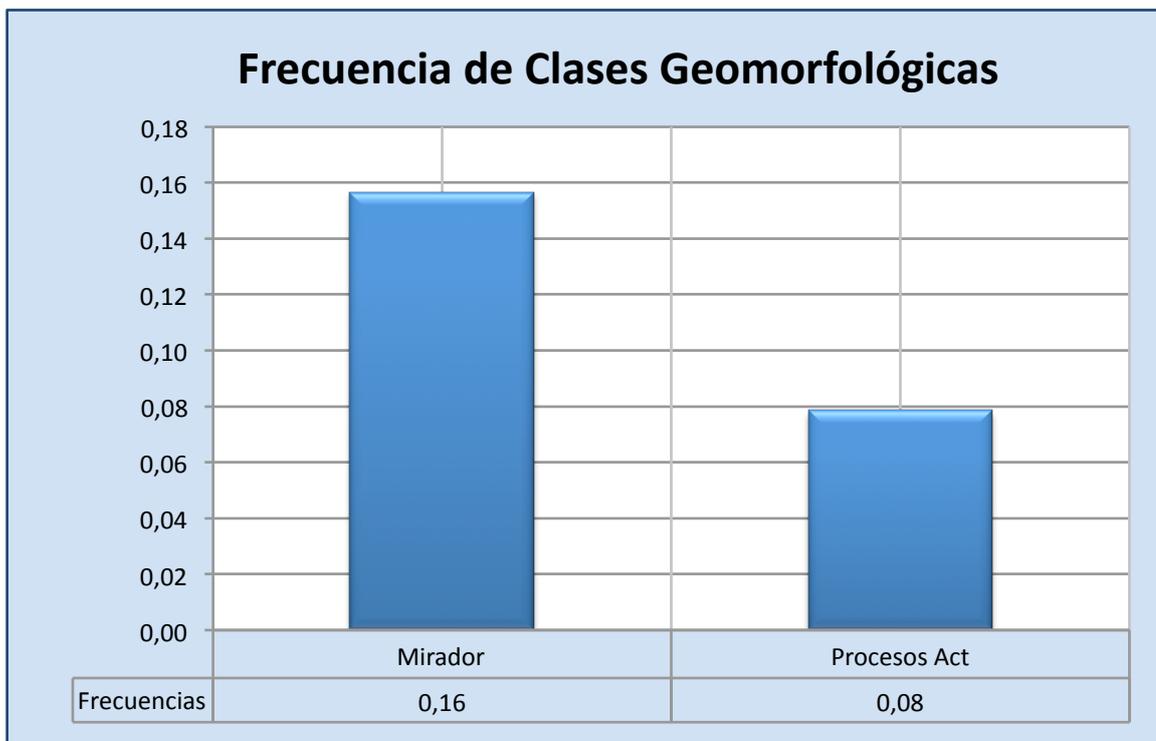


GRAFICO 6.4. “Frecuencia de clases geomorfológicas”

TABLA 6.3. “Superficie relativa de clases”

SUPERFICIE RELATIVA DE CLASES (Src)								
$Src = (Sn \times 100) / S$								
MUESTRAS								
Litológicas			Estructurales			Geomorfológicas		
Clases	Superficie (Sn)	Src	Clases	Superficie (Sn)	Src	Clases	Superficie (Sn)	Src
Augengneis	1,2	9,38	Fallas	0,3	2,34	Mirador	0,3	2,34
Anfibolitas	0,35	2,73	Pliegues	0,4	3,13	Procesos Act.	0,6	4,69
Serpentinitas	0,2	1,56						

TABLA 6.4. “Superficie acumulada de muestras”

Superficie Acumulada de Muestras (Km²)		
Litológicas	1,75	Km ²
Estructurales	0,7	Km ²
Geomorfológicas	0,9	Km ²

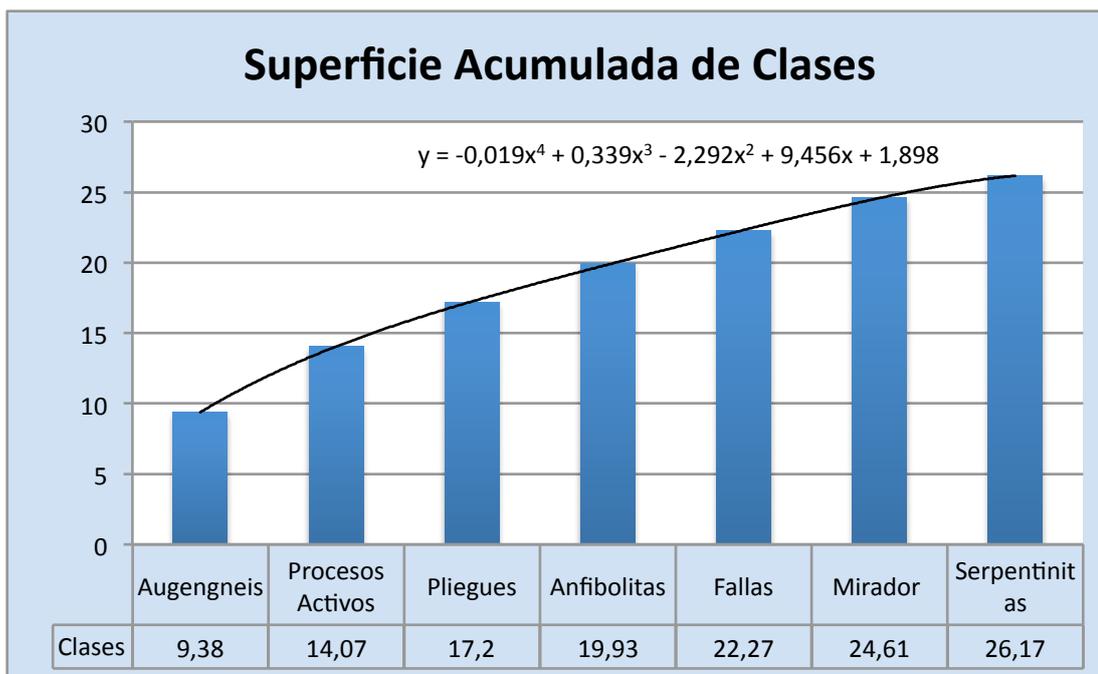


Gráfico 6.5. “Superficie Acumulada de Clases”

EVALUACIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO POR MEDIO DE PROCEDIMIENTOS PARAMÉTRICOS

TABLA 6.5 “Análisis de Lugares de Interés Geológico”

ANÁLISIS DE LUGARES DE INTERÉS GEOLOGICO												
N° Identificación	Nombre de PIG	DATOS										
		Estado de Conservación	Calidad Intrínseca					Potencial de Uso				
			C	A	D	E	E x K	A c	O	S	H	A c
LAP - 001	Río de Chichiriviche de la Costa	4	4	2	1	1	4	2	4	3	0	2

LAP - 002	Río de Chichiriviche de la Costa	4	4	1	2	2	4	1	4	1	0	1
LAP - 003	Río de Chichiriviche de la Costa	3	4	1	0	2	4	1	3	2	0	1
LAP - 004	Río de Chichiriviche de la Costa	3	4	1	1	3	4	2	4	2	0	0
LCN - 001	Anfibolitas de Nirgua	1	4	0	3	1	4	0	3	2	0	3
LCN - 002	Anfibolitas de Nirgua	4	4	2	1	4	4	2	4	3	0	1
LSP - 001	Serpentinitas	1	4	2	4	3	4	3	4	2	0	3
EF - 001	Estructura de Falla	2	3	1	0	1	4	1	3	2	0	3
EF - 002	Estructura de Falla	2	3	1	0	1	4	1	4	2	0	3
EF - 003	Estructura de Falla	3	3	1	3	4	4	2	4	2	0	2
EP - 001	Estructura de Pliegue	4	3	3	4	4	4	4	4	1	0	0
GM - 001	Mirador Geomorfológico	3	3	4	3	4	4	4	4	2	0	3
GM - 002	Mirador Geomorfológico	3	3	3	1	4	4	3	4	2	0	1
GPA - 001	Procesos Activos	3	3	2	4	3	4	4	4	2	0	2

Donde:

A = Abundancia Relativa

D = Diversidad

E = Extensión

Ex = Valor del Elemento. Ejemplo geomorfológico

K = Grado de Conocimiento

AC = Tipos de actividades que se pueden llevar a cabo en el lugar

O = Condiciones de observación

S = Servicios disponibles

H = número de habitantes en el entorno

ACC = Accesibilidad

W = Peso Correspondiente a cada factor, $\sum W = 1$

Tomado de: **(Bruschi V., 2007)**

TABLA 6.6. “Valor del Lugar de Interés Geológico”

VALOR DEL LUGAR DE INTERES GEOLOGICO		
Nº Identificación	Nombre del LIG	VLIG
LAP - 001	Río de Chichiriviche de la Costa	0,583333333
LAP - 002	Río de Chichiriviche de la Costa	0,55
LAP - 003	Río de Chichiriviche de la Costa	0,3625
LAP - 004	Río de Chichiriviche de la Costa	0,425
LCN - 001	Anfibolitas de Nirgua	0,133333333
LCN - 002	Anfibolitas de Nirgua	0,666666667
LSP - 001	Serpentinitas	0,191666667
EF - 001	Estructura de Falla	0,225
EF - 002	Estructura de Falla	0,233333333
EF - 003	Estructura de Falla	0,5
EP - 001	Estructura de Pliegue	0,75
GM - 001	Mirador Geomorfológico	0,6125
GM - 002	Mirador Geomorfológico	0,5
GPA - 001	Procesos Activos	0,55

ESTABLECIMIENTO DE GEODIVERSIDAD POR DELIMITACION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

TABLA 6.7. “Clasificación de las unidades geomorfológicas”

Valore de pendiente (°)	0-5	6-15	16-25	26-50	>50
Valores de rugosidad	1	2	3	4	5
Clasificación Unidades Geomorfológica (según la rugosidad)		Unidad 1		Unidad 2 y 3	

TABLA 6.8. “Geodiversidad de la Unidad ”

Unidad	1	2	3
Números de elementos físicos por unidad	3	3	1
Superficie de la unidad	0.6 Km ²	10 Km ²	2.2 Km ²
Coefficiente de rugosidad de la unidad.	15°	30°	40°
*Geodiversidad de la Unidad	-88,09	39,08	50,73

