



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50.000**

**JÁNICO
(6073-IV)**

Santo Domingo, R.D., Enero 2007-Diciembre 2010

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN II de soporte al sector geológico-minero (Programa CRIS 190-604, ex No 9 ACP DO 006/01). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr Marc Joubert (BRGM)

PETROGRAFÍA DE ROCAS ENDÓGENAS Y METAMÓRFICAS

- Dr. Javier Escuder Viruete (IGME)

MICROPALEONTOLOGÍA Y PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA, Le Mans, Francia)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

- Dr Manuel Abad de Los Santos (Universidad de Huelva, España)
- Dr Fernando Pérez Varela (Universidad de Jaén, España)

PETROGRAFÍA Y GEOQUIMICA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

- Dr. Javier Escuder Viruete (IGME)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dr Marc Joubert (BRGM)
- Dr. Javier Escuder Viruete (IGME)

GEOMORFOLOGÍA

- Dra Angela Suárez (IGME)

MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

- Ing. Eusebio Lopera (IGME)

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. José Luis García Lobón (IGME)

DIGITALIZACIÓN, CREACIÓN DE LA ESTRUCTURA SIG Y EDICIÓN DE LOS MAPAS

- Ing. Fernando Pérez Cerdán (IGME)

DATAACIONES ABSOLUTAS

- Dr. Janet Jabites (Pacific Center for Isotopic and Geochemical research, Universidad de British Columbia, Canadá)
- Dr. Richard Friedman (Pacific Center for Isotopic and Geochemical research, Universidad de British Columbia, Canadá)

ASESORES GENERALES DEL PROYECTO

- Dr. Grenville Draper (Universidad Internacional de Florida, USA)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Enrique Burkhalter. Director de la Unidad Técnica de Gestión (TYPSA) del Programa SYSMIN

EXPERTO A CORTO PLAZO PARA LA ASESORÍA EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Dr. Andrés Pérez-Estaún (Instituto Ciencias de la Tierra Jaume Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional

- Ing. Octavio Lopez
- Ing. Santiago Muñoz
- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. Andrés Pérez-Estaún la estrecha colaboración mantenida con los autores del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a mejorar la calidad del mismo.

Se pone en conocimiento del lector que en el Servicio Geológico Nacional existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones
- Fichas petrográficas o micropaleontológicas de cada una de las muestras
- Mapa de muestras
- Lugares de Interés Geológico

En el Proyecto se han realizado otros productos cartográficos relacionados con la Hoja:

- Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 de La Vega (6073) y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de La Vega (6073) y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría. Mapa a escala 1:150.000 y Memoria adjunta

Y los siguientes Informes Complementarios:

- Informe de Petrología de las Rocas Ígneas y Metamórficas Hojas de Jarabacoa, Manabao, La Vega, Jánico y San José de las Matas
- Informe de Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas Hojas de Jarabacoa, Manabao, La Vega, Jánico y San José de las Matas
- Informe Estratigráfico y Sedimentológico sobre las unidades estratigráficas cartografiadas
- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar

RESUMEN

La Hoja a escala 1:50.000 de Jánico (6073-IV) está situada al NO de la República Dominicana, en la Cordillera Central. Los accesos son bastantes fáciles, excepto en las zonas del SO de la Hoja, cubiertas por el Parque Nacional Armando Bermúdez, debido a los relieves abruptos que alcanzan alturas de 1600 m en el borde sur, bajando progresivamente hasta cotas de 380 m al límite norte.

La Hoja abarca un gran número de facies, con el dominio de la Cordillera Central al Sur y el dominio Magua-Tavera al Norte, separados por la falla NO-SE de la Española.

- El dominio de la Cordillera Central está representado por un conjunto volcánico-plutónico, constituido por (1) la asociación volcánico-plutónica de Loma La Monja y el Chert del Aguacate (Jurásico superior) que pertenecen al estadio pre-arco de la Española, (2) el Complejo Duarte (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) formado por rocas metamórficas y deformadas de manera dúctil a dúctil-frágil, con firma de meseta oceánica, (3) la Fm. Tireo, secuencia vulcanosedimentaria relacionada con la actividad de un arco de isla del Cretácico Superior, (4) los batolitos de El Bao y Jumunucu, de composición gabroica a tonalítica, que intruyen los términos anteriores durante el Cretácico Superior.
- El dominio de Magua-Tavera, constituido por rocas sedimentarias y basaltos terciarios, está situado en la extremidad Norte de la Hoja, al borde sur de la Zona de Falla de la Española y en contacto tectónico con el borde NO del batolito del Bao.
- El Cuaternario, poco representado, está formado por coluviones de piedemonte y depósitos aluviales de terrazas y fondos de valle.

La estructuración NO-SE de la Hoja se debe en gran parte al contexto compresivo relacionado con la convergencia oblicua entre las placas Norte Americana y Caribeña que se traduce por deformaciones visibles a todas escalas con tres fallas regionales con movimiento general transcurrente sinestro: el borde sur de la Zona de Falla de La Española al Norte de la Hoja; las dos bandas blastomiloníticas de anfibolitas del Complejo Duarte y tonalitas foliadas de La Meseta y Guanajuma;

La deformación que afecta las rocas consiste principalmente en un cizallamiento muy heterogéneo dúctil-frágil que evoluciona a frágil. El contexto compresivo, bien conocido desde el Mioceno Superior hasta la Actualidad, condiciona el levantamiento de la Cordillera Central y el encajamiento de la red fluvial.

ABSTRACT

The 1:50,000-scale Jánico map area (Sheet 6073-IV) is in the northwest of the Dominican Republic, in the Central Cordillera. Access is fairly easy, apart from the southwestern part of the area where the steep topography of the Armando Bermúdez National Park rises to 1600 m; from here, the altitude gradually decreases northward to 380 m at the area's northern border.

The area is underlain by a large number of facies with the Central Cordillera to the south separated by the NW-SE Hispaniola Fault from the Magua-Tavera domain to the north:

- the Central Cordillera is here represented by a volcano-plutonic unit made up of (1) the Loma La Monja volcano-plutonic association and the Aguacate chert (Late Jurassic) of the Hispaniola pre-arc stage, (2) the Duarte Complex (Late Jurassic – Early Cretaceous) comprising metamorphic rocks with ductile-brittle deformation and an ocean plateau signature, (3) the Tireo Formation, a volcano-sedimentary succession associated with Late Cretaceous island-arc activity, and (4) the El Bao and Jumunucu batholiths of gabbroic to tonalitic composition that intruded the earlier units during the Late Cretaceous.
- the Magua-Tavera domain, comprising sedimentary rocks and Tertiary basalt, is in the extreme north of the map area on the southern edge of the Hispaniola Fault Zone and in contact with the northwest side of the El Bao batholith.
- the Quaternary is poorly represented, consisting of piedmont colluvium and terrace and valley-bottom alluvial deposits.

The NW-SE structure of the map area is largely due to the compressive context resulting from the oblique convergence of the North American and Caribbean plates. This is indicated by visible deformation at all scales, with the presence of three regional faults indicating general left-lateral transcurrent movement: the southern edge of the Hispaniola Fault Zone and, in the north of the area, the Duarte Complex's two bands of blastomylonitic amphibolite and the La Mesta and Guadajuma foliated tonalite.

The deformation affecting the rocks corresponds to very heterogeneous ductile-brittle to brittle shears.

The compressive context, well known from the Late Miocene to the Present, determined the uplift of the Central Cordillera and the deepening of the drainage system.

1. INTRODUCCIÓN	29
1.1. Metodología.....	29
1.2. Situación geográfica.....	31
1.3. Marco Geológico.....	37
1.3.1. La Geología de La Española.....	37
1.3.1.1. Estudios Previos	37
1.3.2. Macro unidades geológicas.....	43
1.3.3. Historia Geológica de La Española.....	48
1.3.4. Macroestructura de La Española	49
1.4. Antecedentes	50
1.4.1. Unidades de la Cordillera Central	50
1.4.1.1. Conjunto oceánico pre-arco	51
1.4.1.2. Volcanismo de arco.....	52
1.4.1.3. Magmatismo intraplaca	53
1.4.2. Unidades del Grupo Tavera y Conglomerado Bulla. Eoceno Medio/Superior- Mioceno Inferior	54
1.4.3. Unidades del Grupo Yaque del Norte. Mioceno-Cuaternario	55
2. ESTRATIGRAFIA	58
2.1. Jurásico Superior	59
2.1.1. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja	59
2.1.1.1. Generalidades.....	59
2.1.1.2. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja en la Hoja de Jánico.....	60
2.1.1.2.1. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja. (12) Pizarras silíceas con intercalaciones de metaareniscas y cherts. Jurásico superior (J ₃)....	60
2.1.1.2.2. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja. (13) Cherts del Aguacate. Jurásico superior (J ₃)	61

2.2. Cretácico Inferior	63
2.2.1. Complejo Duarte.....	63
2.2.1.1. Generalidades.....	63
2.2.1.2. El Complejo Duarte en la Hoja de Jánico	66
2.2.1.2.1. Complejo Duarte (14) Metapicritas, metaakaramitas y metabasaltos porfídicos, magnéticos; Unidad inferior. Cretácico-Inferior (K_1)	68
2.2.1.2.2. Complejo Duarte (15) Metabasaltos aféricos. Unidad superior. Cretácico-Inferior (K_1)	69
2.2.1.2.3. Las rocas intrusivas en el Complejo Duarte	71
2.3. Cretácico Superior	73
2.3.1. Formación Restauración (Grupo Tireo).....	73
2.3.1.1. Generalidades.....	73
2.3.1.2. La Fm. Restauración en la Hoja de Jánico.....	74
2.3.1.2.1. Formación. Restauración (16) Metavolcanitas intermedio-básicas (lavas, brechas, tobas, filitas y esquistos máficos); Cretácico Superior (K_2)	75
2.3.1.2.2. Formación Restauración (17) Metavolcanitas ácidas (Lavas, brechas y tobas); Cretácico Superior (K_2)	75
2.4. Paleoceno - Eoceno Superior a Oligoceno	76
2.4.1. La Formación Magua.....	76
2.4.1.1. Generalidades.....	76
2.4.1.2. La Formación Magua en la Hoja de Jánico	77
2.4.1.2.1. Formación Magua (18) Basaltos; Paleoceno-Eoceno (P_{1-2})	78
2.4.1.2.2. Formación Magua (19) Brechas basálticas; Paleoceno-Eoceno (P_{1-2})	84
2.4.1.2.3. Formación Magua (20) Conglomerado de Inoa; conglomerados rojizos con niveles arenosos y lutíticos; (20b) conglomerados y brechas calizas; Paleoceno Superior-Eoceno Superior (P_1^3 - 2^3)	86
2.4.1.2.3.1. Formación Magua (20) Conglomerad de Inoa; conglomerados rojizos con niveles arenosos y lutíticos. Paleoceno Superior-Eoceno Superior (P_1^3 - 2^3)...	86
2.4.1.2.4. Formación Magua (20b). Calizas conglomeráticas y brechas calizas; Oligoceno (P_3^1)	88
2.5. Oligoceno inferior	90

2.5.1. La Formación Velazquitos	90
2.5.1.1. Generalidades.....	90
2.5.1.2. La Formación Velazquitos en la Hoja de Jánico	92
2.5.1.2.1. Fm Velazquitos (21). Conglomerados, calcarenitas y calizas. Oligoceno Inferior. (P_3^1)	93
2.5.1.2.2. Fm Velazquitos (22). Calizas. Oligoceno Inf. (P_3^1).....	95
2.5.1.2.3. Fm Velazquitos (23). Lutitas grises y areniscas turbidíticas con estratificación delgada, arcillas y localmente conglomerados. Oligoceno Inf. (P_3^1)	97
2.6. Oligoceno Superior-Mioceno inferior	99
2.6.1. La Formación Represa	99
2.6.1.1. Generalidades.....	99
2.6.1.2. La Formación Represa en la Hoja de Jánico.....	101
2.6.1.2.1. La Formación Represa (24). Conglomerados grises, areniscas y arcillas. Oligoceno Superior (P_3^2).....	101
2.6.2. Formación Jánico: Areniscas, margas y calizas en alternancias turbidíticas con conglomerado matriz soportado subordinado -1- (Oligoceno superior-Mioceno Medio ?).....	104
2.6.2.1. Generalidades.....	104
2.6.2.2. La Formación Jánico en la Hoja de Jánico.....	108
2.6.2.2.1. La Fm Jánico (25). Areniscas turbidíticas con estratificación de medio a fina, lutitas, margas y conglomerados. Oligoceno Superior (P_3^2) a Mioceno Medio (N_1^2).	109
2.7. Mioceno superior	112
2.7.1. La Formación Bulla. Conglomerado de Bulla.....	112
2.7.1.1. Generalidades.....	112
2.7.1.2. La Formación Bulla. Conglomerado de Bulla en la Hoja de Jánico	114
2.7.1.2.1. La Formación Bulla (26) Conglomerados masivos, arenas y arcillas; Mioceno superior N_1^3	115
2.8. Cuaternario.....	116

2.8.1. Pleistoceno	116
2.8.1.1. Terrazas medias o altas (27): Gravas y arenas; Pleistoceno (Q1-3)	117
2.8.2. Holoceno	117
2.8.2.1. Terrazas bajas o llanuras de inundación (28): Gravas y arenas; Cuaternario (Q4)	117
2.8.2.2. Coluviones (29): Brechas, arenas con cantos y arcillas; Cuaternario (Q4) ..	117
2.8.2.3. Fondos de valle (30): Gravas, arenas y arcillas; Cuaternario (Q4)	120
2.8.2.4. Deslizamientos antrópicos (31) Cuaternario (Q4) Actual	120
3. PETROLOGIA, METAMORFISMO, GEOQUIMICA y GEOCRONOLOGIA.....	121
3.1. Petrología	121
3.1.1. Las rocas intrusivas y filonianas de la Hoja de Jánico.....	121
3.1.1.1. Las rocas ultrabásicas	124
3.1.1.1.1. Peridotitas serpentinizadas (1).	124
3.1.1.2. Los Batolitos del Bao y de Jumunucu	125
3.1.1.2.1. Cumulados ultrabásicos y hornblenditas (2)	125
3.1.1.2.2. Gabros y dioritas foliadas (3)	128
3.1.1.2.3. Tonalitas con hornblenda de grano medio a grueso, variablemente foliadas (4) (facies común).....	130
3.1.1.2.4. Tonalitas muy foliadas (4a).....	137
3.1.1.2.5. Leucotonalitas con hornblenda y/o biotita de grano grueso a muy grueso, variablemente foliadas (5).....	140
3.1.1.2.6. Leucotonalitas y leucogranitos biotíticos de grano fino a medio, variablemente foliados (6).....	141
3.1.1.2.7. Leucotonalitas y leucogranitos biotíticos de grano fino a medio, muy foliados (6b)	143
3.1.1.2.8. Microtonalita porfídica con hornblenda (7);	143
3.1.1.2.9. Anfibolitas de fábrica plano-linear blastomilonítica (8);	144
3.1.1.3. Diques relacionados con los batolitos del Bao y Jumunucu	149
3.1.1.3.1. Diques y sills máficos (9)	149
3.1.1.3.2. Diques aplíticos (10)	150
3.1.1.3.3. Diques de cuarzo (11)	151

3.2. GEOQUÍMICA	151
3.2.1. Técnicas Analíticas y método de trabajo.....	151
3.2.2. Unidades tectonoestratigráfico-litogeoquímicas	153
3.2.3. Peridotita de Loma Caribe	154
3.2.4. Asociación volcano-plutónica oceánica de Loma La Monja	155
3.2.5. Complejo Duarte.....	159
3.2.6. Magmatismo de arco: Grupo Tireo.....	166
3.2.6.1. Serie de basaltos-andesitas toleíticas y calcoalcalinas	167
3.2.6.2. Andesitas magnesianas pobres en Ti	168
3.2.6.3. Basaltos enriquecidos en Nb.....	169
3.2.6.4. Rocas ácidas de la Fm Restauración: dacitas y riolitas.....	169
3.2.7. Magmatismo transicional y alcalino.....	177
3.2.7.1. Formación de Basaltos de Pelona-Pico Duarte	177
3.2.7.2. Formación Magua	178
3.2.8. Las unidades intrusivas en la Cordillera Central (Batolitos de Bellavista, Jumunucu, El Bao, El Río, Macutico y Loma del tambor)	182
3.3. Geocronología.....	184
3.3.1. Dataciones Ar-Ar en la Hoja de Jánico	185
3.3.1.1. Dataciones del Batolito de El Bao	185
3.3.1.2. Dataciones de los Basaltos de la Fm Magua.....	187
4. ESTRUCTURA Y METAMORFISMO	193
4.1. Macroestructura regional	193
4.2. Metamorfismo	201
4.3. Estructura de la Hoja de Jánico.....	201
4.3.1. Descripción del mapa y de los cortes geológicos	202
4.3.2. Dominio Cordillera Central	205

4.3.2.1. Unidades litológicas	205
4.3.2.2. Fábricas y estructuras de la Asociación Loma La Monja (Zona NE de la Hoja de Jánico)	205
4.3.2.3. Fábricas y estructuras del C. Duarte (Zona NE de la Hoja de Jánico)	206
4.3.2.3.1. Esquistos Verdes y subesquistos verdes del C. Duarte	206
4.3.2.3.2. Anfibolitas del C. Duarte e intrusivos muy foliadas	207
4.3.2.3.2.1. Anfibolitas blastomiloníticas del C. Duarte	207
4.3.2.3.2.2. Los intrusivos muy foliados de la Hoja de Jánico	209
4.3.2.4. Fábricas y estructuras del batolito de El Bao (mitad oeste de la Hoja de Jánico)	210
4.3.2.4.1. Secuencia intrusiva del batolito El Bao	211
4.3.2.4.2. Complejo gabróico-ultramáfico del batolito de El Bao	211
4.3.2.4.3. Tonalitas.....	213
4.3.2.4.4. Diques máficos y félsicos	213
4.3.2.4.5. Red de diques y sills leucograníticos y aplopegmatíticos.....	216
4.3.2.5. Fábricas y estructuras de la Fm. Restauración (Grupo Tireo)	216
4.3.3. Dominio de Magua-Tavera - Fábricas y estructuras asociadas a la Zona de Falla de La Española (Norte de la Hoja de Jánico)	216
4.3.4. Las fallas y lineamientos	222
5. GEOMORFOLOGÍA.....	222
5.1. Descripción de los rasgos fisiográficos.....	222
5.2. 5. 2. Análisis Geomorfológico. Formas estructurales	223
5.2.1. Formas gravitacionales.....	223
5.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial	224
5.2.3. Formas poligénicas.....	225
5.2.4. Formas por meteorización química.....	225
5.2.5. Formas antrópicas.	225
6. HISTORIA GEOLOGICA.....	226
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	227

7.1. Hidrogeología.....	227
7.1.1. Hidrología y climatología	227
7.1.2. Hidrogeología	230
7.2. Recursos minerales.....	231
7.3. Oro y sustancias polimetálicas.....	232
7.4. Rocas industriales y ornamentales	236
8. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO.....	237
8.1. Introducción	237
8.2. Relación de los Lugares de Interés Geológicos.....	237
8.3. Descripción de los Lugares	239
8.3.1. L.I.G. N° 1 Blastomilonitas de la zona de cizalla De la Meseta (Mata grande- Puente Río Bao)	240
8.3.2. L.I.G. N° 2: Intrusivos del borde Sur del batolito de El Bao: Las Placetas Arribas	243
8.3.3. L.I.G. N°3: Zona de Falla de La Española (borde sur de la cuenca de Tavera) 	246
8.3.4. L.I.G. N°4: Basaltos de Magua	249
8.3.5. L.I.G. N°5: Corte de Cagueyes: Asociación Loma La Monja: Chert, calizas y basaltos.; Fm Magua: brechas calizas y conglomerados rojizos de Inoa....	251
8.3.6. L.I.G. N°6: Corte de Damajagua Sur: Relación entre los conglomerados de Inoa y la Fm Velazquitos.....	253
8.3.7. L.I.G. N°7: Fm Jánico en Jánico	255
9. Bibliografía	260

LISTA DE LAS FIGURAS:

- Fig. 1: Ubicación de la Hoja de Jánico (6073-IV) en el marco del proyecto SYSMIN II.....32
- Fig. 2: Mapa del margen septentrional de la placa Caribeña (mod. de Lewis y Draper, 1990; Mann et al., 1991). La Española ha sido dividida en varias unidades tectonoestratigráficas en base a su diferente historia geológica, yuxtapuestas tectónicamente por zonas de desgarre de dirección ONO-ESE y edad post-Eoceno/Oligoceno (Mann et al., 1991). Estas zonas de falla son: Septentrional (ZFS), La Española (ZFLE), Bonao-La Guácara (ZFBG), San Juan-Restauración (ZFSJR) y Enriquillo-Plantain Garden (ZFEPG).....40
- Fig. 3: Mapa de la placa Caribeña mostrando la situación de la isla de La Española en su borde septentrional. En la figura se muestran también los límites estructurales de la placa Caribeña con otras placas y los principales elementos tectónicos41
- Fig. 4: (arriba) Mapa de situación de los principales terremotos históricos en el sector septentrional de la Placa del Caribe y su relación con las estructuras que marcan límites de placas (Dolan y Wald, 1998); (abajo) Movimiento relativo de la Placa Caribeña hacia el ENE deducidos en base a medidas GPS y modelos dinámicos globales (de Mets et al., 2000; Mann et al., 2002). La situación de La Española en un relevo contractivo sinistral origina la actividad neotectónica y creación de relieve42
- Fig. 5 Principales unidades Morfotectónicas de La Española según Lewis y Draper (1991) ..46
- Fig. 6: Mapa de las unidades tectonoestratigráficas de La Española según Mann et al. (1991): (1) Samaná; (2) Puerto Plata-Pedro García-Río San Juan; (3) Altamira; (4) Seibo; (5) Oro; (6) Tortue-Maimón-Amina; (7) Loma Caribe-Tavera; (8) Duarte; (9) Tireo; (10) Trois Rivières-Peralta (11) Presq'île du Nord-Ouest-Neiba; y (12) Hotte-Selle-Bahoruco. Zonas de Falla: ZFRG, Río Grande; ZFS, Septentrional; ZFBG, Bonao-La Guácara; ZFH, Hatillo; ZFLE, La Española; ZFEPG, Enriquillo Plantain Garden; ZFSJR, San José- Restauración ; ZFLPSJ, Los Pozos-San Juan46
- Fig. 7: Esquema geológico simplificado de La Española según Lewis y Draper (1990) y los Programas SYSMIN (1999, 2004, 2007) con ubicación de la Hoja de Jánico en el marco del Proyecto SYSMIN II (2007-2010).....47
- Fig. 8 Sucesión tectonoestratigráficas/litogeoquímica esquemática de la secuencia magmática Jurásico Superior-Cretácico Superior en los bloques tectónicos de Jicomé y Jarabacoa de la Cordillera Central.56
- Fig. 9 Columna tectonoestratigráficas/litogeoquímica esquemática de dos bloques tectónicos en la Cordillera Central en los que se incluye la zona estudiada, denominados Jicomé y Jarabacoa (Escuder et al., 2008). TG, Grupo Tireo; RBMb, Miembro Río Blanco; CFm, Formación Constanza; DC, Miembro Chert Dajabón; CMb; Miembro Chert Constanza; RFm, Formación Restauración; LCG, Gabros de La Cana; PBFm, Formación Peña Blanca; BPPD, Formación Basaltos de Pelona-Pico Duarte; TRFm, Formación Trois Rivières; BLFm, Formación Bois de Lawrence; EYMb, Miembro El Yujo; LVzG, Gabros de Los Velazquitos; SCFm, Formación Siete Cabezas; LCGD, gabros/doleritas intrusivos en Loma Caribe. Rangos de edades en los bloques de Jicomé y para LVzG y LCG son de Escuder Viruete et al., (2006a, 2007b, 2008) y Joubert et al. (2004). Adak, adakitas; MB, batolito de Macutico; LCB, batolito de Loma de Cabrera; LMSZ, zona de cizalla de La Meseta; HMA, andesitas ricas en Mg; NEBA, basaltos y andesitas ricas en Nb; BABB, doleritas y gabros de tipo back-arc basin. Las abreviaciones del recuadro son: SFZ= HFZ, zona de falla de La Española; BGFZ, zona de falla de Bonao-La Guácara; SJRFZ, zona de falla de San José-Restauración; zona de cizalla de La Meseta (LMSZ), zona de falla de Río Guanajuma (RBSZ) y zona de falla de Hato Viejo (HVZ).....57

- Fig. 10 Grupo Tavera incluyendo Fm Magua, (conglomerado de Inoa), la Fm Velazquitos, la Fm Represa (Conglomerado) y la Fm Jánico (Abad y Pérez, 2009). El Conglomerado Bulla es la única formación del Grupo Yaque del Norte.....58
- Fig. 11: Mapa aeromagnético (campo total reducido al polo) de la Hoja de Jánico.....67
- Fig. 12. Formación Jánico en las Hojas de La Vega y Jánico. (Abad y Pérez, 2009).....107
- Fig. 13 Características geoquímicas de la asociación volcano-plutónico de Loma La Monja. (a) Diagrama de Jensen (1974); (b) Diagrama Ti-V de Shervais (1983); (c) y (d) Diagramas de Fe₂O₃ y TiO₂ frente al MgO, mostrando los campos composicionales de los diversos grupos composicionales en la LMA (Escuder Viruete et al., 2008), los ferrobasaltos y MORB (Hawkins, 1995); (e) y (f) Diagramas de Wood (1980). Ver explicación en el texto.158
- Fig. 14 (a) a (d) Diagramas de REE extendidos normalizados respecto al manto primordial (Sun y McDonough, 1989) de los diversos grupos geoquímicos de la LMA definidos en el texto. Ver explicación en el texto. En (b) los patrones de N-MORB, E-MORB y OIB proceden de Sun y McDonough (1989), y se incluye un promedio de los vidrios basálticos de la East Pacific Ridge (n=262; Su y Langmuir, 2003) como comparación.159
- Fig. 15 . Características geoquímicas del Complejo Duarte. (a) y (b) Diagramas de SiO₂ y TiO₂ frente al MgO de las picritas, basaltos magnesianos y basaltos estudiados (Escuder Viruete et al., 2007), mostrando como comparación los campos composicionales de las muestras incluidas en Lapierre et al. (1997), los basaltos obtenidos en los Sites 146, 150, 151, 152 y 153 del DSDP Leg 15, y los basaltos Colombianos (Kerr et al., 1997a, 2002); (c) Diagrama de Jensen (1976); (d) Diagrama Ti-V de Shervais (1983); y (e) Diagrama multielemental normalizado respecto al manto primitivo (Sun y McDonough, 1989).162
- Fig. 16 . (a) a (f) Diagramas de REE extendidos para los diversos grupos geoquímicos del Complejo Duarte definidos en el texto. En (f) se incluyen como comparación los campos composicionales de los basaltos de los Sites 146, 150, 151, 152 y 153 del DSDP Leg 15, y del Plateau oceánico Caribeño-Colombiano (Kerr et al., 1997a, 2002). Ver explicación en el texto.163
- Fig. 17 (a, b, c y d) Diagramas de elementos traza normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) de los diferentes grupos geoquímicos del Complejo Duarte.164
- Fig. 18 (a, b, c y d) Diagramas de elementos traza normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) de los diferentes grupos geoquímicos del Complejo Duarte, de los diques doleríticos sin-esquistosos (sin-Sp) intrusivos en el complejo, y de las unidades del Plateau Oceánico Caribeño del Cretácico Superior en La Española.....165
- Fig. 19 Características geoquímicas del Grupo Tireo. (a) Diagrama de Nb/Y frente a Zr/TiO₂, mostrando como comparación los campos composicionales de los grupos BABB, EMORB y BPPD; (b, c, d y e) Covariation of SiO₂ con FeO*/MgO y Al₂O₃. En las figuras, las rocas del Grupo Tireo son comparadas con series Cenozoicas de andesitas ricas en MgO de SO Japón y O Aleutianas. También se indican los vectores de cristalización fraccionada (fc) para el olivino (ol), ortopiroxeno (opx), clinopiroxeno (cpx), anfíbol pargasítico (hb), y plagioclasa (An₈₀), determinados para una composición andesítica magnesiana promedio. También se muestran los campos de fusión anhidra por deshidratación e hidratada (fusión de KLB-1 a 1100°C y 1,0 GPa, Hirose, 1997), los fundidos experimentales (Rapp et al., 1999) de basaltos anfíbolíticos (AB-1) a 3,2 y 3,8 GPa a 1100°C, y las venas de vidrio que representan fundidos de la lámina subducida (Schiano et al., 1995).171
- Fig. 20 Características geoquímicas del Grupo Tireo. (a, b, c y d) Diagramas de SiO₂, TiO₂, Nb y Fe₂O₃ frente al MgO, mostrando como comparación los campos composicionales de los grupos BABB, E-MORB y BPPD; (e) Diagrama Y-Nb/Th; y (f) Diagrama Y-Zr/Nb.172

Fig. 21 (a, b y c) Diagramas de Jensen (1976); (d) Diagrama Ti-V de Shervais (1983); y (e) Diagrama para rocas adakititas.....	173
Fig. 22 (a, b, c y d) Diagramas de elementos traza normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) para los diversos grupos geoquímicos del Grupo Tireo.....	174
Fig. 23 (a, b, c y d) Diagramas de elementos traza normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) para los diversos grupos geoquímicos del Grupo Tireo.....	175
Fig. 24 (a, b, c y d) Diagramas de elementos traza normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) para los diversos grupos geoquímicos de adakititas y tonalitas de los batolitos de afinidades adakíticas, comparadas con diferentes tipos genéticos de adakititas.....	176
Fig. 25 (a y b) Diagramas de Wood (1980) para los basaltos de la Fm Pelona-Pico Duarte, diques de basaltos y doleritas intrusivos en el Grupo Tireo infrayacente, y basaltos de la Fm Magua; (c) Diagrama Nb/Y frente a Zr/TiO ₂ mostrando los campos composicionales de los basaltos de Pelona-Pico Duarte, grupo E-MORB y basaltos de Los Velazquitos PVD; y (d) Diagrama Ti-V de Shervais (1983).....	179
Fig. 26 (a, b, c y d) Diagramas de TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Nb y Fe ₂ O ₃ frente al MgO; (e) Diagrama Y-Nb/Th; y (f) Diagrama Y-Zr/Nb.....	180
Fig. 27 (a, b, c y d) Diagramas de elementos traza normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) para los basaltos de Pelona-Pico Duarte, diques de basaltos y doleritas intrusivos en el Grupo Tireo infrayacente, y basaltos de la Fm Magua, mostrando también el rango composicional de las Fms Peña Blanca, Siete Cabezas y Dumisseau, así como el de los gabros y doleritas de la Cresta de Beata.....	181
Fig. 28: Situación de las muestras de las dataciones absolutas. Hoja de Jánico (6073-IV)	185
Fig. 29 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de la diorita del Batolito El Bao, Las Placetas (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9141: Lat:19.193752 ; Long: -70.8868).....	188
Fig. 30 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de la tonalita del Batolito El Bao, Puente Río Bao-Matagrande (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9209: Lat:19.20559 ; Long: -70.967783)	189
Fig. 31 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de la cuarzo-diorita del Batolito El Bao, La Piedra- Arroyo Francisco (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9310: Lat:19.258407 ; Long: -70.965923)	190
Fig. 32 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de una microtonalita porfídica con hornblenda, Batolito El Bao; Los Arroyos, confluencia arroyos Jagua-Gurabo (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9846: Lat:19.210074 ; Long: -70.848995)....	191
Fig. 33 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda del basalto de la Fm Magua; Carretera Pedregal-La Cana Arroyo Muñoz (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9443 (Hbl): Lat:19.30571 ; Long: -70.901344)	192
Fig. 34 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en roca total del basalto de la Fm Magua; Carretera Pedregal-La Cana Arroyo Muñoz (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9443 (WR): Lat:19.30571 ; Long: -70.901344).....	193
Fig. 35: Síntesis geológico-estructural de la República dominicana, con la ubicación de la Hoja de Jánico (6073-IV).....	196
Fig. 36: Corte geológico a través de la Cordillera Central (Hojas Manabao-Jánico)	197
Fig. 37: (a) Mapa geológico esquemático de la Cordillera Central; (b) Mapa magnético esquemático de la Cordillera Central con indicación de las principales zonas de falla y macroestructuras; (c) Secuencia tectonomagmática esquemática de los bloques estructurales del Dominio de la Cordillera Central. RBMb, Miembro Río Blanco; CFm, Formación Constanza; DC, Miembro Chert Dajabón; CMb; Miembro Chert Constanza; RFm, Formación Restauración; LCG, Gabros de La Cana; PBFM, Formación Peña Blanca; BPPD, Formación Basaltos de Pelona-Pico Duarte; BLFm, Formación Bois de Lawrence; EYMb, Miembro El Yujo; LVzG, Gabros de Los Velazquitos; SCFm, Formación Siete Cabezas; LCGD, gabros/doleritas intrusivos en Loma Caribe. Rangos	

de edades en los bloques de Jicomé y para LVzG y LCG son de Escuder Viruete et al., (2006a, 2007b, 2008) y Joubert et al. (2004). Adak, adakitas; MB, batolito de Macutico; LCB, batolito de Loma de Cabrera; LMSZ, zona de cizalla de La Meseta; HMA, andesitas ricas en Mg; NEBA, basaltos y andesitas ricas en Nb; BABB, doleritas y gabros de tipo back-arc basin. Las abreviaciones del recuadro son: SFZ= HFZ, zona de falla de La Española; BGFZ, zona de falla de Bonao-La Guácara; SJRFZ, zona de falla de San José-Restauración; zona de cizalla de La Meseta (LMSZ), zona de falla de Río Guanajuma (RGSZ) y zona de falla de Hato Viejo (HVFZ). 198

Fig. 38: Mapa geológico esquemático de la Hoja E. 1:100.000 de La Vega con indicación de las principales zonas de falla y macroestructuras, así como algunas de las edades geocronológicas para ellas obtenidas. Abreviaciones como en la figura anterior 199

Fig. 39 Elementos hidrológicos de la Hoja de Jánico: presa, proyecto de presa, sondeos hidrológicos, estaciones hidrométricas 229

Fig. 40: Ubicación de los indicios de la Hoja de Jánico..... 232

Fig. 41 : Situación de los Lugares de Interés Geológico de la Hoja de Jánico 238

LISTA DE LAS TABLAS:

Tabla 1: Dataciones absolutas realizadas en el cuadrante 1/100.000 de La Vega 184

Tabla 2: Eventos estructurales en la Cordillera Central, sector La Vega-Jarabacoa..... 200

Tabla 3: Indicios de la Hoja de Jánico 233

Tabla 4: Situación y coordenadas de los Lugares de Interés Geológico de la Hoja de Jánico 239

LISTA DE LAS FOTOS:

Foto 1: Vista de la Cordillera Central desde Mata grande en el SO de la Hoja de Jánico. Entrada Parque Armando Bermúdez (30MJ9216_5; Lat:19,204534; Long: -70,975543) 33

Foto 2: Vista de la Cordillera Central y del Río Bao desde Mata grande en el SO de la Hoja de Jánico (30MJ9216_6; Lat:19,204534; Long: -70,975543)..... 33

Foto 3: Vista de Franco Bidó al SE de la Hoja de Jánico (30MJ9860_2; Lat: 19,187338; Long: -70,805303) 33

Foto 4: Vista de Franco Bidó al SE de la Hoja de Jánico (30MJ9860_3; Lat: 19,187338; Long: -70,805303) 33

Foto 5: Río Bao, al Sur de Mata Grande; vista desde Mata Grande (30MJ9266_1 Lat:19,1982639; Long: -70,986582) 34

Foto 6 Bosque de la Cordillera Central cerca de Mata grande en el SO de la Hoja de Jánico. Entrada Parque Armando Bermúdez (30MJ9216_5; Lat:19,204534; Long: -70,975543) 35

Foto 7: Bosque de la Cordillera central, cerca de Rincón de la Piedra, Oeste de la Hoja de Jánico (30MJ9258_2; Lat: 19,230789; Long:-70,967051)..... 35

Foto 8: Zona de pasto de La Piedra, NO de la Hoja de Jánico (30MJ9322_2; Lat: 19,272674; Long: -70,966398) 36

Foto 9: Zona de pasto de La Piedra, NO de la Hoja de Jánico (30MJ9322_2; Lat: 19,272674; Long: -70,966398) 36

Foto 10: Invernaderos nuevos (alteración rojiza de la Tonalita del Batolito El Bao. Arroyo Cana-Las Placetas (30MJ9981_1); Lat:19,218727; Long: -70,895405) 36

Foto 11: Chert rojizos Asociación Loma La Monja con basaltos suprayacentes (C. Duarte ?); Cagueyes (30MJ9535_1) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475)..... 61

Foto 12: Chert masivos, decamétricos. Asociación Loma La Monja Cagueyes (30MJ9535_2) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475)	61
Foto 13: Chert masivos; Asociación Loma La Monja ; Ctra. Pinalito- Henequén (30MJ9742_3) (Lat: 19,28207; Long: -70,776659).....	62
Foto 14: Cherts “bandedos” rojizos; Asociación Loma La Monja ; Ctra. Pinalito- Henequén (30MJ9742_1) (Lat: 19,28207; Long: -70,776659).....	62
Foto 15: Chert bandedos verdes y rojizos. Asociación Loma La Monja ; Presa Henequén, Río Baiguaque (30MJ9974_1) (Lat: 19,28207; Long: -70,776659)	62
Foto 16: Chert bandedos. Asociación Loma La Monja ; Presa Henequén, Río Baiguaque (30MJ9554_1) (Lat: 19,270069; Long: -70,767857).....	62
Foto 17: Metabasaltos porfídicos, magnéticos, del C. Duarte en zona de cizalla; fuerte esquistosidad y cloritización. Calimetal al sur del Batolito El Bao (30MJ9834_1; Lat: 19,171386; Long: -70,947384)	68
Foto 18: Metabasaltos porfídicos, magnéticos, del C. Duarte; fuerte esquistosidad y cloritización han favorecido el derrumbe de la carretera Jánico-Juncalito (30MJ9693_2; Lat: 19,241908; Long: -70,830337)	68
Foto 19: Relicta de metabasaltos porfídicos, magnéticos, del C. Duarte en la banda de anfibolitas de Jagua Abajo; disolución preferencial de los fenocristales Fe-Mg por meteorización (30MJ9795_1; Lat: 19,241908; Long: -70,830337).....	69
Foto 20: Metabasaltos porfídicos del C. Duarte, con diques de aplitas cerca del contacto norte del batolito de Jumunucu; Franco Bidó (30MJ9860_3; Lat: 19,187338; Long: -70,805303).....	69
Foto 21: Basaltos afíricos, no magnéticos, del Complejo Duarte, con pliegue; Cabecera Rio Inoa, Cerro Francisco (30MJ9336_1) (Lat: 19,260652; Long: -70,995328).....	71
Foto 22: Colada de basaltos afíricos, no magnéticos, y basaltos porfídicos meteorizados; Complejo Duarte; Los Corrales (30MJ9347; Lat: 19,278248; Long: -70,983064)	71
Foto 23: Basaltos afíricos, no magnéticos, del Complejo Duarte, en contacto con tonalita intrusiva; La Piedra (30MJ9343_1) (Lat: 19,270816; Long: -70,977394)	71
Foto 24: (a) Picritas en facies de cumulado de Ti-augita y olivino, LN; (b) Id., LP; (c) Facies de cumulado picrítico-ankaramitítico ligeramente foliado e intensamente anfibolitizado, LN; (d) Id., LP; (e) Dique dolerítico a microgabroico, LN (f) Id., LP; (g) Texturas porfídicas relictas en los típicos esquistos máficos, LP; y (h) Texturas proto-miloníticas en los metabasaltos porfídicos/esquistos máficos, LN.....	72
Foto 25 : Basaltos de la Fm Magua en la Zona de Falla de la Española;; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9441_1; Lat:19,314547; Long: -70,904336).....	79
Foto 26 : bolas de Basaltos porfídicos de la Fm Magua en la Zona de cizalla (Falla de la Española);; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_1; Lat:19,30571; Long: -70,901344)	79
Foto 27 : Contacto Basaltos de la Fm. Magua- Tonalitas; Zona de contacto NE del Batolito El Bao- Fm. Magua; Bohío Viejo, Ctra. Pedregal-Los Montones (30MJ9415_1; Lat:19,309823; Long: -70,911815)	80
Foto 28 : Contacto Basaltos de la Fm. Magua- Tonalitas; Zona de contacto NE Batolito El Bao- Fm. Magua; El Mamey (30MJ9434_1; Lat:19,32207; Long: -70,947642)	80
Foto 29 : Bloque de Tonalitas en los Basaltos de la Fm. Magua, Contacto Norte del Batolito El Bao; al Sur de la Falla Española; Arroyo de Agua -Arroyo Hondo) (30MJ9425_1; Lat:19,322368; Long: -70,9346)	80
Foto 30 : Dique de aplitas con enclaves de basaltos en el Contacto Tonalitas-Basaltos de la Fm. Magua; Zona de contacto NE Batolito El Bao- Fm. Magua; El Mamey (30MJ9434_2; Lat:19,32207; Long: -70,947642).....	80
Foto 31 : Pequeño dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua;; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_2; Lat:19,30571; Long: -70,901344)	81

Foto 32 : Dique basáltico en los Basaltos porfídicos de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_3; Lat:19,30571; Long: -70,901344)	81
Foto 33 : Dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_4; Lat:19,30571; Long: -70,901344)	81
Foto 34: (a) Basaltos porfídicos con olivino y titano-augita zonada tendentes a facies cumulado, LN; (b) Id., LP; (c) Facies porfídicas con hornblenda zonada, LN; (d) Id., LP; (e) Microgabros hornbléndicos, LN; y (f) Id., LP.	84
Foto 35 :Aplitas inyectando las brechas basálticas de Magua; Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos (30MJ9381_1; Lat:19,315046; Long: -70,989322).....	85
Foto 36 :Aplitas inyectando las brechas basálticas de Magua; Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos (30MJ9381_2; Lat:19,315046; Long: -70,989322).....	85
Foto 37 :Contacto aplitas-brechas basálticas de la Fm. Magua; Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos (30MJ9381_3; Lat:19,315046; Long: -70,989322).....	85
Foto 38 :Contacto aplitas-brechas basálticas de la Fm. Magua; Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos (30MJ9381_3; Lat:19,315046; Long: -70,989322).....	85
Foto 39 : Bloques de Conglomerado de Inoa con elementos métricos a centimétricos; Ctra. Río Inoa- El Mamey (30MJ9436_1; Lat:19,326865; Long: -70,952723).....	87
Foto 40 : Bloques de Conglomerado de Inoa con elementos métricos a centimétricos; Ctra. Río Inoa- El Mamey (30MJ9436_2; Lat:19,326865; Long: -70,952723).....	87
Foto 41 : Conglomerados estratificado de Inoa.; Ctra. Pedregal-Jánico (30MJ9498_1); Lat:19,332686; Long: -70,873834)	87
Foto 42: Calizas conglomeráticas (Fm. Magua) Arroyo Hondo, NE El Mamey (30MJ9967_1; Lat:19,330061; Long: -70,935315)	87
Foto 43: Brechas de calizas (Fm Magua);Cagueyes, (30MJ9531_2; Lat:19,285415; Long: -70,829141).....	88
Foto 44: Brechas de calizas (Fm Magua);Cagueyes, (30MJ9531_1; Lat:19,285415; Long: -70,829141).....	88
Foto 45 : Siltitas grises y rojizas (alteración en bolas) asociadas a los conglomerados de Inoa. Malagal, Ctra. Don Juan-Jánico (30MJ9480_1); Lat:19,311812; Long: -70,819022)	89
Foto 46 : Detalle de una bola de Siltitas grises y rojizas asociadas a los conglomerados de Inoa. Malagal, Ctra. Don Juan-Jánico (30MJ9480_2); Lat:19,311812; Long: -70,819022)	89
Foto 47: Fm Velazquitos. Conglomerados (V1), Calizas (V2), Turbiditas (V3). Sur Damajagua, (30MJ9527_5 Lat:19,292932; Long: -70,810271).....	94
Foto 48: Brechas de la base de la Fm Velazquitos en contacto mecánico con los chert de la Asociación Loma la Monja. Pinalito. Henequén-Río Baiguaque (30MJ9974_1; Lat:19,28207; Long: -70,776659)	95
Foto 49: Conglomerados de la Fm. Velazquitos; Rio Bao; Ctra. Bao-Damajagua (30MJ9512_1; Lat:19,302077; Long: -70,812003).....	95
Foto 50: Fm. Velazquitos (V1) Conglomerados, nivel dcm de calizas, areniscas con “disyunción en bolos”; Ctra. Don Juan Los Corozos, (30MJ9470_1; Lat:19,301001; Long: -70,854816).....	95
Foto 51: Conglomerados, areniscas y lentejón de calizas grises de la Fm. Velazquitos; Ctra. Don Juan Los Corozos, (30MJ9470_2; Lat:19,301001; Long: -70,854816)	95
Foto 52: Fm Velazquitos. Calizas bioclásticas con gran abundancia de foraminíferos bentónicos y corales (V2) y Turbiditas plegadas (V3) con niveles de calcarenitas y bolas de Calizas coralinas a la base; Sur Damajagua; (30MJ9527_1 Lat:19,292932; Long: -70,810271).....	96
Foto 53: Detalle de los conglomerados con bola de calizas coralinas; Fm Velazquitos; Sur Damajagua, (30MJ9527_6 Lat:19,292932; Long: -70,810271).....	96

Foto 54: Areniscas (“ladrillo”) en alternancias con siltitas de la Fm. Velazquitos; Los Asientos (30MJ9525_1; Lat:19,301244; Long: -70,793597)	97
Foto 55: Fm Velazquitos: alternancias decimétricas a decamétricas de lutitas, areniscas y conglomerados. Sur Damajagua, (30MJ9527_7 Lat:19,292932; Long: -70,810271)	97
Foto 56: Conglomerados matriz soportada y graded bedding positivo en alternancias con areniscas y siltitas de la Fm Velazquitos; Los Asientos, (30MJ9523_1 Lat:19,299632; Long: -70,796492)	98
Foto 57: Septaria en las alternancias de lutitas, margas, y areniscas de la Fm Velazquitos; Sur Damajagua, (30MJ9520_1 Lat:19,294752; Long: -70,807434)	98
Foto 58: Fm Velazquitos: bancos dcm de areniscas con gravas aisladas. Río Jánico, (30MJ9597_1 Lat:19,316276; Long: -70,848232)	98
Foto 59: Fm Velazquitos: nivel de conglomerados (matriz soportada). Los Asientos, (30MJ9752_2; Lat:19,303422; Long: -70,788276)	98
Foto 60: Fm Velazquitos: alternancias de margas, calcarenitas (facies ladrillo), siltitas y conglomerados Los Asientos, (30MJ9752_1; Lat:19,303422; Long: -70,788276)	98
Foto 61: Tramo decamétrico de conglomerados y areniscas en bancos cm-dcm de la Fm. Velazquitos (plegada) ; Sur Damajagua (30MJ9521_1; Lat:19,295424; Long: -70,805136)	99
Foto 62: Conglomerados (Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9997_2; Lat:19,316081; Long: -70,828902)	102
Foto 63: Conglomerados (Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9997_1; Lat:19,316081; Long: -70,828902)	102
Foto 64: Conglomerados matriz soportada, organizados (Fm. Represa);Las Mesetas, (30MJ9589_1; Lat:19,316964; Long: -70,8263)	102
Foto 65: Bloque (30cm) “flotando” en el conglomerado matriz soportada de la Fm. Represa; Majagual, Arroyo Atila-Río Jánico, (30MJ9595_1; Lat:19,319761; Long: -70,846575).102	
Foto 66: Conglomerados (matriz soportada) con pequeñas intercalaciones de areniscas erosionadas a la parte superior(Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9992_1; Lat:19,316354; Long: -70,821803)	102
Foto 67: Detalle: Conglomerados (matriz soportada) con pequeñas intercalaciones de areniscas (Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9992_2; Lat:19,316354; Long: -70,821803)	102
Foto 68 Conglomerado la Fm Represa pasando gradualmente a la Fm Jánico; Jánico, Río Jánico. (30MJ9001_1; Lat:19,318524; Long: -70,810206)	104
Foto 69: Conglomerado de la Fm Represa con bloque de 1 m ³ de calcarenitas. Jánico, Río Jánico. (30MJ9001_2; Lat:19,318524; Long: -70,810206)	104
Foto 70: Fm. Jánico: alternancias de calcarenitas, conglomerados y margas de la base de la Fm. Jánico. Río Jánico. Sur Jánico (30MJ9838_2 Lat:19,323152; Long: -70,814152) 110	
Foto 71: Fm. Jánico: alternancias dcm de arenisca- calcarenitas y margas. Salida oeste de Jánico (30MJ9490_1; Lat:19,329705; Long: -70,830422)	111
Foto 72: Fm. Jánico: microconglomerados matriz soportada en las alternancias de calcarenitas y margas, Salida oeste de Jánico (30MJ9486_3; Lat:19,325623; Long: -70,820691)	111
Foto 73: Fm. Jánico: alternancias dcm de calcarenitas, margas y siltitas grises , Salida norte de Jánico (30MJ9485_1; Lat:19,326466; Long: -70,8158156)	111
Foto 74: Fm. Jánico: alternancias dcm de margas, calcarenitas y conglomerados matriz soportada, Salida norte de Jánico (30MJ9486_2; Lat:19,325623; Long: -70,820691) .111	
Foto 75: Fm. Jánico: calcarenitas : facies” ladrillo” de desecación del techo de un banco de calcarenitas Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_1; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)	112
Foto 76: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies “ladrillo” de desecación) Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_2; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)	112

Foto 77: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies "ladrillo" de desecación) Sabana Iglesias (30MJ9570_1; Lat:19,331316; Long: -70,766971).....	112
Foto 78: Fm. Jánico detalle de impresas de hojas al techo de un banco de calcarenitas. Sabana Iglesias (30MJ9570_2; Lat:19,331316; Long: -70,766971).....	112
Foto 79 : Conglomerado de Bulla (naranja) discordante sobre los Basaltos del C. Duarte (borde norte del batolito El Bao); Los Lirios Ctra. La Cana-Don Juan (30MJ9449_1; Lat:19,295586; Long: -70,884015)	116
Foto 80 : Conglomerado de Bulla. Don Juan (30MJ9452_1; Lat:19,296678; Long: -70,865819).....	116
Foto 81 : Conglomerado de Bulla (naranja) por encima del conglomerado de Inoa (rojo) discordante sobre la Tonalita con anfíboles aciculares cm, La Cana (borde norte del batolito El Bao); (30MJ9445_1; Lat:19,300373; Long: -70,894492)	116
Foto 82: Coluviones rojizos del Pico Alto vista desde la Loma del Rancho (SE del Batolito El Bao), Pico Alto (30MJ9853_3; Lat:19,184813; Long: -70,857924)	118
Foto 83: Coluviones de la Sierra de los Limones (SO Batolito El Bao vista desde el Arroyo Piedra Blanca-Jamamú-Abajo (30MJ9827_2; Lat:19,185056; Long: -70,94247)	118
Foto 84: Meteorización fuerte de las tonalitas de la zona de cizalla De la Meseta; Los Junquitos Mata Grande, (30MJ9237_1; Lat:19,209914; Long: -70,987166)	119
Foto 85: Coluviones rojizos del Pico Alto (SE del Batolito El Bao), Pico Alto (30MJ9853_5; Lat:19,184813; Long: -70,857924)	119
Foto 86: Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta (SO Batolito El Bao), (30MJ9275_1; Lat:19,179177; Long: -70,978629).....	119
Foto 87: Pequeño deslizamiento en las Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta (SO Batolito El Bao), (30MJ9275_2; Lat:19,179177; Long: -70,978629).....	119
Foto 88: Pequeño deslizamiento en las Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta (SO Batolito El Bao), (30MJ9276_1; Lat:19,175649; Long: -70,977177).....	120
Foto 89: Erosión intensa, grieta de derrumbe en las Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta Arroyo El Monte (SO Batolito El Bao), (30MJ9284_1; Lat:19,172674; Long: -70,959038)	120
Foto 90: Cantera de la Mina Cu-Au abandonada de Mata Grande; diques de Cuarzo en anfibolitas (30MJ9213_2; Lat:19,208608; Long: -70,973954)	121
Foto 91: grietas relacionadas con la explotación de la antigua Mina Cu-Au de Mata Grande; (30MJ9216_2; Lat:19,208608; Long: -70,973954).....	121
Foto 92: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: cumulados ultrabásicos y anfibolitas con pliegue en vaina y dique aplítico (30MJ9141_9; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	125
Foto 93 : Enclave de cumulados con borde aplítico claro, en las tonalitas oscuras de grano medio; Batolito El Bao. Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9247_1; Lat:19,224361; Long: -70,9600558).....	127
Foto 94 : Enclave de Gabros-cumulados en las tonalitas oscuras de grano medio con Biotita y Hornblenda ; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9249_1; Lat:19,225585; Long: -70,963854)	127
Foto 95 : Cumulados invadido por aplitas entre los megacrístales Fe-Mg.; Batolito El Bao; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9249_3; Lat:19,225585; Long: -70,963854).....	127
Foto 96 : Gabros-cumulados, con pequeña inyección tonalítica. Borde Oeste del Batolito El Bao, La Piedra (30MJ9326_3; Lat:19,266763; Long: -70,97892).....	127
Foto 97 : Enclave de cumulados en las tonalitas oscuras de grano medio con Biotita y Hornblenda; inyección tardía de aplitas blancas ; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9251_1; Lat:19,226715; Long: -70,963662)	128

Foto 98 : Cumulados con inyección tonalítica. Batolito El Bao. Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9256_1; Lat:19,229539; Long: -70,9662)	128
Foto 99 : Diorita de grano fino con enclaves y aureola de reacción. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9178_3; Lat:19,172527; Long: -70,891422).....	129
Foto 100: Diorita de grano fino con pequeñas enclaves y dique cuarzo-aplítico. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9178_4; Lat:19,172527; Long: -70,891422) ...	129
Foto 101 : Diorita de grano fino con enclaves gabroícas. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9181_1; Lat:19,179867; Long: -70,889273).....	129
Foto 102: Diorita de grano fino con enclaves gabroícas. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9181_2; Lat:19,179867; Long: -70,889273).....	129
Foto 103 : Tonalita común de grano medio-grueso con enclaves alargadas; Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande a nivel de Rincón de Piedra (30MJ9201_2; Lat:19,927448; Long: -70,947357)	132
Foto 104: Tonalita común de grano medio-grueso con enclaves alargadas; Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande a nivel de Rincón de Piedra (30MJ9201_3; Lat:19,927448; Long: -70,947357)	132
Foto 105 : Tonalitas fragmentando los basaltos encajantes del C. Duarte. Borde NE del Batolito El Bao. Jagua (30MJ9674_1; Lat:19,221104; Long: -70,855359)	132
Foto 106 : Brecha de contacto entre la Tonalita (anfíboles aciculares en estrella) y la Diorita cuarcita del borde NE del Batolito El Bao. Manacla (30MJ9709_1; Lat:19,235419; Long: -70,870468).....	132
Foto 107 : Tonalita común de grano medio con enclave de gabro-cumulado y borde aplítico claro; Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande. Entrada Mata Grande (30MJ9208_1; Lat:19,213541; Long: -70,96138).....	133
Foto 108: Tonalita oscura de grano medio-grueso con enclaves máficos y diques aplíticos; cerca del contacto SO del Batolito El Bao. Puente Río Bao, entrada Mata Grande (30MJ9209_3; Lat:19,920559; Long: -70,967783).....	134
Foto 109: Tonalita oscura de grano medio-grueso con enclaves y diques aplíticos; cerca del contacto SO del Batolito El Bao. Puente Río Bao, entrada Mata Grande (30MJ9209_4; Lat:19,920559; Long: -70,967783)	134
Foto 110 : Tonalita oscura de grano medio con Biotita y Hornblenda y enclave gabroíco alargado ; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9248_1; Lat:19,2254981; Long: -70,964423)	134
Foto 111: Tonalita con grandes anfíboles; enclave básica (aureola de reacción de grano fino al contacto con el enclave); Batolito El Bao. Arroyo Hondo Ctra. Las Placetas-Piedra Partida (30MJ9817_3; Lat:19,9220399; Long: -70,904477).....	134
Foto 112 Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroíco-Anfibolita-Diorita-Tonalita (30MJ9141_1; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868).....	136
Foto 113: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroíco-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_2; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	136
Foto 114: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroíco-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_3; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	136
Foto 115: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroíco(30MJ9141_4; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868).....	136
Foto 116: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroíco-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_5; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	137
Foto 117: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroíco y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_6; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	137

Foto 118: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Tonalita y Diorita con enclaves alargadas de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_7; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	137
Foto 119: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_8; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	137
Foto 120: Pliegue con charnelas boudinadas en las anfíbolitas con tonalitas foliadas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9230_1; Lat:19,199601; Long: -70,989836)	139
Foto 121: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfíbolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_4; Lat:19,203646; Long: -70,982001)	139
Foto 122: Detalle de Pliegue con charnelas boudinadas en las anfíbolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9230_2; Lat:19,199601; Long: -70,989836)	139
Foto 123: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfíbolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_2; Lat:19,203646; Long: -70,982001)	139
Foto 124: Pliegue de Gabros y tonalitas foliados en las anfíbolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9231_1; Lat:19,200697; Long: -70,988968)	140
Foto 125: charnela del Pliegue de Gabros y tonalitas foliados en las anfíbolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9231_2; Lat:19,200697; Long: -70,988968)	140
Foto 126: Tramo de anfíbolitas con tonalitas y aplitas foliadas en los Basaltos del C. Duarte (SO del Batolito El Bao). Calimetal, (30MJ9833_1; Lat:19,171904; Long: -70,947136)	140
Foto 127: Leucotonalita de grano grueso con coluviones rojos suprayacentes; Sur del Batolito El Bao. Cercadillo (30MJ9825_1; Lat:19,9186047; Long: -70,91888)	141
Foto 128: Leucotonalita de grano grueso; bandeado magmático con tendencia cumulativa de Fe-Mg, subrayado por aplitas. Sur del Batolito El Bao. Arroyo Piedra blanca Jamamú Abajo (30MJ9827_1; Lat:19,185056; Long: -70,94247)	141
Foto 129: Dique pluridecamétrico de leucogranitos aplíticos (bloques claros) en los basaltos del C. Duarte; Arroyo Rincón Llano; Franco Bidó, vista desde el punto (30MJ9905_2); Lat:19,18506; Long: -70,82876)	142
Foto 130: Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte anfíbolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9227_1; Lat:19,196507; Long: -70,992435)	144
Foto 131: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfíbolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_3; Lat:19,203646; Long: -70,982001)	144
Foto 132: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfíbolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_1; Lat:19,203646; Long: -70,982001)	145
Foto 133: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros acumulados foliados y anfíbolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_8 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	145
Foto 134: Gabros acumulados foliados y anfíbolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_9 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	145
Foto 135: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros acumulados foliados y anfíbolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_10 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	146
Foto 136: Gabros acumulados foliados y anfíbolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_11 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	146
Foto 137: Gabros acumulados foliados y anfíbolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_1; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	146

Foto 138: Gabros acumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_2; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	146
Foto 139: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_3; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	147
Foto 140: Gabros acumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_12 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	147
Foto 141: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_6; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	147
Foto 142: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_7 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	147
Foto 143 : Diques doleríticos cortando el Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande (30MJ9192_1; Lat:19,248793; Long: -70,925198).....	149
Foto 144 : Diques doleríticos en tonalitas y dioritas; Zona de contacto oeste Batolito El Bao-C. Duarte; Los Corrales (30MJ9350_2; Lat:19,282883; Long: -70,984484).....	149
Foto 145 : Diques aplíticos irregulares en Tonalita oscura alterada; Batolito El Bao; Arroyo Bajan, Rincón de Piedra (30MJ9296_1; Lat:19,233895; Long: -70,956123).....	150
Foto 146: Anfibolitas. Charnela de pliegue (Eje N35°E-60° NE, Plan axial: N30°E-75° E) Jagua Abajo-Cagueyes, (30MJ9788_1; Lat:19,279138; Long: -70,809917)	208
Foto 147: Tonalitas muy foliadas (marrón) y anfibolitas (gris-azul) de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9234_2; Lat:19,2037097; Long: -70,988593).....	210
Foto 148 :Bandeado de Gabro-cumulado y aplita en Tonalita oscura de grano medio; entre Arroyo San Bartolo y. Arroyo La Pila, Rincón de Piedra-Mata Grande (30MJ9262_1; Lat:19,225657; Long: -70,957734)	212
Foto 149 : Dique basáltico irregular en Tonalita oscura Batolito El Bao; entre Arroyo San Bartolo y. Arroyo La Pila, Rincón de Piedra-Mata Grande (30MJ9263_1; Lat:19,225603; Long: -70,955419).....	214
Foto 150 : Dique básico, bordes irregulares, cortando la Tonalita de grano medio alterada del Batolito El Bao; Ctra. La Guazuma El Carrizal (30MJ9291_1; Lat:19,254141; Long: -70,939169).....	214
Foto 151 : Diques doleríticos en tonalitas y dioritas; Zona de contacto oeste Batolito El Bao-C. Duarte; Los Corrales (30MJ9350_1; Lat:19,282883; Long: -70,984484).....	214
Foto 152: Leucotonalita aplítica (con micas blancas) en las anfibolitas. Jagua Abajo-La Cuchilla, (30MJ9770_1; Lat:19,251313; Long: -70,861502)	215
Foto 153: Tonalitas foliadas, gabro-cumulados y anfibolitas. Sur del Batolito El Bao; Las Placetas, (30MJ9850_2; Lat:19,18898; Long: -70,810323)	215
Foto 154: Dique de cuarzo foliado en arcillas rojas (meteorización de metabasaltos). Juncalito; (30MJ9815_1; Lat:19,224826; Long: -70,9801898)	215
Foto 155: Dique de cuarzo foliado en tonalitas foliadas y anfibolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9234_1; Lat:19,2037097; Long: -70,988593).....	215
Foto 156 : Basaltos de la Fm Magua en la Zona de Falla de la Española.; Ctra. Pedregal-Bohío Viejo- La Cana (30MJ9441_1; Lat:19,314547; Long: -70,904336)	217
Foto 157 : Zona de cizalla (Falla de la Española) en los Basaltos de la Fm Magua, dique básico de alimentación.; Ctra. Pedregal-Bohío Viejo- La Cana (30MJ9442_3; Lat:19,309733; Long: -70,903326)	217
Foto 158: Contacto por falla (N45°E-38°SE) entre el Conglomerado de Inoa abajo y la Fm Jánico arriba. La Majagua, borde norte de la Hoja de Jánico (30MJ9593_2; Lat:19,32914; Long: -70,845025)	218
Foto 159: Fm. Jánico: pliegue de las alternancias dcm de las margas y calcarenitas a proximidad del contacto mecánico con el conglomerado de Inoa. La Majagua, borde norte de la Hoja de Jánico (30MJ9593_4; Lat:19,32914; Long: -70,845025).....	218

Foto 160 : Zona de Falla de la Española: Basaltos porfídicos cataclazados, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9426_1; Lat:19,326771; Long: -70,934442).....	220
Foto 161 : Zona de Falla de la Española: Basaltos cataclazados de la Fm. Magua con filones de aptitas ; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9427_1; Lat:19,325204; Long: -70,933634).....	220
Foto 162 : Zona de Falla de la Española: Milonita verde y violácea de basaltos de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632).....	220
Foto 163 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	220
Foto 164 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	220
Foto 165 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	220
Foto 166 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_3; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	221
Foto 167 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_4; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	221
Foto 168 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_5; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	221
Foto 169 : Río Inoa. Vista desde San José de las Matas hacia el Sur (30MJ9440_1); NO de la Hoja de Jánico.....	228
Foto 170: Río Bao y la Cordillera Central. Vista desde Los Corozos, norte centro de la Hoja de Jánico (30MJ9468_4; Lat: 19,299384; Long: -7083939).....	228
Foto 171: Mina abandonada de Mata Grande (Cu-Au), Vista desde Sabaneta al Sur del Río Bao (30MJ9288_1 Lat:19,1966697; Long: -70,972451).....	234
Foto 172: Impregnaciones de óxidos de cobre sobre las anfibolitas. Mina Cu-Au abandonada de Mata Grande; (30MJ9246_1; Lat:19,209667; Long: -70,974929)	235
Foto 173: Cascada de la Mina Cu-Au abandonada de Mata Grande; sobre las anfibolitas (30MJ9246_2; Lat:19,209667; Long: -70,974929).....	235
Foto 174: Zona de falla con Óxidos de cobre en los pequeños filones de cuarzo cortando los basaltos del C. Duarte, Ctra. Don Juan-Río Arriba (30MJ9607_2; Lat:19,290832; Long: -70,872565).....	235
Foto 175: Detalle de la Zona de falla con Óxidos de cobre en los pequeños filones de cuarzo cortando los basaltos del C. Duarte, Ctra. Don Juan-Río Arriba (30MJ9607_3; Lat:19,290832; Long: -70,872565)	235
Foto 176: Óxidos de cobre en los basaltos del C. Duarte, Ctra. Damajagua Adentro-Los Cerrales (30MJ9720_1; Lat:19,254352; Long: -70,86432).....	236
Foto 177: Óxidos y sulfuros (?) de cobre. Zona de falla N145°E-70°SO en los basaltos Magua al contacto con las tonalitas del NO del batolito El Bao (30MJ9358_2; Lat: 19,326924; Long: -70,964641)	236
Foto 178: Óxidos de cobre en los basaltos de la Fm Magua cerca del contacto con el batolito de El Bao, Ctra. La Cana (30MJ9443_1; Lat: 19,30571; Long: -70,90134).....	236
Foto 179: Río Bao y Manabao (vista desde la margen izquierda del Río Bao, sendero Manabao-Loma Prieta (30MJ9266_1 Lat:19,197306; Long: -70,984743)	241
Foto 180: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_8 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	242

Foto 181: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_9 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	242
Foto 182: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_10 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	242
Foto 183: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_11 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	242
Foto 184: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_1; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	242
Foto 185: Gabros acumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_2; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	242
Foto 186: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_3; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	243
Foto 187: Gabros acumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_12 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	243
Foto 188: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_6; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	243
Foto 189: Gabros acumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_7 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)	243
Foto 190 Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita-Tonalita (30MJ9141_1; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868).....	244
Foto 191: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_2; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868).....	244
Foto 192: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_3; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868).....	244
Foto 193: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico(30MJ9141_4; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868).....	244
Foto 194: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_5; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868).....	245
Foto 195: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_6; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	245
Foto 196: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Tonalita y Diorita con enclaves alargadas de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_7; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	245
Foto 197: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_8; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	245
Foto 198: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: acumulados ultrabásicos y anfibolitas con pliegue en vaina y dique aplítico (30MJ9141_9; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)	246
Foto 199 : Zona de Falla de la Española: Basaltos cataclazados, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9426_1; Lat:19,326771; Long: -70,934442).....	247
Foto 200 : Zona de Falla de la Española: Basaltos cataclazados de la Fm. Magua con filones de aplitas ; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9427_1; Lat:19,325204; Long: -70,933634).....	247
Foto 201 : Zona de Falla de la Española: Milonita verde y violácea de basaltos de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632).....	247
Foto 202 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	247

Foto 203 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	248
Foto 204 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	248
Foto 205 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_3; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	248
Foto 206 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_4; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	248
Foto 207 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_5; Lat:19,323996; Long: -70,933632)	248
Foto 208 : Calizas conglomeráticas de la Fm. Magua Arroyo Hondo (30MJ9967_1; Lat:19,330061; Long: -70,935315)	249
Foto 209 : Conglomerado de Inoa con elementos muy gruesos que “pavimentan” la Ctra. Arroyo Hondo El Mamey (30MJ9436_1; Lat:19,326865; Long: -70,952723).....	249
Foto 210 : Dique basáltico en los Basaltos porfídicos de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_3; Lat:19,30571; Long: -70,901344)	250
Foto 211 : Dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua;; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_4; Lat:19,30571; Long: -70,901344)	250
Foto 212 : Pequeño dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua;; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_2; Lat:19,30571; Long: -70,901344).....	250
Foto 213 : bolas de Basaltos porfídicos de la Fm Magua en la Zona de cizalla (Falla de la Española);; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_1; Lat:19,30571; Long: -70,901344)	250
Foto 214 : Basaltos de la Fm Magua en la Zona de Falla de la Española;; Ctra. Pedregal- Bohío Viejo- La Cana (30MJ9441_1; Lat:19,314547; Long: -70,904336)	251
Foto 215 : Zona de cizalla (Falla de la Española) en los Basaltos de la Fm Magua, dique básico de alimentación;; Ctra. Pedregal-Bohío Viejo- La Cana (30MJ9442_3; Lat:19,309733; Long: -70,903326)	251
Foto 216: Chert rojizos de la Asociación Loma La Monja con basaltos suprayacentes (de la misma Asociación o del C. Duarte ?); Cagueyes (30MJ9535_1) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475).....	252
Foto 217: Chert masivos, decamétricos. Asociación Loma La Monja Cagueyes (30MJ9535_2) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475).....	252
Foto 218: Brechas de calizas (Fm Magua);Cagueyes, (30MJ9531_2; Lat:19,285415; Long: -70,829141).....	252
Foto 219: Brechas de calizas (Fm Magua);Cagueyes, (30MJ9531_1; Lat:19,285415; Long: -70,829141).....	252
Foto 220: Fm Velazquitos. Conglomerados (V1), Calizas (V2), Turbiditas (V3). Damajagua Sur, (30MJ9527_5 Lat:19,292932; Long: -70,810271)	253
Foto 221: Fm Velazquitos. Calizas bioclásticas con gran abundancia de foraminíferos bentónicos y corales (V2) y Turbiditas plegadas (V3) con niveles de calcarenitas y bolas de Calizas coralinas a la base; Sur Damajagua; (30MJ9527_1 Lat:19,292932; Long: -70,810271).....	254
Foto 222: Fm Velazquitos. Detalle del conglomerados y Calizas de la base de las turbiditas (V3), Damajagua Sur , (30MJ9527_5 Lat:19,292932; Long: -70,810271).....	254

Foto 223: Fm Velazquitos. Turbiditas (V3). Damajagua Sur, (30MJ9527_5 Lat:19,292932; Long: -70,810271)	254
Foto 224: Fm. Jánico: alternancias de calcarenitas, conglomerados y margas de la base de la Fm. Jánico. Río Jánico. Sur Jánico (30MJ9838_2 Lat:19,323152; Long: -70,814152)	256
Foto 225: Fm. Jánico: alternancias dcm de arenisca- calcarenitas y margas. Salida oeste de Jánico (30MJ9490_1; Lat:19,329705; Long: -70,830422).....	257
Foto 226: Fm. Jánico: alternancias dcm de calcarenitas, margas y siltitas grises , Salida norte de Jánico (30MJ9485_1; Lat:19,326466; Long: -70,8158156)	258
Foto 227: Fm. Jánico: alternancias dcm de margas, calcarenitas y conglomerados matriz soportada, Salida norte de Jánico (30MJ9486_2; Lat:19,325623; Long: -70,820691) .	258
Foto 228: Fm. Jánico: calcarenitas : facies” ladrillo” de desecación del techo de un banco de calcarenitas Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_1; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)	258
Foto 229: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies “ladrillo” de desecación) Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_2; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)	258
Foto 230: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies “ladrillo” de desecación) Sabana Iglesias (30MJ9570_1; Lat:19,331316; Long: -70,766971)	258
Foto 231: Fm. Jánico detalle de impresas de hojas al techo de un banco de calcarenitas. Sabana Iglesias (30MJ9570_2; Lat:19,331316; Long: -70,766971).....	258

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales del siglo pasado, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea, en concepto de donación. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPESA), ha sido el responsable de la ejecución del denominado Proyecto 1B, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a TYPESA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN).

Este Proyecto comprende varias zonas que junto con las ya abordadas con motivo de los proyectos previos (C, ejecutado en el periodo 1997-2000; K y L, ejecutados en el periodo 2002-2004), completan la mayor parte del territorio dominicano. El Proyecto 1B incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 63 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100.000 (Fig. 1 y Fig. 7):

Zona Norte:

- La Vega (La Vega, 6073-I; Jarabacoa, 6073-II, Manabao, 6073-III; y Jánico, 6073-IV)
- San Francisco de Macorís (Pimentel, 6173-I; Cotuí, 6173-II; Fantino, 6173-III; y San Francisco de Macorís, 6173-IV)
- Sánchez (Sánchez, 6273-I; Palmar Nuevo, 6273-II; Cevicos, 6273-III; y Villa Riva, 6273-IV)
- Samaná (Las Galeras, 6373-I; Sabana de la Mar, 6373-III; y Samaná, 6373-IV)
- Santiago (San Francisco Arriba, 6074-I; Santiago, 6074-II; San José de las Matas, 6074-III; y Esperanza, 6074-IV)
- Salcedo (Río San Juan, 6174-I; Guayabito, 6174-II; Salcedo, 6174-III; y Gaspar Hernández, 6174-IV)
- Nagua (Nagua, 6274-III; y Cabrera, 6274-IV)

- La Isabela (Barrancón, 5975-I; El Mamey, 5975-II; Villa Vásquez, 5975-III; y El Cacao, 5975-IV)
- Puerto Plata (Puerto Plata, 6075-II; Imbert, 6075-III; y Luperón, 6075-IV)
- Sabaneta de Yásica (Sabaneta de Yásica, 6175-III)

Zona Sureste:

- La Granchorra (La Granchorra, 6470-I; y Mano Juan, 6470-II)
- Santo Domingo (Guerra, 6271-I; Boca Chica, 6271-II; Santo Domingo, 6271-III; y Villa Mella, 6271-IV)
- San Pedro de Macorís (Ramón Santana, 6371-I; Boca del Soco, 6371-II; San Pedro de Macorís, 6371-III; y Los Llanos, 6371-IV)
- La Romana (Higüey, 6471-I; San Rafael del Yuma, 6471-II; La Romana, 6471-III; y Guaymate, 6471-IV)
- Juanillo (Juanillo, 6571-III; y Pantanal, 6571-IV)
- Las Lisas (La Vacama, 6472-I; y El Salado, 6472-II)
- Bávaro (Bávaro, 6572-III)

Zona Sur:

- Sabana Buey (Sabana Buey, 6070-I)
- Baní (Nizao, 6071-I; y Baní, 6071-IV)

Zona Suroeste:

- Cabo Rojo (Cabo Rojo, 5869-I; y Punta Ceminche, 5869-II)
- Enriquillo (Enriquillo, 5969-I; Isla Beata, 5969-II; Oviedo, 5969-III, y Arroyo Dulce, 5969-IV)
- Pedernales (Puerto Escondido, 5870-I; y Pedernales, 5870-II)
- Barahona (La Ciénaga, 5970-II; y Polo, 5970-III)

Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, la ejecución de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las de su entorno, con frecuentes visitas a sus territorios; por ello, a lo largo de la presente Memoria son frecuentes las referencias a otras Hojas, en especial a las que integran el cuadrante a escala 1:100.000 de La Vega (6073).

Durante la realización de la Hoja a escala 1:50.000 de Jánico se ha utilizado la información disponible de diversa procedencia, así como las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del

Proyecto MARENA (1983-84) y las imágenes de satélite Google Earth, Spot P, Landsat TM y SAR. Para la identificación y el seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes, ha sido de gran utilidad el Mapa de Gradiente vertical de la República Dominicana (Fig. 11).

Los recorridos de campo se complementaron mediante fichas de control en las que se registraron los puntos de toma de muestras (petrológicas, paleontológicas y sedimentológicas), datos de tipo estructural y fotografías. Todos los puntos de observación y recorridos fueron grabados diariamente vía un GPS, descargados y documentados en una base de datos, ploteados en un sistema de información geográfica (SIG) y confrontados a las informaciones preestablecidas (topografía, imágenes de satélite, datos geofísicos, etc.) ya incorporadas en el SIG. Todas las coordenadas citadas en el texto están en Latitud-Longitud con el datum WGS84.

De forma coordinada con la elaboración de la Hoja, se realizó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante correspondiente, a escala 1:100.000 (La Vega, 6073).

Todos los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana, e inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA).

1.2. Situación geográfica

La Hoja de Jánico (6073-IV) está ubicada en el sector noroeste de la República Dominicana, en una zona montañosa de la Cordillera Central, a unos 130 km en línea recta al NO de la capital Santo Domingo. Su territorio, con una superficie de cerca de 480 km², pertenece a la Provincia de Santiago de los Caballeros. El nombre de la Hoja (Jánico) corresponde a la población situada en la esquina NE, a la confluencia del río Jánico con el río Bao.

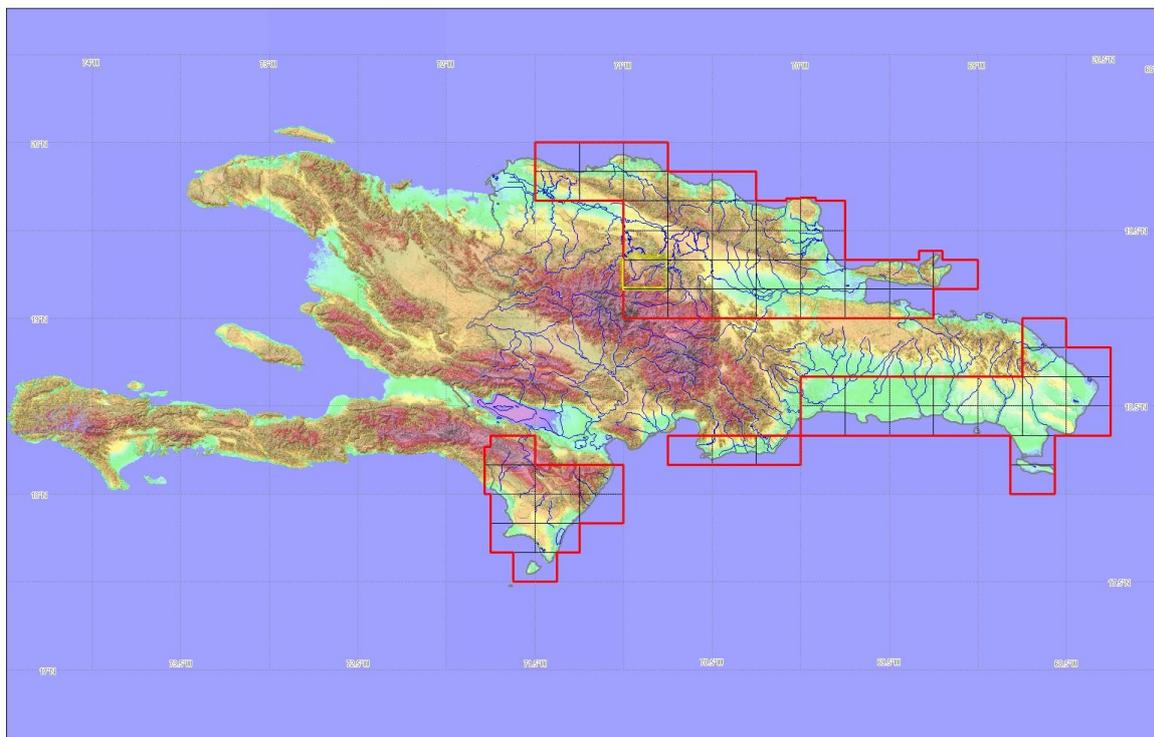


Fig. 1: Ubicación de la Hoja de Jánico (6073-IV) en el marco del proyecto SYSMIN II

Las principales poblaciones son: Jánico, Sabana Iglesias, Caimito, Bao, Pinalito en la esquina NE; Juncalito, Franco Bidó, Janey en la esquina SE; Las Placetas, Los Limones, Mata Grande en la esquina SO, Los Montones Arriba, La Piedra, Pedregal y Batoncillo en la esquina NO. Los más poblados son Jánico (7000 hab en 2007), Juncalito (5800) Caimito (5000), los Montones y Pedregal. Esta zona, bastante poblada, con habitaciones dispersas en las lomas, donde se cultiva el café, está sufriendo un éxodo rural, no compensado por las viviendas secundarias que se desarrollan .en la mitad norte de la Hoja: entre 1993 y 2007 el municipio de Jánico ha perdido la mitad de su población

Las vías principales de acceso a la parte norte de la Hoja, la menos montañosa, se hacen por las carreteras Santiago de los Caballeros-San José de Las Matas o Jánico.

La carretera asfaltada, San José de Las Matas-Jánico, roza el borde norte de la Hoja. La carretera Norte-Sur Jánico-Juncalito- Franco Bidó-Janey, atraviesa la mitad este de la Hoja y permite la salida hasta Jarabacoa. Al centro, la carretera San José de Las Mata-Los Montones sigue, hacia al Sur, hasta Las Placetas-Los Limones y hacia el Oeste, hasta Mata Grande, entrada del Parque Nacional Armando Bermúdez.

Una red de carreteras secundarias, bastante densa, pero de acceso difícil en todo terreno, permite llegar a los principales sitios de la hoja de Jánico.



Foto 1: Vista de la Cordillera Central desde Mata grande en el SO de la Hoja de Jánico. Entrada Parque Armando Bermúdez (30MJ9216_5; Lat:19,204534; Long: -70,975543)



Foto 2: Vista de la Cordillera Central y del Rio Bao desde Mata grande en el SO de la Hoja de Jánico (30MJ9216_6; Lat:19,204534; Long: -70,975543)



Foto 3: Vista de Franco Bidó al SE de la Hoja de Jánico (30MJ9860_2; Lat: 19,187338; Long: -70,805303)



Foto 4: Vista de Franco Bidó al SE de la Hoja de Jánico (30MJ9860_3; Lat: 19,187338; Long: -70,805303)

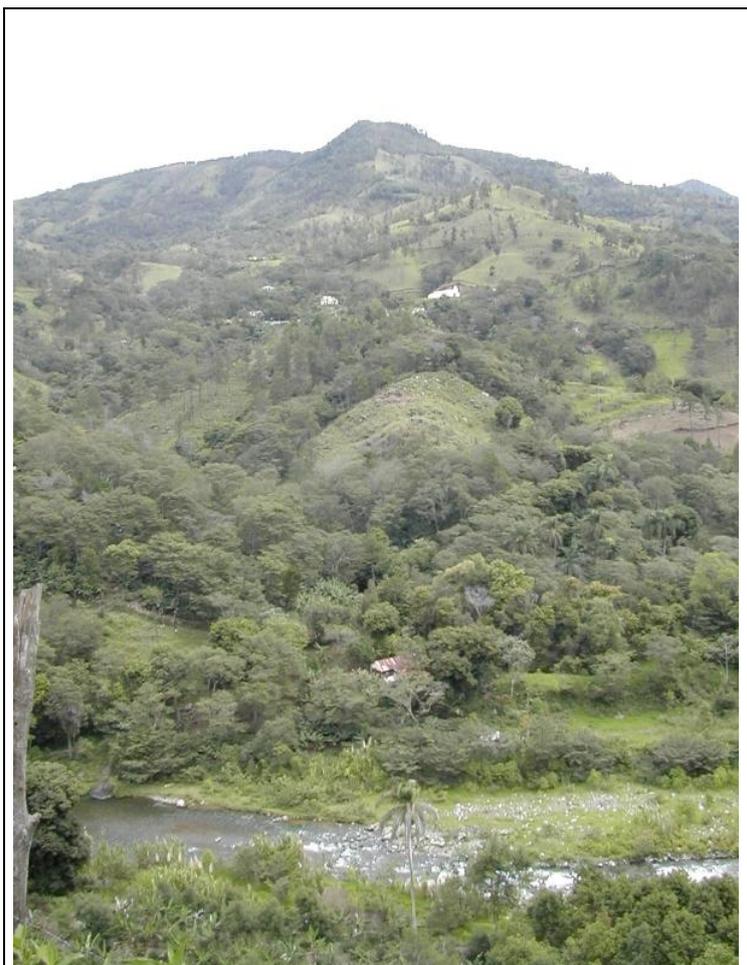


Foto 5: Río Bao, al Sur de Mata Grande; vista desde Mata Grande
(30MJ9266_1 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)

El relieve de esta Hoja, ubicada en la vertiente norte de la Cordillera central, es accidentado. La mitad norte oscila entre 362 m (Presa de Bao en el borde NE) y 700 m y la mitad sur entre 700 m y 1595 m (Loma el Corniado en el borde oeste). Se destacan también la Loma Prieta (1493) en la esquina SO, la Loma El Colorado-Parte Bellaca (1473 m) al SO y la Loma La Zarzama (1314 m) al SE.

La red hidrográfica corresponde a las cuencas de los Ríos Bao e Inoa.

- Cuenca del río Bao. Ocupa el 80% de la superficie de la Hoja con el propio Río Bao de dirección SO-NE y sus principales afluentes: ríos Jagua, Baiguaque y Jánico. Los tres primeros nacen más al Sur de la Hoja, en la parte alta de la Cordillera central; solo el Río Jánico, nace en el borde norte de la Hoja, al Oeste de la ciudad de Jánico. La totalidad de la cuenca abastece el embalse de Bao, que ocupa la esquina NE de la Hoja de Jánico a la confluencia de los 4 Ríos y la esquina NO de la Hoja de la Vega, donde se ubica la Presa.

- Cuenca del Río Inoa: ocupa la esquina NO de la Hoja con el 20% de la superficie. Comprende el nacimiento del propio Río Inoa en el Cerro Francisco, al límite este de la Hoja, y sus principales afluentes: arroyos Bajanillo, Mara, Hondo y Hierba buena.