*Datos arrojados usando la ecuación 3.8

CAPITULO VII

ANÁLISIS RESULTADOS

- El valor de Geodiversidad Intrínseca (GI) es de 0,55 representando el valor de la pendiente y haciendo uso de la figura 3.1 del capítulo III, la tendencia nos ubica en valores de GI bajos. Por lo tanto el valor numérico de la extensión total de la superficie es mucho mayor al numero de clases que afloran en el lugar de estudio.
- El grado de fragmentación de clase es de 1.09, este valor es de carácter representativo, razón por la cual se compara con los patrones referenciados en la tabla 3.1 del capítulo III.
- Se asigna a la frecuencia de clases un patrón equifrecuencial, ya que sus valores en cada una de las muestras mantienen una tendencia constante (tabla 5.2), evidenciando con los cálculos de media igual a 0,157 y desviación estándar de valor 0,0088 esta ultima con valores de carácter muy bajos. Ecuación 7.1 y 7.2

Tabla 7.1 “Frecuencia de Clases”

Frecuencia (Fc)	0,08	0,31	0,16	0,8	0,23	0,8	0,16
--------------------	------	------	------	-----	------	-----	------

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{Fc}{n}$$

Ecuacion 7.1 Promedio

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{N-1}\right) \sum_{i=1}^N (Xi - \bar{X})^2}$$

Ecuacion 7.2 Desviación Estandar

- La superficie relativa de clase (Src) cumple una tendencia inequifrecuencial debido a la diferencia entre los valores obtenidos (ver tabla 5.3), demostrado en cálculos de media igual a 3,73 y desviación estándar de valor 2,67 esta ultima con valor altos.

Tabla 7.2 “Superficie Relativa de Clases”

(Src) *	9,38	2,73	1,56	2,34	3,13	2,34	4,69
---------	------	------	------	------	------	------	------

*Datos arrojados usando la ecuación 7.1 y 7.2

- En el mismo sentido la desviación estándar mencionada anteriormente es la responsable de asignar a la grafica 5.5 (superficie acumulada de clase) un comportamiento parabólico.
- El método de Carcavilla (2007) no define matemáticamente la manera de graficar la curva de superficie acumulada de clases, sin embargo, utilizando una aproximación polinómica, se afirma que mientras mayor sean los grados de éste polinomio mejor será la fidelidad de los datos de la zona que se esta estudiando.
- Se utiliza la aproximación polinómica para graficar superficie acumulada de clase, por la practicidad de uso y por su rápida ubicación dentro de los patrones referenciados en la tabla 3.1 capítulo III. La cual nos permite ubicarnos en un patrón sólo con observar el grado del polinomio, de allí lo importante de representar en el resultado la ecuación de la curva en conjunto con cada gráfica.
- Obtenidos los datos y comparados con los patrones teóricos establecidos en la tabla 3.1 del capítulo III, la geodiversidad de la zona estudiada se ubica en patrón 6 de la tabla antes mencionada. Se coincide con la descripción geológica la cual detalla a continuación, encontrando similitud entre los patrones teóricos y las expresiones geológicas observadas en campo.

- Según Carcavilla (2007) en el patrón 6 detalla “Ejemplos de territorios con baja geodiversidad intrínseca y alto grado de fragmentación. La equifrecuencial de clase tiene como resultado una cierta distribución regular del paisaje. Puede corresponder a zonas con desarrollo de morfología lineales, como cursos fluviales, diques o elementos estructurales como pliegues y fracturas. Por lo general, estos patrones no son muy abundantes en la naturaleza, porque la distribución regular de las clases y superficies es poco frecuente”.
- Obtenidos los resultados de los lugares de interés geológico aplicando el método de Bonachea (2005), se establece de manera inmediata una jerarquía entre los recintos, calificando el de mayor importancia al recinto que represente el valor más alto, siendo 0 y 1 el rango de valoración.
- EP001 ubicado en Punta el Mono, la cual detalla estructuras de pliegues, es el LIG mas impórtate con VLIG de 0,75. Su importancia, aun cuando su acceso es limitado, se debe al siguiente orden estado de conservación, extensión relativa, valor como ejemplo geomorfológico, y abundancia relativa (único ejemplo en el territorio).
- LCN001 ubicado en Punta el Vigía (corte de carrera), detallando la litología, es el LIG de menor importancia con VLIG de 0,13333. Su valor esta condicionado estrictamente su grado de conservación limitando así su potencial de uso, a pesar de que su vía de acceso presente las mejores condiciones.
- Una vez analizado los LIG de máximo y mínimo VLIG, se observa que ésta ponderación será influenciada en mayor proporción por el estado de conservación (Ci). Esta condición se evidencia ubicando la posición de este parámetro dentro de la ecuación 3.5 del capítulo III Es decir a valores bajos de Ci el resultado será de menor ponderación.

- Haciendo uso del VLIG se establece de manera jerarquizada los LIG caracterizados en la zona de estudio:

TABLA 7.3.”VALOR DE INTERÉS GEOLÓGICO”

VALOR DEL LUGAR DE INTERES GEOLOGICO		
Nº Identificación	Nombre del LIG	VLIG
LCN - 001	Anfibolitas de Nirgua	0,133333333
LSP - 001	Serpentinitas	0,191666667
EF - 001	Estructura de Falla	0,225
EF - 002	Estructura de Falla	0,233333333
LAP - 003	Río de Chichiriviche de la Costa	0,3625
LAP - 004	Río de Chichiriviche de la Costa	0,425
EF - 003	Estructura de Falla	0,5
GM - 002	Mirador Geomorfológico	0,5
LAP - 002	Río de Chichiriviche de la Costa	0,55
GPA - 001	Procesos Activos	0,55
LAP - 001	Río de Chichiriviche de la Costa	0,583333333
GM - 001	Mirador Geomorfológico	0,6125
LCN - 002	Anfibolitas de Nirgua	0,666666667
EP - 001	Estructura de Pliegue	0,75

- Haciendo uso del método propuesto por Serrano y Ruiz 2007. En la unidad 1 se obtuvo un valor negativo ya que la superficie en su extensión total de esta unidad, es menor a 1 km. Debemos recordar que para valores menores 1 en la función matemática de logaritmo neperiano el resultado estará condicionado por valores negativos.

- Según Serrano y Ruiz (2007) y asumiendo que el valor del numerador está enmarcado en un valor absoluto, obtenemos que la geodiversidad varia de crecientemente entre las unidades de la siguiente manera:

TABLA 7.4.”VALOR DE INDICE DE GEODIVERSIDAD”

Unidad	Valor	Observaciones
1	88,09	Muy Altos
2	50,73	Altos
3	39,08	Altos

- Según Serrano y Ruiz (2007) y considerando que debido a valores elevados de más de una unidad a, se afirma que estamos en presencia de una geodiversidad controlada por factores geomorfológicos.

CAPITULO VIII

PROPUESTA DE MÉTODO DE ESTUDIO DE GEODIVERSIDAD

8.1. INTRODUCCIÓN

8.2. PROCEDIMIENTO

PROPUESTA PARA METODO DE ESTUDIO DE GEODIVERSIDAD

8.1. INTRODUCCION

Analizado los métodos seleccionados y cada uno de sus resultados incluyendo su aplicación de campo, se encontraron técnicas y características muy importantes en el estudio de la geodiversidad. Nos atrevemos a decir que ninguno de los métodos reúne todas las características necesarias para desarrollar cualquiera de las aplicaciones directas que conlleva a dicho estudio de manera práctica y sencilla. En el caso concreto, el método propuesto por Carcavilla (2007), nos ofrece una excelente visión de los elementos de la geodiversidad en el territorio y como estos se distribuyen, además, brinda un ordenamiento de los elementos geológicos en jerarquías, que permite organizarlos de forma sistemática sin dejar escapar alguno que el territorio pudiese reunir. Esto facilita un trabajo fluido y ordenado garantizando que sean incluidos todos los aspectos geológicos y agrupados en su categoría correspondiente.

A su vez los procedimientos propuestos por Serrano (2007), también proporcionan una comprensión espacial de los elementos de la geodiversidad dentro del territorio, atendiendo sus características geomorfológicas y agrupándolos en unidades de este tipo. Nos resulta conveniente entonces, mantener el orden y clasificación propuestas por Carcavilla por ser más amplio incluyendo aspectos que Serrano no considera además de facilitar el trabajo en cuanto al manejo de los datos (ver figura 3.1.)

De esta manera se garantiza que sean abarcadas todas las características geológicas a gran escala dentro de un territorio, en una estructura ordenada que permita su posterior análisis de elementos a menor escala y un manejo sencillo de los datos que se deriven de estos.

Para los fines de este trabajo de investigación los métodos combinados de Carcavilla (2007) y Serrano (2007) no logran satisfacer todos los objetivos, si bien nos brinda una excelente visión del territorio a escala macro, no obtenemos una caracterización detallada de los LIG así como tampoco una valoración que nos indique cual es mas importante que otro, ni presentan herramienta efectiva para determinar el potencial de uso del territorio y las áreas específicas de desarrollo. Si el objetivo es determinar la geodiversidad de un territorio y compararla con otro, éste método es el ideal, sin embargo, no es ese el planteamiento de este trabajo de investigación y se nos hace necesario ampliar los métodos estudiados ponderando los detalles de la geodiversidad y cada uno de sus elementos. De forma que puedan ser analizada la geodiversidad no solo a macro escala sino a detalle en aquellos lugares que resalten características y particularidades.

Se utilizará como complemento, el método propuesto por Bonachea (2005), este nos abre la posibilidad de estudiar a detalle aquellos elementos geológicos agrupados y clasificados previamente con los métodos y procedimientos combinados de Carcavilla (2007) y Serrano (2007), valorando las características físicas de cada uno. Este nos permite seleccionar lugares de territorio mas reducido y explorar todas sus características físicas y posibles utilidades (se puede ejemplificar como mirar en un área determinada del territorio con una lupa y obtener de ella todas las condiciones, detalles y actividades que en él se pueden desarrollar). Se incluyen además, nuevos criterios no contemplados como características de servicios públicos, calidad de observación, preservación del elemento y potencial de uso.

Sólo con una visión amplia del territorio que se desea estudiar, es posible detallar y discriminar entre los elementos a pequeña escala de la geodiversidad.