El clima de la isla está condicionado por los vientos alisios, que circulan desde África hasta las Antillas, entrando en la isla por la parte oriental. Este hecho, junto con la topografía, condiciona el clima a nivel local. Así, mientras en la zona oriental del Valle del Cibao el clima es húmedo cálido, con pluviosidad aproximada de 2000 mm, evapotranspiración entre 1500-1700mm y temperatura media de 25-26 °C, en la parte occidental es subtropical seco cálido, con una pluviosidad inferior a 1000 mm, evapotranspiración mayor de 1700 mm, y temperatura media de 26-27 °C. Sin embargo, en zonas elevadas de la Cordillera Central como en el caso de esta Hoja, las condiciones climáticas son intermedias, con pluviosidad alta como en la zona oriental, pero temperaturas entre 12 a 25 grados y evapotranspiración más bajas. La máxima pluviosidad se produce en los meses de Mayo y Octubre y la mínima en Enero y Julio.

Desde el punto de vegetación la Hoja presenta dos zonas totalmente diferentes:

La mitad sur de la Hoja, con relieve más acentuado, está cubierta por el bosque y los cafetales. Las formaciones vegetales están estructuradas fundamentalmente por bosques de coníferas, mixtos y latifoliadas o de Hojas anchas. Predomina el pino criollo, que ocupa el piso superior.



Foto 6 Bosque de la Cordillera Central cerca de Mata grande en el SO de la Hoja de Jánico. Entrada Parque Armando Bermúdez (30MJ9216_5; Lat:19,204534; Long: -70,975543)



Foto 7: Bosque de la Cordillera central, cerca de Rincón de la Piedra, Oeste de la Hoja de Jánico (30MJ9258_2; Lat: 19,230789; Long:-70,967051)



Las especies principales que ocupan los espacios naturales más elevados son de importancia biológica excepcional, ya que están ubicadas en regiones de media-alta montaña. Constituyen elementos de rareza ornitológica en el ámbito de la zoogeografía mundial.

En la avifauna se destacan la cotorra, endémica de La Española; el carpintero; la cigua palmera, declarada ave nacional; el papagayo y el guaraguao.

Entre los mamíferos se destacan el puerco cimarrón, la jutía y el ratón. Se encuentran culebras sabaneras en la parte más baja del bosque.

El cultivo del café, sigue el primer recurso de la población de esta zona sur (Juncalito, Franco Bidó y Las Placetas. Recientemente, empresas extranjeras desarrollan cultivos con invernaderos (ej. Las Placetas), con objetivo de aprovechar los nuevos recursos hidráulicos de la futura presa de Las Placetas.



Foto 10: Invernaderos nuevos (alteración rojiza de la Tonalita del Batolito El Bao. Arroyo Cana-Las Placetas (30MJ9981_1); Lat:19,218727; Long: -70,895405)

La mitad norte de la Hoja, con relieve más suave, está bastante deforestada, dando paso a una vegetación herbácea para el pasto (Foto 8;Foto 9), cultivos agrícolas y vegetación secundaria.

La explotación forestal fue especialmente intensa en la década de 1970, mientras que en la actualidad predominan las labores de reforestación y mantenimiento.

Los cultivos destinados al consumo local son: habichuelas, guandules, yuca, batatas, arroz, maíz y caña; y como frutales, mangos, plátanos, guineos, lechosas y naranjas. En Caimito se destaca la producción de tabaco. Fuera de las zonas de cultivo agrícola, los suelos están ocupados por vegetación arbustiva sometida al pastoreo de ganado. La ganadería y la crianza de vaca, cerdos y aves representan una buena fuente de ingreso. Existen un pequeño grupo de los habitantes que vive de la pesca en la presa de Bao

En la última década la agricultura, principal actividad económica de Jánico se ha visto afectada sensiblemente por la constante emigración campesina hacia los centros urbanos especialmente Santiago, Santo Domingo y los Estados Unidos, se produce mayormente café en el Distrito Municipal de Juncalito y tabaco en la zona del Caimito y Yaque Abajo, otros productos menores como el plátano, guineo, habichuela, maíz, frutas, verduras, batatas y otros.

Un renglón importante de ingreso para este municipio en general son las remesas procedentes de los janiqueros residentes en el exterior, especialmente en los Estados Unidos.

1.3. Marco Geológico

1.3.1. La Geología de La Española

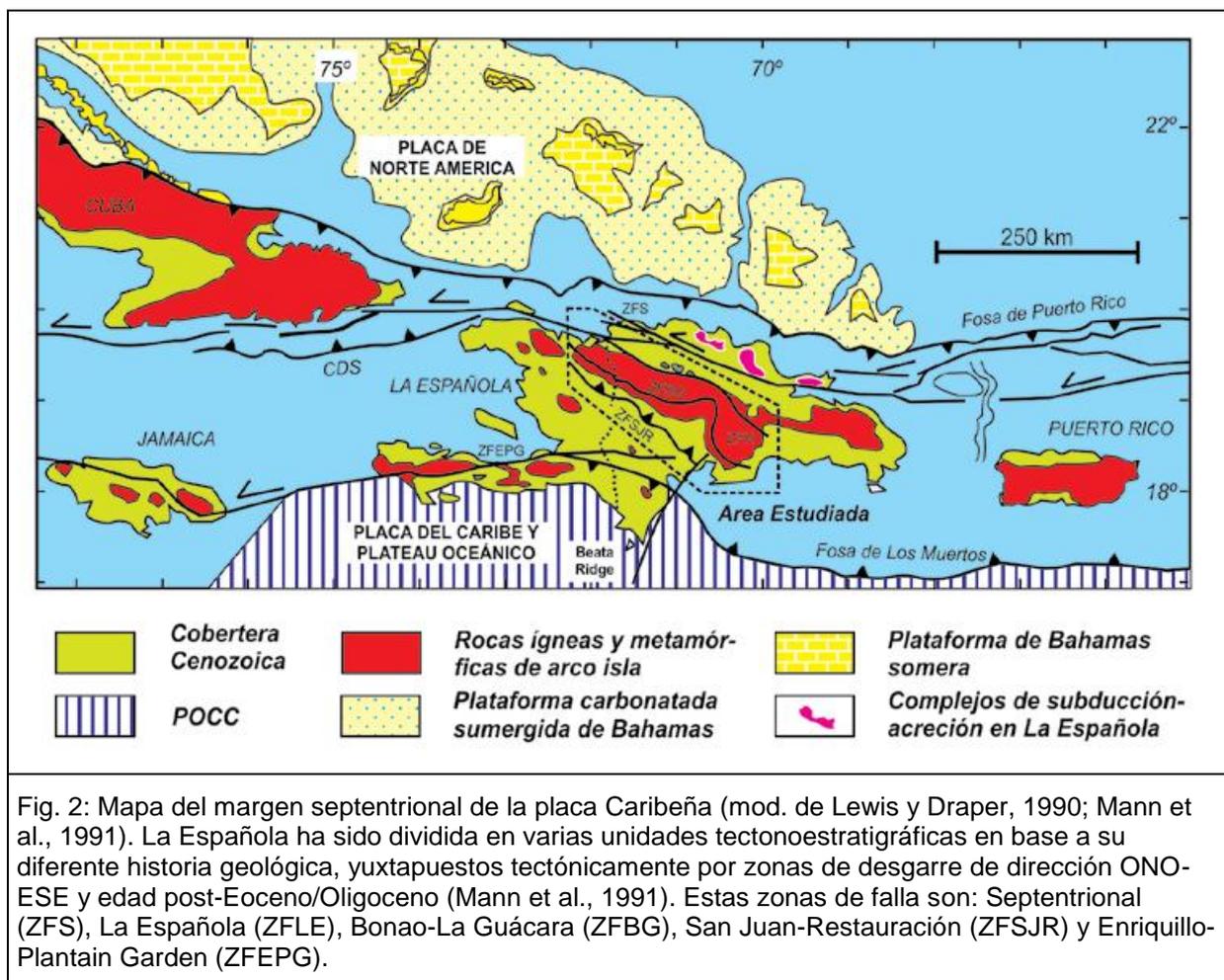
1.3.1.1. Estudios Previos

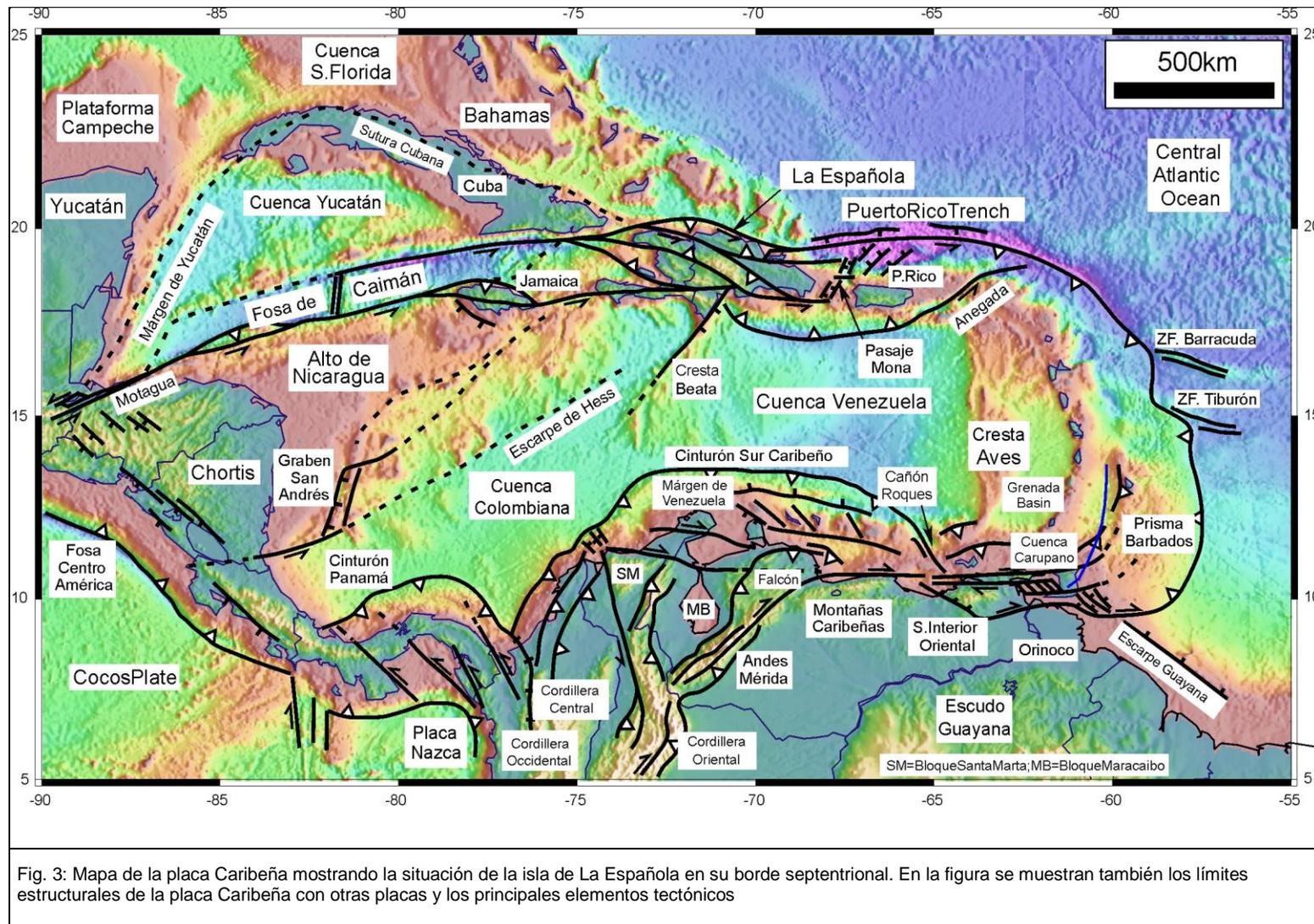
La República Dominicana ocupa aproximadamente los dos tercios más orientales de la Isla La Española, cuya superficie total es de unos 80.000 km², lo que la convierte en la segunda isla más extensa de las Antillas Mayores. Desde el punto de vista fisiográfico la isla está constituida por cuatro alineaciones montañosas principales que, de norte a sur y según la toponimia dominicana, son la Cordillera Septentrional, la Cordillera Central, la Sierra de Neiba y la Sierra de Bahoruco, separadas por tres grandes valles según el mismo orden, el Valle del Cibao, el Valle de San Juan y el Valle de Enriquillo. La orografía de la isla es muy accidentada, e incluye las mayores altitudes de las Antillas Mayores (picos Duarte y la Pelona, con 3087 m). Esta circunstancia revela una activa tectónica reciente, puesta también de manifiesto por la elevación topográfica de numerosas áreas, fallas activas y una importante actividad sísmica, como los importantes terremotos registrados en los años 1751, 1770, 1842, 1887, 1911, 1946, 1948 y 1953. Desde el punto de vista geodinámico, la Isla

Española se encuentra situada en la parte septentrional de la Placa del Caribe y conjuntamente con Puerto Rico, constituyen una unidad que puede interpretarse como una microplaca incipiente (Fig. 3), limitada al Norte por una zona de subducción/colisión oblicua (Fosa de Puerto Rico) y al Sur por una zona de subducción (Fosa de los Muertos). El margen Norte del Caribe ha evolucionado notablemente desde el Cretácico hasta hoy. Previamente al Eoceno Inferior, el límite Norte del Caribe fue fundamentalmente de subducción (convergente con la Placa de Norteamérica), como lo evidencia la presencia del arco magmático del Cretácico Superior- Eoceno Inferior. La colisión de este arco magmático con la Plataforma de las Bahamas (margen continental meridional de Norte América), da lugar a la transición de un régimen dominado por la subducción a uno con desplazamientos en dirección, que ha continuado a lo largo del Neógeno (Dolan y Mann, 1998). Desde entonces, este límite de placas tiene un carácter transpresivo sinestro. Las reconstrucciones de placas propuestas para la región septentrional del Caribe, indican que la plataforma de las Bahamas se ha movido relativamente hacia el oeste respecto a la del Caribe en los últimos 20 Ma y que los efectos colisiones se han intensificado en la Española en los últimos 5 Ma (Mann et al., 2002; Pindell y Kennan, 2004, 2006; Pindell et al., 2009). Situados en la Cordillera Septentrional de la Española y a lo largo del borde sur de la Fosa de Puerto Rico, los afloramientos de rocas metamórficas de alta P constituyen evidencias de la antigua zona de subducción exhumada, levantamiento que aún continúa en la actualidad. Como indican la distribución de mecanismos focales, medidas de los desplazamientos de la Placa del Caribe mediante GPS y número de terrazas marinas emergidas (Fig. 2), la isla de La Española constituye una zona de tectónica activa, importantes terremotos históricos y levantamiento tectónico, debido a que el borde septentrional de la placa Caribeña está actualmente sometida a un régimen de convergencia oblicua (Calais et al., 1992, 1998, 2002; Mann et al., 1998; De Mets et al., 2000; Jansma et al., 2001; Bilich et al., 2001; y Prentice et al., 2002). Entre los estudios y documentos previos de carácter geológico-minero, la República Dominicana dispone de un mapa geológico a escala de 1:250.000, denominado "Mapa Geológico de la República Dominicana", publicado en 1991. Las referencias sobre la geología de la Hispaniola son numerosas y han sido publicadas en revistas internacionales principalmente. Una síntesis de la bibliografía geológico-minera básica puede encontrarse en el *Special Paper* 262 (1991) de la Sociedad Geológica de América. Existen informes inéditos, de carácter minero, realizados por la compañía Rosario Dominicana en el ámbito del Proyecto. Como resultado de la cooperación Dominico-Alemana, entre los años 1984 y 1988, se elaboraron distintos mapas a escalas variables, entre 1:100,000 y 1:25,000, de los sectores Norte y Sur de la Cordillera Central y del sector Oeste de la Cordillera Septentrional. Más recientemente, tienen un particular interés los volúmenes especiales de

"Active strike-slip y collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone", editado en 1998 por J. Dolan y P Mann (Spec. Pap. Geol. Soc. Am. vol 326) y que incluye abundante información sobre la geología de la República Dominicana; del Acta Geológica Hispánica (vol. 37), editado en 2002 por Pérez-Estaún et al., que actualiza la información geológica obtenida en el marco del Programa SYSMIN I; y del Boletín Geológico y Minero de España (vol. 118), publicado en 2007, que recoge una síntesis de los trabajos e investigaciones más recientes. Además de ser un área de especial interés para el estudio de la tectónica activa de la placa Caribeña y de los riesgos geológicos que ésta implica, la isla de La Española y, en concreto, el territorio correspondiente a la República Dominicana, también contiene un registro excepcional de la evolución del denominado Arco Isla Caribeño durante el Jurásico Superior y Cretácico, y de su deformación posterior por una tectónica transpresiva durante buena parte del Terciario. Sin embargo, a pesar de esta importancia geológica, y con la excepción de diversas investigaciones y prospecciones mineras y petrolíferas de carácter local, la mayor parte de la isla ha carecido de estudios geológicos de detalle hasta bien entrados los años 1980, a partir de los cuales varios estudios han incrementado su conocimiento geológico. Los principales trabajos desarrollados en la parte dominicana de la isla se han agrupado en el volumen especial (*Special Paper 262*) de la Sociedad Geológica de América (Mann et al., 1991). Posteriormente, otro volumen especial de la misma sociedad (*Special Paper 326*) trata los aspectos neotectónicos del margen septentrional de La Española, derivados de investigaciones recientes. Otros resúmenes de la geología de la isla se pueden encontrar también en Bowin (1975), Draper y Lewis (1991), Joyce (1991), Lewis (1980), Lewis y Draper (1990), Lindz y Nagle (1979), Maurrasse (1981), Nagle (1974) y Pindell y Draper (1991). Desde el punto de vista cartográfico, en la República Dominicana sólo existía cartografía geológica a escala 1:100.000 de las hojas de San Juan (5972), Comendador (5872) y San Cristóbal (6171) a escala 1:50.000. De ellas, sólo la primera se publicó con una Memoria explicativa, y las otras dos están en periodo de revisión. En la elaboración de estas hojas no se utilizó ninguna normativa específica que sirviera de base para la realización de nuevas hojas geológicas. Los proyectos SYSMIN de Cartografía Geotemática han venido a subsanar este vacío al establecer una sistemática para la elaboración de mapas geológicos y derivados a escala 1:50.000 y 1:100.000. El primero de estos proyectos, correspondiente a los cuadrantes 1:100.000 de Bonao, Constanza y Azua, fue ejecutado durante los años 1997-2000 por un consorcio de empresas españolas del que formaron parte el IGME, INYPSA y PROINTEC, con resultados muy satisfactorios. La primera Fase del Programa SYSMIN de la Unión Europea finalizó en 2004 con la realización del Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana por el Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, completando 47 Hojas geológicas a escala 1:50.000 y

sus correspondientes Memorias, las cuales cubren aproximadamente un 60% del territorio. La ejecución de estos Proyectos ha venido a confirmar la validez de la normativa utilizada que, con algunas mejoras, ha sido la empleada en el Proyecto SYSMIN II. Además de las cartografías temáticas, el principal resultado obtenido en el marco del Programa SYSMIN, en gran medida como consecuencia de integrar los nuevos datos multidisciplinarios litoestratigráficos, estructurales, petrológicos, geoquímicos, geomorfológicos y mineros, es que la información y el conocimiento geológico-minero de la República Dominicana ha experimentado un importante avance, plasmado en recientes publicaciones y numerosas participaciones a congresos, como la exitosa XVIII Conferencia Geológica del Caribe realizada en Santo Domingo en el 2008. Dicho conocimiento va a permitir la localización de nuevos recursos minerales, para invertir la evolución desfavorable del sector, a la vez que una mejor protección de la población frente a desastres naturales y una mejor gestión medioambiental del territorio





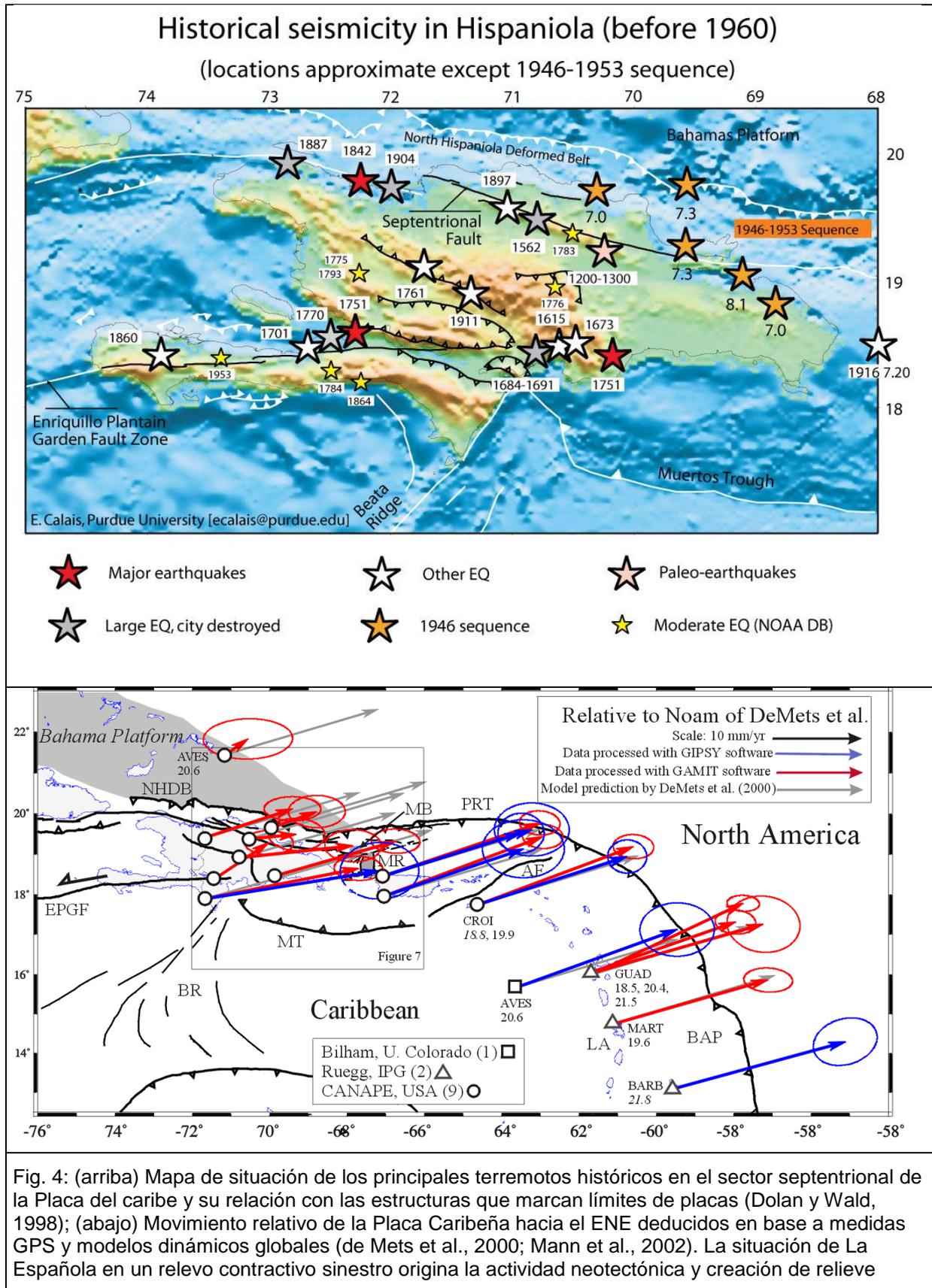


Fig. 4: (arriba) Mapa de situación de los principales terremotos históricos en el sector septentrional de la Placa del Caribe y su relación con las estructuras que marcan límites de placas (Dolan y Wald, 1998); (abajo) Movimiento relativo de la Placa Caribeña hacia el ENE deducidos en base a medidas GPS y modelos dinámicos globales (de Mets et al., 2000; Mann et al., 2002). La situación de La Española en un relevo contractivo sinestro origina la actividad neotectónica y creación de relieve

1.3.2. Macro unidades geológicas

Localizada en el borde norte de la placa Caribeña, la geología de La Española resulta de la convergencia oblicua del margen continental de la placa de Norteamérica con el sistema de arco-isla Cretácico caribeño, la cual se inició en el Eoceno-Mioceno Inferior y continua en la actualidad (Donnelly et al., 1990; Mann et al., 1991, 1995, 2008). La geotectónica activa ha dado lugar a una fisiografía caracterizada por una alternancia de sierras montañosas y valles, que pueden ser agrupadas en diez zonas fisiográficas o morfogenéticas (Fig. 5). Generalmente, los límites de cada una de estas zonas están definidos por alineaciones morfoestructurales bien definidas y presentan características geológicas que la distinguen de sus zonas contiguas.

Por otra parte, la Española ha sido dividida en varias unidades tectonoestratigráficas en base a su diferente historia geológica, yuxtapuestas tectónicamente por zonas de desgarre de dirección ONO-ESE y edad post-Eoceno/Oligoceno (Mann et al., 1991). Estas zonas de falla son: Septentrional (ZFS), La Española (ZFLE), Bonao-La Guácara (ZFBG), San Juan-Restauración (ZFSJR) y Enriquillo-Plantain Garden (ZFEPG) (Fig. 6). Las rocas de estas unidades están regionalmente cubiertas por rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas de edad Eoceno Superior a Plioceno, que postdatan la actividad del arco-isla y registran la colisión oblicua arco-continente, así como la subducción activa el margen meridional de la isla (Bourgeois et al., 1983; Mann et al., 1991, 1995; Calais et al., 1995; Dolan et al., 1998; Mann, 1999; Hernáiz Huerta y Pérez Estaún, 2002; Brink et al., 2009).

Los estudios realizados en la República Dominicana, en buena parte enmarcados dentro del Programa SYSMIN, han permitido distinguir geológicamente de Norte a Sur (Fig. 6; Fig. 7):

(1) Un prisma de acreción (o complejo de zona de subducción) exhumado durante la colisión del arco de islas con el continente de Norte América, que incluye: los complejos de rocas de alta presión de Puerto Plata, Río San Juan y Samaná, con mélanges tectónicas de matriz serpentinitica y sedimentaria; y la cuenca turbidítica de antearco/antepaís suprayacente, rellena con las unidades siliciclásticas del Eoceno Inferior-Oligoceno y carbonatadas del Mioceno Superior-Cuaternario (Donnelly y Rogers, 1980; Draper y Nagle 1991; Joyce 1991; Pindell y Draper, 1991; Draper et al., 1997; De Zoeten y Mann, 1999; Mann, 1999; Gonçalves et al. 2000; Escuder-Virujete y Pérez-Estaún, 2006; Pérez Varela y Abad, 2008).

(2) El arco isla primitivo del Cretácico Inferior, que incluye las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Fm Los Ranchos y los Esquistos de Maimón y Amina, los cuales resultan ser petrológica y geoquímicamente equivalentes (Bowin, 1975; Draper y Lewis, 1991; Kesler et al., 1990, 2005; Lebron y Perfit, 1994; Lewis et al., 1995, 2000, 2002; Joubert et al., 2004; Escuder-Viruete et al., 2004, 2006). El Complejo Río Verde situado estructuralmente al SO representa el arco fallado o la cuenca de trasarco adyacente al frente volcánico (Escuder-Viruete et al., 2009). La Fm Los Ranchos está estratigráficamente recubierta por la potente secuencia sedimentaria siliciclástica de la Fm Las Guayabas. Esta unidad está formada por areniscas con abundantes terrígenos derivados de la erosión de un arco isla, por lo que se interpreta constituyen el relleno de la cuenca de delantera del Arco Isla Caribeño del Cretácico Superior (García Senz et al., 2004).

(3) Un cinturón de peridotitas serpentinizadas, denominado Peridotitas de Loma Caribe (Lewis et. al, 1999, 2006; Draper et al., 1996), y las unidades volcano-plutónicas oceánicas relacionadas (Escuder-Viruete et al., 2006, 2008).

(4) Un complejo metamórfico de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, compuesto por la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja (Escuder-Viruete et al., 2008) y el Complejo Duarte (Palmer, 1979), que se interpreta como derivado de una meseta oceánica (Draper y Lewis, 1991; Lewis y Jiménez, 1991; Montgomery et al., 1994) edificada sobre un sustrato oceánico de basaltos, sedimentos pelágicos y radiolaritas de procedencia Pacífica (Montgomery et al., 1994). El Complejo Duarte incluye picritas olivínicas y basaltos ricos en Mg geoquímica e isotópicamente similares a los magmas generados por una pluma mantélica (Lapierre et al., 1997, 1999, 2000; Escuder-Viruete et al., 2005, 2007).

(5) La secuencia de arco magmático del Cretácico Superior, representado principalmente por el Grupo Tireo, y que está intruida por los batolitos gabro-tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor, El Bao, Jumunucu, El Río y Arroyo Caña, incluyendo complejos ultramáficos y plutones de leucotonalitas foliadas (Lewis et al., 1991, 2002; Contreras et al., 2004; Escuder-Viruete et al., 2004; Joubert et al., 2004; Stein et al., 2004). Sobre estos materiales tuvo lugar la extrusión de la potente Fm Basaltos de Pelona-Pico Duarte, que registra un magmático intraplaca relacionado con los eventos más tardíos de construcción del Plateau Oceánico Caribeño en el Campaniense-Maastrichtiense (Escuder-Viruete et al., 2009).

(6) Las formaciones sedimentarias Eoceno Inferior/Medio-Oligoceno, desarrolladas por detrás del arco isla contemporáneamente a la colisión entre el arco isla y el continente Norteamericano, representadas por el Cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta-Trois Rivières y la cuenca de antepaís relacionada de San Juan (Heubeck et al., 1988; Dolan et al., 1991; Hernáiz Huerta y Pérez-Estaún, 2000; Pérez Varela y Abad, 2008).

(7) Las formaciones neógenas y actuales que rellenan las cuencas de Azua y Enriquillo (Mann et al., 1991, 1999; Díaz de Neira y Solé Pont, 2002), sedimentadas en relación a la formación de la nueva zona de subducción meridional, o Fosa de Los Muertos, y en la que el sustrato oceánico del Mar Caribe subduce bajo la Isla de La Española.

(8) Un fragmento levantado del plateau oceánico del Caribe, aflorante en la Sierra de Bahoruco, constituida por basaltos oceánicos del Cretácico Superior y que constituyen el sustrato de la Dorsal de Beata y aparentemente buena parte del mar Caribe (Maurasse et al., 1979; Sen et al., 1996; Mann, 1999; Kerr et al., 2002).

El contacto entre el complejo de acreción-colisión septentrional y la secuencia de arco isla de la Fm Tireo, se realiza a través de la estructura más importante de toda la isla, la Zona de Falla de La Española (Fig. 6; Fig. 7), a favor de la cual afloran las peridotitas serpentinizadas de Loma Caribe. Se trata de una falla de desgarre que resuelve un gran desplazamiento lateral, y aproxima y yuxtapone estos diferentes fragmentos litosféricos.



Fig. 5 Principales unidades Morfotectónicas de La Española según Lewis y Draper (1991)



Fig. 6: Mapa de las unidades tectonoestratigráficas de La Española según Mann et al. (1991): (1) Samaná; (2) Puerto Plata-Pedro García-Río San Juan; (3) Altamira; (4) Seibo; (5) Oro; (6) Tortue-Maimón-Amina; (7) Loma Caribe-Tavera; (8) Duarte; (9) Tireo; (10) Trois Rivières-Peralta (11) Presq'île du Nord-Ouest-Neiba; y (12) Hotte-Selle-Bahoruco. Zonas de Falla: ZFRG, Río Grande; ZFS, Septentrional; ZFBG, Bonao-La Guácara; ZFH, Hatillo; ZFLE, La Española; ZFEPG, Enriquillo Plantain Garden; ZFSJR, San José- Restauración ; ZFLPSJ, Los Pozos-San Juan

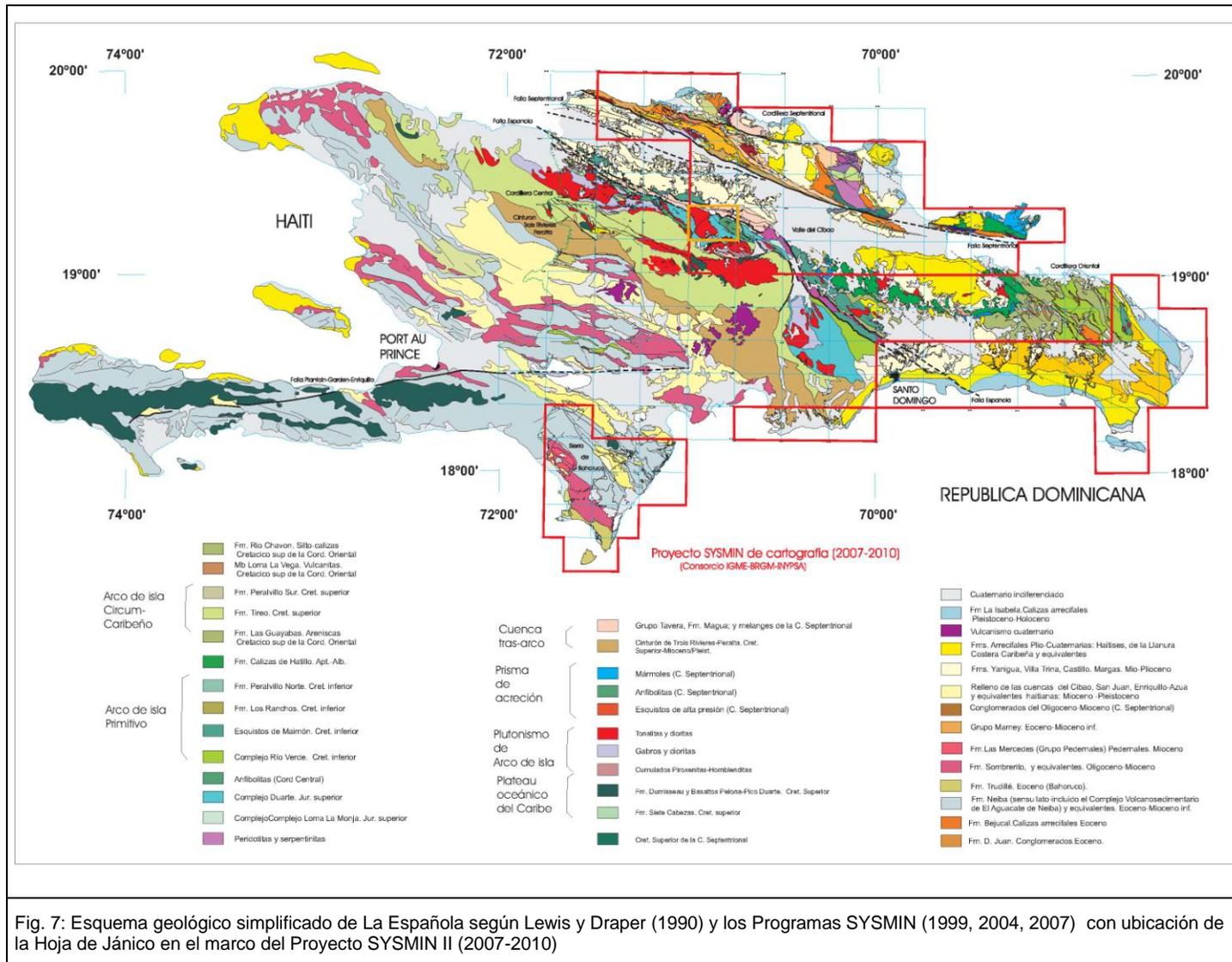


Fig. 7: Esquema geológico simplificado de La Española según Lewis y Draper (1990) y los Programas SYSMIN (1999, 2004, 2007) con ubicación de la Hoja de Jánico en el marco del Proyecto SYSMIN II (2007-2010)

1.3.3. Historia Geológica de La Española

La historia geológica simplificada que registran las muy variadas rocas que constituyen la isla de La Española puede sintetizarse en los siguientes eventos:

- Jurásico Medio-Superior. Edad de formación de las rocas oceánicas más antiguas del Caribe, siendo tanto de procedencia Pacífica como resultado de la formación del océano del proto-Caribe debido a la separación entre las placas de Norte y Sur América y (Mann et al., 1991; Montgomery et al., 1994; Lewis et al., 1999; Escuder-Viruete y Pérez-Estaún, 2006; Escuder-Viruete et al., 2008).
- Cretácico Inferior. Génesis del Arco de Islas Primitivo, representado por las Fms Los Ranchos, Amina y Maimón, junto con el Complejo Río Verde (Donnelly et al., 1990; Lebrón y Perfit, 1994; Draper et al., 1994; Lewis et al., 1995, 2000, 2002; Kesler et al., 1977, 2003, 2005; Escuder-Viruete et al., 2006, 2008, 2009), sobre una zona de subducción con polaridad hacia el Sur (en la posición actual; Krebs y Maresch, 2005; Krebs et al., 2008; Pindell et al., 2006; Escuder-Viruete et al., 2008). Existencia de episodios magmáticos relacionados con la actividad de una pluma mantélica, representados por los basaltos magnesianos y picritas del Complejo Duarte (Draper y Lewis, 1989, 1991; Lewis et al., 2000; Lapierre et al., 1997, 1999, 2000; Escuder-Viruete et al., 2004, 2005, 2007).
- Cretácico Superior-Eoceno. Probable cambio en la cinemática del arco (Cenomaniense Superior-Turonense) y continuación de la subducción dando lugar a la formación del Arco de Islas del Caribe, representado por el Grupo Tireo (Lewis et al., 1991, 2000, 2002; Escuder-Viruete et al., 2007, 2008). Evento magmático principal de formación del Plateau oceánico del Caribe en el Turonense-Coniacense (Fm Constanza) y en el Campaniense-Maastrichtense (Fms de Siete Cabezas y Basaltos de Pelona-Pico Duarte). Formación de la Falla de la Española e inicio de los desplazamientos laterales entre el arco primitivo y el arco Cretácico Superior, así como respecto a su parte frontal (prisma acrecional y cuencas de antearco; Donnelly, 1973, 1989, 1994).
- Eoceno Medio-Superior. Continuación de la colisión del arco de islas con la plataforma de las Bahamas, exhumación de las rocas de alta P (De Zoeten y Mann, 1991, 1999; Joyce, 1991; Gonçalves et al., 2002; Escuder-Viruete y Pérez-Estaún, 2006) y cese de la actividad magmática relacionada con la subducción. Desplazamiento a lo largo de la Falla de la Española provocando la aproximación de las parte traseras del arco a las partes frontales.

- Oligoceno-Actual. Movimientos en dirección en la zona de colisión y en el interior del arco. Fallas de desgarre y cuencas sedimentarias asociadas en relación con la subducción, situada al Sur de la Isla (Mann et al., 2002; García Senz et al., 2005, 2006; Hernáiz Huerta et al., 2006; Díaz de Neira et al., 2006). Exhumación final del complejo de acreción-colisión.

1.3.4. Macroestructura de La Española

Los resultados obtenidos en los Proyectos del Programa SYSMIN han supuesto un nuevo e importante avance en el conocimiento de la geología estructural de la República Dominicana. Desde un punto de vista tectónico, la estructura de la Isla de La Española resulta de la convergencia oblicua a la colisión final del sistema de arco-isla Caribeño Cretácico y la placa de Norte América, que tuvo lugar desde el Eoceno Medio-Superior (Bowin, 1975; Donnelly et al., 1990; Mann et al., 1991, 1995, 1999; Draper et al., 1994; Escuder-Virujete y Pérez-Estaún, 2006; Pérez Estaún et al., 2005, 2006).

La macroestructura de La Española resultante consiste en un conjunto de unidades tectónicas de unos 250 kilómetros de anchura, constituido por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior a Eoceno, que se formaron y acrecieron en un arco-isla intraoceánico hasta la colisión arco-continente . Estas rocas están regionalmente cubiertas por una cobertera de rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas de edad Eoceno/Oligoceno – Actualidad, que post-datan la actividad del arco isla y registran principalmente el período de movimiento transcurrente sinestro entre las placas de Norte América y Caribeña (Mann, 1999; Mann et al., 1991, 2002; Calais et al., 1995; Dolan et al., 1998).

Las estructuras formadas a lo largo de la historia cenozoica de La Española son típicamente transpresionales, como zonas de falla transcurrentes de gran escala y subparalelas a la zona de colisión, que acomodan grandes desplazamientos laterales entre unidades; abanicos de fallas de alto ángulo que forman estructuras “en flor” positivas (sierras elevadas) y negativas (cuencas); sistemas de pliegues dispuestos “en-échelon”, fallas con relevos locales compresionales y extensionales, etc. Un ejemplo regional de deformación transpresiva evidenciada por la distribución en el espacio y tiempo de las principales estructuras es el área de Neiba-Enriquillo, que produce el levantamiento regional de las Sierras de Neiba, Bahoruco y Martín García, contemporáneo a la subsidencia y sedimentación en la cuenca flexural de Enriquillo. El contacto entre las áreas montañosas y la cuenca está en estas áreas definido por cabalgamientos y fallas de desgarre inverso. Las

relaciones estratigráficas entre la base de la cuenca de Enriquillo y la culminación de las sierras, indican que durante la deformación Cenozoica se formó un relieve estructural de unos 7 km de altura. Otras características estructurales de la región son la formación contemporánea de zonas de desgarre y fallas normales e inversas, todas ellas cinemáticamente relacionadas; y de sistemas de pliegues anticlinales y sinclinales dispuestos cartográficamente “en-échelon”, con trazas axiales sigmoidales definiendo un relevo lateral sinestro

1.4. Antecedentes

En este apartado se describen las características litológicas, petrológicas y estructurales de las unidades estratigráficas, complejos metamórficos o unidades tectónicas que intervienen en la zona de Proyecto SYSMIN II y están geológicamente relacionadas con la Hoja de Jánico. En su conjunto, estas descripciones sintetizan el estado actual del conocimiento geológico del área.

La Hoja de Jánico incluye materiales pertenecientes a las unidades de la Cordillera Central y de la Cuenca del Cibao, incluyendo el Grupo Tavera y el Grupo Yaque del Norte. Ambas unidades han sido incluidas tradicionalmente en los unidades de Mann et al. (1991): Tortue-Maimón-Amina, Loma Caribe-Tavera, Duarte y Tireo.

1.4.1. Unidades de la Cordillera Central

El dominio de la Cordillera Central se caracteriza por una gran complejidad litológica. Está limitado al norte por la Zona de Falla de La Española y al sur por la Falla de San José-Restauración (Fig. 6; Fig. 7), englobando las unidades de Loma Caribe-Tavera, Duarte y Tireo (Bowin, 1975; Lewis, 1982; Groetsch, 1983; Boisseau, 1987; Mann et al., 1991; Lewis y Draper, 1991; Draper y Lewis, 1991; Draper et al. 1994; Dupuis et al., 1996; Lapiere et al., 1997, 1999; Lewis et al., 2002). En parte equivale al *Meddian Belt* de Bowin (1975). La Zona de Falla de La Española constituye un límite estructural de primer orden, ya que yuxtapone dos dominios corticales originalmente distantes que fueron desplazados lateralmente posiblemente cientos de kilómetros desde, al menos, el Paleógeno (Pérez Estaún et al., 2006). Estos importantes movimientos transcurrentes, condicionan cualquier intento de correlación de las unidades geológicas más antiguas a uno y otro lado de la falla, o de establecer una historia geológica común para el conjunto de los materiales.