No es objetivo de esta propuesta de método discutir conceptos y definiciones sobre los elementos y propósitos de la geodiversidad, para algunos autores estos trabajos deberían estar orientados a la preservación y conservación, para otros como

herramienta de gestión del patrimonio geológico, etc. No es nuestro fin debatir la finalidad de su estudio.

Como autores consideramos que sus aplicaciones son tan diversas como lo que el investigador así lo quiera. En este orden no planteamos este método dirigido a un propósito o aplicación en específico, se ha desarrollado como un método abierto y de aplicación simple, que pueda ser manejado por profesionales del área de las geociencias sin necesidad de poseer experiencia en la materia y que de igual manera obtenga resultados con la misma calidad y confiabilidad que otro que sí posea más experiencia en estudios de geodiversidad.

Satisfacer los requisitos arriba planteados nos ha exigido la elaboración de una propuesta donde se debió cuidar el diseño y manejo de los datos con extrema preocupación en sus dos fases más críticas, la obtención y el análisis. Para ello se diseñaron fichas y escalas de ponderación, todas dirigidas al manejo de los datos que no están contempladas en ninguno de los métodos recopilados, estas serán presentadas más adelante.

8.2. PROCEDIMIENTO

Se estructurará el estudio de la geodiversidad en tres fases: 1. Recopilación bibliográfica y comprobación en campo de elementos referenciados, 2. Toma de datos de elementos geológicos, 3. Procesamiento y análisis de datos, con instrumentos matemáticos.

8.2.1. RECOPIACIÓN BIBLIOGRAFICA Y COMPROBACIÓN EN CAMPO

Investigación del Estado Actual del Conocimiento

Es requisito en todo trabajo de geología, recopilar tanta información como sea posible y que este disponible en el territorio que se desea estudiar. Esto comprenderá la recopilación bibliográfica, cartográfica, fotogeológica, estudios, proyectos e investigaciones, así como tesis y publicaciones nacionales e internacionales que sobre el área existan, como también actividades culturales deportivas y sociales que el área se desarrolla. Deberán ser contabilizados y con ellos se deberá llegar a la comprensión de las características topográficas, fisiográficas y geológicas más resaltantes, de los adelantos en materia de investigación que se realizan hasta la fecha en la zona, proyectos y actividades que allí se desarrollan, así como los procesos geológicos externos e internos que se tienen lugar en el área a estudiar.

Estudio Cartográfico

El estudio de geodiversidad requiere una comprensión espacial del territorio sobre el cual se trabaja así como también la distribución de los elementos en él. Esto sólo es posible realizando un estudio cartográfico y fotogeológico completo que incluya la caracterización del drenaje, relieve, unidades topográficas, elementos estructurales y elementos geomorfológico. Culminando en la elaboración de un informe detallado de las características físicas del territorio que incluya un mapa a escala adecuada.

En esta etapa del estudio ya se hace posible la identificación de elementos geológicos de interés, que serán referenciados en los mapas y ubicados según sus coordenadas geográficas, dicho procedimiento se conoce en la bibliografía como

Inventario de Lugares de Interés Geológicos

De esta manera damos inicio al estudio geológico de un territorio basado en su geodiversidad.

Todos los mapas y representaciones cartográficas analizadas y desarrolladas, deberán cumplir con normas básicas de cartografía: escala (gráfica y numérica) apropiada, donde se puedan observar los detalles a los que se haga referencia, las hojas cartográficas estarán siempre orientadas al norte, llevará una retícula de coordenadas de ubicación geográfica, toponimia actualizada y leyenda donde se representen todos los símbolos y elementos empleados. Se definirán claramente los límites físicos del territorio estudiado, sobre todas las representaciones cartográficas que sean usadas en la investigación.

Delimitación del Área de Estudio

Es el primer paso concreto a realizar para el estudio de la geodiversidad y será el resultado directo del estudio fotogeológico, es de suma importancia destacar que sus límites físicos estarán perfectamente definidos y no deben mostrar dudas o ambigüedades, como veremos más adelante solo conociendo el área se podrá realizar la caracterización de manera puntualizada.

La decisión del área total y la ubicación de los límites dependerán a juicio del investigador, basándose en el estudio cartográfico previo, donde atenderá parámetros administrativos, geológicos, geográficos, tales como fronteras, espacios protegidos, cambio de ambientes biológicos y geológicos, etc. Es recomendable en los casos que sea posible, que los límites estén definidos por parámetros geológicos y engloben unidades geológicas completas, a fin de no perder elementos de geodiversidad y directamente la geodiversidad del mismo. Su determinación solo será posible cuando

se comience la fase de comprobación de campo, donde se podrá contrastar lo analizado en el estudio fotogeológico y los datos de campo.

Jerarquías de Elementos de Geodiversidad

En este punto se hace imposible avanzar sin establecer los criterios de cómo serán clasificados los elementos, formas, litologías, paisajes, etc. que sean reportadas en el estudio del territorio. No jerarquizar una estructura los elementos encontrados sería trabajar de forma desordenada y con un costo de objetividad y precisión de baja calidad. Se propone entonces la siguiente estructura para organizar los elementos de la geodiversidad, originalmente propuesta por CARCAVILLA (2007) y modificada en esta investigación:

Se presenta como una jerarquía simple, abierta a modificaciones según sea el caso particular del territorio estudiado, pero que facilitara el trabajo en campo y en las fases de oficina que comprenden el análisis matemático, así como su fiabilidad.

Muestra

Es la clasificación mas amplia y de mayor rango, se considera muestra aquellos elementos que componen la geodiversidad del territorio a estudiar. Su selección se divide en tres categorías según su naturaleza: litológicas, estructurales, geomorfológicas. En ellas puede ser incluido cualquier elemento o fenómeno geológico observado en una región como por ejemplo la paleontológica y minero-metalúrgico.

Sin embargo, la escala de esta categoría aún resulta muy grande para el estudio detallado de las características de geodiversidad de un territorio, se hace necesario entonces subdividir en agrupaciones más pequeñas dirigidas a elementos más puntuales y de menor escala.

Clase

Bajo el título de cada muestra, el investigador podrá definir cuantas clases sean necesarias como elementos geodiversos posea el territorio a estudiar, es clave aclarar en este momento que una clase esta definida por uno y sólo un elemento geológico. La repetición o presencia en el territorio de una misma expresión geológica no define una clase nueva, pues se trata del mismo elemento. Como veremos mas adelante, la repetición de estos elementos también están agrupadas y jerarquizadas.

Las clases corresponderán genéticamente a una muestra, según el origen del elemento que representen del territorio, y su denominación tendrá relación con el elemento que contienen.

Recinto

Denominaremos recinto, al lugar perfectamente ubicado cartográficamente, que contenga la exposición de uno o más elementos geológicos de una o más clases. Es el término análogo que en estratigrafía corresponde a un afloramiento. Como se especificó antes, una clase puede encontrarse expresada dentro de un territorio en repetidas oportunidades y locaciones, y estas se denominarán recintos. Entonces, una clase contendrá tantos recintos como veces aparezca repetida dentro del territorio.

Cabe la posibilidad que en un mismo recinto total o parcialmente, coincidan dos o más clases, esto simplemente dependerá del grado de relación que exista entre estas, incluso clases de muestras diferentes.

Para el estudio de geodiversidad y la ponderación numérica de la geodiversidad, es fundamental definir con precisión el área que ocupa cada recinto que sea definido dentro del territorio, así como una descripción escrita de sus límites

físicos en caso de que las escalas cartográficas no permitan hacer estas representaciones en los mapas.

Comprobación en Campo

Ya investigada y analizada la información disponible del territorio, se deberá iniciar la fase preliminar de campo, con un levantamiento geológico que comprenderá la comprobación y vigencia de los datos. En caso de ser necesario se deberán reportar los cambios en la geología culminando en la actualización del mapa geológico de la región.

En esta fase se deberán definitivamente definir los límites físicos del territorio combinando los datos del estudio fotogeológico y las observaciones de campo atendiendo a los parámetros antes definidos.

Es de suma importancia en estas primeras visitas de campo, la interacción con miembros de la comunidad que se desarrolla en el territorio, ellos nos podrán proporcionar valiosa información de las características físicas, geológicas, vías de acceso, lugares de interés, fenómenos naturales, así como valorar los lugares de interés geológico que ellos consideran importante, el uso que le dan actualmente y los esfuerzos que realizan en materia de conservación.

Se realizara la comprobación de la funcionalidad de las fichas de toma de datos presentas mas adelante, corroborando que cumplan los requerimientos y reúnan la información necesaria de los lugares de interés geológico como se explicará mas adelante.

8.2.2. TOMA DE DATOS DE ELEMENTOS GEOLÓGICOS

Es en este momento donde se funden las etapas ya desarrolladas y se podrán identificar los Lugares de Interés Geológico, por ello la importancia que se le ha dado a la recopilación de la información geológica de partida que luego será completada. Esto solo se podrá realizar en campo y será resultado de la observación directa.

Algunos autores consideran que en función del uso u objetivo de la caracterización de la geodiversidad va a variar la forma de tomar los datos y cuales de ellos convendrán resaltar sobre los demás. Discrepamos de esta visión ya que todos los lugares de interés geológico en cualquier estudio de geodiversidad sea cual sea su objetivo deberán mostrar una cantidad de información mínima y básica sobre todos los lugares sean o no de su interés final. Hacer lo contrario contribuye a realizar esfuerzos que aunque reconocibles continúan estando desligados y no contribuyen a la conformación de la unidad de criterios entre profesionales y estudiosos de la geodiversidad.

De la forma en que sean tomados los datos en campo dependerá la calidad del resultado final, los elementos de la geodiversidad son muy susceptibles a subjetividad y en muchas ocasiones motivos de intensas discusiones. Por ello, de ahora en adelante estos elementos serán en lo posible evaluados según escalas numéricas respondiendo a preguntas sencillas de sus características.

Identificación de los Puntos de Interés Geológico

Una vez realizada la síntesis de la información geológica de partida comprobada en campo, realizada la lista preliminar de los PIG y el sondeo en la comunidad, se pasa, por tanto, a la identificación y elaboración definitiva del inventario. Para ello se deberá seguir un procedimiento sencillo de campo donde: 1) se verificará si el punto reúne características suficientemente interesantes como para

su selección, 2) ubicar cada punto dentro del sistema de clasificación antes explicado, ubicando y agrupando la información referida a él.

El proceso de búsqueda e identificación de los puntos, comienza en la fase de recopilación y se extiende hasta la jornada de levantamiento de campo. Elaborando listas de los puntos que a priori podrían formar parte de la selección definitiva y luego someterlos a estudio en campo, donde se decidirá definitivamente si forman o no parte de la muestra definitiva.

Para algunos autores la selección de los puntos va a depender una vez mas del objetivo o finalidad del estudio, sin embargo consideramos que se deberán evaluar todos aquellos puntos de interés así muestren caracteres geológicos ya apreciables en otros puntos del territorio (recintos), pues al ser este un método básico, se deberán contabilizar todas las expresiones geológicas del territorio así como sus repeticiones dentro del mismo, este estudio servirá entonces como plataforma para otros mas detallados y dirigidos a objetivos mas específicos.

Desarrollo de Fichas de Toma de Datos en Campo

Ninguno de los métodos consultados en este proyecto presenta una técnica eficaz de toma de datos, Bonachea (2005) tiene la mejor aproximación, estableciendo un cuestionario ponderado de las características físicas de los lugares de interés geológico (ver tabla 3.2. del capítulo III), sin embargo, no contempla descripciones geológicas detalladas como formaciones, estructuras y geoformas. Se proponen entonces tres fichas de toma de datos (ver tablas 8.1, 8.2, y 8.3.), según la naturaleza del elemento evaluado, estas corresponden al tipo de muestra (litológica, estructural, geomorfológica), abarcando toda la información necesaria para la caracterización de la geodiversidad.

TABLA 8.1. Ficha de Litológica Toma de Datos de Geodiversidad.

López Y. Y Sosa R.

Ficha Litológica	
Toma de Datos de Geodiversidad	
Nombre del Lugar	Características Fisiográficas
Fecha	Altitud
Nº de Identificación	Temperatura
Coordenadas Geográficas	Piso Climático
Interes Geológico	Vegetación
Vía de Acceso (ACC)	<input type="checkbox"/> (4) Directo vía nacional/regional <input type="checkbox"/> (3) Directo vía carretera local <input type="checkbox"/> (2) Directo a vías <input type="checkbox"/> (1) < 1Km a vía vehicular <input type="checkbox"/> (0) >1Km a vía vehicular
Condición de Acceso (WACC)	Ponderación (/). Obs:
Condiciones de observación (O)	<input type="checkbox"/> (4) Terreno sin limitaciones de acceso ni obstrucción visual <input type="checkbox"/> (3) Sin limitación de acceso y visual parcial <input type="checkbox"/> (2) Acceso limitado, visual parcial <input type="checkbox"/> (1) Propiedad privada o visual obstruida <input type="checkbox"/> (0) Propiedad privada y visual obstruida
Grado de Preservación (C)	<input type="checkbox"/> (4) Buena preservación, no hay degradación visible <input type="checkbox"/> (3) Señales de degradación menor <input type="checkbox"/> (2) Parte de sus características están degradadas <input type="checkbox"/> (1) Muy afectado por actividad humana, muchas características degradadas <input type="checkbox"/> (0) Totalmente degradado; pérdida de las características
Extensión del Recinto (Sm)	
Elementos geológicos (D)	<input type="checkbox"/> (4) 5 o más <input type="checkbox"/> (3) 4 Elementos <input type="checkbox"/> (2) 3 Elementos <input type="checkbox"/> (1) 2 Elementos <input type="checkbox"/> (0) Solo 1 elemento
Tipo de Interés	<input type="checkbox"/> Científico <input type="checkbox"/> Divulgativo <input type="checkbox"/> Didáctico Obs:
Descripción Litológica	
Formación	
Tipo de Roca	<input type="checkbox"/> Ignea <input type="checkbox"/> Metamórfica <input type="checkbox"/> Sedimentaria
Edad Geológica	
Nombre de la Roca	
Mineralogía	
Foliación / Diaclasas	
Alteración Secundaria	
Valor del elemento como ejemplo geomorfológico (EX)	<input type="checkbox"/> (4) Presenta procesos activos claramente definidos <input type="checkbox"/> (3) Procesos no definidos claramente <input type="checkbox"/> (2) Erosión/acumulación, procesos del presente no bien definidos <input type="checkbox"/> (1) Procesos activos no apreciables <input type="checkbox"/> (0) Formas fósiles y sedimentarias que pueden ser usadas para extrapolar procesos del pasado
Descripción Geoturística	
Generalidades	
Tipos de actividades que se pueden desarrollar en el recinto (AC)	<input type="checkbox"/> (4) 5 Tipo de actividades <input type="checkbox"/> (3) 4 Tipo de actividades <input type="checkbox"/> (2) 3 Tipo de actividades <input type="checkbox"/> (1) 2 Tipo de actividades <input type="checkbox"/> (0) Solo 1 tipo de actividades. Descripción:
Servicios disponibles (sanitarios, policía, turísticos, restaurant, bares, etc.) (S)	<input type="checkbox"/> (4) Buenos servicios cada 4Km <input type="checkbox"/> (3) Buenos servicios cada 5 Km <input type="checkbox"/> (2) Servicios incompletos cada 5 Km <input type="checkbox"/> (1) Buenos servicios cada 10 Km <input type="checkbox"/> (0) Ausencia de servicios o a más de 10 Km
Relación con la Comunidad	
Actividad o explotación geoturística actual	
Descripción Social	
Población más Cercana	
Número de habitantes de zonas circundantes (H)	<input type="checkbox"/> (4) > 100.000 Hab en un radio de 25 Km <input type="checkbox"/> (3) 50 - 100.000 Hab en un radio de 25 Km <input type="checkbox"/> (3) 25 - 50.000 Hab en un radio de 25 Km <input type="checkbox"/> (2) 10 - 25.000 Hab en un radio de 25 Km <input type="checkbox"/> (0) < 10.000 Hab en un radio de 25 Km
Actividad Económica	

Estas fichas, contienen la información referida a la localización de los puntos, características fisiográficas, geológicas, estado de conservación, potencial de uso y situación administrativa. Pueden ser modificadas en función de las características particulares del territorio que se estudia o ampliadas si se desean extender los alcances. En todo caso estas fichas, deberán ser probadas en la fase de comprobación de campo para asegurar que reúnan toda la información que se desea sobre el lugar de interés geológico, ya que realizar modificaciones en la jornada de toma de datos en campo, pueden retrasar todo el trabajo y requerir visitas adicionales.

El llenado de estas fichas se deberá realizar en campo y contempla toda la información necesaria para el posterior análisis matemático de los elementos de la geodiversidad. Están estructuradas en escalas de valor sencillas respondiendo a preguntas simples de las características físicas de los rasgos geológicos y lugares evaluados. Las preguntas en ellas son puntuales y hacen referencia a rasgos que pueden ser medidos, minimizando así la posibilidad a subjetividad o influencia del criterio personal de la persona que las usa.

Su función principal es la organizar eficazmente los datos, garantizar la objetividad y optimizar las visitas de campo. Haciendo un uso correcto de este instrumentos dos o mas profesionales que evalúen la geodiversidad de un mismo territorio, se espera obtengan los mismos resultados o con un porcentaje de diferencia despreciable.

Se han diseñado como complemento fichas fotográficas o de bocetos, en los cuales se puedan hacer representaciones gráficas de características resaltantes de los lugares de interés geológico, en ellas se deben expresar la escala de la fotografía o el dibujo, así como su orientación, lugar y descripción de elementos y observaciones pertinentes. (ver tabla 8.3.)

Descripción Gráfica	
Nº de identificación	Nombre del Lugar:
<div style="border: 1px solid black; width: 90%; margin: 10px auto;"></div>	
OBSERVACIONES: <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	
ESCALA 1:	

TABLA 8.3. *Descripción Gráfica.*

López Y. Y Sosa R.

8.2.3. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS CON INSTRUMENTOS MATEMÁTICOS

El análisis de los elementos de la geodiversidad se divide en dos etapas, ambas haciendo uso de herramientas matemáticas que serán alimentadas exclusivamente con los datos contenidos en las fichas de campo. Estas etapas serán entonces:

- a. Estudio global de la geodiversidad del territorio.
- b. Estudio del grado de geodiversidad de los lugares de interés geológico.

En este sentido, será necesario tener agrupada y organizada toda la información disponible del territorio y de los LIG. La calidad de los resultados obtenidos dependerá absolutamente de los datos suministrados y la fiabilidad de estos, por ello se hace necesario que todos los datos que se suministren a las formulas provengan exclusivamente de las fichas.

Algunas de las fórmulas presentadas a continuación, permiten al usuario la posibilidad de administrar un factor de predominancia o de peso de alguna característica sobre las demás, sin embargo, si se considera que este método es la base de un estudio de geodiversidad en un territorio, por lo tanto, no se justifica dar mas importancia a ciertos rasgos sobre los demás. Entonces se tomaran valores numéricos según sea el caso que dé igual peso a todas las características del estudio.

A. Estudio Global De La Geodiversidad Del Territorio

Geodiversidad Intrínseca

La cantidad de elementos geodiversos que contenga un territorio va a determinar su grado de geodiversidad. Esta se reparte irregularmente sobre el territorio y a mayor abundancia de elementos mayor será su geodiversidad.

Sus elementos estarán contenidos exclusivamente dentro de los límites físicos del territorio y se contabilizarán solo las expresiones geológicas diversas (clases), no serán contabilizadas las repeticiones o distintas apariciones de una misma clase (recintos). Se calcula con la ecuación 3.1

Frecuencia de Clase

Estos parámetros permiten conocer como se distribuyen las clases dentro del territorio y mapear zonas de distribución y densidad de las mismas, bien sabemos que estas no se encuentran repartidas uniformemente dentro del territorio, contrastando la cantidad de recintos de una misma clase respecto a la superficie total del territorio. Se aplican a cada clase y se calculan con la ecuación 3.2

Superficie relativa de clase y recinto

Es la relación que existe entre la superficie que ocupa cada clase en relación a superficie total del terreno en estudio, su expresión viene dado en porcentaje con la ecuación 3.3.