En la cartografía de la Cordillera Central se han reconocido siete grandes unidades litoestratigráfico-geoquímicas formando parte de una gran secuencia magmática de edad Jurásico Superior-Cretácico Superior, que de base a techo son (Fig. 7); Contreras et al.,

2004; Escuder Viruete et al., 2004, 2006, 2007, 2008; Joubert et al., 2004; Stein et al., 2004; Urien et al., 2004): (1) la Peridotita serpentizada de Loma Caribe; (2) la Asociación volcano-plutónica oceánica de Loma La Monja; (3) el Chert de El Aguacate; (4) el Complejo Duarte; (5) las rocas extrusivas y subvolcánicas del Grupo Tireo; (6) los basaltos de la Formación Loma de Pelona-Pico Duarte; y (7) los basaltos y sedimentos de la Formación Magua. La secuencia está intruida por los batolitos gabro-tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor, Macutico, El Bao, El Río, Jumunucu y Arroyo Caña, incluyendo complejos ultramáficos asociados, y plutones subconcordantes de leucotonalitas foliadas. Todas las unidades fueron heterogéneamente deformadas y metamorfozadas en condiciones de la facies de prehnita-pumpellita, esquistos verdes y anfibolitas, pero preservándose a menudo las texturas ígneas. Desde un punto de vista evolutivo, estas unidades se pueden agrupar en tres conjuntos: el oceánico pre-arco Cretácico Inferior, el volcanismo de arco Cretácico Superior, y el magmatismo intraplaca Cretácico Superior más alto.

1.4.1.1. Conjunto oceánico pre-arco

La Peridotita de Loma Caribe consiste en >6 km de espesor de harzburgitas, dunitas y lherzolitas con espinela intensamente serpentizadas, con pequeños cuerpos de cromita podiforme e intrusiones de diques de gabros y doleritas (Lewis et al., 2002, 2006). Las doleritas son especialmente abundantes en la parte más alta de la peridotita donde forman sills de potencia métrica a decamétrica. La Peridotita de Loma Caribe constituye un fragmento del manto del océano proto-Caribeño, que ha experimentado una compleja historia de fusión (Lewis et al., 2006), y que ha sido levantada tectónicamente por la Zona de Falla de La Española.

El conjunto volcano-plutónico de Loma La Monja consiste en una secuencia de <3 km de espesor de gabros isótopos, doleritas masivas, lavas basálticas submarinas masivas y almohadilladas (Escuder Viruete et al., 2004, 2008). La base del conjunto aparece en contacto tectónico con la peridotita de Loma Caribe (Dupuis et al., 1997; Lapierre et al., 1999). La Formación de Chert de El Aguacate consiste en unos 150-m de potencia de rocas sedimentarias silíceas pelágicas, variablemente recristalizadas, que forman capas muy regulares de 3 a 5 cm de potencia. Contienen microfauna de radiolarios de edad Oxfordiense a Titónico (Montgomery et al., 1994). Localmente, los cherts intercalan delgadas capas de calizas pelágicas y están intruidos por sills de magmas OIB del Complejo Duarte (Escuder Viruete et al., 2008).

El Complejo Duarte comprende una secuencia de rocas metavolcánicas máficas y ultramáficas OIB de ~2,5-km de potencia, donde se distinguen dos unidades litoestratigráfico-geoquímicas (Escuder Viruete et al., 2008). La unidad inferior está dominada por flujos masivos y bandeados de picritas (>18 wt. % MgO) y basaltos toleíticos ricos en Mg (>12 wt.% MgO), localmente con autobrechas, intruidos por diques sin-volcánicos y sills de basaltos y doleritas. La unidad superior está compuesta por un apilamiento de ~1 km de espesor de flujos submarinos masivos y homogéneos de basaltos y ferrobasaltos medianamente alcalinos, con raras intrusiones de diques máficos sin-volcánicos

1.4.1.2. Volcanismo de arco

La secuencia de arco está definida por >3-km de potencia de rocas volcánicas, subvolcánicas y volcano-sedimentarias del Grupo Tireo de edad Cenomanense a Maastrichtiense (Lewis et al., 1991), siendo su base discordante sobre el Complejo Duarte (Contreras, 1987; Escuder Viruete et al., 2004, 2007). La unidad basal de El Yujo, al NO de Jarabacoa, consiste de 20-35 m de alternancias de pizarras oscuras-grises, calizas pelágicas, cherts, tobas y sedimentos tufáceos, que pasan hacia techo a flujos y brechas de dacitas y riolitas alteradas, con pequeños depósitos de sulfuros volcanogénicos. En el área de Restauración-Jicomé se distinguen dos grandes conjuntos en la Fm Tireo (Stein et al., 2004; Urien et al., 2004): el andesítico inferior y el dacítico-riolítico superior. Intercaladas y sobre todo hacia techo de ambos conjuntos, aparecen rocas sedimentarias volcanogénicas, lutitas y carbonatos marinos. El conjunto andesítico inferior es esencialmente volcanoclástico, distinguiéndose de base a techo: flujos lávicos andesíticos y basálticos afíricos y masivos, tobas andesíticas predominantemente líticas y vítreas, tobas andesíticas vítreas, tobas finas con intercalaciones de lapilli acrecieron y lutitas con intercalaciones de calizas grises, calcarenitas y margas. El conjunto dacítico-riolítico superior se inicia con depósitos de brechas y tobas principalmente dacíticas, pero también andesíticas y riolíticas, que pasan a lavas dacíticas y riolíticas con intrusiones de criptodomas y sills, con facies autoclásticas y asociadamente mineralizaciones de sulfuros masivos. Estos dos conjuntos litoestratigráficos son muy probablemente extensibles a la región de Gajo de Monte-Constanza-Arroyo Caña.

Culminando la secuencia magmática, aparece un magmatismo intraplaca toleítico, de transicional a alcalino, representado por la Formación de Basaltos de Pelona-Pico Duarte (Stein et al., 2004; Joubert et al., 2004). Estos basaltos son probablemente discordantes sobre el Grupo Tireo, aunque no se descarta una cierta contemporaneidad, apareciendo en

los sectores más elevados de la Cordillera Central, en las alineaciones de Lomas de Los Guandules-Peña Blanca en Restauración; Nalga de Maco y Los Aparejos en Jicomé; y Pico del Barranco-La Pelona-Pico Duarte en Lamedero-Manabao. Litológicamente, es muy homogénea y compuesta por una acumulación de más 300 m de potencia de lavas masivas ricas en Ti y Nb, de afinidad OIB. Su edad ha sido recientemente establecida como Campaniense-Maastrichtiense (Escuder Viruete et al., 2009).

1.4.1.3. Magmatismo intraplaca

Culminando la secuencia magmática, aparece un magmatismo intraplaca toleítico, de transicional a alcalino, representado por la Formación de Basaltos de Pelona-Pico Duarte (Stein et al., 2004; Joubert et al., 2004). Estos basaltos son probablemente discordantes sobre el Grupo Tireo, aunque no se descarta una cierta contemporaneidad, apareciendo en los sectores más elevados de la Cordillera Central, en las alineaciones de Lomas de Los Guandules-Peña Blanca en Restauración; Nalga de Maco y Los Aparejos en Jicomé; y Pico del Barranco-La Pelona-Pico Duarte en Lamedero-Manabao. Litológicamente, es muy homogénea y compuesta por una acumulación de más 300 m de potencia de lavas masivas ricas en Ti y Nb, de afinidad OIB. Su edad ha sido recientemente establecida como Campaniense-Maastrichtiense (Escuder Viruete et al., 2009).

La Formación Magua (Palmer, 1963) presenta un área de afloramiento limitada a la Zona de Falla de La Española. Consiste en una serie en parte sintectónica y de gran espesor, aunque de difícil evaluación, que incluye materiales volcánicos y vulcanosedimentarios, brechas de talud, turbiditas, calizas de plataforma y conglomerados fluviales, todo ello con un rango de edades probablemente comprendido entre el Paleoceno y el Oligoceno. La Formación aflora en una banda ONO-ESE entre Dajabón y Monción, extendiéndose al E por San José de las Matas y Jánico, a lo largo de la ZFLE (Contreras et al., 2004; Escuder Viruete et al., 2006). Estos materiales se disponen en discordancia angular sobre el Complejo Duarte y la Formación Tireo. Las intercalaciones de calizas dentro de la Fm. Magua han proporcionado microfauna de edad Cretácico Superior-Eoceno Superior, aunque puede tratarse de rocas resedimentadas, o de unidades temporalmente posteriores. En el área de Monción-Santiago Rodríguez, las rocas volcánicas (Miembro el Rodeo) comprenden flujos basálticos, autobrechas, diques doleríticos e intercalaciones de tobas finas y cineritas básicas, las cuales presentan una afinidad OIB intraplaca (Escuder Viruete, 2004). La deformación asociada a la Zona de Falla de La Española que afecta a las rocas de la Fm Magua y unidades infrayacentes es muy heterogénea y de características dúctil-frágil y frágiles, dando lugar a la formación de rocas miloníticas y filoníticas primero, y rocas cataclásticas más o menos foliadas y bandas de harinas de falla después, marcando el

progresivo descenso de la temperatura de la deformación y su localización en zonas más estrechas con el tiempo.

1.4.2. Unidades del Grupo Tavera y Conglomerado Bulla. Eoceno Medio/Superior-Mioceno Inferior

El Grupo Tavera está formado por sedimentos fundamentalmente detríticos (conglomerados, areniscas, lutitas y margas) depositados en una estrecha franja alargada ESE-ONO, al norte de la Cordillera Central y al sur del valle del Cibao. Su distribución cartográfica alargada permitió a Palmer (1979) definirlo como el Cinturón de Tavera (*Tavera Belt*). El Cinturón de Tavera se deposita sobre las rocas ígneas y metamórficas que constituyen la Cordillera Central (Complejo Duarte, o Fm o Amina-Maimón), aunque en la parte más oriental del cinturón se presentan sobre las pizarras del Café (Paleoceno?, Hoja de la Vega). Los contactos sobre el sustrato plutonometamórfico son discordantes, aunque frecuentemente tiene lugar en fallas de alto ángulo, de movimiento fundamentalmente en dirección, pertenecientes al sistema de fallas transcurrente de La Española. Por el norte limita, mediante una discordancia angular y erosiva, con el Grupo Yaque, que constituye parte del relleno sedimentario neógeno de la Cuenca del Cibao.

La edad de los sedimentos del Grupo Tavera gradúa desde el Eoceno Medio/Superior-Oligoceno hasta el Mioceno Inferior, dividiéndose clásicamente en cuatro formaciones: Inoa, Velazquitos, Represa y Jánico (Reimer, 1978; Palmer, 1979). En la región de La Vega-Jánico-San José de las Matas aparece muy bien representado todo el Grupo Tavera, donde se han podido estudiar varias transversales a la cuenca (Pérez Varela y Abad, 2008), así como también establecer relaciones laterales y longitudinales en el sentido de alargamiento ESE-ONO de la cuenca. El relleno sedimentario de la cuenca se dispone discordante tanto sobre la asociación volcanoplutónica de Loma La Monja y el Complejo Duarte de la Cordillera Central como sobre los Esquistos de Amina-Maimón, por lo que la yuxtaposición tectónica de ambas unidades por acción de la Zona de Falla de La Española tuvo principalmente lugar con anterioridad al Eoceno Medio-Superior.

Desde el punto de vista de la organización secuencial, el Grupo Tavera se puede dividir en dos grandes megasecuencias deposicionales (o unidades tectosedimentarias), que corresponden al relleno de dos subcuencas muy controladas por la tectónica. La megasecuencia inferior corresponde a los conglomerados de Inoa y a las areniscas turbidíticas de los Velazquitos, a las que pasan lateral y verticalmente. La megasecuencia superior está compuesta por los conglomerados de Represa y las areniscas turbidíticas de

Jánico. Entre ambas megasecuencias existe una discordancia, aunque actualmente el límite corresponde en muchos sectores a una falla o una zona de falla.

1.4.3. Unidades del Grupo Yaque del Norte. Mioceno-Cuaternario

En la Hoja de Jánico sólo aflora el conglomerado Bulla (Mioceno superior) de la base del Grupo Yaque del Norte.

El relleno sedimentario neógeno de la Cuenca de El Cibao incluye depósitos de edad Mioceno a Cuaternario, los cuales se disponen en el borde sur discordantes sobre los Esquistos de Amina-Maimón. Las facies y litologías representadas son bastante variadas, gradando desde conglomerados aluviales a margas de cuenca con buena representación de facies de plataforma somera y construcciones arrecifales. La potencia máxima acumulada, con un rango de edades Oligoceno Superior ?-Mioceno a Plioceno Superior, podría superar los 4000 m en su sector central, en las proximidades de la Falla Septentrional, que constituye el límite norte del dominio. En conjunto se trata de una cuenca con una historia compleja en la que se acumularon grandes espesores de sedimentos controlados tectónicamente (Maury, 1917; Bermúdez, 1949; Saunders et al., 1986; Vokes, 1989; Draper y Lewis, 1991; Bernárdez et al., 2004).

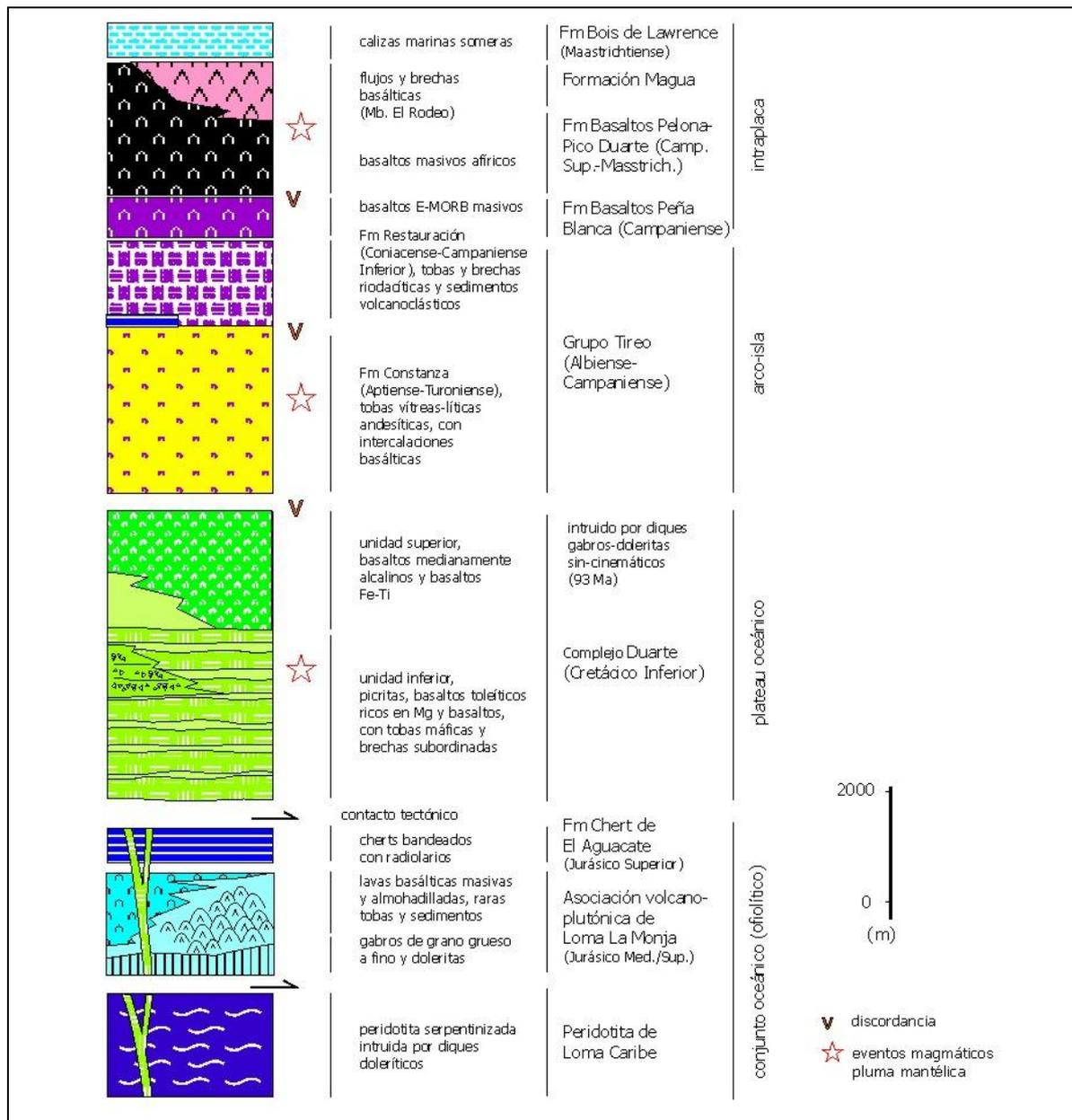


Fig. 8 Sucesión tectonoestratigráfica/litogeoquímica esquemática de la secuencia magmática Jurásico Superior-Cretácico Superior en los bloques tectónicos de Jicomé y Jarabacoa de la Cordillera Central.

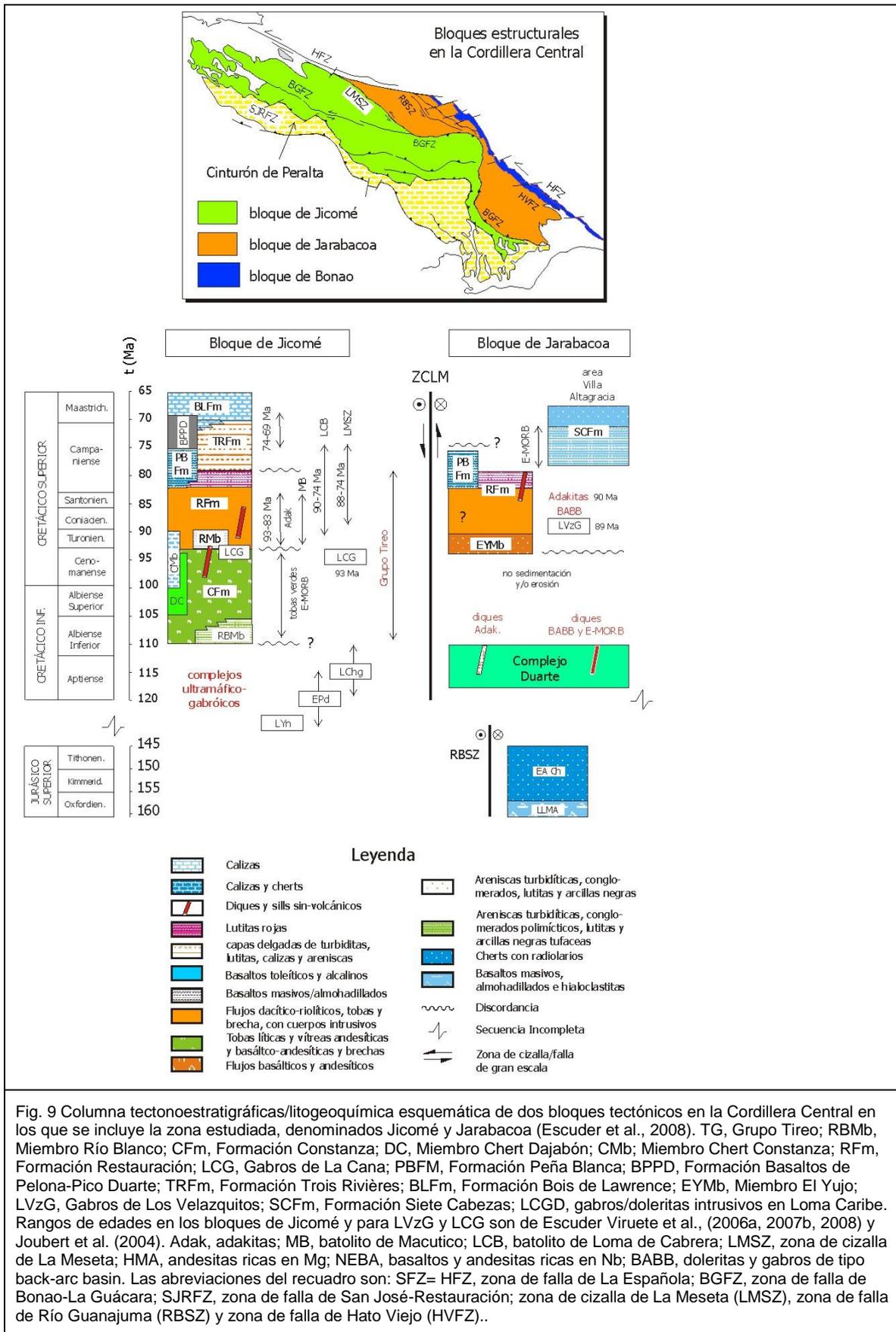
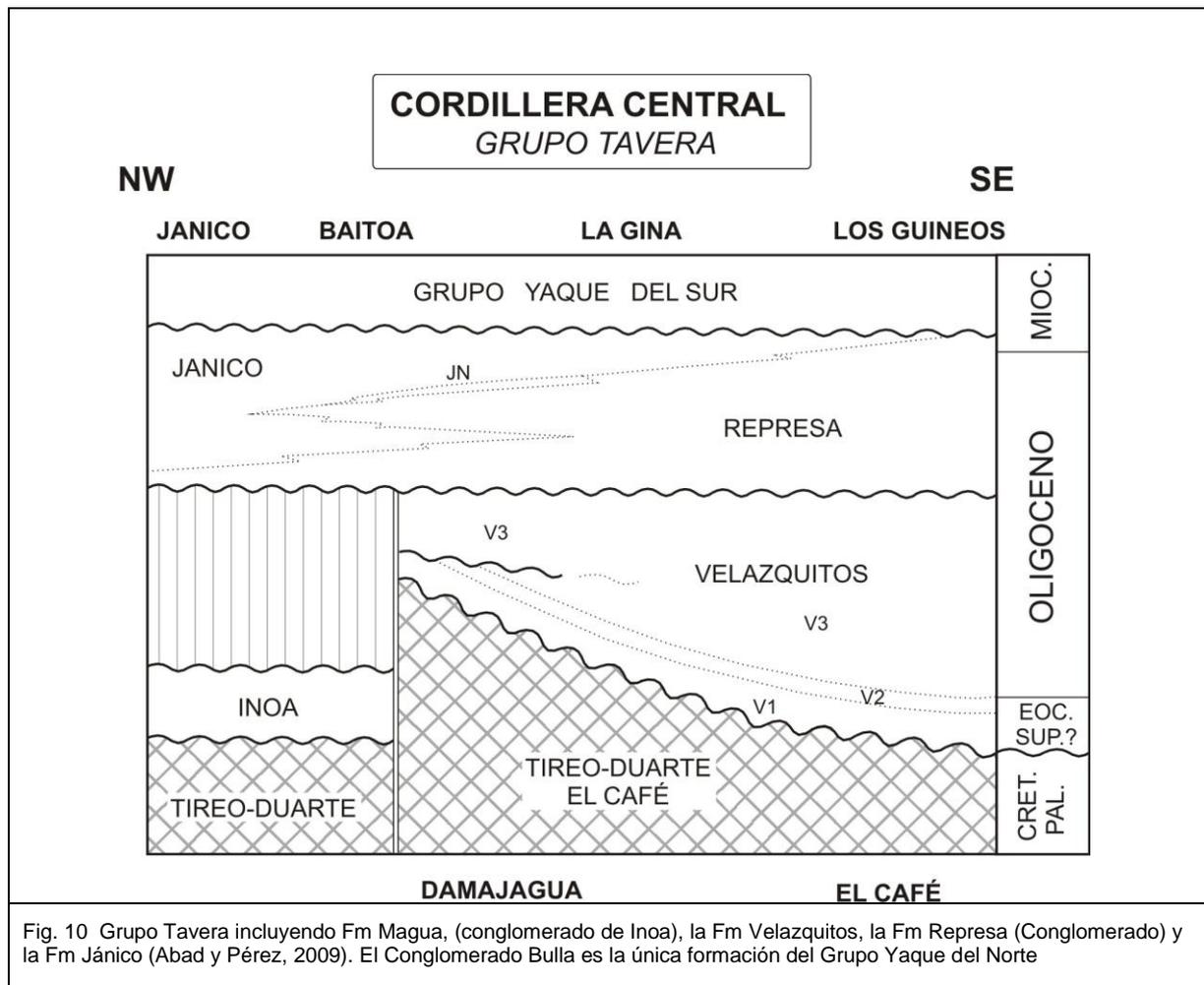


Fig. 9 Columna tectonoestratigráfica/litogeológica esquemática de dos bloques tectónicos en la Cordillera Central en los que se incluye la zona estudiada, denominados Jicomé y Jarabacoa (Escuder et al., 2008). TG, Grupo Tiroe; RBMb, Miembro Río Blanco; CFm, Formación Constanza; DC, Miembro Chert Dajabón; Cmb; Miembro Chert Constanza; RFm, Formación Restauración; LCG, Gabros de La Cana; PBFm, Formación Peña Blanca; BPPD, Formación Basaltos de Pelona-Pico Duarte; TRFm, Formación Trois Rivières; BLFm, Formación Bois de Lawrence; EYMb, Miembro El Yuyo; LVzG, Gabros de Los Velazquitos; SCFm, Formación Siete Cabezas; LCGD, gabros/doleritas intrusivos en Loma Caribe. Rangos de edades en los bloques de Jicomé y para LVzG y LCG son de Escuder Viruete et al., (2006a, 2007b, 2008) y Joubert et al. (2004). Adak, adakititas; MB, batolito de Macutico; LCB, batolito de Loma de Cabrera; LMSZ, zona de cizalla de La Meseta; HMA, andesitas ricas en Mg; NEBA, basaltos y andesitas ricas en Nb; BABB, doleritas y gabros de tipo back-arc basin. Las abreviaciones del recuadro son: SFZ= HFZ, zona de falla de La Española; BGFZ, zona de falla de Bonao-La Guácara; SJRFZ, zona de falla de San José-Restauración; zona de cizalla de La Meseta (LMSZ), zona de falla de Río Guanajuma (RBSZ) y zona de falla de Hato Viejo (HVFZ)..



2. ESTRATIGRAFIA

La mayor parte de Hoja de Jánico forma parte del Dominio Cordillera Central; en el borde norte del mapa, en un área aproximada del 20%, están representados los Dominios Magua-Tavera y el borde Sur del Valle del Cibao (Fig. 35)

La mayor parte de los materiales aflorantes son de naturaleza ígnea, intrusiva o volcánica, y en menor proporción detrítico-sedimentarios. Comprenden edades desde el Jurásico hasta la actualidad.

Dentro del Dominio Cordillera Central, las rocas más antiguas forman parte de la asociación vulcano-plutónica de Loma La Monja (Jurásico superior), representadas por pizarras silíceas con intercalaciones de metaareniscas y chert del Aguacate (Jurásico superior). El C. Duarte (Cretácico Inferior) corresponde a metabasaltos. Las siguientes formaciones de Constanza y Restauración del Grupo Tireo (Cretácico Superior) comprenden rocas volcanosedimentarias afectadas por un metamorfismo de bajo grado.

En el norte de la Hoja, el Dominio Magua-Tavera, ligado a la Zona de Falla de La Española, está representado por rocas volcánicas y sedimentarias del Paleoceno-Eoceno, surmontadas por las Fms. Velazquitos (Oligoceno inferior), Represa y Jánico (Oligoceno superior-Mioceno Medio) y por el conglomerado Bulla de la Fm. Cercado (Mioceno Superior) que pertenece a la cobertera del Valle del Cibao.

El Cuaternario está formado por coluviones de derrubios y depósitos aluviales de fondo de valle y terrazas.

2.1. Jurásico Superior

2.1.1. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja

2.1.1.1. Generalidades

La asociación volcano-plutónica de Loma La Monja (ALLM) y el Chert del Aguacate pertenecen al estadio pre-arco de la Española. Con la peridotita de Loma Caribe y el Complejo Duarte cumplen la definición de ofiolita, ya que forman una pseudoestratigrafía de tipo Penrose (Wakabayashi y Dylek, 2003) aunque incompleta: rocas del manto superior, gabros, rocas volcánicas y sedimentos pelágicos, faltando los términos de cumulos y parte del complejo de diques.

La asociación volcano-plutónica oceánica de Loma La Monja está compuesta por gabros, doleritas, basaltos y sedimentos pelágicos minoritarios, así como sus equivalentes metamórficos, los cuales representan un fragmento desmembrado de la corteza oceánica proto-Caribeña, formado por la apertura oceánica cuando Norte y Suramérica se separaron en el Jurásico Superior (Escuder Viruete et al., 2009). Los gabros son de grano grueso a medio y masivos, formando un nivel de 1-1,5 km de potencia, intruido por diques doleríticos, en contacto tectónico con la peridotita de Loma Caribe. Por encima aparecen láminas de doleritas de grano medio-fino (50-100 m de potencia) y basaltos masivos (pillow-lavas) generalmente espilitizados (>200 m de potencia). El Chert del Aguacate consiste en unos 150 m de potencia de rocas sedimentarias silíceas pelágicas, variablemente recristalizadas, que forman capas muy regulares de 3-5 cm de potencia, de colores claros, rojos y verdes. Contienen microfauna de radiolarios de edad Oxfordiense a Titónico (Montgomery et al., 1994). Localmente, los cherts intercalan delgadas capas de calizas pelágicas y están intruidos por sills del Complejo Duarte y leucotonalitas aplíticas.

2.1.1.2. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja en la Hoja de Jánico

En la Hoja de Jánico, la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja aflora en la esquina NE, en una banda NO-SE, de 500 m a 1 km de ancho, limitada al Norte por la Falla de la Española y al Sur por los basaltos del C. Duarte o sus equivalentes anfibolitizados. Hacia el NE la banda se estrecha y desaparece bajo el conglomerado Bulla. Hacia el SE sigue en la Hoja de la Vega.

Las mejores cortes, del NO al SE, son los siguientes:

- Ctra. Don Juan-Los Corozos
- Cagueyes, Ctra. Jánico-Juncalito
- Loma Los Naranjos, Ctra. Pinalito Henequen
- Ctra. Pinalito-El Papayo

En la cartografía, debido las complicaciones tectónicas y a la fuerte meteorización de la serie solo se han podido distinguir dos facies de la parte alta de la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja: las pizarras silíceas con intercalaciones de metaareniscas y chert de potencia reducida y los chert masivos de potencia decamétrica a hectométrica

2.1.1.2.1. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja. (12) Pizarras silíceas con intercalaciones de metaareniscas y cherts. Jurásico superior (J₃)

En este conjunto, de potencia hectométrica a kilométrica, se ha cartografiado el encajante de los cherts masivos del Aguacate.

Las facies están muy mal conservadas, debido a una deformación intensa (borde sur de la Falla Española), con tramos de serpentinitas y anfibolitas subrayando los principales contactos mecánicos). Esta deformación se acompaña de un metamorfismo de grado bajo a medio (esquistos verdes-micaesquistos). El conjunto está fuertemente meteorizado.

En las pizarras silíceas de color marrón a gris se intercalan pequeños niveles de metaareniscas y chert, de potencia decimétrica. Los cherts son de color claro a rojizo. Localmente, tramos de micaesquistos de color verdoso podrían corresponder a metabasaltos, pero no se ha podido individualizar verdaderas rocas volcánicas o gabroicas. Las pequeñas intrusiones métricas de doleritas o aplitas son frecuentes y oscurecen aún más las estructuras.

En Cagueyes, a favor de una construcción de casa, se ha podido observar un contacto no mecánico entre esta serie y los basaltos suprayacentes, demasiado meteorizados para ser analizados, pero probablemente del C. Duarte, que se desarrolla más al Sur (cf. Foto 11).

2.1.1.2.2. Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja. (13) Cherts del Aguacate. Jurásico superior (J_3)

Los cherts, de potencia decamétrica a hectométrica, han sido cartografiados, cada vez que las condiciones de afloramiento lo permitieron. El aspecto discontinuo y lenticular se debe en parte a las complicaciones tectónicas, en parte a las difíciles condiciones de afloramientos. Aunque potentes y muy resistentes, los niveles de cherts no se individualizan con las fotos aéreas o las imágenes de Google Earth.

Los cherts se encuentran tanto al Norte como al Sur de la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja. Reaparecen en media de la serie a favor de las complicaciones tectónica (pliegues, fallas). Se trata de un conjunto de niveles pluridecamétricos con pequeñas intercalaciones de pizarras, areniscas y nivelitos de cherts.

Los cherts masivos de color claro, rojizo o verde, presentan una estratificación centimétrica a decimétrica, subrayada por nivelitos gris oscuro (Foto 12). Estas rocas sedimentarias silíceas pelágicas, son variablemente recrystalizadas. Frecuentemente la estratificación está acentuada por el aspecto bandeado de los cherts meteorizados (Foto 15; Foto 16).



Foto 11: Chert rojizos Asociación Loma La Monja con basaltos suprayacentes (C. Duarte ?); Cagueyes (30MJ9535_1) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475)



Foto 12: Chert masivos, decamétricos. Asociación Loma La Monja Cagueyes (30MJ9535_2) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475)



Foto 13: Chert masivos; Asociación Loma La Monja ; Ctra. Pinalito- Henequén (30M9J9742_3) (Lat: 19,28207; Long: -70,776659)



Foto 14: Cherts "bandedos" rojizos; Asociación Loma La Monja ; Ctra. Pinalito- Henequén (30MJ9742_1) (Lat: 19,28207; Long: -70,776659)

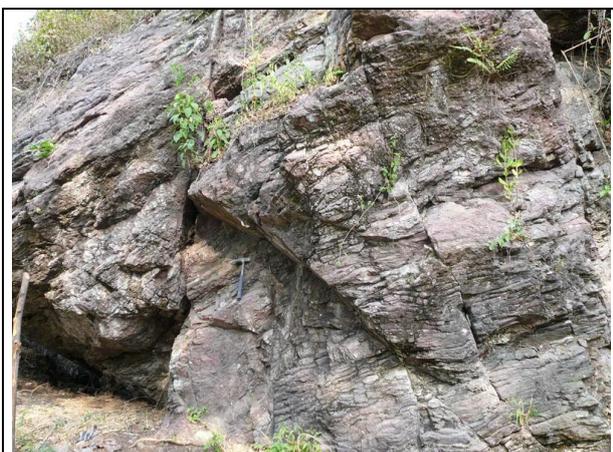


Foto 15: Chert bandedos verdes y rojizos. Asociación Loma La Monja ; Presa Henequén, Río Baiguaque (30MJ9974_1) (Lat: 19,28207; Long: -70,776659)



Foto 16: Chert bandedos. Asociación Loma La Monja ; Presa Henequén, Río Baiguaque (30MJ9554_1) (Lat: 19,270069; Long: -70,767857)

Contienen microfauna de radiolarios de edad Oxfordiense a Titónico (Montgomery *et al.*, 1994). Localmente, los cherts intercalan delgadas capas de calizas pelágicas y están intruidos por sills del Complejo Duarte;

En general, todos ellos aparecen muy aplastados, cizallados y recristalizados, por lo que es rara la presencia de radiolarios identificables. El protolito de estas rocas fue sedimentario, de composición silíceo, tanto hemipelágico como formado por la acumulación volcánogénica de sílice en un medio submarino. No obstante, las texturas han sido generalmente completamente borradas por la deformación dúctil, la recristalización metamórfica y la brechificación. La deformación produjo una recristalización dúctil de la roca a un agregado de granos de cuarzo, con subordinados clorita + mica blanca/sericita + epidota + albita + ilmenita + opacos. La presencia de capas milimétrica con una mayor o menor abundancia de

estas fases subordinadas define el bandeado heredado sedimentario. El cuarzo ha recristalizado dinámicamente a un agregado de granos muy fino, cuya orientación dimensional preferente define a menudo una fábrica de forma ligeramente oblicua respecto a la Sp, denotando el carácter no-coaxial de la deformación. Algunos niveles son verdaderos *ribbons* de cuarzo policristalino paralelos a los planos Sp, aunque recristalizados mediante mecanismos de migración de bordes de grano a relativa alta-T. Con gran aumento al microscopio, se observa la presencia de lepidoblastos de mica blanca/sericita y clorita, que forman contactos rectos frente a los granos elongados de cuarzo. En algunos niveles de composición adecuada se han formado porfiroblastos y porfiroclastos de albita y de epidota amarilla pleocroica, que forma agregados de pequeños granos estirados paralelamente a la Lp, y porfiroclastos de tipo σ y δ . En resumen, las muestras de cherts estudiadas evidencian una deformación por cizalla, así como una recristalización estática posterior, con poligonización del agregado, en condiciones transicionales entre la facies de los subesquistos verdes y los esquistos verdes de baja-T y P. La brechificación ha dado lugar a la fragmentación de las capas así como a la formación de sistemas de venas discordantes rellenas de cuarzo granoblástico.

Asociados al Chert del Aguacate se observan, localmente, capas decimétricas de mármoles (6073IVMJ9454; Don Juan: Lat: 19,298574; Long: -70,859943) de color gris claro-marrón, algo feruginizados, sin una fábrica planar definida, con niveles ricos en opacos que definen la estratificación. El protolito de estas rocas fue una roca sedimentaria carbonatada, cuya mineralogía y texturas han sido casi borradas por la deformación y la recristalización metamórfica. Al microscopio, la roca está compuesta por un agregado granoblástico de calcita (>95%) de grano muy fino, casi criptocristalino, en el que no se observa una clara elongación paralela de los granos, concentraciones de opacos, y un sistema de venas discordantes rellenas de calcita granoblástica. Las variaciones en el tamaño grano y en proporción de opacos, probablemente reflejan la estratificación original (S0) del protolito. Localmente se observan formas redondeadas dispersas, que deben ser restos de radiolarios recristalizados e irreconocibles.

2.2. Cretácico Inferior

2.2.1. Complejo Duarte

2.2.1.1. Generalidades

El Complejo Duarte fue definido por Bowin (1960) y Palmer (1963) para incluir un conjunto de rocas volcánicas básicas y ultrabásicas, que afloraban intruidas por los batolitos de arco

a lo largo de la Cordillera Central siguiendo una banda entre Santo Domingo y el área de Jarabacoa-Monción. Palmer (1963) distinguió cartográficamente en el complejo dos facies metamórficas regionales principales: facies de subesquistos verdes, comprendiendo lavas masivas con fenocristales de clinopiroxeno y plagioclasa, con subordinadas tobas básicas vítreas, chert bandeados y queratófilos; y facies de esquistos verdes, que incluyen rocas variablemente esquistosas en las que un anfíbol actinolita-tremolita reemplaza al clinopiroxeno ígneo. Distingue también rocas anfíbolíticas de mayor grado, espacialmente asociadas a las intrusiones de leucotonalitas con hornblenda foliadas y corneanas básicas rodeando las masas de tonalitas isótropas con hornblenda. Ambos autores sugieren que el Complejo Duarte representa un fragmento de corteza oceánica. A partir de la asociación litológica y los contenidos en elementos traza, Lewis et al. (1983), Donnelly et al. (1990), Draper y Lewis (1991) y Lewis y Jiménez (1991), establecen que las picritas porfídicas con olivino y clinopiroxeno y los basaltos magnesianos que constituyen el Complejo, representan una isla o *plateau* oceánico de edad Jurásico superior-Cretácico inferior, posteriormente modificado por el magmatismo de arco-isla Cretácico superior-Eoceno. La edad del Complejo Duarte fue establecida a partir de los radiolarios presentes en niveles de chert intercalados en la parte baja del complejo en la región de Jarabacoa (Montgomery et al., 1994).

La petrología y geoquímica de picritas, cumulos ultramáficos y doleritas representativas del Complejo Duarte fueron descritas con detalle por Lapierre et al. (1997), que proponen un origen a partir de un manto enriquecido, como muestra su afinidad E-MORB y los valores de los isótopos Sr-Nd similares a los del *plateau* oceánico Caribeño-Colombiano. Según estos autores, el Complejo Duarte representa los restos del *plateau* proto-Caribeño generado en torno a los 150 Ma por un punto caliente de tipo Galápagos. En un trabajo posterior, Lapierre et al. (1999) aportan edades $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ de $86,1\pm 1,3$ Ma para el enfriamiento de anfíboles de metapicritas y de $86,7\pm 1,6$ Ma de anfíbolitas que sugieren una edad para el Complejo más joven, resultando contemporáneos con los basaltos del Cretácico Superior sondeados durante el DSDP Leg 15 (Sinton et al., 2000). Posteriormente, Lewis et al. (1999) argumentan que las edades radiométricas de 87-86 Ma obtenidas por Lapierre et al. (1999) en anfíboles metamórficos, son el resultado de los efectos térmicos asociados con el metamorfismo orogénico y la intrusión de granitoides. En este sentido, las edades obtenidas para las intrusiones máficas-ultramáficas de Loma de Cabrera (123 Ma, K/Ar; Kesler et al., 1991) y del batolito de la Jautia ($121,4\pm 6$ Ma Ar/Ar en Hbl, Hernáiz Huerta et al., 2000), establecen aparentemente una edad anterior para el Complejo Duarte encajante.

El Complejo Duarte comprende una secuencia de rocas metavolcánicas máficas y ultramáficas de cerca de 2,5-km de potencia, en el que recientemente han sido reconocidas dos unidades litoestratigráficas en el sector del Rubio-Diferencia (Fig. 1; Escuder Viruete *et al.*, 2004, 2007a, b), compuestas por cuatro grupos geoquímicos de rocas metavolcánicas. El grupo Ia está compuesto por basaltos ricos en Mg (>12 wt% MgO) pobres en Ti, y el grupo Ib por picritas (>18 wt% MgO) ricas en Ti y basaltos ricos en Mg primitivos, apareciendo ambos interestratificados en los niveles más bajos de la unidad inferior; el grupo II está constituido por picritas con enriquecimiento en LREE, ferropicritas y basaltos ricos en Mg, formando la secuencia de lavas principal de la unidad inferior; y el grupo III por basaltos ferrotitanados enriquecidos en LREE-enriched está presente exclusivamente en la unidad superior. Estos autores aportan edades plateau ^{40}Ar - ^{39}Ar en hornblendas de anfibolitas foliadas pertenecientes a la Zona de Cizalla de Guanajuma de $93,9\pm 1,4$ y $95,8\pm 1,9$ Ma (Cenomaniense: 99,6-93,5 Ma), que demuestran una edad anterior para los protolitos volcánicos, probablemente Albiense (>96 Ma). Por lo tanto, una etapa de edad Cretácico Inferior de construcción del plateau Caribeño está registrada en la Cordillera Central.

Litologías asignables al Complejo Duarte aparecen en las Hojas de Jánico, Manabao, Jarabacoa, La Vega y Fantino. Aparecen variablemente deformadas y metamorfizadas, encontrándose todos los tránsitos entre rocas volcánicas espilitizadas que han preservado las texturas e incluso parte de la mineralogía ígnea, hasta rocas fuertemente deformadas y metamorfizadas sin-cinemáticamente en condiciones propias de las facies de subesquistos verdes, esquistos verdes, anfibolitas de baja-P y corneanas hornbléndico-piroxénicas. Al sur de la Zona de Falla de la Española y siguiendo la banda NO-SE de afloramiento de las rocas del Complejo Duarte, se observa el desarrollo de un gradiente de aumento en la deformación y el metamorfismo general hacia las Zonas de Cizalla de La Meseta y Guanajuma, pasando desde rocas volcánicas en facies subesquistos verdes hasta anfibolitas de fábrica plano-lineal de características blastomiloníticas. Al intruir de forma sincinemática a lo largo de estas zonas de cizalla los Batolitos del Bao, Jumunucu y Buena Vista, así como numerosas láminas de leucotonalitas con hornblenda foliadas, en su entorno tiene también lugar el desarrollo de aureolas de rocas corneánicas básicas de grano fino y masivas, las cuales son frecuentes también como enclaves y *roof pendants* dentro de los batolitos. La descripción detallada de todas las facies del Complejo Duarte se encuentran en el informe de petrografía (Escuder Viruete, 2009)

2.2.1.2. El Complejo Duarte en la Hoja de Jánico

En la Hoja de Jánico, el C. Duarte moldea, al Sur de la Falla Española, los intrusivos tonalíticos del Bao y Jumunucu. Este conjunto forma un gran romboedro, con la Falla de Española al norte, la Falla la Guacara-Bonao al Sur, la falla De la Meseta al Oeste y la Falla Jagua Abajo-Jarabacoa.

Los metabasaltos forman dos bandas sigmoideas de 1 a 5 km de ancho, de dirección globalmente NO-SE.

La banda oeste sigue, hacia el NO, en la Hoja de Diferencia, encajando directamente el macizo del Bao, salvo en la extremidad NO del batolito, donde el contacto está tapado por basaltos y brechas de Magua. Al SO del batolito del Bao, los metabasaltos están directamente en contacto con la Fm. Tireo o separados de dicha Fm. por bandas de anfibolitas y tonalitas foliadas.

La banda este, limitada hacia el NO por la Falla Española (traza tapada por el conglomerado de Bulla), sigue, hacia el SE, en las Hojas de Manabao y la Vega.

Al NE del batolito del Bao, los metabasaltos Duarte están directamente en contacto con la Asociación Loma la Monja en la parte norte, o separados de dicha asociación por una banda de anfibolitas y tonalitas foliadas de 5 km de ancho que sigue hasta la hoja de La Vega.

Los datos geofísicos aeroportados de la Hoja de Jánico (Fig. 11) no muestran una estructuración del C. Duarte tan nítida como en el caso de la Hoja vecina de Diferencia. El C. Duarte corresponde a una anomalía negativa del campo magnético reducido al polo. En el fondo de la anomalía negativa, que corresponde a metabasaltos magnéticos, sobresalen bandas de máximo negativo, relacionada con metabasaltos no magnéticos. Las observaciones de campo al oeste del Batolito El Bao confirman esta presentación y la distinción, en ese sector, entre metabasaltos porfídicos magnéticos a la base y metabasaltos subafíricos no magnéticos al techo. Al este del batolito del Bao, una estructuración magnética existe también, pero sin distinción entre el C. Duarte y las anfibolitas. La facies porfídica magnética predomina ampliamente; la facies afírica no magnética solo se ha observada puntualmente y no se ha podido cartografiar en ausencia de un corte de buena calidad de la totalidad de la serie.

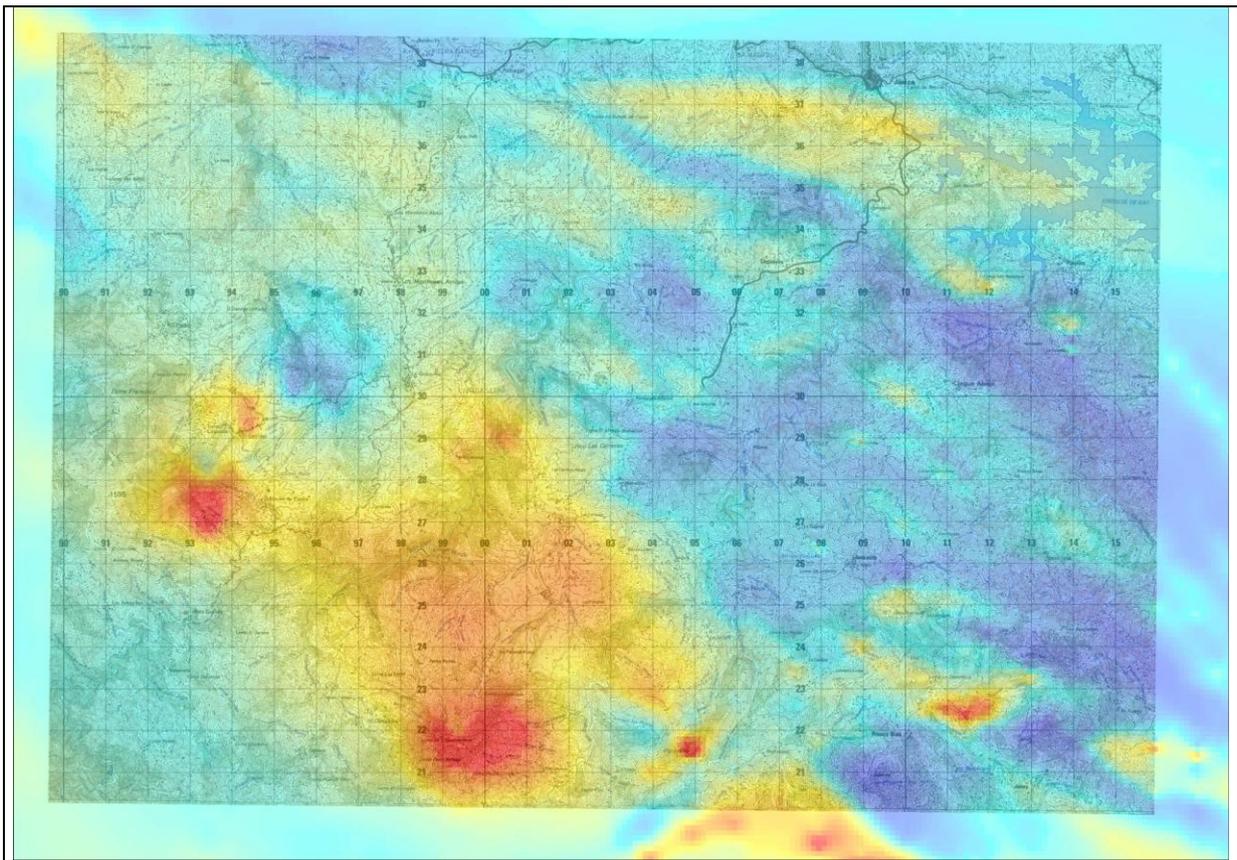


Fig. 11: Mapa aeromagnético (campo total reducido al polo) de la Hoja de Jánico

En el C. Duarte de la Hoja se han cartografiado las siguientes litologías:

- Metapicritas, metaakaramitas y basaltos porfídicos, magnéticos. Unidad inferior
- Metabasaltos masivos afíricos (no magnéticos). Unidad superior

Sin embargo, la diferenciación cartográfica de ambas unidades resulta muy difícil con el progresivo aumento de la deformación y el metamorfismo. Anfibolitas masivas de grano fino, formadas en condiciones de la facies de las corneanas anfibólicas, han sido observadas en “roof pendants”, como en los sectores de Mata Grande, en el Batolito del Bao (6073IVMJ9390; Lat: 19,278948; long: -70,976261), y en ciertos sectores más internos de las aureolas de contacto de los Batolitos de Jumunucu y Buena Vista.

2.2.1.2.1. Complejo Duarte (14) Metapicritas, metaakaramitas y metabasaltos porfídicos, magnéticos; Unidad inferior. Cretácico-Inferior (K₁)

Los metabasaltos porfídicos, magnéticos, (facies sub-esquistos verdes con prenhita-pumpellita y esquistos verdes con tremolita-actinota) constituyen la parte inferior del conjunto basáltico. Representan el 90% del C. Duarte de la Hoja de Jánico.

Este potente tramo de basaltos porfídicos ricos en Mg, picritas y ankaramitas, a menudo como cumulos, intruido por el batolito del Bao y fuertemente deformados, presentan una esquistosidad casi general y una fuerte cloritización (Foto 17). Solo algunos tramos de coladas basálticas, de potencia métrica a decamétrica, han sido protegidos de la intensa deformación. Los contactos con los intrusivos y las series encajantes son casi sistemáticamente mecánicos.

Metabasaltos muy cloritizados y cizallados con aspecto de esquistos verdes, se observan también en “roof-pendant” en los bordes de los batolitos de EL Bao y de Jumunucu así que dentro de las tonalitas foliadas del borde S0 de la Hoja.

En la mitad este de la Hoja, el contacto del C. Duarte con la potente banda de anfibolitas de Jagua Abajo es transicional. Los pequeños cuerpos intrusivos de tonalitas foliadas, frecuentemente asociados con tramos de anfibolitas, subrayan todo la zona de cizalla.



Foto 17: Metabasaltos porfídicos, magnéticos, del C. Duarte en zona de cizalla; fuerte esquistosidad y cloritización. Calimetal al sur del Batolito El Bao (30MJ9834_1; Lat: 19,171386; Long: -70,947384)



Foto 18: Metabasaltos porfídicos, magnéticos, del C. Duarte; fuerte esquistosidad y cloritización han favorecido el derrumbe de la carretera Jánico-Juncalito (30MJ9693_2; Lat: 19,241908; Long: -70,830337)



Foto 19: Relicta de metabasaltos porfídicos, magnéticos, del C. Duarte en la banda de anfibolitas de Jagua Abajo; disolución preferencial de los fenocristales Fe-Mg por meteorización (30MJ9795_1; Lat: 19,241908; Long: -70,830337)



Foto 20: Metabasaltos porfídicos del C. Duarte, con diques de aplitas cerca del contacto norte del batolito de Jumunucu; Franco Bidó (30MJ9860_3; Lat: 19,187338; Long: -70,805303)

Los basaltos porfídicos y picritas con orto y clinopiroxeno, de tono verde oscuro, cuando carecen de esquistosidad (fuera de las zonas de cizalla), han preservado la mineralogía y texturas del protolito (6073IIIMJ9159; Lat: 19,161784; Long: -70,890591). Presentan fenocristales milimétricos (hasta 5 mm) de orto y clinopiroxeno, plagioclasa y olivino, de subidido a alotriomorfos, inmersos en una mesostasia verde de textura intersectal a subofítica de grano fino. Como accesorios se ha observado ilmenita, magnetita, hematites y opacos. Algunos ortopiroxenos están zonados oscilatoriamente y presentan maclas. El olivino está casi completamente reemplazado a clorita, serpentinita y opacos. Localmente, la abundancia de fenocristales en los niveles picríticos y ankaramíticos sugiere que la roca es un cumulado de cristales. Las lavas están afectadas por un proceso de alteración tardi-magmática y/o metamorfismo estático, que ha dado lugar a la formación de un agregado microcristalino sin orientación compuesto por clorita, mica blanca, epidota, prismas aciculares y rosetas de actinolita-tremolita, esfena y abundantes opacos. La asociación mineral producto de la alteración/metamorfismo hidrotermal es propia de la facies de los esquistos verdes. Hay también rellenos ovoides vesiculares de clorita, albita, zeolitas o epidota.

2.2.1.2.2. Complejo Duarte (15) Metabasaltos aféricos. Unidad superior. Cretácico-Inferior (K₁)

Estos metabasaltos de grano fino (facies sub-esquistos verdes con prenhita-pumpellita y esquistos verdes con tremolita-actinota y clorita), no magnéticos representan la parte superior del C. Duarte de la Hoja de Jánico.

Afloran en el borde Este de la Hoja, en dos bandas NO-SE de 0,5 a 2 km de ancho, continuación de la estructura de la Hoja colindante de Diferencia. Topográficamente, corresponden a los relieves de Cerro Francisco-La Piedra y, en la esquina NO de la Hoja, a Los Corrales, donde están en contacto mecánico con los basaltos de la Fm. Magua o directamente con el batolito del Bao. La firma de la anomalía magnética negativa está aquí en parte borrada por la influencia de la tonalita y los gabros.

Las mejores observaciones de esta unidad son:

- carretera La Piedra-Cerro Francisco hasta el borde de la Hoja de Diferencia,
- carretera Los Corrales-Llano del Lobo-Los Cedros

Este conjunto superior es muy homogéneo. Está compuesto por basaltos grises oscuros de grano fino, masivos y afíricos.

Constituyen depósitos lávicos de texturas faneríticas subofíticas, carentes de esquistosidad o localmente con una esquistosidad facoidal grosera (basaltos afaníticos: 6073IVMJ9302: Lat: 19,241615; Long: -70,971516; microporfídicos con olivino y clinopiroxeno: 6073IIIMJ9865; Lat: 19,16564; Long: -70,76558; en ocasiones algo recristalizados: 6073IVMJ9331: Lat: 19,266241; Long: -70,980186). Están compuestos por un entramado de plagioclasas subidiomorfas tabulares entrecruzadas, que alojan en los huecos a fenocristales de subidio a alotriomorfos de piroxeno, con esfena, magnetita, ilmenita y opacos como accesorios. La roca está afectada por una alteración/metamorfismo tardi- o post-magmático que preserva las texturas ígneas originales, pero ha formado agregados pseudomórficos de tremolita-actinolita, esfena, clorita, epidota y opacos. Las plagioclasas están sericitizadas y epidotizadas. La mesostasia está recristalizada a un agregado muy fino de tremolita-actinolita, clorita y epidota, siendo rica en esfena y opacos. La alteración fue realizada en condiciones estáticas y formó agregados minerales propios de la parte de baja T de la facies de los esquistos verdes.



Foto 21: Basaltos afíricos, no magnéticos, del Complejo Duarte, con pliegue; Cabecera Rio Inoa, Cerro Francisco (30MJ9336_1) (Lat: 19,260652; Long: -70,995328)



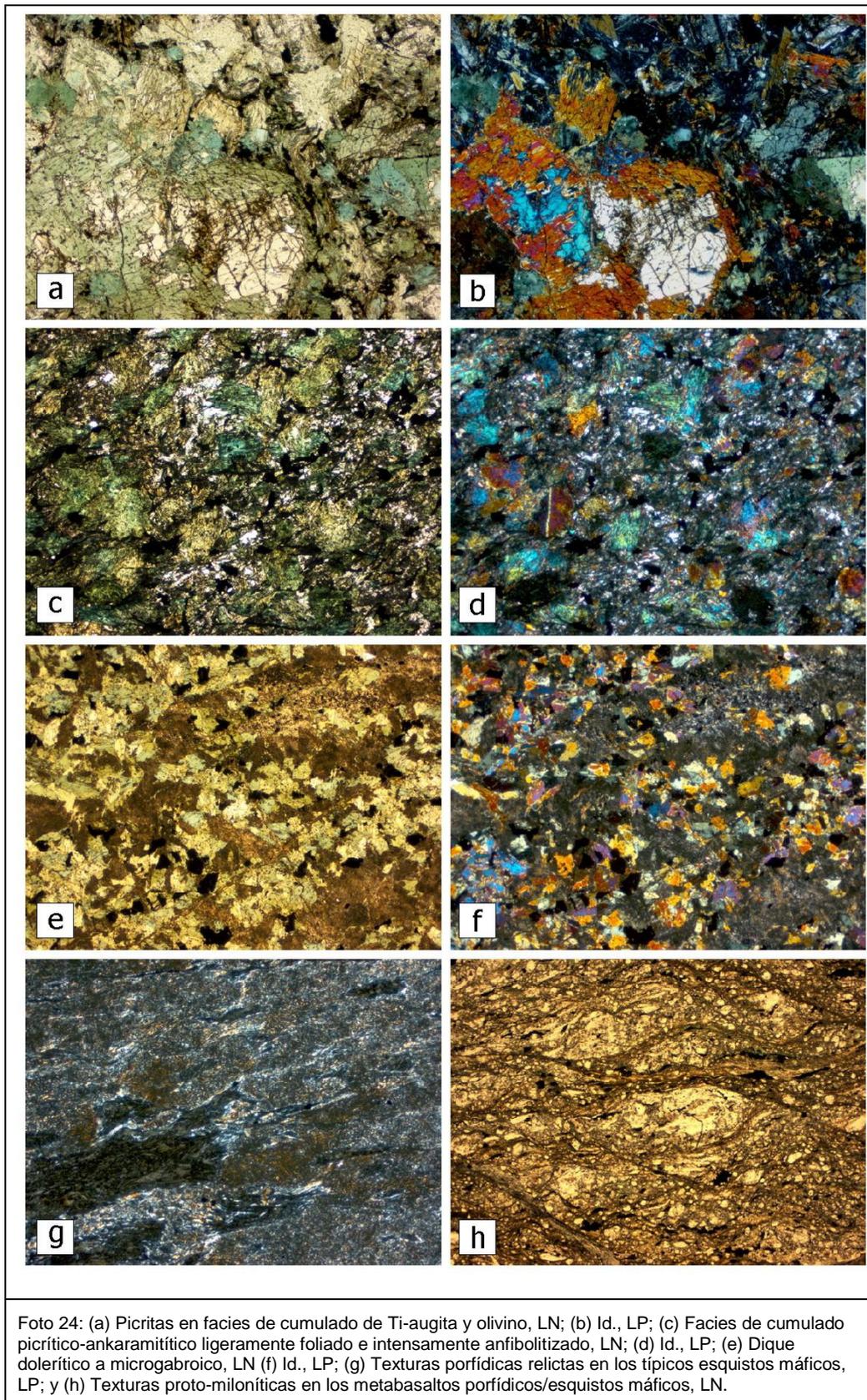
Foto 22: Colada de basaltos afíricos, no magnéticos, y basaltos porfídicos meteorizados; Complejo Duarte; Los Corrales (30MJ9347; Lat: 19,278248; Long: -70,983064)



Foto 23: Basaltos afíricos, no magnéticos, del Complejo Duarte, en contacto con tonalita intrusiva; La Piedra (30MJ9343_1) (Lat: 19,270816; Long: -70,977394)

2.2.1.2.3. Las rocas intrusivas en el Complejo Duarte

El C. Duarte está intruido por rocas ultrabásicas, gabros cumulados, gabro-dioritas, tonalitas, diques máficos, leucograníticos-aplíticos y cuarzo, descritas en el capítulo 3.1.3. Rocas intrusivas y filonianas de la Hoja de Jánico.



2.3. Cretácico Superior

2.3.1. Formación Restauración (Grupo Tireo)

2.3.1.1. Generalidades

El grupo Tireo representa el estado de arco isla, definido por una secuencia de >3 km de potencia de rocas volcánicas, sub-volcánicas y volcanosedimentarias de edad Cretácico superior. Se distribuye en una franja de unos 280 km de longitud y 12 a 45 km de anchura, que en general da lugar a los relieves más importantes de la Cordillera Central Dominicana, extendiéndose desde las proximidades de Baní hasta el Norte de Haití (series del *Terrier Rouge* y series de la Mina). El límite Sur es la Falla de San José-Restauración, y por el Norte se extiende hasta la Zona de Falla de la Española (Fig. 3).

El nombre de la formación se corresponde al de un pueblo y un río, próximos a Constanza.

Las primeras referencias que aluden a la Fm. Tireo se deben a Bowin (1966), aunque posteriormente ha sido objeto de varios estudios por parte de Mesnier (1980), JICA/MMJA (1984), Jiménez & Lewis (1987), Amarante y García (1990), Lewis *et al.* (1991), Amarante y Lewis (1995) y Joubert *et al.*, (1998). Unos estudios han producido cierta controversia respecto a la estratigrafía y subdivisiones cartográficas de esta formación, ya que mientras que los autores japoneses JICA/MMJA (1984) plantean una subdivisión en tres miembros (inferior, medio y superior), Lewis *et al.* (1991) elevan la unidad al rango de Grupo, dividiéndolo en dos, Grupo Tireo Inferior y Grupo Tireo Superior.

En este proyecto se considera que el Grupo Tireo incluye dos formaciones principales que intercalan varios miembros:

- Fm Constanza (base)
- Fm Restauración (techo)

La Fm Constanza está dominada por tobas vítreas-líticas de grano grueso y brechas volcánicas de composición andesítica a basálticas, con intercalaciones locales de flujos basálticos y andesíticos, así como rocas volcanoclásticas máficas de grano fino. Con un espesor de >2500 m, esta extensa secuencia piroclástica aflora de forma continua desde el área de Restauración-Jicomé a la de Gajo del Monte-Constanza (Fig. 3).

La Fm Restauración (Fig. 8) está compuesta por flujos dacíticos a riolíticos, tobas, brechas, domos dacíticos extrusivos brechificados y criptodomas. La secuencia presenta intercalaciones de flujos máficos y está intruida por diques basálticos y doleríticos. Localmente aparecen secuencias grano-decrecientes de areniscas y limos volcanoclásticos, y lentejones de calizas. Las rocas ácidas fueron emitidas como flujos submarinos someros y

los depósitos piroclásticos producidos por explosiones freatomagmáticas, con intrusiones subvolcánicas locales. Entorno a los centro emisivos ácidos tuvo lugar una importante actividad hidrotermal tardía, que produjo depósitos hidrotermales de sulfuros-barita polimetálicos (Cu-Au-Ag) significativos.

La potencia de la Fm Restauración es de 600-1500 m en las áreas de Dajabón-Restauración y Jicomé, acuñándose hacia el SE en las áreas de Gajo del Monte, Constanza y Sabana Queliz.

Una edad Turoniense-Coniacense ha sido obtenida con fósiles de un nivel de chert a techo de la Fm Constanza, al Sur de Restauración. Una Edad Plateau Ar-Ar de hornblenda de $81,2 \pm 2$ Ma ha sido obtenida en dacitas (Lewis et al., 1991 b; Stein et al., 2004) y recientemente, en el área de Jarabacoa, una edad U-Pb en zircones de $89,0 \pm 0,9$ Ma (límite Turoniense-Coniacense) en los flujos más bajos de la Fm Restauración (Escuder Viruete et al., 2007 b).

La Fm Restauración está superpuesta por la secuencia sedimentaria turbidítica de unos 250 a 800 m de la Fm Trois Rivières (Fig. 8)

En la Hoja de Jánico, solo aflora la Fm. Restauración en la extremidad de la esquina SO.

2.3.1.2. La Fm. Restauración en la Hoja de Jánico

La Fm. Restauración ocupa una pequeña superficie ($2,5 \text{ km}^2$) en la esquina SO de la Hoja de Jánico, al Sur de la banda de Tonalitas foliadas y Anfibolitas de la Meseta, y los basaltos del C. Duarte. Esta Fm, con la dirección regional NO-SE, sigue hacia el NO en la Hoja de Diferencia y hacia el SE en la Hoja de Manabao.

El acceso a esta zona montañosa, incluida en el Parque Nacional Armando Bermúdez, limitado aquí por el Río Bao, muy encajado, es difícil. De hecho el mejor corte se encuentra en el borde de la hoja de Diferencia; corresponde a la carretera de acceso al Pico Duarte, desde Mata Grande hasta Rancho en Medio.

Se han cartografiadas las siguientes facies de la Fm. Restauración:

- Metavolcanitas intermedio-básicas (lavas, brechas, tobas, filitas y esquistos máficos)
- Metavolcanitas ácidas (Lavas, brechas y tobas)

Las variaciones de la serie volcanosedimentaria a la escala métrica o decamétrica, la escasez de los cortes geológicos accesibles y las malas condiciones de afloramiento (meteorización, cobertura vegetal) no permiten aportar más detalles a la escala 1/50.000.

En la imagen del aeromagnetismo reducido al polo (Fig. 11), la Fm. Restauración corresponde a una anomalía negativa de menor intensidad que la de los basaltos del C. Duarte.

2.3.1.2.1. Formación. Restauración (16) Metavolcanitas intermedio-básicas (lavas, brechas, tobas, filitas y esquistos máficos); Cretácico Superior (K₂)

Esta unidad ocupa 1 km² en la esquina SO de la Hoja de Jánico. Hacia el Norte, está en contacto mecánico con los basaltos del C. Duarte y la banda blastomilonítica de anfibolitas y tonalitas foliadas de Managua-Diferencia-Mata Grande, y superpuesta, hacia el Sur, por las Metavolcanitas ácidas de la misma Fm Restauración. No se ha cartografiado intrusivos en esta área de la Fm Restauración.

La siguiente descripción proviene del corte del borde de la hoja de Diferencia (Ctra. Mata Grande-Rancho en Medio).

Se trata de un conjunto de lavas, brechas y tobas, de color verde oscuro, esquitosado y localmente cizallado, en particular cerca del contacto con la banda de anfibolitas y tonalitas foliadas donde se sobrimpone un fuerte hidrotermalismo (clorita, cuarzo y pirita fina diseminada). Las tobas finas y lavas dominan. Las brechas presentan bloques de andesitas o basaltos vacuolares, centimétricos a pluridecimétricos (hasta 50 cm) elongados en el plano de foliación marcado por las cloritas verde oscuro, y los niveles de granulometría fina a media de las tobas. Las metatobas líticas, andesíticas, son de color verde-gris oscuro, variablemente esquitosadas y recristalizadas. Están compuestas por un agregado de fragmentos líticos, texturalmente heterogéneos, cuya recristalización metamórfica los ha reemplazado variablemente a un agregado de tremolita-actinolita, epidota, albita, mica blanca y abundante clorita, con cuarzo, ilmenita, opacos y abundantes óxidos Fe-Ti como accesorios. Esta asociación indica condiciones metamórficas de la facies de los esquistos verdes de baja-T sin epidota.

2.3.1.2.2. Formación Restauración (17) Metavolcanitas ácidas (Lavas, brechas y tobas); Cretácico Superior (K₂)

Las metavolcanitas ácidas ocupan 1 km² en la esquina SO de la Hoja de Jánico. Hacen parte de una banda de 1 a 5 km de ancho, sobrepuesta a las Metavolcanitas intermedio-básicas, con dirección regional SE-NO, que sigue hacia el NO en la Hoja de Diferencia y hacia el SE en la Hoja de Manabao.

Esta banda se marca, aquí, por una anomalía positiva discreta en la imagen aeromagnética del campo total reducido al polo (Fig. 11). Se ha podido observar en los afloramientos de las lomas de Rancho en Medio-Los Cedros, en la esquina SE de la Hoja de Diferencia, que el magnetismo de las muestras de mano de esta unidad está ligado a vetillas de magnetita,

milimétricas a centimétricas, que invaden la roca, durante la intrusión de las gabrodioritas o tonalitas, y/o relacionado con el hidrotermalismo.

La siguiente descripción proviene del corte del borde de la hoja de Diferencia (Ctra. Mata Grande-Rancho en Medio).

Por lo general, son rocas masivas y esquistosadas, localmente cizalladas, de color gris verdoso, de grano medio a fino, algo bandeadas. Con la meteorización, estas facies ácidas adquieren un tono claro, beige, característico.

Un hidrotermalismo localmente intenso con clorita, cuarzo, epidota y pirita diseminada acentúa el color verdoso de la roca fresca.

Las lavas y brechas volcánicas ácidas son raras. Están formadas por albita, cuarzo, clorita, sericita, epidota y, en las brechas, fragmentos de rocas volcánicas (dacitas-andesitas y/o basaltos con clinopiroxeno augítico y hornblenda); también se encuentran fragmentos vítreos y microcristalinos. Como accesorios, tienen ilmenita, opacos y óxidos de Fe-Ti. Las texturas varían de hipocristalina porfídica a granoblástica y granolepidoblástica, algo bandeadas cuando están más deformadas.

Las metatobas dacíticas con desarrollo de esquistosidad presentan texturas granoblásticas, granonematoblásticas y lepidoblásticas de grano muy fino. Están compuestas por un agregado que reemplaza a clastos volcánicos aplastados, de clorita, mica blanca sericítica, agregados de epidota, albita, prenhita, pumpellita, opacos y accesorios. Cuando aparece, el anfíbol tremolítico-actinolítico es de grano muy fino y forma nematoblastos aciculares en zonas ricas en albita y epidota. Los pequeños granos de epidota están dispersos por la matriz y pseudomorfizan a la plagioclasa ígnea. La clorita reemplaza a los ferromagnesianos y fragmentos líticos de la toba. La matriz de la toba ha recristalizado a un agregado muy fino de clorita, sericita, pumpellita, prenhita, epidota y opacos. Las asociaciones metamórficas sin-esquistosas son de la facies de los subesquistos (prenhita-pumpellita) y esquistos verdes (con anfíbol). Se observan parches y venas rellenas de prenhita, epidota y clorita.

2.4. Paleoceno - Eoceno Superior a Oligoceno

2.4.1. La Formación Magua

2.4.1.1. Generalidades

La Fm. Magua aflora al Norte de la Hoja de Jánico en la zona de Falla de la Española.

Con las Formaciones Peña Blanca y Pelona-Pico Duarte (que no están representadas en la Hoja de Jánico) (Fig. 3) corresponden al estadio magmático intraplaca.

Las Fms Peña Blanca y Pelona-Pico Duarte están constituidas por un conjunto de basaltos toleíticos, transicionales y alcalinos, cuya afinidad geoquímica a los tipos E-MORB y OIB establece diferencias respecto a las rocas volcánicas del Arco Isla.

La Fm Magua (Palmer 1983) consiste en una potente secuencia de conglomerados, con intercalaciones de areniscas, calizas, lutitas y flujos y brechas volcánicas basálticas (Mb El Rodeo). Se extiende en una banda ONO-ENE, de 1 a 2 km de ancho, entre Dajabón y Jánico, a lo largo de la Zona de Falla de La Española (Contreras et al., 2004). Estos materiales se disponen en discordancia angular sobre el C. Duarte y el Grupo Tireo.

Las relaciones de discordancia se infieren también indirectamente, ya que los conglomerados de la Fm Magua incluyen cantos de tonalitas con hornblenda, idénticos en textura y composición a los macizos que intruyen al C. Duarte y al Grupo Tireo. Las intercalaciones de calizas, dentro de la Fm Magua, han proporcionado microfauna de edad Cretácico Superior – Eoceno Superior.

Las rocas volcánicas (Mb El Rodeo) consisten en flujos basálticos y autobrechas, con algunos diques doleríticos que probablemente son conductos de alimentación. En el área de Monción se han observado intercalaciones de tobas finas y cineritas básicas.

Las lavas son de color marrón a gris-azulado (frescas), afíricas, masivas o vesiculares, formando tramos estratificado con escasas estructuras de flujo.

La vesicularidad de las lavas sugiere que fueron emitidas en un medio marino somero, a favor de fallas de dirección ONO-ESE en relación con la zona de Falla de La Española.

La textura de los basaltos es microporfídica, en ocasiones fluidal, de mesostasia intragranular a subofítica, rica en magnetita y opacos. Los microfenocristales son de augita titanada, plagioclasa y escaso olivino. Las autobrechas, aparecen en general espilitizadas y atravesadas por un entremado de venas de epidota. Algunos tramos aparecen resedimentados (“*mass-flow*”).

Los diques doleríticos presentan una textura intergranular a subofítica, con plagioclasa que encierra pequeños prismas de clinopiroxeno y hornblenda.

2.4.1.2. La Formación Magua en la Hoja de Jánico

La Fm Magua cubre aproximadamente el 5% de la superficie de la Hoja, a lo largo de la zona de Falla de la Española, desde la esquina NO hasta Jánico-Damajagua.

Las diferentes facies descritas a continuación son

- basaltos
- brechas basálticas
- conglomerados rojizos con niveles arenosos y lutíticos
- conglomerados y brechas calizas

Los contactos de la Fm Magua con las formaciones infrayacentes (C. Duarte y Asociación Loma La Monja y el Batolito El Bao) son casi sistemáticamente mecánicos (borde Sur de la zona de Falla de la Española). Solo en el área de Damajagua, los conglomerados de Inoa podrían estar en contacto discordante normal sobre los basaltos del C. Duarte.

Con las formaciones más recientes (Conglomerados Represa y Bulla) los contactos son también mecánicos a lo largo de la traza central de la Falla de La Española

En el área de Cagueyes-Damajagua, el contacto entre los conglomerados Inoa-Magua y Velazquitos es erosivo.

Los mejores cortes son los siguientes, de Oeste a Este:

- Ctra. Los Llanos-Los Cedros-Los Corrales, en la esquina NE de la Hoja; corte de las brechas y basaltos en contactos con los Basaltos del C. Duarte y el batolito El Bao
- Ctra. San José de Las Matas-Arroyo Hondo: corte de los conglomerados de Inoa y calizas en la zona de falla de la Española
- Ctra. San José de Las Matas-Jánico, en el borde norte de la Hoja: corte de los conglomerados de Inoa.
- Ctra. San José de la Matas-Botoncillo-Pedregal-Arroyo Jánico: corte de los conglomerados de Inoa, Represa y Bulla.
- Ctra. Pedregal-Bohío Viejo: corte de los conglomerados de Inoa y basaltos de Magua
- Ctra. Bohío Viejo-La Cana: espectacular corte de la zona de cizalla NO-SE afectando los basaltos de Magua; contacto con el batolito del Bao; conglomerados de Inoa y Bulla
- Ctra. Don Juan-Jánico y Río Jánico: contactos conglomerados de Inoa y Velazquitos
- Ctra. Cagueyes-Los Asientos: corte del contacto de la asociación volcánica de Loma La Monja con los conglomerados de Inoa y las brechas calizas (Cagueyes) y espectacular contactos entre C. Duarte-conglomerados de Inoa-conglomerados Velazquitos (ctra. Sur Damajagua-Los Asientos)

2.4.1.2.1. Formación Magua (18) Basaltos; Paleoceno-Eoceno (P₁₋₂)

Dos bandas, de 0,5 a 1,5 km de ancho, con dirección regional NO-SE, de basaltos dominantes, alternan con tramos de brechas andesítico-basálticas, en la esquina NO de la Hoja.

Los basaltos se localizan a la base de la Fm. Magua, preferentemente en el borde sur de la formación, en contacto mecánico con los metabasaltos del C. Duarte, de los cuales se distinguen difícilmente, debido a la intensa fracturación en relación con la Zona de Falla de La Española.

Generalmente son basaltos piroxénicos vesiculares, en ocasiones espilitizados con color verde oscuro a pardo-rojizo cuando están alterados, masivos, sin síntomas aparentes de deformación, o en bandas estrechas con orientación manifiesta hasta estructuras milonitizadas.

Al Norte del batolito El Bao, (Ctra. El Mamey-La Cana), los basaltos, directamente en contacto con la tonalita, están muy tectonizados por la zona de cizalla regional que limita el Sur de la banda de anfibolitas Río Guanajuma (Foto 25; Foto 26).

Al Sur del Batolito El Bao (Ctra. Los Llanos-Los Cedros-Los Corrales) los basaltos están separados de los gabro y tonalita por una potente banda de brechas;

En la imagen aeromagnética reducida al polo (Fig. 11), basaltos de Magua y basaltos porfídicos del C. Duarte, se marcan por una anomalía negativa parecida pero menos débil que la de los basaltos masivos afíricos del C. Duarte.



Foto 25 : Basaltos de la Fm Magua en la Zona de Falla de la Española;; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9441_1; Lat:19,314547; Long: -70,904336)

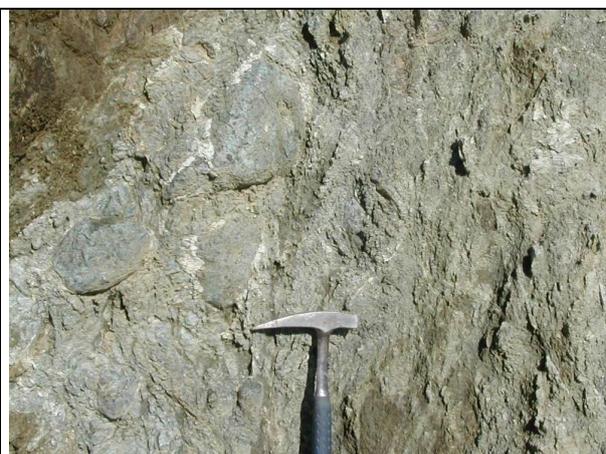


Foto 26 : bolas de Basaltos porfídicos de la Fm Magua en la Zona de cizalla (Falla de la Española); Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_1; Lat:19,30571; Long: -70,901344)

En el contacto mismo con batolito, en la Ctra. El Mamey-Los Montones (Foto 27; Foto 28), se observan bloques de tonalitas en los basaltos (Foto 29), e inyecciones de aptitas con enclaves de basaltos de Magua (Foto 30).



Foto 27 : Contacto Basaltos de la Fm. Magua- Tonalitas; Zona de contacto NE del Batolito El Bao- Fm. Magua; Bohío Viejo, Ctra. Pedregal-Los Montones (30MJ9415_1; Lat:19,309823; Long: -70,911815)



Foto 28 : Contacto Basaltos de la Fm. Magua- Tonalitas; Zona de contacto NE Batolito El Bao- Fm. Magua; El Mamey (30MJ9434_1; Lat:19,32207; Long: -70,947642)



Foto 29 : Bloque de Tonalitas en los Basaltos de la Fm. Magua, Contacto Norte del Batolito El Bao; al Sur de la Falla Española; Arroyo de Agua -Arroyo Hondo) (30MJ9425_1; Lat:19,322368; Long: -70,9346)



Foto 30 : Dique de aplitas con enclaves de basaltos en el Contacto Tonalitas-Basaltos de la Fm. Magua; Zona de contacto NE Batolito El Bao- Fm. Magua; El Mamey (30MJ9434_2; Lat:19,32207; Long: -70,947642)

Los diques de basaltos afíricos, de potencia centimétrica a decamétrica (Foto 31;Foto 32;Foto 33), bien observables en la Ctra. Bohío Viejo-La Cana corresponden probablemente a diques de alimentación de los basaltos vesiculares de Magua. Las trazas de carbonatos verdes de cobre son frecuentes.



Foto 31 : Pequeño dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_2; Lat:19,30571; Long: -70,901344)



Foto 32 : Dique basáltico en los Basaltos porfídicos de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_3; Lat:19,30571; Long: -70,901344)



Foto 33 : Dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_4; Lat:19,30571; Long: -70,901344)

Los principales tipos petrográficos muestreados son (Foto 34): basaltos microporfídicos con olivino y clinopiroxeno (6073IVMJ9443A), basaltos afaníticos masivos y vesiculares, microgabros hornbléndicos de grano fino (6073IVMJ9413) y, asociados cartográficamente a la formación, diques de andesitas con hornblenda y plagioclasa porfídicas (6073IVMJ9437).

A: Basaltos microporfídicos con olivino y clinopiroxeno

Los basaltos microporfídicos (6073IVMJ9443A: La: 19,30571; Long: -70,901344) son de color gris verde-marrón oscuro, microporfídicos, que en sectores presentan características de cumulado magmático. A escala de afloramiento no se observa deformación ni elongación del agregado debida a fluidalidad magmática. Al microscopio estos basaltos están

compuestos por abundantes microfenocristales de olivino, clino- y posiblemente ortopiroxeno y pasta vítrea oscura o mesostasia. El olivino forma granos de subidio a xenomorfos y está variablemente reemplazado por clorita, actinolita-tremolita y serpentinita. El clinopiroxeno forma prismas de idio a subidiomorfos, marcadamente zonados y maclados, de composición augita titanífera, y el ortopiroxeno forma prismas poco birrefringentes. Ambos están espacialmente asociados al olivino, a menudo formando agregados en sinneusis, cuya acumulación sugiere que se trata de facies cumulado. La mesostasia o matriz está compuesta por un agregado de micro a criptocristalino oscuro de microfenocristales de plagioclasa, magnetita, opacos y material vítreo recristalizado. El agregado mineral está ligeramente reemplazado por actinolita sericita/mica blanca, clorita, epidota, cuarzo, calcita, albita y pumpellita, durante una etapa de alteración hidrotermal de tardi- a post-magmática.

B: Basaltos afaníticos masivos y vesiculares

Los basaltos masivos son de color gris-azulado (frescos) a marrón-verde oscuro (alterados), típicamente afaníticos y con una variable proporción de vesículas rellenas de clorita y zeolitas. Texturalmente son rocas hipocristalinas, masivas, amigdalares, de grano fino, tendentes a intergranulares, microporfídicas y fluidales. Mineralógicamente contienen clinopiroxeno augita titanada, plagioclasa y, en ocasiones olivino como principales, junto a magnetita, ilmenita y opacos como accesorios. Al microscopio están compuestos por agregados de microfenocristales de ferro-magnesianos y plagioclasa, que pueden definir una fábrica fluidal planar. La mesostasia está formada por un agregado micro y criptocristalino de textura intergranular a subofítica, rico en magnetita y opacos. Se superpone una alteración hidrotermal tardi- o post-magmática similar a la descrita para los basaltos microporfídicos. Las vesículas están rellenas de epidota, clorita, calcedonia, calcita y pumpellita, frecuentemente como agregados verdes drúsicos fibroso-radiales.