Conviene también determinar como se distribuyen los recintos de cada clase dentro del territorio, nos permitirá saber cual de ellos concentra la mayor superficie

respecto a los demás recintos de la misma clase. En estudios de geodiversidad orientados a explotación turística, resulta de gran utilidad saber cual presenta la mayor área aprovechable. Se calculan con las siguientes ecuaciones propuestas:

$$Srr = \frac{(Srn \times 100)}{Sn}$$

Ecuación 8.1 Superficie relativa de recinto

Donde:

Srr = Superficie Relativa del Recinto

Srn = Superficie del área del recinto

Sn = Superficie total de la clase

López Y. Y Sosa R.

$$Sn = \sum_{i=1}^r Srn$$

Donde (r = número de recintos)

Ecuación 8.2 Superficie total de la clase

López Y. Y Sosa R.

Distribución

Analiza la distribución espacial de las clases, por su íntima relación con frecuencia y abundancia, su aporte para analizar las pautas de geodiversidad es de utilidad.

Grado de Fragmentación (Gf) es el número de recintos en relación a su superficie total., expresado en la ecuación 3.4

Este estudio matemático nos permite determinar como se distribuye la geodiversidad de un territorio y establecer criterios de valoración en base a referenciales teóricos presentados en el capítulo III (tabla 3.1.). Con ello podremos saber cuan geodiverso es un territorio y permite la posibilidad de compararlo con otro si se trabaja a la misma escala.

Se requiere entonces, para el estudio de la geodiversidad y valoración de lugares de interés geológico, un estudio mas detallado en aquellos lugares ya identificados de relevancia geológica, a fin de determinar al máximo sus características y potencial de uso, dando paso a la segunda etapa de este método.

B. Estudio Del Grado De Geodiversidad De Los Lugares De Interés Geológico

Al igual que la etapa anterior, se usara para la valoración exclusivamente la información contenida en las fichas de toma de datos y los resultados obtenidos de la etapa anterior. Estas contienen toda la información necesaria para el análisis detallado de los lugares de interés geológico que alimentara a las formulas y cálculos que determinan la jerarquía de aquellos lugares mas geodiversos y con mayor potencial de ser aprovechados.

La calidad de los lugares de interés geológico (LIG) se ha determinara aplicando las ecuaciones 3.5, 3.6 y 3.7.

Origen y Manejo De Datos

Dado al gran volumen de datos que requiere esta etapa del estudio se detalla el origen y manejo de estos datos que serán introducidos en las ecuaciones previas. Para ello se deberá atender a la nomenclatura que tiene cada valor, en los casos de datos directos de campo, esta nomenclatura esta presente en la ficha de datos y su valor será usado directamente desde esta sin ningún cálculo previo.

- A = Abundancia relativa. Será la sumatoria de recintos pertenecientes a la muestra a la que pertenece el LIG.

$$A = Rc$$

Ecuación 8.3 Abundancia Relativa

- D = Diversidad de elementos geológicos. Dato de campo contenido en la ficha.
- E = Extensión. Se refiere a la superficie relativa del recinto, respecto a los otros de su misma clase.

$$E = Srr$$

Ecuación 8.4 Extensión

- EX = Valor del elemento como ejemplo geomorfológico. Dato de campo contenido en la ficha.
- K = Grado de conocimiento acerca del sitio. Valora la cantidad de información disponible y trabajos desarrollados en el territorio, sus parámetros están definidos en la tabla 3.2. y sus datos deberán estar disponibles en la fase de recopilación bibliográfica de este método (*investigación del estado actual del conocimiento*).
- C = Grado de preservación. Dato de campo contenido en la ficha.
- AC = Tipos de actividades que se pueden desarrollar en el recinto. Dato de campo contenido en la ficha.

- O = Condiciones de observación. Dato de campo contenido en la ficha.
- S = Servicios disponibles (sanitarios, policía, turísticos, etc). Dato de campo contenido en la ficha.
- H = Numero de habitantes de zonas circundantes. Dato de campo contenido en la ficha.
- ACC = Accesibilidad. Dato de campo contenido en la ficha.

Todos estos datos y sus respectivos parámetros están detallados en la tabla 3.2.

En definitiva, el valor resultante de (VPIG), será comparado punto por punto en todos los recintos de la misma clase y el de mayor valoración será considerado como el lugar de interés geológico mas diverso y de mayor importancia. Estos se deberán enlistar y pasaran a formar parte de las muestras mas interesantes y representativas de la geodiversidad del territorio, también se le atribuye a los lugares con las mejores condiciones de uso y desarrollo, a mayor cantidad entonces de lugares de interés geológico en esta lista definitiva, mayor será la geodiversidad del territorio y mas atractiva para el desarrollo de actividades y necesidad de protección.

En un análisis final, estudiaremos la relación de las características geomorfológicas del territorio y la distribución de los Lugares de Interés Geológico. Los rasgos de la superficie podrán condicionar la distribución de los elementos en ella, así como sus condiciones de acceso y observación.

Se verificara entonces sí los (LIG) ya estudiados obedecen a un control geomorfológico. Esto permitirá determinar definitivamente el potencial de uso del territorio, sentando la base definitiva a estudios de geodiversidad dirigidos a objetivos más específicos.

Basados en características geomorfológicas valoramos la geodiversidad intrínseca del territorio, analizando la geomorfología del territorio y dividiéndola en unidades

geomorfológicas haciendo uso de una carta geológica a escala 1:25.000. Este análisis se realizará tomando en cuenta las pendientes del terreno, considerando parámetros expresados en la tabla 8.5, así como la escala de rugosidad expresada en la tabla 8.6.

Por ultimo, valorar las unidades haciendo uso de la siguiente ecuación propuesta, su usa el valor absoluto ya que se considera que el índice de geodiversidad debe ser valores positivos

$$Gd = \left| \frac{Eg \times R}{\ln S} \right|$$

Ecuación 8.5 Índice de Geodiversidad.

Donde:

Gd = Índice de Geodiversidad.

Eg= Número de lugares de interés geológico (litológico, estructural, geomorfológicos) diferentes existentes en cada unidad.

R = Coeficiente de rugosidad de la unidad.

S = Superficie de la unidad (km²).

López Y. Y Sosa R.

Tabla 8.4. “Escala de Valores de Rugosidad De Las Unidades”. Tomado de: Serrano E. y Ruiz f. (2007)

Valores de pendiente (°)	0-5	6-15	16-25	26-50	>50
Valores de rugosidad	1	2	3	4	5

Tabla 8.6. “Tabla de escala de valores de geodiversidad”. Tomado de: Serrano E. y Ruiz f. (2007)

Valor de geodiversidad	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Índice	<15	15-25	25-35	35-45	>45

Valores de la *Geodiversidad de la Unidad* (Gd), homogéneos entre todas las unidades geomorfológicas indicaran que no es este parámetro geológico el que condiciona su distribución, por el contrario, si al hacer el análisis y una o mas unidades resultaran con valores elevados, estaríamos en presencia de una geodiversidad controlada por factores geomorfológicos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una vez hecho la revisión, aplicación y análisis de los métodos seleccionados, se confirma que conviene realizar la caracterización de geodiversidad partiendo de escalas macros a micro. Siendo el método de Carcavilla (2007) el ideal para trabajar en la fase inicial, seguido de la propuesta de Bonachea culminando y acercándonos al mayor detalle por el método de Serrano (2007).
- La propuesta de Caracavilla (2007) nos plantea una metodología que permite clasificar los elementos de geodiversidad permitiendo un manejo y control de datos ordenado, soportado por un instrumento matemático con tendencia al análisis estadístico. Sin embargo es limitante analizar detalladamente los LIG, parámetro de importancia al momento de establecer las distintas aplicaciones que estos estudios permiten.
- Este método es recomendable para comparar geodiversidad de dos o más territorios, y en el mismo sentido sí sólo se trabaja un territorio la comparación se realizará con los patrones virtuales referenciados por Carcavilla (2007). (tabla 3.1).
- Considerando que es necesario obtener una caracterización a detalle de los LIG, Bonachea nos permite de manera sencilla y practica valorar los lugares seleccionado en campo, obteniendo resultados rápidos con excepcional detalles de su grado de conservación, potencial de uso y calidad intrínseca del lugar (características físicas).
- Consideramos que el método propuesto por Serrano presenta distorsión al momento de seleccionar los elementos de la geodiversidad, ya que no establece la forma de jerarquizarlo y contabilizarlos. Contabilizar de manera erradas los elementos se altera directamente proporcional los resultados. Razón por la cuáles sugiere tomar en cuenta como elemento de geodiversidad a los LIG, enlistados y caracterizados sin importar las repeticiones de un mismo elemento.
- Se considera que Chichiriviche de la Costa según su índice de geodiversidad alto, según el método de Serrano y Ruiz (2007), es un área que merece ser

tomado en cuenta para desarrollar geoturismos a través de los LIG descritos en este trabajo.

- La localidad estudiada por poseer una litología representativa de una secuencia de Suit Ofiolita desmembrada y metamorfozada además las rocas más antiguas del norte de nuestro país siendo así una referencia nacional, es posible la declaración de Patrimonio Geológico y en un futuro, el posible desarrollo de un Geoparque
- Considerando el método propuesto se puede asignar “Geodiversidad Tipo” en una región siendo el homólogo a lo que sería para la estratigrafía la definición de “Localidades tipos” para una formación.
- Recomendamos, realizar caracterización de geodiversidad beneficiándonos de los límites y divisiones de las provincias fisiográficas, tomando en cuenta variables como litología, estructura, geomorfología, paleontología, y minero-metalúrgico entre otros.
- Las fichas de recolección de datos quedan disponibles para añadir la caracterización paleontológica y minero-metalúrgica, que en este trabajo no se presentan.
- Realizar un instrumento para entrevistar a los expertos en área de estudio y habitantes del área, ya que ellos aportan información valiosa de la geología y la geocultura de la zona.
- La metodología propuesta en este trabajo queda abierta a posibles estudios, donde la comparación de geodiversidad entre dos territorios sea el objetivo principal.
- Éste trabajo queda disponible para ser comparado con otras metodologías no consideradas en esta investigación.
- Se recomienda realizar un instrumento matemático que confirme la objetividad de la propuesta del método.
- Este método posee distintas aristas de aplicación entre las cuales podemos mencionar definición de LIG, estudios de impacto ambiental, desarrollo de

bases de dato con “Geodiversidad Tipo”, declaración de patrimonio geológico, declaración Geoparques.

- Aun cuando no se estableció dentro de los objetivos de esta investigación ponderar los rasgos socioculturales que definen una comunidad, se considera la necesidad de diseñar un instrumento que valore estas variables. Estos parámetros son concluyentes para establecer el valor potencial de un LIG en una localidad, siendo ejemplo de estos parámetros, efemérides locales, centros de atención primaria (bomberos, policía, cuerpos de rescate), centros culturales, organización comunal y expresiones artísticas relacionadas con la geología local.
- Por lo anterior expuesto no podemos olvidar de la importancia que ocupa la participación de la comunidad, ya que el sentido de pertenencia lo hace la calidad humana que a su vez será el encargado de gestionar el uso potencial que podrá tener el LIG.

BIBLIOGRAFÍA

- **Aguerrevere, S. E. y G. Zuloaga,** 1937-b. Geological notes on the central part of the Cordillera de la Costa, Venezuela. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 2(2-4): 281-284.
- **Barboza s., Lucía; Rodríguez A., Siul G.** *INTEGRACIÓN DE LA GEOLOGÍA DEL ESTADO VARGAS Y DEL FLANCO SUR DEL MACIZO DEL ÁVILA AL NORTE DE CARACAS.* Tutor Académico: Prof. Franco URBANI. Tutor Industrial: Ing. José Antonio RODRÍGUEZ. Trabajo Especial de Grado. Caracas, UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Año 2001, 316 p.
- **Bellizzia, A. y D. Rodríguez G.,** 1967. Guía de la excursión a la región de Duaca - Barquismeto - Bobare. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(16): 289-309.
- **Bosch** (2004) en su trabajo especial de grado presenta la propuesta para el establecimiento de un parque geológico en la zona de Pallars Jussá, Cataluña. El parque se basa en un inventario de PIG e itinerarios geológico – didácticos.
- **Carcavilla L, López J.,Duran J.** (2007) PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD: INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN, GESTIÓN Y RELACIÓN CON LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS. Instituto Geologico y Minero de España Madrid 2007,360p.
- **Carvalho y Martins** (2006) divulgan información geológico – turística del Geoparque Naturtejo da Meseta Meridional, en Portugal, con una mezcla de geología y fotografía.
- **Corvea et al.** (2006) realizan la Guía de Puntos de Interés Didácticos del Norte de la Comunidad de Madrid, principalmente enfocados en el conocimiento geológico.
- **Dengo, G.,** 1951. Geología de la región de Caracas. *Bol. Geol.*, Caracas, 1(1): 39-115.
- **Downling y Newsome** (2006) compilan una serie de trabajos sobre geoturismo y los dividen según tres partes fundamentales: los recursos geológicos, los geoparques y geoturismo en acción, con ejemplos de 15 países del mundo donde se ha practicado esta actividad.

- **Gray, M.** (2004) Geodiversity. Valuing and cnserving abiotic nature. Jhon Wiley & Sons. West Sussex. 434 pp.
- **Guillén y Del Ramo (2001)** publican las memorias del congreso: “El Patrimonio Geológico: Cultura, Turismo y Medio Ambiente”, realizado en España, donde se presentan trabajos de divulgación científica y utilización de los recursos geológicos con fines educativos y/o turísticos.
- **Kovach, A., P. M. Hurley y H. W. Fairbain,** 1979. Preliminary Rb/Sr whole rock dating of basement rocks from the Coast Range. Bol. Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol., 20(1-3): 86-89.
- **Kum P., Liliana A., López R., Roigar L.** (2007) *DISEÑO DE UN GEOPARQUE EN LA ISLA DE CUBAGUA, ESTADO NUEVA ESPARTA*. Tutor Académico: Prof. Víctor Padrón. Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Año 2007, 120p.
- **Martinez** (1991) presenta la definición de Monumento Geológico: “toda expresión geomorfológica de características singulares, que por su belleza, infrecuencia, esencia o dimensiones amerita cuidado y protecciones particulares”.
- **Mckeever** (2006) publica los resúmenes de más de 100 trabajos expuestos ante la Segunda Conferencia Global sobre Geoparques, realizada en Belfast, Irlanda del Norte en septiembre de 2006. Presenta los más recientes avances en cuanto a la creación, manejo y protección de Geoparques en los cinco continentes.
- **Nieto, L.M.** 2001. Geodiersidad: propuesta de una definición integradora. Boletín Geológico y Minero, 112 (2), 3 – 11.
- **North Pennines Aonb Partnership** (2004) publica un informe donde establece un plan de acción para el manejo de la geodiversidad y belleza natural en Gran Bretaña.

- **Ostos, M.**, 1981. Geología de una zona ubicada entre la autopista Caracas - La Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Ávila, D.F. UCV, Escuela de Geología, Trabajo de ascenso, 279 p.
- **Ostos, M.**, 1990. Evolución tectónica del margen Sur-Central del caribe basado en datos geoquímicos. *Geos*, Caracas, (30): 1-294.
- **Restrepo** (2002) plantea la creación de una metodología para la evaluación y protección del patrimonio territorial, paisajístico y geológico en una región de Antioquia, Colombia.
- **Serrano E. y Ruiz f.** (2007) GEODIVERSIDAD: CONCEPTO, EVALUACION Y APLICACIÓN TERRITORIAL. EL CASO DE TIERMES CARACENA (SORIA). Valladolid. Departamento de Geografía, Universidad de Valladolid – España. Boletín de la Asociación de Geógrafos Española. N°45. Págs. 79- 98
- **Schobbenhaus** (2005) presenta el proyecto “Geoparques”, llevado a cabo por el Servicio Geológico de Brasil. Resalta en este trabajo la metodología planteada para la creación de geoparques y una lista tentativa de futuros parques del país. Entre estos se incluye el cerro Roraima, que sólo tiene acceso por Venezuela actualmente.
- **Talukdar, S. y D. Loureiro**, 1982. Geología de una zona ubicada en el segmento norcentral de la Cordillera de la Costa, Venezuela: Metamorfismo y deformación. Evolución del margen septentrional de Suramerica en el marco de la tectónica de placas. *Geos*, UCV, Caracas, 27: 16-76.
- **Urbani, F. y A. Quesada**, 1972. Migmatitas y rocas asociadas del área de La Sabana.
- **Urbani F. y Marino O**(1981). EL COMPLEJ AVILA CORDILERA DE LA COSTA, VENEZUELA. GEOS N°29. Caracas, Pag.204
- **Urbani, F. y M. Ostos**, 1989. El Complejo Avila, Cordillera de La Costa, Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, (29): 205-217.
- **Urbani Franco** (2008) REVISION DE LAS NOMENCLATURA DE LAS UNIDADES DE LAS ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS DEL NORTE

DE VENEZUELA. Bol. Acad. C. Fís., Mat., y Nat., Vol. LXVIII Nos.3 Julio-Septiembre 2008 págs. 27-43

- **Wehrmann, M.**, 1972. Geología de la región de Guatire - Colonia Tovar. Bol. Geol., Caracas, Public. esp. 5, 4: 2093-2119.

ANEXOS

An.1. FICHAS DE TOMA DE DATOS

An.2. MAPA GEOTURISTICO

An.3.

**PUBLICACION DE TRABAJOS REALIZADOS EN NATURTEJO
GEOPARK (PORTUGAL), POR LOS AUTORES**

APENDICE I

A.1. GEORUTAS

A.2. GEOFOLLETOS

A.3. MAPA GEOTURITICO

A.4. GUIA PRÁCTICA DE CARACTERIZACIÓN DE GEODIVERSIDAD

A.5. PROPUESTA DE CAPACITACION

A.6. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL GEOTURISMO EN LA ZONA

A.1 GEORUTAS

Dentro de las aplicaciones de los estudios de geodiversidad se encuentra el diseño de georutas, las cuales comprenden en plantear un recorrido que permita a distintos usuarios disfrutar de las expresiones geológicas que se encuentran en el recorrido. Su objetivo es principalmente educativo, con intenciones netamente divulgativas que estimulen la geoconservación en el sitio. Consideramos y proponemos que estas georutas deben regirse por una metodología que permita unificar criterios en el territorio nacional el cual este orientado a una estructura pedagógica que se adapte a las distintas necesidades de los usuarios.

A.1.1 MÉTODO PROPUESTO:

Consideramos que todas las *Georutas* deben cumplir con los siguientes parámetros:

Objetivos Generales: Debe establecer de la manera clara el objetivo principal de la salida. Usando verbos en infinitivos con un lenguaje simple y no técnico

Objetivos Específicos: Describe las tareas específicas que realizará el participante mientras realice la actividad, debe estar redactado con un lenguaje sencillo, usando verbos en infinitivos y con un lenguaje no técnico

Tema a estudiar: El cual indica el tema que se desea enseñar en la actividad, es importante señalar que aun cuando es importante tener un tema principal se puede desarrollar más de un tema según corresponda el caso

Clasificación de la ruta: Se debe clasificar el tipo de público al cual está dirigido la actividad por ejemplo aficionados, geocientíficos, infantil entre otros. La importancia

se debe a que de esta manera el usuario aprovechara de eficientemente la actividad que se desarrolla.

Extensión de la ruta: Debe señalizarse la extensión total del recorrido y la extensión entre paradas ambas en el sistema MKS.

Tiempo de la excursión: Debe señalizarse el tiempo total del recorrido y el tiempo entre paradas ambas en el sistema MKS. Al realizar este cálculo se debe tomar en cuenta que debe hacerse a un ritmo normal (no debemos olvidar que es importante tener claro el tipo de usuario).

Condiciones del trayecto: Describe las condiciones del trayecto por ejemplo pavimentado, caminería, con muchos arbustos. Lo importante de este punto es que el usuario tome las previsiones en cuanto a calzado y vestimenta para realizar la actividad.

Grado de Conservación: Describe el grado de conservación de la ruta y se puede clasificar en excelente, optimo, regular, aceptable.

Lugar de salida de la ruta: Establece el punto de concentración para iniciar la actividad.

Lugar de llegada: Establece el punto donde finaliza la actividad.

Folleto con el contenido de la información: Este folleto es un guía que debe poseer cada participante con el único fin de guiar al participante mientras desarrolla la actividad, mas adelante se detalla como debe presentarse este folleto.