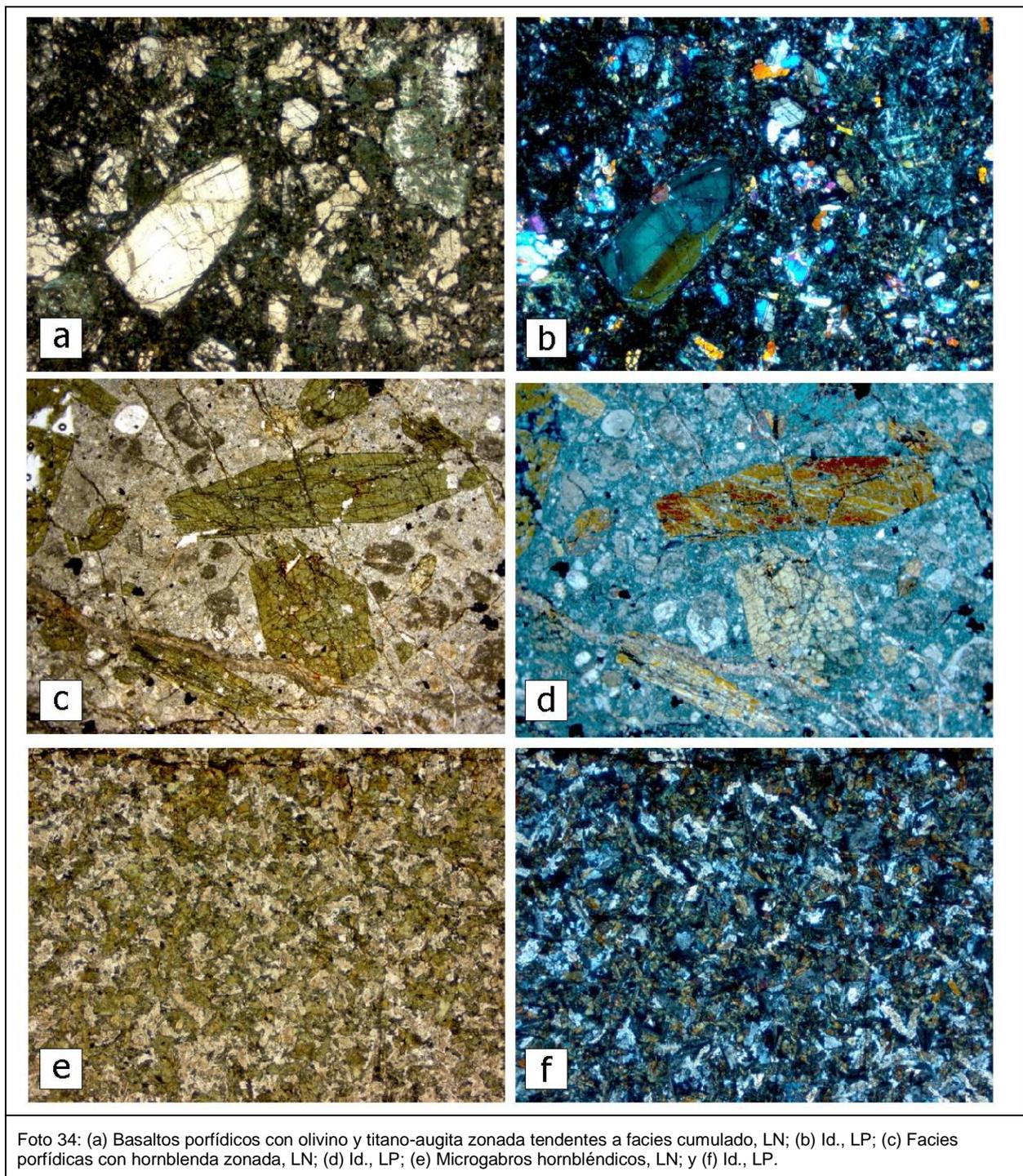
C: Microgabros hornbléndicos de grano fino

Intruidos en los flujos lávicos aparecen diques de microgabros y doleríticos (6073IVMJ9413; Lat: 19,316178; Long: -70,906348), los cuales probablemente representan los conductos de alimentación. Se trata de rocas hipovolcánicas, prácticamente holocristalinas, melanocráticas, de textura intergranular a subofítica de grano fino, variablemente afectadas por la alteración hidrotermal espilítica. Al microscopio están compuestas por un entramado de fenocristales tabulares de plagioclasa subidiomorfa, que encierra a pequeños prismas de clinopiroxeno y hornblenda zonada muy pleocroica. El clinopiroxeno puede aparecer incluido relicto en la hornblenda o como xenocristal parcialmente reabsorbido. La mesostasia es

escasa y está reemplazada por cuarzo, sericita y albita. La alteración reemplaza a la dolerita en parches de epidota, albita, calcedonia, clorita y calcita.

D: Diques intrusivos en la Zona de Falla de La Española

A favor de fracturas de la Zona de Falla de La Española intruyen diques de andesitas con hornblenda y plagioclasa porfídicas (6073IVMJ9437; Lat: 19,328821; Long: -70,954771) y de leucogranitos de dos micas, con cordierita en ocasiones, variablemente foliados y cataclastizados. Las andesitas porfídicas no están afectadas ni por deformación ni metamorfismo. Los fenocristales son de hornblenda, plagioclasa, xenomorfos de cuarzo y raros relictos de piroxeno. Excepto la hornblenda, los demás presentan con golfos de corrosión y texturas reaccionales en los bordes, debido a una reacción cristal-líquido. La mesostasia es de micro a criptocrystalina, y está compuesta por pequeños prismas de plagioclasas tabulares y escasos anfíboles, dispersos en una masa desvitrificada y alterada, con magnetita. Los leucogranitos son rocas holocrystalinas, faneríticas, granudas e inequigranulares, tendentes a microporfídicas. Mineralógicamente están formados por cuarzo, plagioclasa y microclina, con biotita, moscovita, cordierita, apatito, esfena y opacos como accesorios. Composicionalmente son granitos peraluminicos con cordierita, posiblemente formados por la fusión de rocas máficas en profundidad asociada a la Zona de Falla de La Española. Esta interpretación está apoyada por su composición próxima al eutéctico granítico, la presencia de texturas de inclusión mutua entre el cuarzo y los feldespatos, inclusiones de cuarzo en gotas en la plagioclasa, intercrecimientos micrográficos y mirmequíticos, y la formación de moscovita a expensas del feldespato-K. La deformación que afecta a estas rocas es dúctil y frágil, que da lugar a la formación de rocas miloníticas cuarzo-feldespáticas y filoníticas primero, y cataclasitas más o menos foliadas y harinas de falla después, sugiriendo un progresivo descenso de la temperatura de la deformación con el tiempo.



2.4.1.2.2. Formación Magua (19) Brechas basálticas; Paleoceno-Eoceno (P₁₋₂)

Las brechas basálticas, solo afloran en la esquina NO de la Hoja, en una banda NO-SE, en contacto mecánico con los gabros y las tonalitas del Bao, y por encima de los basaltos vesiculares.

Las brechas son frecuentemente espilitizadas con color verde oscuro (roca fresca) a pardo-rojizo (rocas meteorizadas) y no presentan anomalías magnéticas.

A pesar de una brechificación tectónica superpuesta se reconocen autobrechas de coladas basálticas.

Los clastos son angulosos, centimétricos a decimétricos, en una matriz poco consolidada, frecuentemente carbonatada y localmente arenosa. Las pequeñas intercalaciones de areniscas, pelitas y pizarras calcáreas son frecuentes, pero no cartografiables. La transición con los basaltos es progresiva con presencia de varios niveles de brechas intercalados entre las coladas basálticas.



Foto 35 :Aplitas inyectando las brechas basálticas de Magua;
Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos
(30MJ9381_1; Lat:19,315046; Long: -70,989322)



Foto 36 :Aplitas inyectando las brechas basálticas de Magua;
Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos
(30MJ9381_2; Lat:19,315046; Long: -70,989322)



Foto 37 :Contacto aplitas-brechas basálticas de la Fm. Magua;
Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos
(30MJ9381_3; Lat:19,315046; Long: -70,989322)



Foto 38 :Contacto aplitas-brechas basálticas de la Fm. Magua;
Zona de contacto NO Batolito El Bao- Fm. Magua;Los Llanos
(30MJ9381_3; Lat:19,315046; Long: -70,989322)

En el contacto con el batolito se observan intrusiones aplíticas en estas brechas basálticas (Foto 35;Foto 36;Foto 37;Foto 38).

La mineralogía es idéntica a la de los basaltos anteriores, pero con la existencia de numerosos fragmentos angulosos con dimensiones de varios milímetros a decímetros. Estos fragmentos o litoclastos son, por lo general, de composición afín al resto de la roca; otros son de basaltos menos cristalinos, más alterados. La matriz está constituida por una pasta micro y criptocristalina opaca. Las texturas son intergranulares, hipocristalinas, algo fluidales.

Existe una alteración parcial en algunos fragmentos de la roca que origina el reemplazamiento de plagioclasas y ferromagnesianos por agregados de epidota, sericita, calcita, pumpellita, clorita y opacos. Esta misma alteración se presenta rellenando huecos y vesículas.

2.4.1.2.3. Formación Magua (20) Conglomerado de Inoa; conglomerados rojizos con niveles arenosos y lutíticos; (20b) conglomerados y brechas calizas; Paleoceno Superior-Eoceno Superior (P_1^{3-2})

2.4.1.2.3.1. Formación Magua (20) Conglomerado de Inoa; conglomerados rojizos con niveles arenosos y lutíticos. Paleoceno Superior-Eoceno Superior (P_1^{3-2})

En la literatura geológica este conglomerado se conoce como Conglomerado de Inoa y asignado al Grupo Tavera (Palmer, 1979). Ocupa en el borde NO de la Hoja, aproximadamente el 4% de la superficie total. Este paquete bastante potente (alcanzando 2000 m) de conglomerados rojizos, (localmente grises al Sur de Monción), se extiende con una dirección NNO-SSE, entre las fallas de Inoa y Amina, desde las Hojas de Santiago Rodríguez Monción, San José de Las Matas, hasta la de Jánico. Se terminan a nivel de Jánico y Cagueyes donde aparecen rodeados por los conglomerados gris suprayacentes de la base de Velazquitos.

Los cantos están bien redondeados, predominantemente entre 10 y 30 cm., pero pueden llegar a ser casi de 1 m. (Foto 39; Foto 40) Son de composición variable, principalmente de rocas ígneas básicas, pero también de granitoides, chert, cuarzo, calizas, etc. No suelen presentar un bandeo claro, aunque éste suele definirse tanto por la disposición de los cantos como por niveles o lentejones arenosos. Localmente, se observa una buena organización en bancos decimétricos del conglomerado (Foto 41)



Foto 39 : Bloques de Conglomerado de Inoa con elementos métricos a centimétricos; Ctra. Río Inoa- El Mamey (30MJ9436_1; Lat:19,326865; Long: -70,952723)



Foto 40 : Bloques de Conglomerado de Inoa con elementos métricos a centimétricos; Ctra. Río Inoa- El Mamey (30MJ9436_2; Lat:19,326865; Long: -70,952723)



Foto 41 : Conglomerados estratificado de Inoa.; Ctra. Pedregal-Jánico (30MJ9498_1); Lat:19,332686; Long: -70,873834)

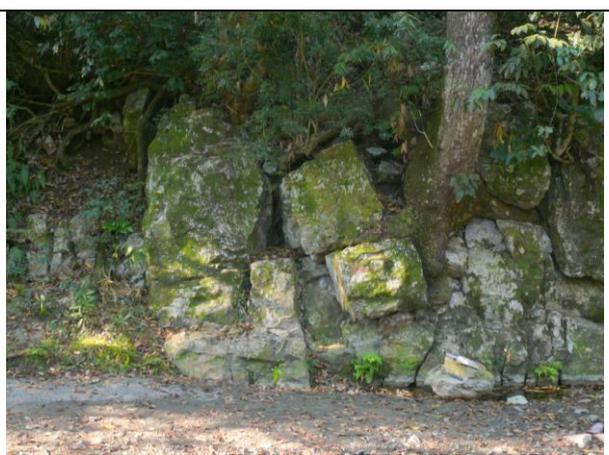


Foto 42: Calizas conglomeráticas (Fm. Magua) Arroyo Hondo, NE El Mamey (30MJ9967_1; Lat:19,330061; Long: -70,935315)

El tono rojizo correspondería a depósitos subaéreos mientras que el gris sería marino poco profundo (Palmer, 1979; Dolan *et al.*, 1991). Los cambios de color son a veces bruscos e irregulares en detalle, que podrían deberse, en parte, a cambios en las condiciones de depósito entre oxidantes y reductoras; según esto, el conglomerado rojo puede ser también marino de aguas someras muy agitadas.

La edad del Conglomerado de Inoa, datado por foraminíferos en los niveles arenosos del conglomerado grisáceo, es Oligoceno Inferior (Palmer, 1979).

2.4.1.2.4. Formación Magua (20b). Calizas conglomeráticas y brechas calizas; Oligoceno (P₃¹)

Los conglomerados y brechas calizas se han cartografiado en dos sitios: Arroyo Hondo y Cagueyes.

En el Arroyo Hondo, aflora un potente lentejón (pluridecamétrico) de calizas conglomeráticas (Foto 42), que se extiende en más de 2 km, casi hasta Botoncillo, con dirección EO y limitado al Sur por la Falla de la Española. Muro y techo no son visibles, pero en el mismo arroyo se pasa de las calizas conglomeráticas (cerca del muro ?), masivas, de color gris, recristalizadas, a los típicos conglomerados rojizos de Inoa, invadidos, en la parte inferior, por una matriz ligeramente carbonatada.

En Cagueyes, afloran espectaculares brechas calizas, separadas de los conglomerados rojizos de Inoa por la Ctra. que atraviesa el Pueblo.

Los elementos angulosos de calizas, (1-10 cm), algunos ligeramente redondeados, están prácticamente pegados, casi sin presencia de matriz (Foto 43; Foto 44). Los bloques de brechas, esparcidos en un centenar de metros, no permiten observar las relaciones con los conglomerados rojizos de Inoa.



Foto 43: Brechas de calizas (Fm Magua); Cagueyes, (30MJ9531_2; Lat:19,285415; Long: -70,829141)



Foto 44: Brechas de calizas (Fm Magua); Cagueyes, (30MJ9531_1; Lat:19,285415; Long: -70,829141)

La interdigitación y/o mezcla de las calizas y los conglomerados es un hecho frecuentemente observable (Hojas de Monción, San José de Las Matas). El conglomerado se nutre de bancos y lentejones calcáreos, y estos vuelven a desarrollarse sobre los paquetes conglomeráticos. Se producen así, brechas y conglomerados heterogéneos, con fragmentos de calizas, limos, fragmentos volcánicos y chert, junto a brechas y conglomerados bastante homogéneos tanto los clastos como la matriz.

Los niveles detríticos que alternan con las brechas calizas y conglomerados son arenitas finas, limos arenosos y lutitas (Foto 45; Foto 46). Son rocas de carácter mixto terrígeno-carbonatado, con fragmentos de cuarzo, feldespatos, fragmentos de rocas volcánicas, metamórficas y chert, así como bioclastos, en una matriz arcillosa más o menos calcárea.

Estas rocas tienen una laminación debida a la concentración de minerales insolubles, y en algunos casos neoformación de clorita, mica blanca y sericita finas, lo que a lo sumo indicaría condiciones de anquimetamorfismo.



El ambiente de depósito de las calizas corresponde a plataforma somera arrecifal, más o menos protegida. En el caso de los limos y lutitas el ambiente correspondería al de abanicos submarinos, presumiblemente como turbiditas.

En el marco de este proyecto se ha podido datar del Oligoceno-Mioceno inferior las calizas conglomeráticas cartografiadas en la esquina SO de la Hoja colindante de San José de Las Matas situadas en el mismo contexto, es decir al techo de los conglomerados rojizos de Inoa, y por debajo del conglomerado Bulla en el borde Sur de la Cuenca de Tavera. Esta edad corresponde también a la de las calizas de Monción situadas un poco más al Oeste en la Hoja de Monción. En esta Hoja de Jánico, al Sur de Damajagua, los tramos de calizas de la Fm Velazquitos, depositados por encima de los conglomerados de Inoa y del conglomerado basal de Velazquitos han sido datados también del Oligoceno (ver capítulo Fm Velazquitos).

2.5. Oligoceno inferior

2.5.1. La Formación Velazquitos

2.5.1.1. Generalidades

La Fm Velazquitos, (unidad de la Fm Tavera, Cooke in Vaughan et al., 1922; Grupo Tavera: Palmer, 1963, 1979; Reimer 1979, Groetsch, 1983, Dolan et al., 1991), aflora en las Hojas de Jánico y La Vega, en una pequeña cuenca de 30 km de extensión NNO-SSE, de 2 a 5 km de ancho, limitada al Sur por la Falla de la Española y al norte por los conglomerados suprayacentes de la Fm Represa.

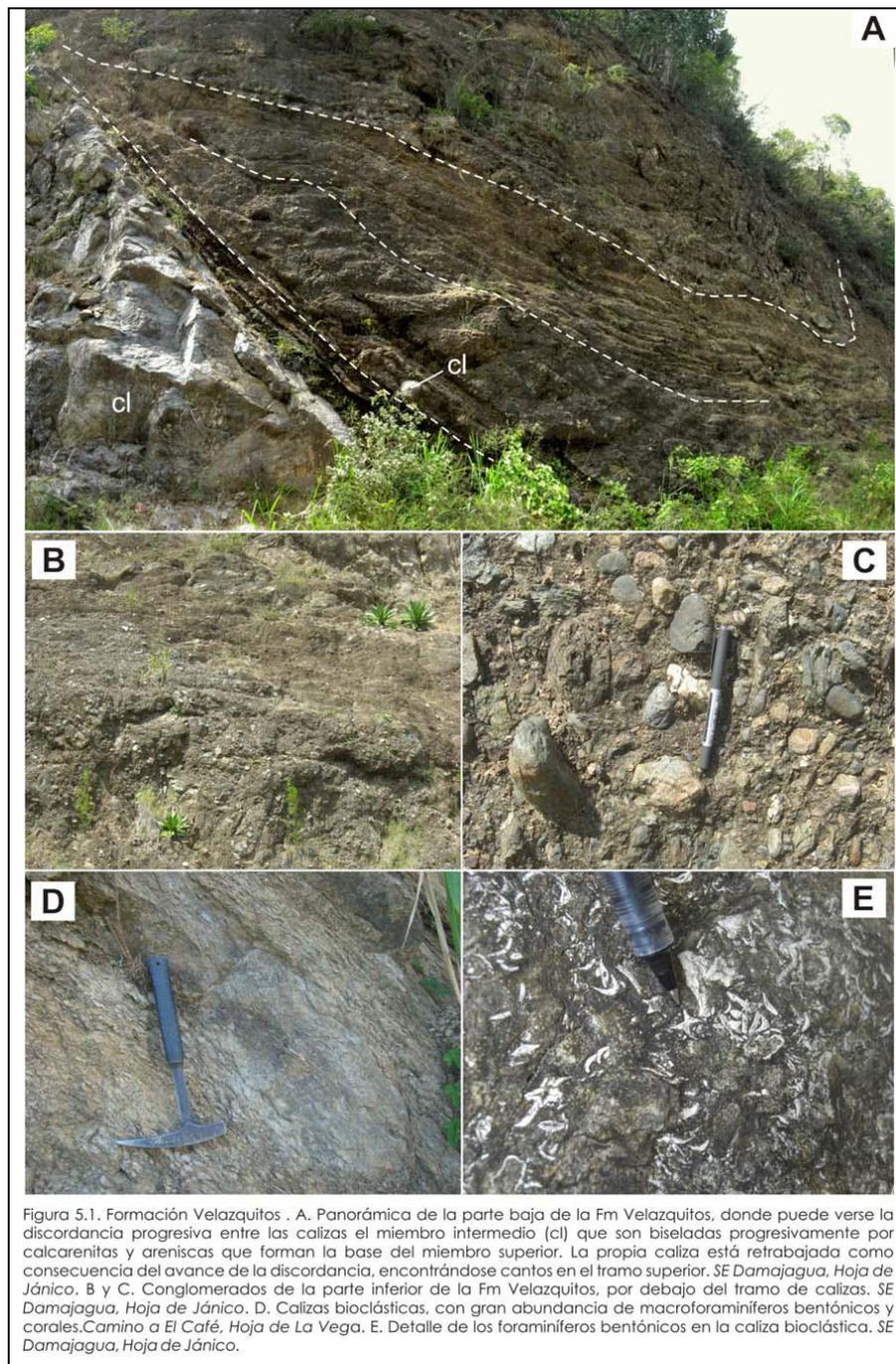
Esta descripción de la Fm Velazquitos (Abad y Pérez Valera, 2009) coincide a grandes rasgos con la descrita en Dolan et al., (1991), basada en datos de Palmer (1979).

La formación Velazquitos está compuesta por tres tramos litológicos diferenciados, que de muro a techo son: un tramo basal conglomerático compuesto por unas decenas de metros de conglomerados y brechas de tonos grisáceos con clastos decimétricos redondeados que intercalan niveles métricos de areniscas y esporádicamente, limos arenosos (miembro V1). Suelen tener fábricas matriz-soportadas, aunque con una cierta organización. Por encima de este tramo, se encuentra un tramo métrico a decamétrico de calcarenitas muy detríticas con concentraciones de macroforaminíferos bentónicos (discocyclinas), algas rojas y fauna somera (corales, bivalvos), organizado en bancos decimétricos con acumulación de bioclastos (miembro V2) que pasan al tercer tramo, el más potente y desarrollado que corresponde a una sucesión de centenares de metros de alternancia de niveles centimétricos de areniscas siliciclásticas de afinidad turbidítica con lutitas y margas y algunos niveles de calcilutitas y calcarenitas subordinadas (miembro V3). Esta formación presenta un desarrollo de un clivaje espaciado y un cierto grado de deformación.

En la sección al SE de Damajagua, se observa un buen corte de todo el tramo basal de la Fm Velazquitos. En este lugar la Fm Velazquitos se dispone en contacto discordante o mecánico (no se ha podido observar claramente) sobre conglomerados rojos de Inoa (Fm Magua), suficientemente distinguibles de los conglomerados de Velazquitos por presentar colores muy rojos y una mayor desorganización en sus facies. Los conglomerados de la base de Velazquitos (V1) muestran facies con fábricas matriz-soportadas, con gran proporción de arenas y microconglomerados, esporádicamente, arenas finas y lutitas, de colores grisáceos-pardos (Fig 5.1, B y C). También incluyen bancos métricos de areniscas masivas, que muestran una típica “disyunción en bolos”. Este tramo puede alcanzar una potencia superior a los 50 m. Por encima de este tramo basal (V1), se reconoce el tramo

intermedio calcarenítico (V2), compuesto por una decena de metros de calcarenita bioclástica, de aspecto masivo y pobremente estratificado, con una gran concentración de discocyclinas (Fig. 5.1, D y E) y algas rojas formando rodolitos. A techo de este tramo se encuentran algunos niveles cm de calcarenita, con un mayor contenido clástico. En este sector el tramo calcarenítico es biselado por los primeros niveles turbidíticos del tramo superior, mostrando geometrías en cuña propias de una discordancia progresiva a partir del depósito de los últimos niveles calcareníticos (Fig 5.1, A). Por encima, todavía siguen apareciendo algunos niveles calcareníticos y calcirudíticos, intercalados entre facies más finas, compuestas por alternancias de areniscas laminadas y lutitas o margas grises (V3).

La Fm Velazquitos, en su conjunto, muestra claramente la instalación de una cuenca turbidítica clásica, limitada por un borde activo de falla, probablemente transcurrente, y se pueden observar tres estadios evolutivos de la cuenca hasta que finalmente se establece una cuenca profunda con aportes de sistemas turbidíticos. El tramo basal (V1) corresponde a materiales detríticos que erosionan parte del conjunto volcánico-sedimentario y plutónico metamorfizado que en esos momentos es exhumado, e incluso, también se han reconocido en este conglomerado basal, fragmentos del conglomerado Inoa ya cementados previamente, que evidencian que éste es anterior, no pudiéndose demostrar por tanto que sea un equivalente lateral en el sentido de constituir los sedimentos proximales de las facies turbidíticas. El depósito se realiza en condiciones deltaicas o marino-someras, dominando los procesos de transporte por flujos de alta densidad. Sobre este conglomerado se encuentra, de manera concordante, un breve episodio de plataforma somera efímera, muy detrítica, con desarrollo esporádico de acumulaciones de organismos (macroforaminíferos, corales), evidenciando las condiciones marinas someras y probablemente una transgresión mayor. Por otro lado, la subsidencia de la cuenca es muy rápida debido al funcionamiento de las fallas de borde, que generan en algunos sectores discordancias progresivas y pasan de estas facies a ambientes de cuenca pelágica en muy poco espacio vertical, con frecuentes llegadas de corrientes de turbidez de baja densidad. En los sectores más occidentales de la cuenca de Velazquitos parece que es donde mayor actividad tectónica coetánea se produce. Además de observarse una discordancia progresiva en ese sector, no producida en sectores más orientales, es donde se observan también las relaciones con el conglomerado de Inoa, el cual para nosotros, desde el punto de vista secuencial, pertenecería a una secuencia inferior, depositada en un contexto diferente, más hacia el oeste, en relación con la zona de falla de La Española. Esto no significa que también pudiera seguir habiendo sedimentación del conglomerados de tipo Inoa coetánea, en los sectores occidentales (Hoja de San José de las Matas), aunque se necesitarían dataciones precisas para corroborar esto.



2.5.1.2. La Formación Velazquitos en la Hoja de Jánico

En la esquina NE de la Hoja de Jánico, la Fm Velazquitos ocupa la banda Sur de la cuenca de Tavera, con una extensión de 13 km en dirección NNO-SSE y 2 km de ancho. En el borde Sur de la cuenca, limitada por la Falla de la Española (Falla de Inoa), la Fm Velazquitos está en contacto mecánico, con la Asociación de Loma La Monja o el C. Duarte. Solo a Cagueyes o al Sur de Damajagua, los conglomerados de la base de la Fm Velazquitos parecen erosionar sobre los conglomerados de Inoa infrayacentes. Hacia el Norte, las fallas NNO-SSE y los pliegues que afectan la cuenca complican las estructuras y

los contactos con los conglomerados de Inoa son en general mecánicos. La Fm Velazquitos cubierta al Norte por los conglomerados de la Fm Represa (Oligoceno Superior) se acuña paulatinamente hacia el NNO; el cierre de la cuenca, al SE de Pedregal, está cubierto por los conglomerados de Bulla (Fm Cercado, Mioceno Superior)

Los tres miembros cartografiados de la Fm Velazquitos, son de muro a techo:

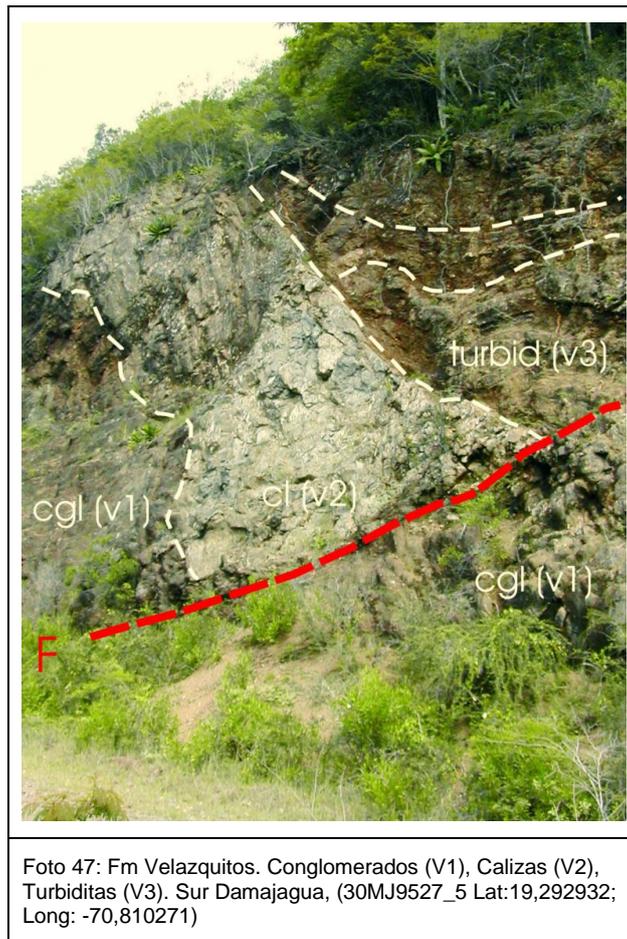
- Conglomerados, calcarenitas y calizas
- Calizas
- Lutitas grises, areniscas turbidíticas, con estratificación delgada, arcillas y localmente conglomerados.

Los mejores cortes son, de Oeste a Este:

- Ctra. Don Juan Jánico y Río Jánico
- Ctra. Jánico-Cagueyes
- Ctra. Sur Damajagua-Los Asientos-Batoncillo-Pinalitos

2.5.1.2.1. Fm Velazquitos (21). Conglomerados, calcarenitas y calizas. Oligoceno Inferior.
(P₃¹)

En la base de la Fm Velazquitos, los tramos cartografiados de conglomerados grisáceos (Foto 47) alcanzan una potencia de 10 a 80 m, con una extensión de 1 a 5 km.



Están constituidos por clastos redondeados, centimétricos a decimétricos (Foto 48), con fábricas matriz soportadas y gran proporción de microconglomerados, arenas y localmente arenas finas y lutitas de colores grisáceos a pardos. Las intercalaciones de bancos métricos de areniscas masivas, muestran una típica “disyunción en bolos”. Hacia el techo, pequeños lentejones decimétricos de calizas grises anuncian las calcarenitas y calizas del tramo intermedio de la formación (Foto 50;Foto 51).

En lámina delgada, los lentejones de calizas de la Ctra. San Juan-Los Corozos (ver la ficha ERADATA de la muestra 30 MJ9470: Lat: 19,301001; Long: -70,854816) (Foto 50; Foto 51) no se han podido datar. Corresponden a micritas con estructura grumulosa, fenestrae, y textura mudstone.



Foto 48: Brechas de la base de la Fm Velazquitos en contacto mecánico con los chert de la Asociación Loma la Monja. Pinalito. Henequén-Río Baiguaque (30MJ9974_1; Lat:19,28207; Long: -70,776659)



Foto 49: Conglomerados de la Fm. Velazquitos; Río Bao; Ctra. Bao-Damajagua (30MJ9512_1; Lat:19,302077; Long: -70,812003)



Foto 50: Fm. Velazquitos (V1) Conglomerados, nivel dcm de calizas, areniscas con “disyunción en bolos”; Ctra. Don Juan Los Corozos, (30MJ9470_1; Lat:19,301001; Long: -70,854816)



Foto 51: Conglomerados, areniscas y lentejón de calizas grises de la Fm. Velazquitos; Ctra. Don Juan Los Corozos, (30MJ9470_2; Lat:19,301001; Long: -70,854816)

2.5.1.2.2. Fm Velazquitos (22). Calizas. Oligoceno Inf. (P₃¹)

Se ha cartografiado cuatro tramos lenticulares de calizas grises con potencias métricas a decamétricas, que corresponden al miembro intermedio de la Fm Velazquitos.

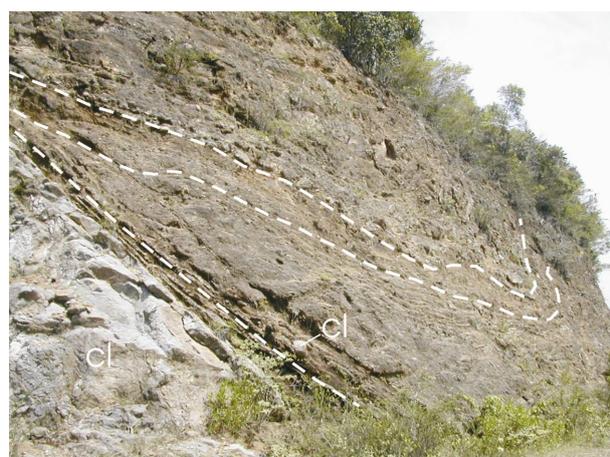


Foto 52: Fm Velazquitos. Calizas bioclásticas con gran abundancia de foraminíferos bentónicos y corales (V2) y Turbiditas plegadas (V3) con niveles de calcarenitas y bolas de Calizas coralinas a la base; Sur Damajagua; (30MJ9527_1 Lat:19,292932; Long: -70,810271)



Foto 53: Detalle de los conglomerados con bola de calizas coralinas; Fm Velazquitos; Sur Damajagua, (30MJ9527_6 Lat:19,292932; Long: -70,810271)

Las calizas masivas, pobremente estratificadas, de colores grises, corresponden a calizas bioclásticas y calcarenitas. Al Sur de Damajagua, la barra carbonatada presenta una gran concentración de macroforaminíferos bentónicos (discocyclinas), algas rojas (rodolitos) y corales. A techo, pequeños niveles de calcarenitas presentan un gran contenido clástico con elementos centimétricos y algunos bloques aislados hasta 30 cm (Foto 53).

Este tramo calcarenítico es biselado por los primeros niveles turbidíticos del tramo superior (V3), mostrando geometrías en cuña (Foto 52) propias de una discordancia progresiva a partir del depósito de los últimos niveles calcareníticos (Abad y Pérez, 2009).

Por encima, todavía siguen apareciendo algunos niveles calcareníticos y calcirudíticos, intercalados entre facies más finas, compuestas por alternancias de areniscas laminadas y lutitas o margas grises del miembro superior (V3).

En lámina delgada, las calizas del Sur de Damajagua (ver la ficha ERADATA de la muestra 30 MJ 9527: lat: 19.29293; long-70.81027) corresponden a bioruditas-biomicrocristas con estructura microbréctica, heterogénea y textura wackestone.

Las grandes especies hialinas de foraminíferos béticos (medio arrecifal) son frecuentes: *Lepidocyclina (Eulepidina) undosa* CUSHMAN, *Lepidocyclina (Lepidocyclina) cf. mantelli* (MORTON), *Amphistegina* sp, « *Operculinoides* » *panamensis* (CUSHMAN)

El intervalo de seguridad corresponde al Oligoceno-Mioceno inferior, pero más probablemente Oligoceno, basado en el criterio « ausencia de forma estrictamente miocena » (edad de los bioclastos retrabajados)

2.5.1.2.3. Fm Velazquitos (23). Lutitas grises y areniscas turbidíticas con estratificación delgada, arcillas y localmente conglomerados. Oligoceno Inf. (P_3^1)

La parte terrígena del miembro superior (V3) representa el 90 % de la Fm Velazquitos. Se trata de una sucesión de centenares de metros de alternancia de areniscas siliciclásticas de afinidad turbidítica con lutitas y margas y algunos niveles de calcilutitas y calcarenitas subordinadas (Fig. 10). Esta formación presenta un desarrollo de un clivaje espaciado y un cierto grado de deformación.

Las lutitas de colores grises a pardos (Foto 55) predominan sobre las areniscas organizadas en bancos centimétricos a decimétricos, con figuras de corrientes de tipo “groove” o “flute cast” y el típico aspecto “ladrillo” (Foto 54). Las bolas carbonatadas decimétricas, de color gris, con facies de septaria, puesta en evidencia por la meteorización son características (Foto 57).

Las intercalaciones de tramos métricos a decamétricos de conglomerados con elementos centimétricos (matriz soportada) frecuentes (Foto 56, Foto 61;Foto 58; Foto 59).



Foto 54: Areniscas (“ladrillo”) en alternancias con siltitas de la Fm. Velazquitos; Los Asientos (30MJ9525_1; Lat:19,301244; Long: -70,793597)



Foto 55: Fm Velazquitos: alternancias decimétricas a decamétricas de lutitas, areniscas y conglomerados. Sur Damajagua, (30MJ9527_7 Lat:19,292932; Long: -70,810271)



Foto 56: Conglomerados matriz soportada y graded bedding positivo en alternancias con areniscas y siltitas de la Fm Velazquitos; Los Asientos, (30MJ9523_1 Lat:19,299632; Long: -70,796492)



Foto 57: Septaria en las alternancias de lutitas, margas, y areniscas de la Fm Velazquitos; Sur Damajagua, (30MJ9520_1 Lat:19,294752; Long: -70,807434)



Foto 58: Fm Velazquitos: bancos dcm de areniscas con gravas aisladas. Río Jánico, (30MJ9597_1 Lat:19,316276; Long: -70,848232)



Foto 59: Fm Velazquitos: nivel de conglomerados (matriz soportada). Los Asientos, (30MJ9752_2; Lat:19,303422; Long: -70,788276)

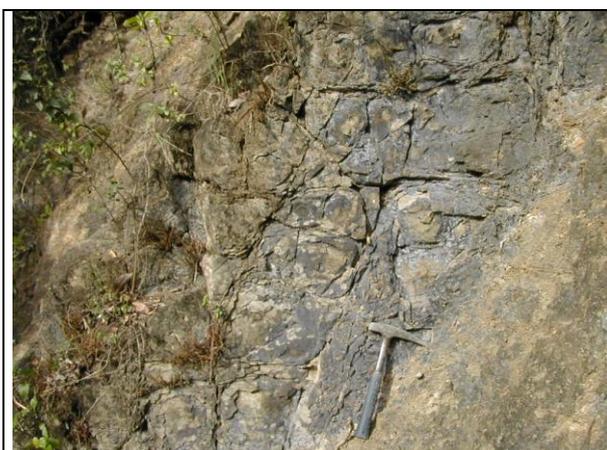


Foto 60: Fm Velazquitos: alternancias de margas, calcarenitas (facies ladrillo), siltitas y conglomerados Los Asientos, (30MJ9752_1; Lat:19,303422; Long: -70,788276)



Foto 61: Tramo decamétrico de conglomerados y areniscas en bancos cm-dcm de la Fm. Velazquitos (plegada) ; Sur Damajagua (30MJ9521_1; Lat:19,295424; Long: -70,805136)

2.6. Oligoceno Superior-Mioceno inferior

2.6.1. La Formación Represa

2.6.1.1. Generalidades

Existen descripciones y estudios muy detallados acerca de la sedimentología de la Fm Represa, pues despertó un cierto interés al inicio de la década de los 80, a partir del trabajo de Palmer (1963 y 1979) sobre el grupo Tavera en general. En Groetsch (1980) y Groetsch (1983) se encuentran muy buenas descripciones de las facies de los conglomerados de Represa, que son interpretados más o menos en los mismos términos que en este informe (Abad y Pérez 2009).

La Formación Represa (nombre en relación con la Represa de Tavera en la Hoja de La Vega) se compone de varios cientos de metros de sedimentos, de tipo conglomerático en su inmensa mayoría. La base de la formación corresponde a una discordancia con la formación Velazquitos, visible en el extremo más oriental del cinturón de Tavera (región de Higüerito,

Hoja de La Vega), mientras que hacia el oeste el contacto es mecánico por la zona de falla de Tavera. Esta formación pasa hacia arriba y lateralmente, hacia el oeste-noroeste a la Fm Jánico, en cambio lateral y gradual bien visible en la cartografía (al sur de Baitoa) y en los sectores estudiados en este informe, de manera que arbitrariamente se ha separado de la formación Jánico debido a la importancia cartográfica de los conglomerados frente a las areniscas y lutitas dominantes en la Fm Jánico. Además de los conglomerados y areniscas, se han identificado en la Hoja de La Vega, series carbonatadas, muy difícilmente visibles, situadas en el límite entre la Fm Represa y la Fm Jánico. Estos carbonatos afloran en la Loma de Juana Núñez, y son de especial interés para conocer la evolución secuencial desde la Fm Represa a la Fm Jánico, en términos de estratigrafía secuencial y cortejos sedimentarios. Por esta razón, se propone diferenciarlas en la cartografía (Hoja de La Vega), como un miembro intermedio entre las Fm Represa y Fm Jánico.

Se puede interpretar en la Fm Represa, la existencia generalizada de un sistema fluvio-deltaico, donde actúan diversos y diferentes mecanismos sedimentarios. Se han observado partes de la formación donde dominan los procesos sedimentarios producidos por flujos densos, que además, constituyen la mayoría de los procesos dominantes en la Fm Represa. Los primeros tramos observados en la serie (sector de Guardarraya, Hoja de La Vega), corresponden a tramos donde dominan los depósitos producidos por debris-flow, en un contexto marino del que se desconoce su profundidad. Las organizaciones secuenciales observadas responden tanto a secuencias de apilamiento vertical estratodecreciente, como estratocreciente, reflejando variaciones en la cantidad de aporte y/o en el nivel de base (oscilaciones en el nivel del mar). En este contexto es fácil implicar procesos tectónicos en los bordes de la cuenca, que controlan también la subsidencia y que hacen difícil saber en última instancia los procesos que condicionan la sedimentación. En la sección de la presa de Tavera (Hoja de la Vega) se observa muy bien una secuencia producida por la progradación de los sistemas deltaicos, probablemente debido al avance del frente deltaico. En la sección de La Gina (Hoja de La Vega), sin embargo, parecen dominar los procesos estrictamente aluviales, denotados por una mayor organización en los niveles conglomeráticos, apareciendo barras fluviales longitudinales con imbricación de cantos. Los tonos rojizos en el conjunto son típicos de sistemas aluviales subaéreos, y la existencia de rellenos de canales, junto con facies arenosas y limosas que corresponden a márgenes y zonas de inundación, permiten definir sistemas fluviales que probablemente serían de tipo trenzado (braided-type fluvial systems).

2.6.1.2. La Formación Represa en la Hoja de Jánico

La Fm Represa aflora al NE de la Hoja de Jánico, formando una banda EO de 14 km de largo. Se desarrolla, con gran potencia (2000 m ?) hacia el Este, en la Hoja colindante de La Vega.

En gran parte tapada por las aguas de la Presa de Bao, al Sur de Sabana Iglesias, donde la anchura es máxima (2 km), se acuña paulatinamente hacia el NNO, hasta desaparecer al Sur de Jánico por el juego de las Fallas NNO-SSE y SSW-NNE. En este tramo, el contacto es mecánico, al Sur, con la Fm. Velazquitos infrayacente (segmento de la Falla de la Española) y concordante al Norte con la Fm Jánico suprayacente.

Al Oeste de Jánico, la banda de 0,5 km de ancho de conglomerados de La Fm Represa, parece discordante sobre la Fm Velazquitos (sin que el contacto se puede averiguar cómo en la Hoja de la Vega), y en contacto mecánico, al Norte (segmento de la Falla de la Española), con la Fm Jánico o el conglomerado de Inoa.

En Arroyo Jánico, en la extremidad Oeste de la Fm Represa, los tres conglomerados regionales, Inoa (rojizos), Represa (grises) y Bulla (naranjos) están en contactos mecánicos o discordantes.

En la Hoja de Jánico, debido a las complicaciones tectónicas y a la aguas de la presa de Bao que tapan los afloramientos los más potentes, no se puede levantar una secuencia completa de la serie.

Los mejores cortes se encuentran en Arroyo Jánico y en el Río Jánico.

Las tres facies observadas son: conglomerados, areniscas y arcillas.

2.6.1.2.1. La Formación Represa (24). Conglomerados grises, areniscas y arcillas. Oligoceno Superior (P_3^2)

Dentro del gran espesor de conglomerados (2 km ?), existen diferentes facies según el sector y altura en la serie, que corresponden a varios sistemas y procesos deposicionales conglomeráticos en el detalle.



Foto 62: Conglomerados (Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9997_2; Lat:19,316081; Long: -70,828902)



Foto 63: Conglomerados (Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9997_1; Lat:19,316081; Long: -70,828902)



Foto 64: Conglomerados matriz soportada, organizados (Fm. Represa); Las Mesetas, (30MJ9589_1; Lat:19,316964; Long: -70,8263)



Foto 65: Bloque (30cm) "flotando" en el conglomerado matriz soportada de la Fm. Represa; Majagual, Arroyo Atila-Río Jánico, (30MJ9595_1; Lat:19,319761; Long: -70,846575)



Foto 66: Conglomerados (matriz soportada) con pequeñas intercalaciones de areniscas erosionadas a la parte superior (Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9992_1; Lat:19,316354; Long: -70,821803)



Foto 67: Detalle: Conglomerados (matriz soportada) con pequeñas intercalaciones de areniscas (Fm. Represa); Río Jánico; Sur Jánico, (30MJ9992_2; Lat:19,316354; Long: -70,821803)

Los conglomerados se caracterizan por unos colores grises a verdosos oscuros (Foto 62; Foto 63) y una fábrica matriz-soportada con cantos redondeados a subredondeados en general inferiores a 15 centímetros, con organización en hileras de cantos, en tamaños de clasto medio de 5-6 cm. Localmente, bloques pluridecimétricos aislados “flotan” en el conglomerado (Foto 65) La matriz es arenosa a microconglomerática. Alternan con tramos métricos de areniscas gruesas, con clastos dispersos, sobre todo en el techo de secuencias de orden métrico. En determinados niveles parecen observarse tendencias hacia la granoclasificación normal, donde además, se observan canales con estratificaciones cruzadas en surco, groseramente definidas, con rellenos positivos.

Hacia el Oeste y a la base de la serie, el potente paquete de conglomerados masivos y poco organizados parece discordante sobre la Fm Velazquitos; pero el contacto no se ha podido observar claramente.