Señalización de la ruta: Los senderistas y usuarios de una determinada ruta, no necesariamente saben orientarse con el uso de una brújula o un mapa cartográfico. Por ello la necesidad de señalar el recorrido de las rutas geoturísticas que garantice

la seguridad de los usuarios, evitar pérdidas en tramos poco definidos o complicados y sea cubierta la totalidad del recorrido.

Tomando las Normativas Internacionales y la legislación de la Comunidad Europea, se propone el uso de la siguiente señalización:

Consiste de marcas, pintadas como franjas paralelas de colores blanco y rojo para los senderos de gran recorrido (GR, mayores a 50 Km), o blanco y amarillo para senderos de pequeño recorrido (PR, entre 10 y 50 km). Estas franjas colocadas una por encima de la otra y con una longitud aproximada de 15 centímetros, son colocadas a lo largo de todo el recorrido con un espaciamiento máximo de 100 metros, en elementos verticales, visibles y superficies estables que garanticen su durabilidad, como árboles, rocas, muros, que indiquen la continuidad del sendero.

En zonas confusas o de cruce de caminos se coloca una señal antes y después del cruce, así como una señal de confirmación a los pocos metros de este. En las posibles vías equivocadas se colocan las franjas en forma de aspa, indicando que la dirección tomada no es correcta, siendo así necesario volver sobre los pasos hasta la dirección correcta.

La FEDME (Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada) esta proponiendo la incorporación de un nuevo tipo de sendero. El sendero local (SL), se trata de senderos no superiores a los 10 kilómetros cercanos a centros urbanos, pueblos o asentamientos, de interés natural, cultural o paisajístico. Se identifica bajo las mismas normas que los anteriores y de color blanco en la franja superior y verde en la inferior.



FIGURA AP.1.1. “SEÑALIZACIONES PARA LOS SENDEROS”. Tomado de: F.E.D.M.E.

La nomenclatura de los senderos viene dada de la identificación del tipo de ruta, gran recorrido (GR), pequeño recorrido (PR) y sendero local (SL) seguida de las siglas de la localidad donde se encuentra y por último el número del sendero al cual corresponde. Por ejemplo, ¿Cómo nombrar el sendero de aguas termales en Chichiriviche de la Costa, en el estado Vargas. PR-Vchi-01.

A.2. GEOFOLLETOS

Consideramos que los *Geofolletos* corresponden a una herramienta pedagógica en el cual lleva expresado todas las características de importancia que se encontrara el usuario mientras realiza el trayecto de la *Georuta*. Se propone que los *Geofolletos* deben seguir con la siguiente estructura:

Clasificar: se debe elaborar según el tipo de usuario, puede clasificarse en aficionados, geocientíficos e infantil.

Fotos: Debe contener una imagen que represente el tema de la actividad, la imagen debe ser de la zona y debe presentarse de la manera clara, respetando el derecho de autor y de ser posible la escala.

Información: el contenido geológico de estar redactado según su clasificación usando el mejor lenguaje para el mismo de ser posible con imagen y/o flujogramas que faciliten comprender la información en folleto plasmada.

Información general de geoconservación: El contenido debe estar referido a la conservación ambiental, dirigidas la protección y resguardo de la zona donde se realice la actividad. De existir, se debe mencionar el sistema de reciclaje que desarrolla la comunidad así como también la importancia de la aplicación de la geoconservación de la zona.

Información de cultural: Se refiere a las costumbres, actividad económica, porcentaje poblacional, efemérides o datos curiosos propios de la zona donde se desarrolla la excursión.

Mapa de la zona: Debe contener el un mapa de la zona a una que permita detallar georutas, geosite, centros de hospedaje, centros de comida, farmacias, ambulatorios, estación de bomberos y policías, centros de recreación, y todos aquellos lugares de interés turísticos. La escala queda a criterio lo importante es que sea de una tamaño que pueda ser manipulable fácilmente por el usuario. Dicho mapa debe contener la escala, orientación al norte, leyenda.

Georutas: Señala una descripción de lo que se observara a lo largo del recorrido, con su respectiva información geológica, exponiendo toda la información necesaria para que el usuario pueda aprovechar al máximo la excursión. De ser posible debe describir las diferentes maneras de hacer la ruta como por ejemplo practicando

senderismo, trekking o recorridos en bicicleta. Como apoyo se debe soportar este con las fichas de LIG (las cuales serán de mucha utilidad).

Números de Emergencia: Se debe colocar los números de emergencia de la zona, como por ejemplo, policía, bomberos, centro de atención médica entre otros.

A.3. MAPA GEOTURISTICO

Es una carta que contempla todos los elementos de interés turístico para el usuario. Se debe señalar que dicha carta debe estar representada en un tamaño apropiado, su publicación debe estar en lugares propios que garanticen su conservación, y debe cumplir con las normas básicas de cartografía, como orientación al norte, escala representada, puntos de referencias, leyendas, números de emergencia entre otros.

A.4 GUIA PRÁCTICA DE CARACTERIZACION DE GEODIVERSIDAD

Estudio Previos

- Realizar una recopilación bibliográfica, cartográfica, fotogeología de la zona de estudio

Estudio cartográfico

- Realizar un estudio cartográfico en el cual se caracterice drenaje, relieve, unidades topográficas, elementos estructurales.
- Elaborar un informe donde se resalte las características físicas del territorio incluyendo un mapa a la escala adecuada
- Observación: Todos los mapas y representación cartográficos analizados y desarrollados deberán cumplir con las normas básicas de cartografía

Comprobar en campo

- Evidenciar en campo la información referenciada en la bibliografía
- Actualizar datos observados
- Entrevistar a la comunidad, ya que su participación es de vital importancia para conocer los futuros LIG, su relación con la cultura local y su posible valoración local

Delimitar el área de estudio

- Limitar el área de trabajo en la hoja cartográfica, tomando en cuenta la distribución de los Lugares de Interés Geológico

Jerarquizar los elementos de geodiversidad

- Definir atendiendo a las necesidades de la zona muestra, clases y recinto

Toma de datos en campo

- Caracterizar los LIG, haciendo uso de las fichas de la toma de datos, no necesariamente son lugares ya preestablecidos, se pueden datar lugares que sin alguna referencia previa.

Nota: Toda, sin excepción alguna, la geodiversidad existente debe ser caracterizada

Procesamiento y análisis de datos

- Realizar un estudio global del territorio
 - Calcular geodiversidad intrínseca, frecuencia de clase, superficie relativa de clase y recinto, distribución
- Valorar los Lugares de Interés geológicos
 - Calcular valor del LIG , calidad intrínseca LIG, abundancia, extensión
- Calcular la interacción del control geomorfológico en la geodiversidad de la zona

- Clasificar la zona de estudio por unidades geomorfológica
- Calcular las pendiente general de cada una de las unidades
- Calcular el índice de geodiversidad
- Analizar el valor de geodiversidad

A.5. PROPUESTA DE CAPACITACION

Objetivo General:

Educar a la población de la escuela Rómulo Monasterio, en referencia a las expresiones geológicas de la localidad de Chichiriviche de la Costa.

Objetivos Específicos:

- Dictar charlas relativas a los Lugares de Interés Geológico de la zona
- Dictar charlas relativas a la geoconservacion.
- Realizar carteleras con información relativa a los Lugares de Interés Geológico de la zona
- Realizar salidas de campo con el fin de reconocer fenómenos geológicos

Temas a Desarrollar:

Dichos temas pueden ser dictados en forma de taller

- Tipos de Rocas
- Metamorfismo y mineralogía de la zona
- Aguas Termales
- Fallas Tectónicas
- Augneis de Peña de Mora
- Mármoles de punta la Virgen

A.6. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL GEOTURISMO EN LA ZONA

En conjunto con futuros colegas, el apoyo de la Fundación Geoparques de Venezuela y comunidad de la escuela Rómulo Monasterio, se realizó en los meses de Septiembre a Noviembre del año 2008 , el primer servicio comunitario en la zona de estudio titulado:

“PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN GEOCONSERVACIÓN COMO RESPUESTA AL DESARROLLO GEOTURÍSTICO EN CHICHIRIVICHE DE LA COSTA”

Dicho programa se desarrollo con alumnos de noveno educación básica, primero y segundo años de ciencias del ciclo diversificado de la escuela Rómulo Monasterio con participación de sus profesores. Se debe resaltar que lo más importante de este proyecto es que queda abierto para su futura ejecución.

GLOSARIO

GEODIVERSIDAD

GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD

GEODIVERSIDAD Y PAISAJE

PATRIMONIO GEOLOGICO

PATRIMONIO GEOLOGICO Y GEODIVERSIDAD

GEOTURISMO Y GEODIVERSIDAD

GEODIVERSIDAD

A diferencia de otros conceptos científicos y quizás por lo novedoso de este tema de estudio, no se encuentran parámetros nacionales o internacionales que brinden un concepto amplio y claro de geodiversidad, se conoce que en los años 40 el geógrafo argentino Daus utilizaba este concepto para definir áreas de superficie en el marco cultural, sin embargo, desde la década de los 90 y hasta entonces muchos son los matices que ha tomado este concepto y es aquí donde se refleja la urgencia de crear una figura que rijan y marque las pautas para los trabajos de esta especialidad.

Para el desarrollo de este trabajo especial de grado se toma como referencia el concepto propuesto por Nieto (2001) donde establece que la geodiversidad “es el número y variedad de estructuras (sedimentarias, tectónicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y petrológicas) y de materiales geológicos (minerales, rocas, fósiles y suelos) que constituyen el sustrato de una región sobre las que se asienta la actividad orgánica incluida la antrópica”. Sin embargo se debe decir que la geodiversidad es una propiedad intrínseca del terreno con especial atributo, que describe el interés geológico de una región haciendo uso de herramientas matemáticas que permitan su valoración. Es importante señalar que ese valor numérico de geodiversidad nos permitirá establecer parámetros de importancia.

Es conocido por todos que los estudios geológicos son necesarios para el desarrollo de diversos sectores económicos, como la agricultura, minería, construcción civil, diseños urbanísticos, vialidad entre otros. Lo novedoso para la sociedad venezolana es aplicar estos conocimientos para impulsar una economía turística que funda sus ideas en el desarrollo de Sitios de Interés Geológicos que promuevan el turismo local.

La geodiversidad permite realizar una caracterización de la geología basado en la frecuencia, variabilidad, ponderación y distribución de elementos geológicos.

Con estos parámetros podemos clasificar y valorar cada lugar para aplicar lo expuesto por Gray (2004), «el principio básico para la geoconservación mediante protección de lugares es el de Geodiversidad», en el mismo sentido creemos que esta geoconservación se puede manifestar como declaración de Patrimonio Geológicos, Patrimonio Natural, GEOPARQUES, entre otros.

Serrano (2007) jerarquiza la geodiversidad como se muestra a continuación (ver tabla 2.1.).

TABLA G.1. “JERARQUIAS ESCALARES DE LA GEODIVERSIDAD” Tomado de: Boletín de la A.G.E. Nº 45 -2007, pags 79 – 98. Geodiversidad: Concepto, Evaluación y Aplicación Territorial. Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, p.

Escalas	
Geodiversidad de partículas	Elementos individuales y aquellos sin dimensión espacial: minerales, partículas sedimentarias, energía de los procesos.
Geodiversidad de elementos	Cada uno de los elementos abióticos que forman parte del sistema natural: elementos geológicos, formas, hidrográficos y edáficos.
Geodiversidad de lugares	Asociaciones de elementos con alto grado de organización, dimensión espacial y extensión moderada: geotopos, Lugares de interés geomorfológico y geológico, unidades.
Geodiversidad de paisajes	Este nivel podría situarse por encima de la diversidad natural, pues intervienen los componentes naturales (biodiversidad y geodiversidad) y humanos, de forma que se relacionaría con el

	principio de «Geodiversidades» de Daus, o « Diversidad Geográfica».
--	---

GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD

Partiendo de que todos los procesos geológicos y biológicos se comportan como un sistema, se debe decir que los procesos geológicos desencadenan la evolución biológica y viceversa.

Fundamentalmente las relaciones entre geo y bio diversidad, según Carcavillia L, Lopez J. Duran J. (2007) se debe a lo siguiente:

1. Las escalas espacio-temporales de los procesos geológicos y biológico son, por lo general muy diferentes.
2. Los aspectos biológicos interrelacionan entre si y evolucionan simultáneamente, algo que también ocurre en los geológicos pero en menor medida.
3. Los aspectos geológicos se unen por una línea cronoestratigráfica y abarca desde episodios instantáneos hasta procesos que se prolongan durante millones años.

Por ejemplo la geología determina la topografía, los cursos de agua, la línea de costa, la característica de los suelos todos factores importante para el desarrollo de la vida vegetal y por ende animal de una localidad. Para ejemplificar como la biodiversidad interviene en la geología podemos mencionar algunos de los tantos procesos biológicos de bacterias y microorganismo formando grandes acumulaciones de materiales calcareos que luego formaran rocas, o la acción directa de raíces de arboles y plantas que sobre el suelo fracturan las rocas y dan estabilidad para el desarrollo de horizontes completos. Son algunos de los innumerables ejemplos que tienen lugar en las relaciones de geo y biodiversidad.

En otro sentido podemos mencionar que de la misma manera como la biodiversidad no puede estudiar las especies por separado sino que asume una interrelación entre estas, en la geodiversidad es importante asumir las clases geológicas y su interrelación dejando a un lado las limitaciones de escala.

Básicamente su relación esta representada por tres aspectos principales que destaca claramente Carcavillia L, Lopez J. Duran J. (2007)

1. Relación de exclusividad, dice que determinados organismos se desarrollan en específicas características geológicas, como por ejemplo las plantas *Fourcroya Humboldtiana* conocidas coloquialmente como “cocuizas” las cuales se desarrollan sobre litología carbonática.
2. Relación de dependencia, para que exista un organismos se deben cumplir algunas características geológicas, podemos mencionar como ejemplo, los organismos vegetales y animales que se desarrollan en torno a las fumarolas negras de la dorsal atlántica.
3. No relación, donde se establece que no hay relación entre las características geológicas y la diversidad biológica.

A diferencia de la geodiversidad, la biodiversidad establece para su estudio y proceso bioindicadores que muestre el desarrollo, evolución y/o extinción de una determinada especie, su interrelación y su desarrollo equilibrado. Por otro lado la geodiversidad no implanta caracteres similares, es poco factible para su estudio, debido a lo difícil de hacer un análisis comparando con geoindicadores ya que el tiempo geológico es el factor determinante, es importante aclarar que en este tópico se deja a un lado la intervención del tipo antropico.

Por lo tanto se puede afirmar que básicamente la diferencia de la bio y geo diversidad, radica en la cuarta dimensión, denominada “tiempo”. Para la biodiversidad es importante que el objetivo de estudio se limite en un contexto del

tiempo breve , sin embargo, para la geología el tiempo se muestra en una escala distinta que incluye desde miles de años hasta 4600 millones de años, la cual es la edad aproximada de la Tierra desde su formación.

GEODIVERSIDAD Y PAISAJE.

La geodiversidad implica una pluralidad de paisaje, pero, antes debemos tomar en cuenta que para tener como resultado final un paisaje, es necesario señalar la interacción de las variables endodinamicas como tectonica y litología y las variables exodinamicas como el clima.

Si bien es cierto que el relieve viene controlado por la tectónica, las topoformas que son el componente resaltante en un paisaje, son modeladas y formadas por la interacción directa e indirecta existente entre la litología y el clima, una vez aclarado esto no es más sencillo determinar que, mientras mayor sea la geodiversidad mayor será la variedad de los espacios paisajísticos de la zona.

Vale la pena resaltar que diversos son los escenarios paisajísticos que constituyen el territorio nacional, y quizás uno de los mas apartados por la bibliografía de ciencias de la tierra son los paisajes costeros sin desarrollo del plataforma continental. Lugares caracterizados por un paisaje de bahías de poca longitud, acompañados por grandes extensiones y elevaciones de montañas con desembocaduras de Ríos a nivel de costa que hacen suponer playas de climas boscosos, dichos paisajes son expresiones tradicionales entre artistas y apasionados del arte que hacen posible que el ciudadano común admire repetidos y variables trabajos, bien sean pinturas y/o fotografía, con las mismas características paisajísticas que previamente fueron desarrolladas por la geodiversidad de la zona.

PATRIMONIO GEOLOGICO

“...la red de afloramientos geológicos, formas y procesos bien conservados, para fines científicos, educativos, culturales y estéticos siendo deber de la comunidad geológica internacional y del mundo entero preservarlos y promocionarlos...”
Carcavilla, L. Patrimonio geológico y geodiversidad. Pag 17 – 2007.

La familia geológica venezolana tenemos la gran responsabilidad de involucrar en la sociedad el razonamiento básico geológico, debido a la relación estrecha entre el desarrollo social con las características geológicas de la zona donde la misma desenvuelve, podemos ver en el día a día como decenas de hombres construyen sus viviendas sobre el cuse de una quebrada, o en zona de llanuras de inundación, taludes inestables entre otros. Por otro lado en Parques Nacionales como Canaima y Monumentos Naturales como el cerro la Autana, es apreciable observar como cientos de turistas y mineros destruyen de manera incontrolada afloramientos de minerales de cuarzo en diversas variedades, con el fin de la comercialización trayendo como consecuencia la destrucción de paisajes únicos en el mundo.

Son innumerables las diversas relaciones entre la geología y la sociedad, lo importante es usar el concepto de Patrimonio Geológico como una herramienta que facilite al ciudadano común establecer relaciones de sencilla comprensión que le permita entender como las distintas características geológicas permiten atenuar el desarrollo social cuando se le involucra de la manera adecuada.

PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD

Aun cuando ambos conceptos tienden a confundirse por su aparente similitud debemos decir que la independencia de estos conceptos radica en que la geodiversidad busca caracterizar la variedad de elementos geológicos de una zona

definida mientras que el estudio de patrimonio geológico cuantifica por medio de puntos y average la importancia de una o varias clases geológica representativa.

Según lo establecido en el 1er Congreso Latinoamericano y del Caribe de Iniciativas en Geoturismo (2009), el patrimonio geológico son aquellos lugares que explican los procesos geológicos, pero lo más importante es dejar establecido que el patrimonio lo hace la comunidad, son los habitantes de una localidad los que le dan la importancia, pudiendo decir que son los que otorgan un sentido de pertenencia, definiendo estos lugares como "patrimonios".

GEOTURISMO Y GEODIVERSIDAD

Podemos definir el geoturismo como lo establece Shiling, Manuel (2008), el "turismo geológico" y abarca la visión turística de paisajes naturales, incluyendo las formas de la Tierra, sus rocas, y los procesos que les dieron forma a lo largo del tiempo. Entre las actividades del geoturismo se encuentra la protección y la administración de lugares geológicamente relevantes, fomentando su desarrollo económico sustentable, así como la difusión, la investigación científica y la educación de la población sobre el patrimonio geológico.

En el mismo sentido se considera que para tener un desarrollo geoturístico es esencial que en su primera fase se haga un estudio de geodiversidad, que tome en cuenta la valoración de cada Sitio de Interés Geológico (GEOSITE) sin dejar a un lado su proyección de aplicación orientada al desarrollo de economías que promuevan el turismo en comunidades claramente definidas.

Haciendo base en experiencias desarrolladas por Naturtejo Geopark en Portugal, se puede decir que el geoturismo es una herramienta de desarrollo económico y social donde varias comunidades se benefician de las múltiples visitas de turistas donde se les ofrece de manera adicionalmente información geológica a

toda la localidad incluyendo el desarrollo de hotelería, gastronomía, centro culturales entre otros.

Por otro lado podemos garantizar, haciendo base en las diferentes publicaciones realizadas por el Ministerio del Poder Popular para el Turismo de nuestro país, entre ellas FITCAR 2006, que el geoturismo en nuestro país se ha aplicado de manera informal desde hace más de una década, día a día lo podemos apreciar en comunidades indígenas, en su mayoría Pemon como Canaima, San Francisco de Yuruani y Paraitepuy, por nombrar algunas, que se han desarrollado social, cultural y económicamente, gracias a la gran afluencia de turistas que visitan diversos escenarios apreciados por sus sorprendentes formaciones geológicas dándole el carácter de contexto único en el mundo siendo las localidades mas populares Roraima, Gran Sabana, Salto Ángel, Salto El Sapo entre otros.