Hacia el techo, la organización del conjunto aumenta con frecuentes intercalaciones de niveles más finos de areniscas, lutitas grises o arcillas que forman secuencias estratodecipientes decimétricas a métricas (Foto 66; Foto 67).

En el Río Jánico, al Sur de Jánico, el conglomerado se organiza progresivamente en bancos de 10-30 cm, alternando con bancos de areniscas conglomeráticas, con gravas 1-10 cm aisladas dispersas en la matriz. (Foto 68). En este mismo sector, se observa también un bloque de 1 m³ de calcarenitas (Foto 69) moldeado por los bancos de conglomerados y areniscas. Esta calcarenita corresponde a los carbonatos de plataforma somera, con macro foraminíferos bentónicos (*Lepidocyclina*), en una situación intermedia entre la Formación Represa y la Formación Jánico, que fueron cartografiados en la Hoja de La Vega (Loma de Juana Núñez). El desarrollo efímero de una plataforma carbonatada en el paso vertical de la Formación Represa a la Formación Jánico, evidencia la tendencia general transgresiva.

Así, cartográficamente, en la Hoja de Jánico, en ausencia de niveles carbonatados, el contacto con la Fm Jánico corresponde a la desaparición de los conglomerados masivos y la aparición de las alternancias monótonas de areniscas y margas de la Fm Jánico.

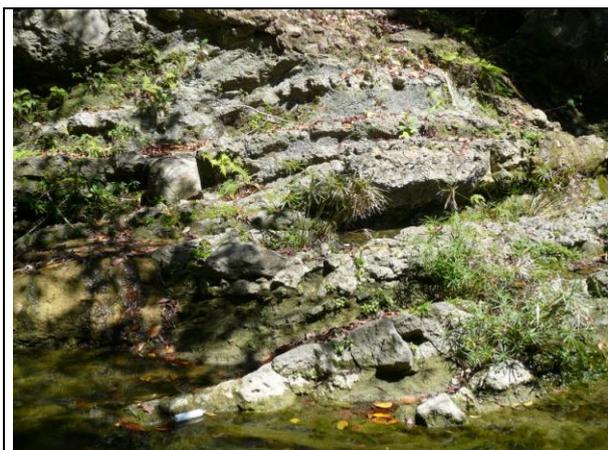


Foto 68 Conglomerado la Fm Represa pasando gradualmente a la Fm Jánico; Jánico, Río Jánico. (30MJ9001_1; Lat:19,318524; Long: -70,810206)



Foto 69: Conglomerado de la Fm Represa con bloque de 1 m³ de calcarenitas. Jánico, Río Jánico. (30MJ9001_2; Lat:19,318524; Long: -70,810206)

2.6.2. Formación Jánico: Areniscas, margas y calizas en alternancias turbidíticas con conglomerado matriz soportado subordinado -1- (Oligoceno superior-Mioceno Medio ?)

2.6.2.1. Generalidades

La Formación Jánico definida por Palmer (1979) corresponde a la parte alta del Grupo Tavera. En Dolan et al. (1991) se pueden encontrar una breve descripción e interpretación, aunque está basada en los datos de Palmer (1979). Saunders (1986) hizo unas descripciones y muestreos detallados

La Formación Jánico se compone de unos 700 metros de potencia aproximada con alternancias de areniscas, lutitas, margas y en menor proporción, conglomerados. Corresponde a un paso lateral y vertical de la Formación Represa, bien definido en la cartografía existente y también sugerido anteriormente en los trabajos de Palmer (1979) y Groetsch (1980 y 1983). El sentido del paso lateral se observa muy bien en la hoja de La Vega, y tiene una dirección ESE-WNW, de manera que en el ESE es donde mayor proporción de conglomerados existe. Este cambio lateral además, está corroborado por las medidas de paleocorrientes efectuadas tanto en los tramos conglomeráticos que entran en la Fm Jánico (imbricación de cantos), como en las medidas de marcas de muro de los niveles areniscosos de tipo turbidítico, que se encuentran alternando con niveles más finos lutítico-margosos. Además de las paleocorrientes tomadas para este estudio, se han comparado con los datos de Dolan et al., (1991) que se basan en los de Groetsch (1983), siendo comparables.

Las secciones realizadas en el marco de este proyecto (Abad y Pérez, 2009) en la Fm Jánico muestran sectores bien diferenciados, de forma que los afloramientos de Río Yaque, en las cercanías de Baitoa (Hoja de la Vega) corresponden a una sección situada en una zona próxima al cambio de facies con la Fm Represa, mientras que la sección al oeste de Jánico (Hoja de Jánico) se encuentra en una posición más occidental y, por tanto, se trata de una serie con facies más distales dentro del sistema, a la vez que posiblemente sean de la parte más alta de la serie

Por encima de la Formación Jánico existe una discordancia, bien visible en el meandro del Río Yaque del Sur, en Baitoa (Hoja de La Vega), sobre la cual se depositan sedimentos de la Formación Cercado (sensu lato, con el conglomerado Bulla a la base).

En el sector del Río Yaque del Sur (Hoja de La Vega) la Formación Jánico, observada en 400 m de potencia, está constituida por una alternancia de areniscas, desde arenas microconglomeráticas a arenas finas, con granoclasificación positiva y laminación HRF, con lutitas arenosas laminadas, grises.

Además, se intercalan paquetes métricos de conglomerados con diversa organización y facies (desde grano fino con granoclasificación positiva, amalgamados, hasta conglomerados de grano grueso con imbricación, e incluso desorganizados con abundante matriz).

Se presentan también, numerosos niveles de redepósito de fauna marina somera, en especial, de corales, los cuales constituían en determinados momentos, auténticos arrecifes redepositados en la base de megacapas, y en ocasiones, dispersos en el techo, "flotando" en facies arenosas. En general, se observan varias de estas megacapas, que muestran un espesor métrico, granoclasificación positiva, con laminación fina y bioturbación a techo (Planolites, Thalassinoides?, Rhizocorallium), aunque la mayor parte de los niveles muestra geometrías complejas, con amalgamación y superposición de diferentes procesos. Además, se han observado numerosos niveles con signos de fluidificación que terminan con niveles tractivos con sedimento y fauna de la plataforma redepositada (Fig. 1).

La tendencia vertical es estratodecreciente, de manera que hacia la parte alta se observan exclusivamente alternancias de areniscas (de tipo turbidítico), margas y lutitas grises, con una proporción superior de esta última facies respecto a las intercalaciones centimétricas de arenas, que muestran espaciados decimétricos a métricos. Justo por encima de este tramo se encuentra la discordancia de la Formación Cercado (base del Grupo Yaque).

Las características sedimentológicas de los materiales de la Formación Jánico, así como su distribución y relación con la Formación Represa permite interpretar los materiales de esta formación como depositados en partes dístales de sistemas deltaicos (pro deltas de la Formación Represa), en transición a sistemas turbidíticos, desarrollándose una sedimentación de tipo mixto (mixed depositional systems, Mutti et al., 2003).

Las variaciones en los aportes, eustatismo y la influencia de factores locales, especialmente climáticos, a la vez de la tectónica, influyen en los diferentes tipos de depósitos y organización reconocidos para la Formación Jánico, especialmente en la transición con la Formación Represa. De esta manera, la alternancia entre niveles de arenas y conglomerados con lutitas, refleja la sedimentación debida a flujos de sedimentos, en ocasiones de alta densidad, con sedimentación autóctona, de tipo hemipelágico.

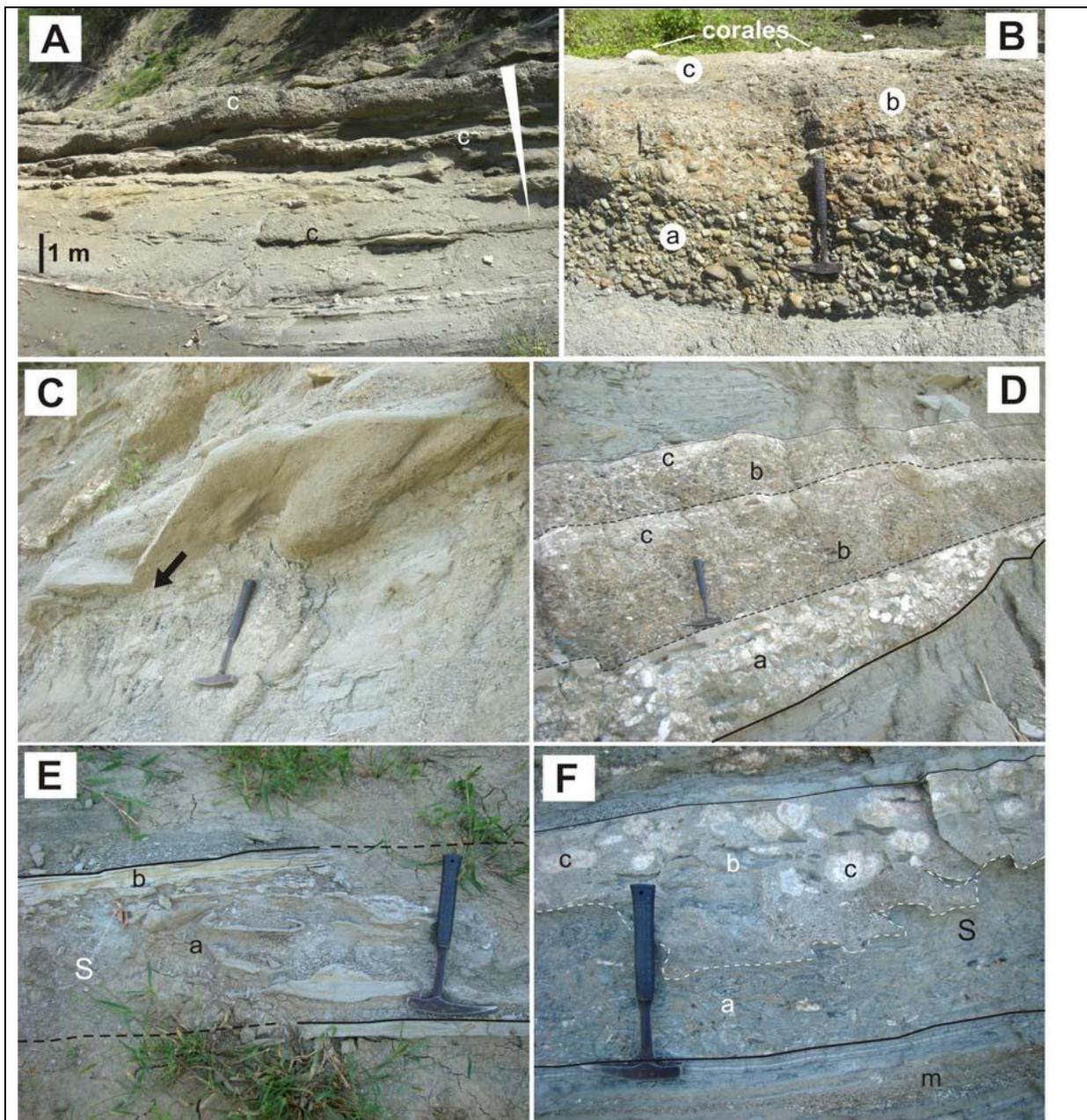


Figura 5.4. Formación Jánico. Río Yaque del Sur. Hoja de La Vega. Columna 6073-I-04 . A. Alternancia de lutitas, areniscas y conglomerados (c), formando una secuencia estratocreciente. B. Nivel de conglomerados con diferentes tipos de facies relacionadas en la vertical. a: conglomerado de cantos redondeados, clastosoportados con imbricación, b: conglomerado fino, con algo de matriz y c: areniscas con cantos dispersos y fragmentos de corales a techo. C. Nivel de arenisca mostrando gruesas marcas de muro en su base. D. Nivel complejo de conglomerados y brechas de corales, organizado en tres secuencias de energía decreciente a techo en cada una de ellas. a: brechas matrizsoportadas de corales, con base erosiva. b: conglomerado con poca matriz e imbricación. c: areniscas microconglomeráticas con cantos y bloques de corales. E. Nivel que muestra una alta fluidificación de los términos finos, formando estructuras de escape de fluidos (a) que termina con una delgada capa de arenisca fina con ripples (b), pudiendo interpretarse en conjunto como una sismita (S). F. Nivel complejo, formado por un tramo desorganizado inferior (a), formado por trozos de la serie inferior (m) rotos y deformados, a los que sigue un nivel de arenisca bioclástica con cantos de corales (c) inmersos. Podría interpretarse en su conjunto como una sismita (S), donde también es patente la fluidificación en el contacto entre las facies a y b.

Fig. 12. Formación Jánico en las Hojas de La Vega y Jánico. (Abad y Pérez, 2009)

En la sección del Río Yaque dominan los procesos de sedimentación de alta densidad, con gran cantidad de elementos someros retrabajados (principalmente corales) formando mega capas que se reconocen de forma cíclica y que muestran organizaciones secuenciales en muchos casos de tipo thickening upward. En otras ocasiones, se depositan capas de arena fina, producidas por corrientes de turbidez de baja densidad, y los tramos conglomeráticos parecen obedecer a diferentes tipos de procesos, pues muestran gran cantidad de facies diferentes, pudiéndose interpretar al menos depósitos de debris flows y grain flows.

Es destacable la abundancia de niveles deformados, que muestran una asociación de facies genéticamente relacionadas y que podrían interpretarse como sismitas o huracanitas.

Hacia el oeste (en la Hoja de Jánico) y hacia arriba en la vertical (serie del Río Yaque), las características de los materiales parecen más acordes con sistemas de cuenca turbidítica, con depósitos mayoritariamente producidos por corrientes de baja densidad, por lo que la secuencia sería transgresiva en su conjunto, desde los materiales fluviales de la Formación Represa (sección de La Gina en la Hoja de La Vega) hasta la parte alta de la Formación Jánico. Además, la presencia de sistemas carbonatados de plataforma marina somera, con concentraciones de macro foraminíferos bentónicos (*Lepidocyclina*) en una situación intermedia entre la Formación Represa y la Formación Jánico (Loma de Juana Núñez, Hoja de La Vega), indica también el desarrollo efímero de una plataforma carbonatada en el paso vertical de la Formación Represa a la Formación Jánico, evidenciando la tendencia general transgresiva.

2.6.2.2. La Formación Jánico en la Hoja de Jánico

La Fm Jánico ocupa una banda EO de 10 km de largo y 1-2 km de ancho (aproximadamente 14 km²), en el borde NE de la Hoja de Jánico. El contacto Sur, con la Fm Represa infrayacente, es normal al Este de Jánico y mecánico al Oeste (Falla de Tavera-La Española). El techo de la formación, en contacto discordante con el conglomerado de Bulla suprayacente, se encuentra más al Norte en la Hoja de San José de Las Matas o más al Este en la Hoja de la Vega, donde se desarrolla la serie. Hacia el Oeste, la Fm Jánico está en contacto por falla con el conglomerado de Inoa a La Majagua-Arroyo Hatillo.

Los mejores cortes son, de Oeste a Este:

- Ctra. Jánico San José de las Matas
- Ctra. Santiago-Jánico
- Río Jánico en Jánico

- Ctra. Jánico-Las Mesetas

- Ctra. Sabana Iglesias

En esta serie muy monótona, solo se cartografió una unidad, con alternancias de areniscas, lutitas, margas, calcarenitas y conglomerados

2.6.2.2.1. La Fm Jánico (25). Areniscas turbidíticas con estratificación de medio a fina, lutitas, margas y conglomerados. Oligoceno Superior (P_3^2) a Mioceno Medio ($N1^2$).

El paso progresivo de la Fm Represa a la Fm Jánico, bien observable en Jánico, en el Río Jánico, se hace por un tramo de colores grises, de 10-20 m de potencia, con bancos 10-70 cm bien organizados (Foto 70) de conglomerados matriz soportada y areniscas conglomeráticas (70%), en alternancias con lutitas y margas (30%). La proporción de clastos, cm a dcm, en los conglomerados disminuye rápidamente, hasta cantos (5-10 cm) redondeados aislados en los microconglomerados y areniscas más o menos carbonatados. "Load cast" y "flute cast" son figuras frecuentes a la base de los bancos. Dentro de un mismo banco de 30 cm de potencia, se observan granoclasificaciones positivas, desde microconglomerados matriz soportada a la base, hasta arenas finas al techo, con cantos dcm, redondeados, "flotando" en la matriz más fina. La superficie de los techos de bancos es lisa.

Por encima de este tramo basal transicional, se desarrolló una serie muy monótona, de más de 700 m de potencia, con alternancias, en general decimétricas, de areniscas-calcarenitas (50%) sobresalientes y lutitas-margas (50%) (Foto 71; Foto 73).

En las intercalaciones decimétricas de microconglomerados matriz soportada se observan granoclasificaciones positivas, desde gravas cm hasta arenas gruesas (Foto 72; Foto 74).

El tono general de la serie es de color gris claro, debido a la meteorización, general en este conjunto muy permeable.

El techo de los bancos de areniscas-calcarenitas presentan figuras de desecación poligonal con aspecto de ladrillo espectacular (Foto 75;Foto 76;Foto 77).

Las impresas de hojas son frecuentes (Foto 78).

En lámina delgada (ver las fichas ERADATA de la muestra 30MJ9583: Lat: 19,32374; Long: -70,79463 de la Ctra. Jánico-Las Mesetas y de la muestra 30MJ9586: Lat: 19,32194; Long: -70,77723) de Las Mesetas), se trata de antigua biomicrita recristalizada o biolitomicrita con estructura microbréctica y textura wackestone a packstone. Corresponde a una facies turbidítica retrabajando material de plataforma.

Los principales foraminíferos béticos son *Heterostegina antillea* CUSHMAN, *Lepidocyclina* sp., *Amphistegina* sp., *Miogypsina* cf. *panamensis* (CUSHMAN), Nodosariidae y fragmentos de *Cyclorbiculina? compressa* (de ORBIGNY), *Miosorites americanus* (CUSHMAN), *Cushmania americana* (CUSHMAN).

Los foraminíferos planctónicos son muy raros y difícilmente determinables: *Globigerina* sp., *Neogloboquadrina dutertrei* (de ORBIGNY) ?

El intervalo de seguridad obtenido es del Oligoceno inferior alto a Mioceno inferior (microfósiles retrabajados del Eoceno y Oligoceno Inferior alto a Mioceno Inferior), con dataciones no fiables a 100%.

En conclusión, con las dificultades de datación inherentes a la meteorización, que dificulta un muestreo de buena calidad, la edad adoptada en este trabajo para la Fm Jánico es Oligoceno superior a Mioceno Medio.



Foto 70: Fm. Jánico: alternancias de calcarenitas, conglomerados y margas de la base de la Fm. Jánico. Río Jánico. Sur Jánico (30MJ9838_2 Lat:19,323152; Long: -70,814152)



Foto 71: Fm. Jánico: alternancias dcm de arenisca-calcarenitas y margas. Salida oeste de Jánico (30MJ9490_1; Lat:19,329705; Long: -70,830422)



Foto 72: Fm. Jánico: microconglomerados matriz soportada en las alternancias de calcarenitas y margas, Salida oeste de Jánico (30MJ9486_3; Lat:19,325623; Long: -70,820691)



Foto 73: Fm. Jánico: alternancias dcm de calcarenitas, margas y siltitas grises, Salida norte de Jánico (30MJ9485_1; Lat:19,326466; Long: -70,8158156)



Foto 74: Fm. Jánico: alternancias dcm de margas, calcarenitas y conglomerados matriz soportada, Salida norte de Jánico (30MJ9486_2; Lat:19,325623; Long: -70,820691)



Foto 75: Fm. Jánico: calcarenitas : facies "ladrillo" de desecación del techo de un banco de calcarenitas Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_1; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)



Foto 76: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies "ladrillo" de desecación) Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_2; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)



Foto 77: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies "ladrillo" de desecación) Sabana Iglesias (30MJ9570_1; Lat:19,331316; Long: -70,766971)

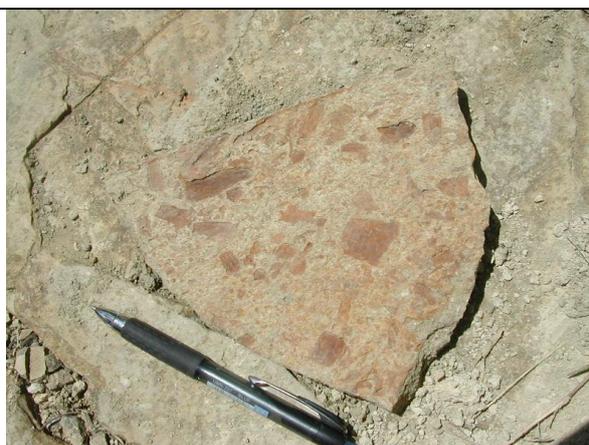


Foto 78: Fm. Jánico detalle de impresiones de hojas al techo de un banco de calcarenitas. Sabana Iglesias (30MJ9570_2; Lat:19,331316; Long: -70,766971)

La serie de Jánico buza suavemente hacia el Norte, donde está cubierta discordantemente por el conglomerado de Bulla en el Sur de la Hoja de San José de las Matas.

2.7. Mioceno superior

2.7.1. La Formación Bulla. Conglomerado de Bulla

2.7.1.1. Generalidades

El Conglomerado de Bulla fue definido en 1920 por Cooke, frente al poblado de Bulla, en un corte del Río Mao, y considerado, en un principio, como de escaso desarrollo lateral. Con posterioridad, Marcano (1980) lo cita en Jánico, San José de las Matas, alrededores de

Monción, Santiago Rodríguez y Dajabón, así como en la parte sur de la Cordillera Central, en San Juan de la Maguana.

Fue considerado como el miembro basal de la Formación Cercado (Grupo del Yaque), al igual que el Conglomerado de Baitoa, pero este con abundantes fósiles marinos y como parte del anterior (Palmer, 1979). En su descripción del Conglomerado Bulla, Cooke (1922) cita fósiles marinos de aguas someras sólo en su parte superior, en la localidad tipo. Sin embargo Bermúdez (1949) cita fósiles marinos en algunas lentes de arena dentro del conglomerado. Para Marcano (1981) Bulla es azoico y debe considerarse como una formación propia; para este autor el lugar señalado con fauna marina no corresponde al conglomerado Bulla, sino que se ubicaría más al norte, en niveles conglomeráticos de la Formación Cercado. En este trabajo se considera la Formación Bulla para este conglomerado.

El Conglomerado Bulla es de color gris amarillento a pardo-rojizo y está formado por cantos ígneos fundamentalmente, sobre todo de composición ácida (tonalitas y granitoides), pero también de rocas básicas (gabros y basaltos), así como de cuarzo, pizarras y calizas. Se encuentran bloques de orden métrico, hasta de ocho metros, muy angulosos a semiredondeados, hasta cantos centimétricos con matriz arenoso-limosa en proporción variable.

Lo más común es que los cantos ígneos estén muy alterados particularmente los cantos tonalíticos. El Conglomerado de Bulla se interpreta como depósitos de abanico aluvial o de fan delta, con tendencia ligeramente retrogradante. Las facies son las típicas de canales en la franja proximal-media del abanico. Los aportes procederían del sur, pero hacia techo existe una inversión de paleocorrientes que podría deberse a un cambio paleo geográfico, o al retrabajo marino por deposición de los abanicos en el mar (fan delta).

El espesor observable suele ser de una o varias decenas de metros, Cooke (1920) cita una potencia de 120 m en la localidad tipo, pero pueden llegar a 300 m en la Hoja de Monción. Tienen una disposición subhorizontal, ligeramente buzando al Norte. Por la distribución y forma de los afloramientos, así como otras características estratigráfico-sedimentológicas, se trata de importantes abanicos aluviales con sus ápices y canales asociados, en gran parte, a la reactivación de fracturas.

La base del conglomerado está marcada por una discordancia, apoyándose sobre diferentes unidades como son el Complejo Duarte y las formaciones de Jánico, Amina-Maimón y Magua, incluyendo el Conglomerado de Inoa.

La morfología de abanicos aluviales es apreciable en la cartografía. Al Oeste de Monción y Norte de Gurabo, en el conglomerado se intercalan lentejones formados por cantos predominantemente calizas, muy coralinas, que terminan constituyendo lentejones de

calizas masivas que se intercalan en la serie conglomerática (Calizas de Monción). En las cartografías previas disponibles, la Caliza de Monción correspondía a un afloramiento único de aproximadamente 3 km. de longitud y 1 km. de anchura. En la cartografía de la hoja Monción (Sysmin 2004) se ha podido constatar la existencia de dos tipos diferentes de calizas en el mismo afloramiento, separadas entre sí por un paquete de conglomerados tipo Bulla; las calizas inferiores pertenecen a la Formación Magua, de edad Eoceno-Oligoceno; en cambio, las calizas superiores se disponen de forma subhorizontal o ligeramente basculadas hacia el NNE, han sido datadas como Oligoceno Superior-Mioceno Inferior y son las que deben considerarse como Caliza de Monción, de forma exclusiva.

Generalmente se considera que los conglomerados pasan lateral y transicionalmente a las facies más comunes de la Formación Cercado, llegando a desaparecer el conglomerado basal; otras veces el contacto es neto, coincidiendo con superficies de interrupción de la sedimentación.

La edad atribuida en este proyecto al conglomerado Bulla es Mioceno medio alto a superior basal. Las partes altas de la unidad, por encima de la Caliza de Monción o de su discontinuidad equivalente, pasan lateralmente a la Formación Cercado de edad Mioceno superior.

2.7.1.2. La Formación Bulla. Conglomerado de Bulla en la Hoja de Jánico

El conglomerado de Bulla cubre una superficie triangular de 10 km² en el centro norte de la Hoja, con una potencia que pasa de 0 a 140 m máximo.

Al Sur, el conglomerado es discordante o en contacto mecánico con el Sócalo de la Cordillera central (Asociación Loma La Monja, C. Duarte) y las Formaciones del Grupo de Tavera: Fm Magua (basaltos y conglomerado de Inoa) (Foto 79); Fm Velazquitos (conglomerados, calizas y lutitas) y Fm Represa (conglomerados). En Arroyo Jánico se observan los tres conglomerados con tonos muy característicos: Inoa (rojizo), Represa (gris) y Bulla (naranja).

El conglomerado de Bulla se desarrolla hacia el Norte, al límite de la Hoja de Jánico y al Sur de la Hoja de San José de Las Matas. Está interrumpido, a nivel de Pedregal-Cerro Gordo, por una banda EO de 700 m de ancho de conglomerados de Inoa, a favor de un resalto de 100 m de la Falla de Inoa. Este resalto puede apreciarse entre la base del conglomerado en Arroyo Jánico (cuota 480-500 m) y en Cerro Gordo (cuota 600 m) (Ctra. Jánico-San José de Las Matas).

Esta localización al borde de la cuenca de Tavera y la forma de los afloramientos se relacionan con el control del paleorrelieve o, incluso, a la tectónica sinsedimentaria (Bernárdez, 2004).

En este trabajo no se ha podido datar este conglomerado, considerado del Mioceno superior basal.

Los mejores cortes son:

- Ctra. Pedregal-La Cana-Don Juan
- Pedregal-Arroyo Jánico-Río Jánico
- Ctra. San José de Las matas-Jánico (Cerro Gordo)

Se ha cartografiado solo una facies de conglomerado grosero, con arenas y arcillas muy subordinadas.

2.7.1.2.1. La Formación Bulla (26) Conglomerados masivos, arenas y arcillas; Mioceno superior N₁³

La formación Bulla está formada por unos 140 metros de conglomerados azoicos, muy masivos, de geometría tabular y matriz arenosa de fina a media, de tonos ocre y amarillentos claros (Foto 80). Si bien es difícil de observar sobre el terreno, se han descrito algunas morfologías canaliformes de amplia extensión lateral, superpuestas lateral y verticalmente, así como superficies de erosión internas definidas por cambios granulométricos bruscos. Subordinadas a las facies más gruesas, que constituyen el 90% de los depósitos, pueden aparecer intercalados niveles centimétricos de arenas finas, de color beige, con gravas y cantos dispersos que separan episodios conglomeráticos. Aunque existe un alto porcentaje de matriz, la mayor parte de los cantos se encuentran en contacto entre sí, definiendo una fábrica clasto-soportada. La distribución de tamaño de los clastos es muy heterométrica (de 2 a 50 cm), aunque su longitud media corresponde al tipo cobble (64mm < 256 mm). Los clastos son de naturaleza ígnea en su mayoría (basaltos, gabros, andesitas, tonalitas y otros granitoides), pero también se han podido observar algunos esquistos y rocas epiclásticas. Aunque, en general el grado de esfericidad y de redondeamiento de los cantos es muy alto, existen poblaciones de textura algo más inmadura (subangulosos a subredondeados). Los clastos de rocas plutónicas se encuentran intensamente arenitizados, lo que le confiere a esta unidad un aspecto muy característico. Dada la escasa potencia de los afloramiento no se ha podido definir tendencias dentro de la sucesión sedimentaria. Por otro lado, no se han encontrado ningún tipo de evidencia sedimentaria o paleontológica que indique la influencia de procesos costeros o marinos en esta sección.

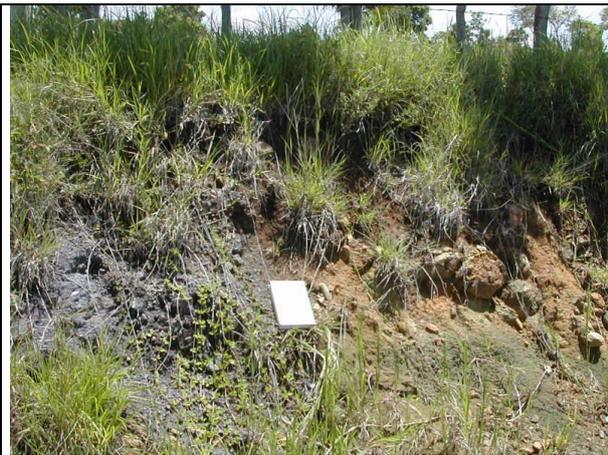


Foto 79 : Conglomerado de Bulla (naranja) discordante sobre los Basaltos del C. Duarte (borde norte del batolito El Bao); Los Lirios Ctra. La Cana-Don Juan (30MJ9449_1; Lat:19,295586; Long: -70,884015)



Foto 80 : Conglomerado de Bulla. Don Juan (30MJ9452_1; Lat:19,296678; Long: -70,865819)



Foto 81 : Conglomerado de Bulla (naranja) por encima del conglomerado de Inoa (rojo) discordante sobre la Tonalita con anfíboles aciculares cm, La Cana (borde norte del batolito El Bao); (30MJ9445_1; Lat:19,300373; Long: -70,894492)

2.8. Cuaternario

2.8.1. Pleistoceno

En esta zona montañosa, los depósitos del Pleistoceno corresponden a las terrazas medias o altas.

2.8.1.1. Terrazas medias o altas (27): Gravas y arenas; Pleistoceno (Q1-3)

Las principales terrazas medias o altas se localizan a lo largo del Río Bao: confluencia Arroyo Damajagua-Río Bao, Río Arriba, Palero, Los Asientos. Están colgadas en una o ambas márgenes, a una altura de 20 a 100 m por encima del cauce actual, indicando un encajonamiento importante desde el Pleistoceno.

Se trata de superficies llanas, con depósitos de gravas, arenas y arcillas subordinadas, que sobresalen del cauce actual.

2.8.2. Holoceno

Los depósitos del Holoceno corresponden a las siguientes facies:

- Terrazas bajas o llanuras de inundación,
- Coluviones,
- Fondos de valle
- Deslizamiento antrópico

2.8.2.1. Terrazas bajas o llanuras de inundación (28): Gravas y arenas; Cuaternario (Q4)

En esta zona montañosa, la mayoría de los depósitos colgados, que sobresalen, desde varios metros hasta 20 m por encima del cauce actual, son de extensión muy reducida para ser cartografiados a escala 1/50.000. Debido al fuerte encajonamiento, estos depósitos están erosionados por las fuertes crecidas de los ríos en periodo ciclónico.

Las principales terrazas bajas o llanuras de inundación, constituidas por gravas y arenas, con arcillas subordinadas, están localizadas en el Sur de la Hoja, en la parte alta de los Ríos principales: Inoa, Bao, Jagua, y Baiguaque.

2.8.2.2. Coluviones (29): Brechas, arenas con cantos y arcillas; Cuaternario (Q4)

Los principales coluviones de piedemonte se encuentran en los relieves del SO del batolito del Río; subrayan también algunas fallas o tramos muy encajados de los Ríos Bao y Jagua en los basaltos del C. Duarte esquistosados y desmenuzables. En Sabana Iglesias (Esquina NE de la Hoja), los relieves constituidos por alternancias de areniscas y margas muy desmenuzables de la Fm Jánico generan un importante cono de coluviones. En periodo de fuertes lluvias estos coluviones podrían producir derrumbes peligrosos para las poblaciones instaladas en estas laderas.

En el mapa topográfico, las curvas de niveles subrayan los depósitos de coluviones con formas triangulares características, aprovechadas para la cartografía de dichos depósitos en las zonas montañosas inaccesibles.

Son depósitos poco consolidados, sin estratificación, con bloques, arenas con cantos angulosos y algo de matriz arcillosa. Están localizados en áreas con pendientes fuertes y en relación con importantes fracturas que parecen haber tenido rejugos recientes.

Al Sur del Batolito El Bao, la Loma Colorada está rodeada de importantes coluviones rojizos correspondiendo al desmantelamiento de Gabros y tonalitas meteorizadas. Estos coluviones con bloques de gabros y tonalitas en una matriz arcillosas rojas se siguen hasta el fondo de valle. Muchos tramos aislados de pseudolateritas encontrados en fondos de valle en la Cordillera Central, han sido transportados como coluviones o derrumbes (Foto 82; Foto 83; Foto 84; Foto 85).

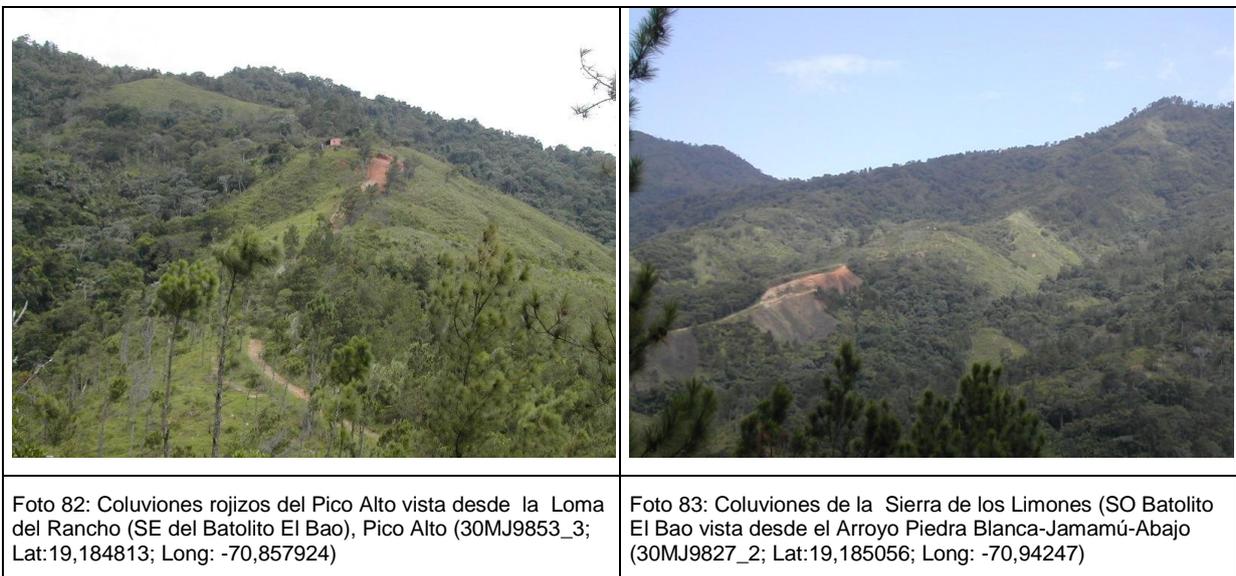




Foto 84: Meteorización fuerte de las tonalitas de la zona de cizalla De la Meseta; Los Junquitos Mata Grande, (30MJ9237_1; Lat:19,209914; Long: -70,987166)



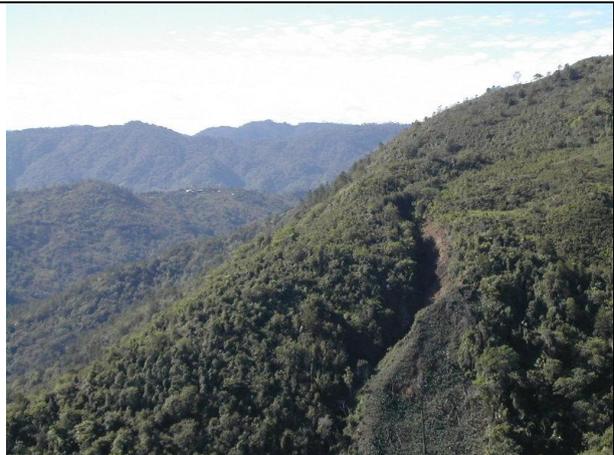
Foto 85: Coluviones rojizos del Pico Alto (SE del Batolito El Bao), Pico Alto (30MJ9853_5; Lat:19,184813; Long: -70,857924)



Foto 86: Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta (SO Batolito El Bao), (30MJ9275_1; Lat:19,179177; Long: -70,978629)



Foto 87: Pequeño deslizamiento en las Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta (SO Batolito El Bao), (30MJ9275_2; Lat:19,179177; Long: -70,978629)

	
<p>Foto 88: Pequeño deslizamiento en las Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta (SO Batolito El Bao), (30MJ9276_1; Lat:19,175649; Long: -70,977177)</p>	<p>Foto 89: Erosión intensa, grieta de derrumbe en las Arcillas rojas, meteorización de los basaltos C. Duarte; Loma Prieta Arroyo El Monte (SO Batolito El Bao), (30MJ9284_1; Lat:19,172674; Long: -70,959038)</p>

2.8.2.3. Fondos de valle (30): Gravas, arenas y arcillas; Cuaternario (Q4)

Los depósitos de fondos de valle no son muy abundantes en esta zona montañosa.

Los más importantes están ligados a las cuencas de los Ríos principales: río Inoa y sus principales afluentes, arroyo Balamillo, arroyo La Piña, arroyo Yerba Buena, en la esquina NO de la Hoja, el río Bao y sus afluentes, los ríos Jamamú, Jagua, Baiguaque y Jánico en el resto de la Hoja.

A lo largo del cauce de estos ríos existen depósitos de forma intermitente según tramos. En el área de cabecera, en uno o varios kilómetros, existen predominio de bloques (hasta de varios m³) y cantos decimétricos. Aguas abajo, todavía en el curso alto de los ríos, alternan los tramos de afloramientos rocosos y con rellenos de gravas y cantos, que paulatinamente van siendo más arenosos.

2.8.2.4. Deslizamientos antrópicos (31) Cuaternario (Q4) Actual

En relación con la explotación de la antigua mina de Mata Grande, en la época de Trujillo (años 50) los explosivos generaron un sistema de grietas abiertas en los relieves inmediatos de la mina. La casi verticalidad de la serie anfibolítica (S0-S1) aumenta el factor riesgo para futuros deslizamientos poniendo en peligro la carretera de Mata Grande y las habitaciones ubicada entre la carretera y el Río Bao (Foto 90; Foto 91).

	
<p>Foto 90: Cantera de la Mina Cu-Au abandonada de Mata Grande; diques de Cuarzo en anfibolitas (30MJ9213_2; Lat:19,208608; Long: -70,973954)</p>	<p>Foto 91: grietas relacionadas con la explotación de la antigua Mina Cu-Au de Mata Grande; (30MJ9216_2; Lat:19,208608; Long: -70,973954)</p>

3. PETROLOGIA, METAMORFISMO, GEOQUIMICA y GEOCRONOLOGIA

3.1. Petrología

3.1.1. Las rocas intrusivas y filonianas de la Hoja de Jánico

Las rocas intrusivas y filonianas ocupan aproximadamente el 40% de la Hoja de Jánico, con los dos batolitos sintectónicos, predominantemente tonalíticos, del Bao y Jumunucu, que intruyen y metamorfizan dinamo térmicamente las rocas volcánicas del C. Duarte. Hacia los bordes de los Batolitos, aparecen también bandas y roof pendants de anfibolitas foliadas que incluyen o se relacionan con cuerpos elongados de metacumulados ultramáficos.

A: Batolito del Bao

El más importante, el batolito de El Bao (155 km²), aflora casi totalmente en la mitad Oeste de la Hoja de Jánico, excepto su terminación NNO en las esquinas de las hojas colindantes de Diferencia, San José de Las Matas y Monción, y su terminación Sur que roza la Hoja de Manabao. Su forma romboedra, sigmoidea, con el gran eje NNO-SSE, está relacionada con el juego de las fallas regionales transcurrentes: zona de Falla de la Española, que lo limita al norte, y las tres zonas de cizallas con anfibolitas y tonalitas foliadas de la Meseta, al Oeste, Las Placetas-Franco Bidó al Sur y Río Guanajuma al Este.

El Batolito del Bao ha sido objeto de estudio por Palmer (1963) y Lewis et al. (1991). Kesler et al. (1991) obtuvieron 6 edades: K-Ar en biotitas de 33±2 y 49±2 Ma, y sobre hornblendas

de $68,4 \pm 0,9$ y $70,5 \pm 0,8$ Ma, que pueden indicar la presencia de al menos dos eventos térmicos durante la historia de erosión del Batolito.

En el marco del Proyecto SYSMIN se han obtenido edades basadas en análisis del calentamiento incremental $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en hornblendas de intrusiones dioríticas a tonalíticas del Batolito de El Bao entre 75 y 88 Ma (ver capítulo de geocronología: 3.3.1.1)

Las observaciones de campo y los datos petrológicos permiten establecer en el Batolito del Bao una secuencia intrusiva general, en la que los primeros magmas en cristalizar fueron los cumulos ultramáficos, gabros y dioritas, así como sus equivalentes metamórficos, posiblemente formando una serie ígnea comagmática. Posteriormente, intruyó el importante volumen de magma cuarzo-diorítico a tonalítico, que engloba y asimila gran parte el complejo gabroico-ultramáfico, que sólo queda preservado como pasillos de enclaves y mega enclaves de rocas metaultramáficas y anfibolíticas. Esta intrusión masiva tuvo lugar durante una etapa de deformación dúctil que produce fábricas en estado magmático y subsólidas en las tonalitas, y bandas de cizalla anfibolíticas en las rocas gabroicas. Las tonalitas con hornblenda evolucionan composicionalmente a leucotonalitas con hornblenda y biotita, que forman típicamente facies apicales y diques más competentes a la erosión en todo el sector de Mata Grande. Los diques máficos intruyen en la tonalita en un estadio muy tardío, desarrollando frente a ella contactos netos y bordes enfriados.

B: Batolito de Jumunucu

El Batolito de Jumunucu (7 km^2) aflora en la esquina SE, separado del Batolito del Bao por la zona de cizalla de Las Lagunas-Franco Bidó; se desarrolla hacia el SE, en las hojas de Manabao, Jarabacoa y La Vega.

Constituye un complejo plutónico de geometría ovalada y dirección general entre O-E y ONO-ESE, algo oblicua respecto a la dirección de las estructuras del conjunto metamorfozado en la Cordillera Central. Hacia el Este probablemente conecta bajo la Cuenca de Jarabacoa con el batolito de Bella Vista. Las rocas plutónicas del Batolito de Jumunucu han intruido y metamorfozado dinamo-térmicamente a las rocas volcánicas del C. Duarte y del Grupo Tireo, a las que engloban en forma de enclaves. Encima de las rocas tonalíticas del batolito, aparecen roof pendants y mega-enclaves de la Fm Restauración del Grupo Tireo, las cuales resultan variablemente deformadas y corneanizadas. Los estudios previos en el Batolito de Jumunucu fueron realizados por Palmer (1963) y Lewis et al. (1991). No existen datos geocronológicos previos sobre la edad del Batolito. En el Proyecto de investigación ARCO (financiado por España) se han obtenido edades U-Pb en zircones en los gabros hornbléndicos del BJ de $89,63 \pm 0,17$ Ma. En el marco del Proyecto SYSMIN,

en la Hoja vecina de Jarabacoa, el cuarzo-gabro hornbléndico del Batolito de Jumunucu ha proporcionado una edad de $89,63 \pm 0,17$ Ma, por el método U-Pb en zircones; la leucotonalita del Batolito de Jumunucu no ha proporcionado un *plateau* claro de hornblenda, pero los saltos de mayor temperatura definen una edad de $67,1 \pm 1,05$ Ma.

Los trabajos cartográficos, petrológicos y geoquímicos realizados en el curso del presente Proyecto, ha permitido establecer que la serie plutónica del Batolito de Jumunucu puede agruparse en cuatro unidades cartográficas: (1) cumulos ultramáficos y hornblenditas; (2) gabros y dioritas foliadas; (3) tonalitas con hornblenda de grano medio-grueso, variablemente foliadas; y (4) Leucotonalitas con hornblenda y/o biotita, de grano grueso a muy grueso. Sin entidad cartográfica localmente aparecen diques y cuerpos de leucotonalitas biotíticas, aplitas y diques máficos de sin- a post-magmáticos. Las Fig. 18, Fig. 19, Fig. 20 muestran una selección de microtexturas.

Los datos de campo permiten establecer en el Batolito de Jumunucu una secuencia intrusiva general. Las primeras rocas en cristalizar fueron los cumulos ultramáficos y rocas máficas (gabronoritas, gabros y dioritas), posiblemente formando una serie ígnea comagmática. Las rocas dioríticas y cuarzo-dioríticas debieron ser las más tardías en la secuencia, ya que son transicionales o facies de borde de los macizos gabroicos. A continuación, intruyó el importante volumen de magma tonalítico, siendo generalmente el contacto con el complejo gabroico-ultramáfico una zona de deformación dúctil en estado magmático y subsólidos para las tonalitas y subsólidos para los gabros y dioritas. Al noroeste de Jarabacoa, el magma tonalítico engloba xenolitos del complejo gabroico-ultramáfico, de los metabasaltos del Complejo Duarte e incluso de las (meta-) riolitas del Grupo Tireo encajantes, las cuales extruyen un poco antes (prácticamente la misma edad U-Pb). Las tonalitas con hornblenda evolucionan composicionalmente a leucotonalitas con hornblenda y biotita, que forman típicamente facies apicales más competentes a la erosión en el Llano de Jumunucu. Estas facies y los diques y venas de magmas más silíceos, representan los diferenciados de los estadios magmáticos más tardíos. Los diques máficos intruyen en la tonalita en un estadio tardío, desarrollando frente a ella contactos netos y bordes enfriados

Muchos pequeños cuerpos intrusivos, foliados o no (cumulos, gabros-dioritas, tonalitas leucotonalitas, aplitas) y filones, relacionados con los dos batolitos, intruyen el C. Duarte, las anfibolitas y la Asociación de Loma La Monja.

Pequeños lentejones de peridotitas serpentinizadas subrayan algunas de las fallas regionales.

En la cartografía de la hoja de Jánico se han distinguido:

Rocas ultrabásicas:

- Peridotitas serpentinizadas,

Batolitos del Bao y Jumunucu:

- Gabros cumulados y hornblenditas,
- Dioritas,
- Tonalitas,
- Tonalitas foliadas,
- Leucotonalitas variablemente foliadas,
- Leucotonalitas y leucogranitos no foliados y foliados,
- Pórfidos tonalíticos,
- Anfibolitas blastomiloníticas,
- Sills y diques doleríticos,
- Diques aplíticos,
- Diques de cuarzo,

3.1.1.1. Las rocas ultrabásicas

3.1.1.1.1. Peridotitas serpentinizadas (1).

Cinco afloramientos de peridotitas serpentinizadas se cartografiaron en el centro de la Hoja. Se trata de lentejones de rocas ultrabásicas, de potencia decamétrica y extensión hectométrica, inyectadas en las fallas de dirección NNO-SSE. Al Sur de Pinalitos, al Borde Sur de la Zona de Falla de la Española, dos lentejones están inyectados en los cherts de la Asociación de Loma La Monja. A la Cuchilla, al borde Sur de la zona de cizalla de Cagueyes-Jumunucu, dos lentejones intruyen las anfibolitas. Al Este de Los Montones Arriba, cerca de la confluencia del Arroyo Guazuma con el Río Bao, el quinto lentejón de serpentinitas, asociado con anfibolitas, aflora el C. Duarte, al borde Este del batolito del Bao. Al afloramiento, los bloques de peridotitas menos cizallados, de color negro, con patina beige debido a la meteorización, presentan un aspecto masivo y son muy magnéticos. Están moldeados por una trama de serpentina, de color gris verde-azul característica.

Las serpentinitas masivas, compuestas por harzburgita y dunita completamente transformada (protolito), forman bloques con las texturas mantélicas preservadas, rodeados por serpentinitas cizalladas o harinas serpentiniticas, como consecuencia del cizallamiento dúctil y la deformación dúctil-frágil cataclástica, registrando las texturas sucesivos grados y condiciones de la deformación interna y retrogradación/hidratación a baja-T. Las superficies

de esquistosidad envuelven bloques de rocas más competentes, particularmente de rocas gabroicas. Al microscopio, las serpentinitas foliadas son rocas de grano fino, compuestas por un agregado de fibras subparalelas de minerales serpentiniticos, que definen la foliación, junto con agregados de clorita, sericita, epidota, carbonatos y opacos. Las serpentinitas han crecido también rellenando microfracturas, junto a la mica blanca y clorita

3.1.1.2. Los Batolitos del Bao y de Jumunucu

3.1.1.2.1. Cumulados ultrabásicos y hornblenditas (2)

Los Cumulados ultrabásicos y hornblenditas, representan pequeños afloramientos o lentejones decamétricos a kilométricos, aflorando principalmente en los relieves del borde Oeste y Sur del Batolito del Bao. En la Loma Colorada, al Sur del batolito, están asociados a dioritas y a anfibolitas de la zona de cizalla de Las Placetas-Franco Bidó (Foto 92).

Estas rocas son muy magnéticas y los afloramientos de un cierto tamaño se detectan muy bien en el mapa aeromagnético del campo total reducido al polo (Fig. 11).

Se observan también en enclaves de tamaño métricas a pluridecamétricas no cartografiables en las dioritas y tonalitas.

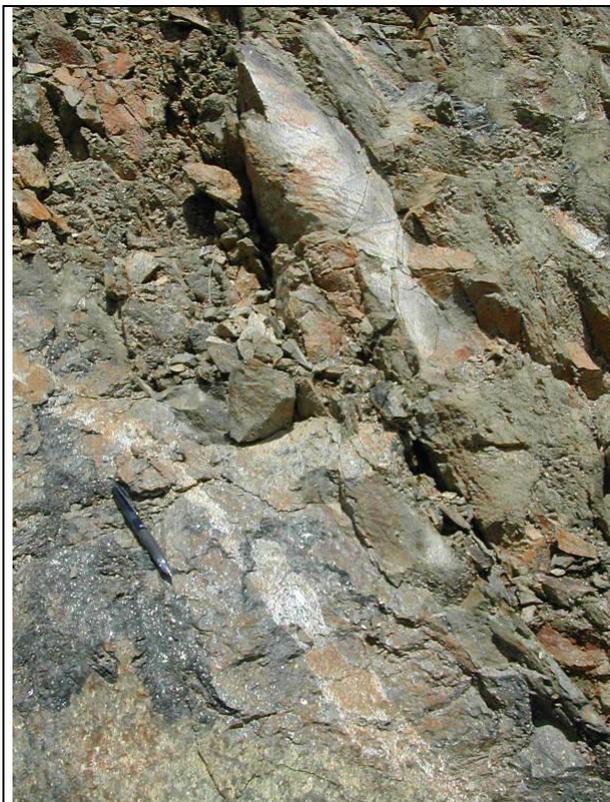


Foto 92: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: cumulados ultrabásicos y-anfibolitas con pliegue en vaina y dique aplítico (30MJ9141_9; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868))

Se engrupan bajo el epígrafe, rocas de composición gabroica que gradúan entre cumulosos gabroicos, melanogabros hornbléndicos ($M > 65\%$), gabros hornbléndicos con clinopiroxeno ($< 10\%$), y cuarzo-gabros ($Q < 20\%$ modal), desde isotropos a foliados (Enclave: 6073IVMJ9309: Lat: 19,253215; Long: -70,968329; Enclave gabro grueso: 6073IVMJ9293: Lat: 19,236185; Long: -70,951712; Tonalita oscura heterogénea hornblenda y PX 6073IVMJ9297: Lat: 19,234712; Long: -70,96212; Enclave 6073IVMJ9310B: Lat: 19,258407; Long: -70,965923; Gabro-cumulado fino 6073IVMJ9330: Lat: 19,267136; Long: -70,977944; Tonalita oscura y cumulado 6073IVMJ9389: Lat: 19,276453; Long: -70,975572; Cumulado 6073IVMJ9326: Lat: 19,266763; Long: -70,97892). Poseen generalmente grano grueso, como máficos clinopiroxeno y hornblenda, aunque el clinopiroxeno suele ser inclusión y accesorio. Al microscopio están compuestos por prismas y agregados de hornblenda mayoritariamente y de plagioclasa, con granos y agregados de cuarzo y opacos.

La hornblenda preserva en su interior relictos de clinopiroxeno, así como inclusiones de opacos y plagioclasa. Estos relictos están reemplazados y englobados por una fase verde clara poco pleocroica simplectítica con inclusiones de cuarzo en gotas, y a su vez incluidos en la hornblenda verde pleocroica de los prismas. Estas texturas son propias de la cristalización de un fundido in situ, por lo que el cpx constituye xenocristales parcialmente asimilados/reabsorbidos por el magma, producto de reacciones $Cpx + fundido = Hbl$. La plagioclasa forma prismas de idio- a subidiomorfos, zonados oscilatoriamente, con frecuentes texturas de deformación plástica, así como de recristalización en subgranos. El cuarzo es intersticial y también aparece deformado. Las fases ígneas están reemplazadas por sericita, epidota, esfena, prenhita, clorita y opacos.

Las hornblenditas son rocas máficas de grano fino a muy fino, color verde oliva oscuro, variablemente esquistas, con agregados elipsoidales milimétricos de hornblenda pseudomorfos de fases previas. Están afectadas por una recristalización térmica muy intensa, posiblemente relacionada con un metamorfismo de contacto o evento térmico regional en condiciones de la facies de las anfibolitas con epidota de baja-P. La roca está mayoritariamente compuesta por un agregado de hornblenda de tamaño de grano muy fino ($> 90\%$ modal), que forman nematoblastos subidiomorfos, porfiroblastos de plagioclasa intersticial y agregados dispersos de epidota e ilmenita. Producto de la retrogradación a la facies de esquistos verdes, se observa neoblástesis de clorita, actinolita, albita, mica blanca/sericita, epidota amarilla y opacos.



Foto 93 : Enclave de cumulados con borde aplítico claro, en las tonalitas oscuras de grano medio; Batolito El Bao. Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9247_1; Lat:19,224361; Long: -70,9600558)



Foto 94 : Enclave de Gabros-cumulados en las tonalitas oscuras de grano medio con Biotita y Hornblenda ; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9249_1; Lat:19,225585; Long: -70,963854)



Foto 95 : Cumulados invadido por aplitas entre los megacristales Fe-Mg.; Batolito El Bao; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9249_3; Lat:19,225585; Long: -70,963854)



Foto 96 : Gabros-cumulados, con pequeña inyección tonalítica. Borde Oeste del Batolito El Bao, La Piedra (30MJ9326_3; Lat:19,266763; Long: -70,97892)

	
<p>Foto 97 : Enclave de cumulados en las tonalitas oscuras de grano medio con Biotita y Hornblenda; inyección tardía de aplitas blancas ; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9251_1; Lat:19,226715; Long: -70,963662)</p>	<p>Foto 98 : Cumulados con inyección tonalítica. Batolito El Bao. Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9256_1; Lat:19,229539; Long: -70,9662)</p>

3.1.1.2.2. Gabros y dioritas foliadas (3)

Una diferenciación cartográfica precisa de los gabros y dioritas resulta difícil, debido tanto a la variabilidad litológica a escala de afloramiento, como a la intensa alteración y densa cobertura vegetal. De hecho, los pequeños cuerpos de dioritas (0,2-6 km²) localizados en los bordes de los batolitos y asociados a gabros-cumulados, están deformados y fragmentados por las zonas de cizallas dúctil-frágil y frágil, así que por las intrusiones tonalíticas, en las cuales se encuentran en enclaves centimétricas a pluridecamétricas.

En el mapa aeromagnético del campo total reducido al polo, las dioritas se marcan por una anomalía positiva fuerte, ampliada por la presencia frecuente de gabros y gabros-cumulados muy magnéticos (Fig. 11).

La facies más frecuente corresponde a cuarzo-dioritas con hornblenda de grano fino variablemente foliadas.

Poseen contenidos modales de cuarzo entre el 15 y 25% modal, y hornblenda como máficos (6073IVMJ9381: Lat: 19,315046; long: -70,989322; 6073IVMJ9710: Lat: 19,237694; long: -70,871689 y 6073IVMJ9310: Lat: 19,258407; long:-70,965923). Las fábricas desarrolladas en estado magmático han sufrido procesos de recristalización estática posterior, relacionados con la intrusión de las tonalitas. Como consecuencia, estas rocas están compuestas por finos prismas aciculares de hornblenda, sin elongación mineral preferente, pequeños prismas de plagioclasa, granos y agregados submilimétricos ovoides de cuarzo, e ilmenita. La hornblenda es verde pleocroica verde claro-oscuro debido a la zonación química y aparece tanto como fenocristal idiomorfo como pequeños cristales submilimétricos alotrio- y subidiomorfos. La plagioclasa consiste en prismas zonados oscilatoriamente hacia bordes

más albéricos. El cuarzo forma grandes granos individuales y agregados de subgranos producto de la recristalización de los granos mayores. Se han observado microenclaves gabroicos de contornos rectangulares y compuestos por un agregado decusado de hornblenda y plagioclasas cruzadas.



Foto 99 : Diorita de grano fino con enclaves y aureola de reacción. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9178_3; Lat:19,172527; Long: -70,891422)



Foto 100: Diorita de grano fino con pequeñas enclaves y dique cuarzo-aplítico. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9178_4; Lat:19,172527; Long: -70,891422)



Foto 101 : Diorita de grano fino con enclaves gabroicas. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9181_1; Lat:19,179867; Long: -70,889273)



Foto 102: Diorita de grano fino con enclaves gabroicas. Borde sur del Batolito El Bao. Los Limones (30MJ9181_2; Lat:19,179867; Long: -70,889273)

3.1.1.2.3. Tonalitas con hornblenda de grano medio a grueso, variablemente foliadas (4) (facies común)

Las tonalitas con hornblenda, de grano medio a grueso, variablemente foliadas, constituyen la facies común de los batolitos del Bao y de Jumunucu. Presentan generalmente contenidos modales de cuarzo >20%, aunque se incluyen tanto tipos cuarzo-dioríticos, como tipos tonalíticos con hornblenda y biotita accesoria.

Los afloramientos de tonalitas están en general afectados por una fuerte meteorización con saprolitización y localmente una capa de arcillas rojas.

Las tonalitas son relativamente leucocrátas, en general de color gris. La mineralogía observable es muy homogénea: cuarzo (contenido de cuarzo modal >20%), plagioclasa, anfíbol y localmente biotita. Al contrario, las texturas y las proporciones relativas de los minerales varían.

Generalmente, poseen una fábrica plano-linear magmática (Sm-Lm), definida por la elongación dimensional preferente del agregado mineral, particularmente de la hornblenda.

La roca está compuesta por prismas aciculares de hornblenda, de plagioclasa, y granos y agregados milimétricos ovoides de cuarzo, que también posee un carácter intersticial, y opacos, principalmente ilmenita. La hornblenda es pleocroica marrón-verde y forma fenocristales milimétricos poiquilíticos, con inclusiones de opacos, plagioclasa y cuarzo. La plagioclasa consiste en prismas de idio- a subidiomorfos, zonados oscilatoriamente. La biotita aparece en ocasiones como accesorio, asociada o reemplazada por clorita y esfena. El feldespato potásico es perfitico y aparece localmente como intersticial. La secuencia de cristalización debió ser: plagioclasa+clinopiroxeno, hornblenda+plagioclasa, cuarzo, cuarzo+feldespato-K+biotita, opacos.

Las variaciones de las proporciones minerales subrayan los cambios entre facies leucocratas y más mesocratas. Una red de fracturas « secas » o abiertas, con relleno félsico, corta las tonalitas. A menudo, se observa una epidotización importante de las fracturas con una franja centimétrica a decimétrica de epidotización pervasiva en la tonalita. Una orientación magmática preferencial está subrayada localmente por los anfíboles (fábrica plano-linear magmática Sm-Lm, definida por la elongación dimensional preferente del

agregado mineral, particularmente de la hornblenda), sin que estas observaciones muy puntuales permitan definir una arquitectura de los macizos.

Localmente, las tonalitas presentan una deformación subsólida penetrativa, marcada por el desarrollo de una foliación más o menos intensa.

La transición entre tonalita deformada y no deformada es siempre gradual pero se ha individualizado cartográficamente las bandas de tonalitas más orientadas que bordean o intruyen las bandas de anfibolitas del C. Duarte.

Las tonalitas contienen casi siempre presentes inclusiones y enclaves aunque en proporciones muy variables. Los enclaves cubren un amplio rango de litologías y morfologías, siendo generalmente de tamaño centimétrico y decimétrico (5-30 cm). Los enclaves más abundantes son de microdioritas (enclaves máficos microgranudos) y de tonalitas porfídicas con hornblenda y plagioclasa, que presentan contactos desde netos a difusos frente a la tonalita y morfologías globulosas irregulares, en ocasiones muy aplastadas y alineadas (Foto 103; Foto 104). El frecuente aplastamiento y las evidencias de deformación dúctil en los enclaves, sugieren que fueron parcialmente líquidos cuando se incorporaron al magma tonalítico. Estas observaciones, junto con la presencia de fenocristales de plagioclasa de complejo zonado oscilatorio en la tonalita, sugieren que los procesos de mezcla de magmas fueron muy importantes en la génesis de la unidad tonalítica. Otros tipos comunes de enclaves son de rocas dioríticas, gabroicas y gabros-cumulados (Foto 107), particularmente presentes cerca del contacto intrusivo de la tonalita con los gabros. Estos enclaves son de formas angulares y relacionadas con la fracturación de la roca caja por la tonalita. Sin embargo, la ausencia de bordes enfriados sugiere que aunque las dioritas se comportan frágilmente, se encontraban todavía relativamente calientes.



Foto 103 : Tonalita común de grano medio-grueso con enclaves alargadas; Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande a nivel de Rincón de Piedra (30MJ9201_2; Lat:19,927448; Long: -70,947357)



Foto 104: Tonalita común de grano medio-grueso con enclaves alargadas; Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande a nivel de Rincón de Piedra (30MJ9201_3; Lat:19,927448; Long: -70,947357)

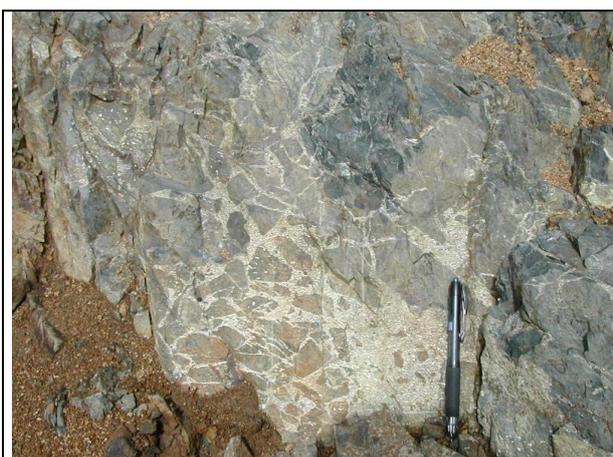


Foto 105 : Tonalitas fragmentando los basaltos encajantes del C. Duarte. Borde NE del Batolito El Bao. Jagua (30MJ9674_1; Lat:19,221104; Long: -70,855359)



Foto 106 : Brecha de contacto entre la Tonalita (anfíboles aciculares en estrella) y la Diorita cuarcita del borde NE del Batolito El Bao. Manacla (30MJ9709_1; Lat:19,235419; Long: -70,870468)



Foto 107 : Tonalita común de grano medio con enclave de gabro-cumulado y borde aplítico claro; Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande. Entrada Mata Grande (30MJ9208_1; Lat:19,213541; Long: -70,96138)



Foto 108: Tonalita oscura de grano medio-grueso con enclaves máficos y diques aplíticos; cerca del contacto SO del Batolito El Bao. Puente Río Bao, entrada Mata Grande (30MJ9209_3; Lat:19,920559; Long: -70,967783)



Foto 109: Tonalita oscura de grano medio-grueso con enclaves y diques aplíticos; cerca del contacto SO del Batolito El Bao. Puente Río Bao, entrada Mata Grande (30MJ9209_4; Lat:19,920559; Long: -70,967783)



Foto 110 : Tonalita oscura de grano medio con Biotita y Hornblenda y enclave gabroico alargado ; .Arroyo San Bartolo, Loma El Corniado, Mata Grande (30MJ9248_1; Lat:19,2254981; Long: -70,964423)



Foto 111: Tonalita con grandes anfíboles; enclave básica (aureola de reacción de grano fino al contacto con el enclave); Batolito El Bao. Arroyo Hondo Ctra. Las Placetas-Piedra Partida (30MJ9817_3; Lat:19,9220399; Long: -70,904477)

Aunque no tanto desde un punto de vista composicional, las tonalitas son heterogéneas desde un punto de vista textural y mineralógico. Se observan varios tipos con muy escaso feldespato-K: tonalitas con hornblenda, tonalitas con hornblenda y biotita, tonalitas

hornbléndico-piroxénicas porfídicas, tonalitas con biotita. A la escala de los batolitos del Bao y Jumunucu , resulta muy difícil la cartografía detallada de cada una de estas facies tonalíticas debido a las variaciones petrográficas presentes incluso a escala de afloramiento y la escasez de los mismos en muchas zonas, por lo que el criterio cartográfico seguido ha sido incluirlas en una gran unidad de tonalitas con hornblenda de grano medio a grueso, separando las facies subordinadas de leucotonalitas de grano grueso, leucotonalitas y leucogranitos de grano fino a medio y pórfidos tonalíticos con grandes anfíboles aciculares.

La facies tonalítica más común en los batolitos del Bao y de Jumunucu está constituida por tonalitas con hornblenda de grano medio a grueso, generalmente isótropas, pero que según los sectores pueden haber desarrollado también fábricas magmáticas planares, en general poco penetrativas.

Se caracterizan por presentar como ferromagnesianos a un anfíbol verde oscuro de composición hornblenda, cuya abundancia modal es de un 20-30%.

Texturalmente se trata de rocas granudas, holocristalinas, faneríticas, alotriomorfas inequigranulares seriadas, variablemente isótropas, con agregados de anfíbol marcadamente poiquilítico.

Como componentes principales presentan hornblenda, plagioclasa y cuarzo (>20%); como accesorios apatito, circón, magnetita, esfena, ilmenita, clinopiroxeno, biotita, feldespato-K y opacos. En estas tonalitas, el anfíbol hornblenda y forma grandes cristales de subidio a alotriomorfos que incluyen poiquilíticamente a raros granos de clinopiroxeno, a plagioclasas redondeadas y a la ilmenita. La plagioclasa forma prismas milimétricos y cristales más pequeños en la matriz. Los prismas son de idio a subidiomorfos, con frecuente zonado concéntrico oscilatorio, muy escasas inclusiones de pequeños anfíboles y cuarzo goticular, y alteración zonal a sericita, prenhita, albita en parches y epidota. El cuarzo aparece formando dos generaciones de cristales: grandes cristales subidiomorfos y xenomorfos e intersticiales de generación tardía. Los opacos forman acumulaciones en algunas tonalitas.

Como procesos de alteración secundaria, estas tonalitas presentan sericitización y sausrutización de la plagioclasa, cloritización del anfíbol, y oxidación de opacos.

En relación cartográfica con la facies común aparecen también facies de tonalitas con hornblenda y biotita, que definen dominios magmáticamente más diferenciados dentro de la unidad tonalítica. Se trata de facies de grano medio a grueso, tendentes a porfídicas, generalmente isótropas pero que pueden haber desarrollado una ligera fábrica magmática planar y que, característicamente, presentan hornblenda y biotita como ferromagnesianos. Las texturas que presentan son granudas, holocristalinas, faneríticas e inequigranulares tendentes a porfídicas.

Los minerales principales son hornblenda, plagioclasa, cuarzo y biotita; y los accesorios apatito, circón, magnetita, esfena, xenotima, monacita, ilmenita y opacos. Como en las tonalitas con hornblenda, el anfíbol hornblenda forma grandes prismas subidiomorfos que incluyen poiquilíticamente a la plagioclasa, cuarzo, epidota, biotita e ilmenita. La biotita es roja pleocroica y forma agregados de láminas alargadas, asociada a la hornblenda. La plagioclasa forma grandes prismas con zonado oscilatorio y rebordes más albíticos, que incluyen a anfíboles redondeados y cuarzo en gotas. El cuarzo forma agregados globosos mono y policristalinos, de contactos frecuentemente suturados y apareciendo también como intersticial.

Como minerales tardi y post-magmáticos secundarios hay agregados de epidota, clorita, esfena y opacos retrógrados.

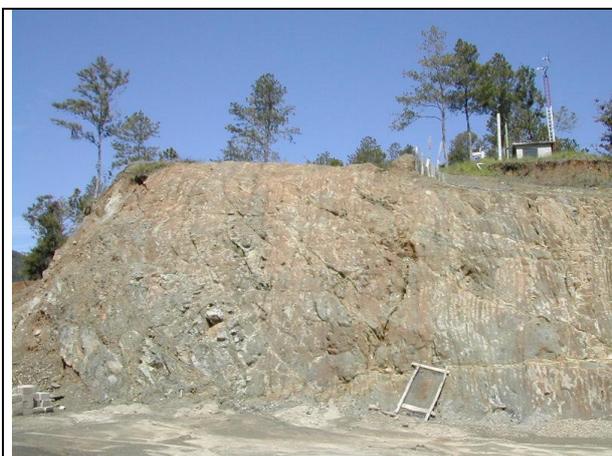


Foto 112 Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita-Tonalita (30MJ9141_1;
Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)

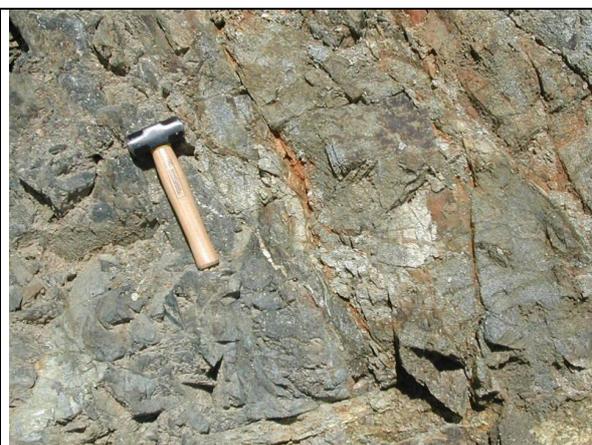


Foto 113: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_2; Las
Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 114: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_3; Las
Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 115: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Diorita con enclaves de cumulado gabroico(30MJ9141_4; Las
Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 116: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_5; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 117: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_6; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)

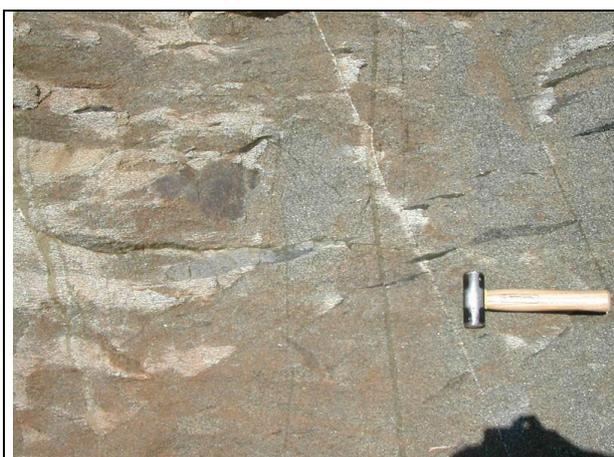


Foto 118: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Tonalita y Diorita con enclaves alargadas de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_7; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 119: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_8; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)

3.1.1.2.4. Tonalitas muy foliadas (4a)

Las tonalitas presentan localmente, una deformación subsólida penetrativa, marcada por el desarrollo de una foliación más o menos intensa.

En los batolitos del Bao y Jumunucu, la transición entre tonalitas no deformadas y deformadas es gradual en general, pero en la Hoja de Jánico, como en la Hoja colindante de Diferencia, se individualizaron cartográficamente las bandas de tonalitas muy foliadas, de la zona de cizalla De la Meseta.

Estas bandas continuas de tonalitas muy foliadas, de 1 a 2 km de anchura, asociadas a bandas de anfibolitas y localmente a gabros acumulados o leucotonalitas, atraviesan en diagonal SE-NO la totalidad de la Hoja de Diferencia, Hasta Mata Grande, en el borde SO de la Hoja de Jánico, separando los metabasaltos del C. Duarte al NE, de la Fm. Tireo al SO. Al SE de Mata Grande y del Rio Bao, la zona de cizalla se prolonga en los basaltos del C. Duarte, con pequeños tramos hectométricos, discontinuos de tonalitas foliadas con anfibolitas asociadas.

Petrográficamente, se trata de facies de tonalitas con hornblenda de grano medio a grueso, que presentan una penetrativa fábrica magmática planar definida por la elongación de plagioclasa y el anfíbol, que puede ser también subsólida deformativa. Como ferromagnesianos contienen hornblenda verde oscura (15-25%), que forma prismas milimétricos a menudo dispuestos definiendo una lineación mineral subhorizontal. De forma rara aparece biotita. Texturalmente son rocas granudas, holocristalinas, faneríticas, anisótropas e inequigranulares. En los tipos más deformados en estado sólido la textura es de protomilonítica a milonítica. Los minerales principales son hornblenda, plagioclasa y cuarzo; y los accesorios opacos, apatito, circón, magnetita, esfena e ilmenita. Las tonalitas o están desprovistas de feldespato-K, o aparece como accesorio.

Al microscopio, el anfíbol verde-marrón pleocroico es hornblenda subidido a alotriomorfa, zonada concéntricamente y con inclusiones de plagioclasa e ilmenita, y algún relictos de clinopiroxeno. La plagioclasa forma prismas de subidido a alotriomorfos de 1-2 milímetros de longitud, de complejo zonado oscilatorio. En las tonalitas más deformadas, tanto la hornblenda como la plagioclasa forman porfiroclastos rodeados por una foliación subsólida, definida por agregados de pequeños granos de cuarzo y "ribbons" policristalinos. En sombras de presión hay neoformación de epidota, clorita, esfena y opacos, observándose en ocasiones el anfíbol recristalizado dinámicamente. El cuarzo ha recristalizado de forma extensa a un agregado elipsoidal de pequeños granos, rodeados por la foliación. La deformación es dúctil, no-coaxial y relativa a un cizallamiento en condiciones metamórficas propias de la facies de las anfibolitas de baja-T y los esquistos verdes. Los porfiroclastos presentan sombras de presión asimétricas, que permiten establecer frecuentemente un sentido de cizallamiento transcurrente sinestro. La alteración deutérica es común en las tonalitas, consistiendo en la cloritización de la biotita, con formación adicional de epidota y leucoxeno, la sericitización frecuentemente zonal de los núcleos de la plagioclasa y la formación de parches de calcita.

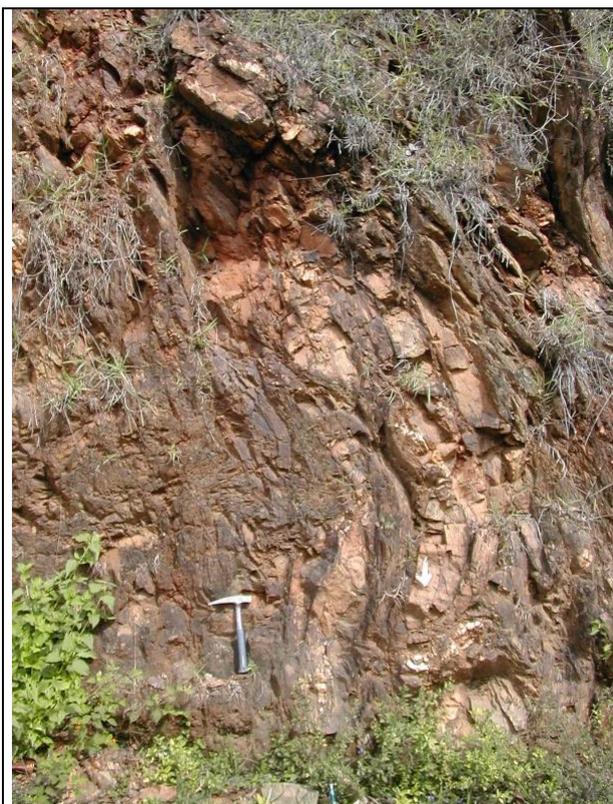


Foto 120: Pliegue con charnelas boudinadas en las anfibolitas con tonalitas foliadas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9230_1; Lat:19,199601; Long: -70,989836)

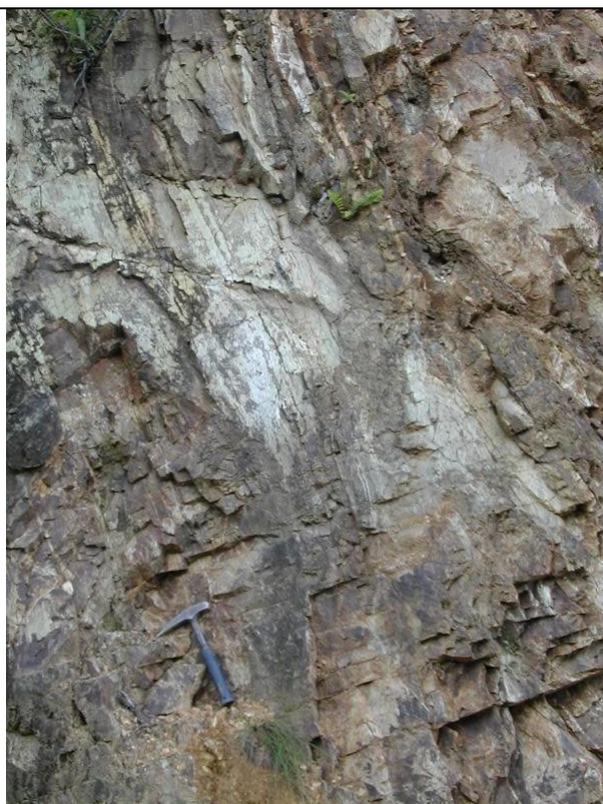


Foto 121: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfibolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_4; Lat:19,203646; Long: -70,982001)

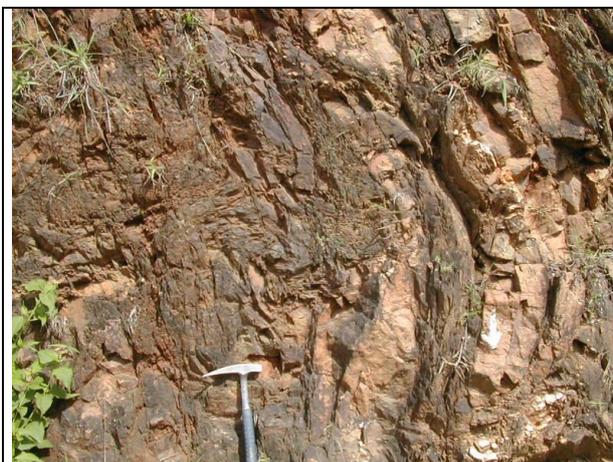


Foto 122: Detalle de Pliegue con charnelas boudinadas en las anfibolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9230_2; Lat:19,199601; Long: -70,989836)



Foto 123: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfibolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_2; Lat:19,203646; Long: -70,982001)

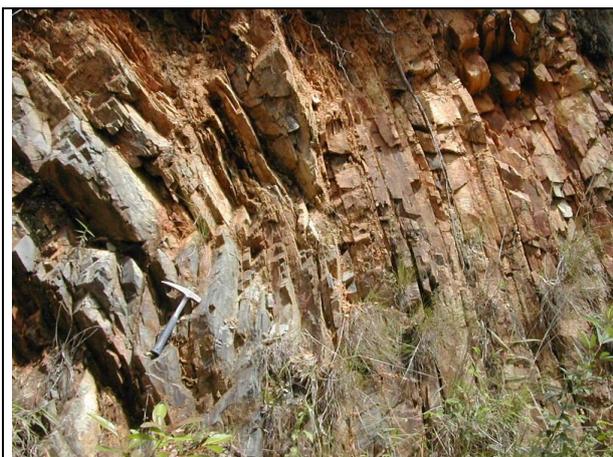


Foto 124: Pliegue de Gabros y tonalitas foliados en las anfibolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9231_1; Lat:19,200697; Long: -70,988968)



Foto 125: charnela del Pliegue de Gabros y tonalitas foliados en las anfibolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9231_2; Lat:19,200697; Long: -70,988968)



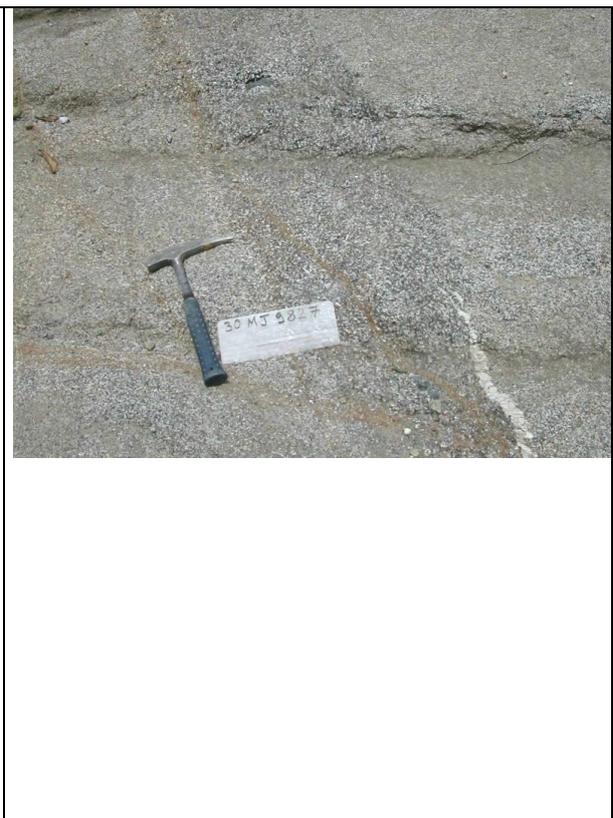
Foto 126: Tramo de anfibolitas con tonalitas y aplitas foliadas en los Basaltos del C. Duarte (SO del Batolito El Bao). Calimetal, (30MJ9833_1; Lat:19,171904; Long: -70,947136)

3.1.1.2.5. Leucotonalitas con hornblenda y/o biotita de grano grueso a muy grueso, variablemente foliadas (5)

Cartográficamente se individualizó una unidad de leucotonalitas con hornblenda y/o biotita caracterizada por un grano grueso a muy grueso: en el Batolito del Bao, en los sectores de Aguas Calientes (2,5 km²) y de Jamamú Abajo-Cercadillo (5 km²) y en el borde NE del Batolito de Jumunucu, en el sector de Franco Bidó-Janey (2km²) donde se prolonga en la hoja de Manabao. El contacto con las tonalitas comunes no se ha podido observar.

Las leucotonalitas son rocas leucocrátas (M<30% modal) con hornblenda y/o biotita, inequigranulares, aunque hay una disposición seriada de las plagioclasas frente a los

grandes monocristales de cuarzo de grano grueso, que caracterizan particularmente a la facies. Como máficos hay prismas delgados y aciculares de hornblenda y microtexturalmente asociadas finas láminas de biotita. La hornblenda acicular subidiomorfa está variablemente reemplazada por un agregado de clorita+epidota amarilla+opacos y la plagioclasa forma prismas con un zonado oscilatorio a normal, a veces formando agregados de tipo cumulado. Está reemplazada por sericita, epidota, prenhita y opacos. La biotita es reemplazada por agregados de clorita.

	
<p>Foto 127: Leucotonalita de grano grueso con coluviones rojos suprayacentes; Sur del Batolito El Bao. Cercadillo (30MJ9825_1; Lat:19,9186047; Long: -70,91888)</p>	<p>Foto 128: Leucotonalita de grano grueso; bandeado magmático con tendencia cumulativa de Fe-Mg, subrayado por aplitas. Sur del Batolito El Bao. Arroyo Piedra blanca Jamamú Abajo (30MJ9827_1; Lat:19,185056; Long: -70,94247)</p>

3.1.1.2.6. Leucotonalitas y leucogranitos biotíticos de grano fino a medio, variablemente foliados (6)

Las facies más diferenciadas, relacionadas con los batolitos, forman numerosos pequeños macizos, sills y diques de leucotonalitas y leucogranitos con biotita, microleucotonalita y microleucogranitos biotíticos-muscovíticos y aplitas. Afloran a la periferia norte del Batolito de Jumunucu y dentro de los basaltos y anfibolitas de la mitad Este de la Hoja. La mayoría

de los que intruyen los basaltos y las anfibolitas están muy foliados y han sido distinguido cartográficamente de la facies no o poco deformada.

Las leucotonalitas con biotita y leucogranitos son generalmente facies de grano fino a medio, afíricas, bastante masivas y con escasa biotita-moscovita como minerales ferromagnesianos ($M < 10\%$). Texturalmente son rocas granudas o microgranudas, holocristalinas, faneríticas, inequigranulares tendentes a seriadas. Mineralógicamente están formadas por plagioclasa, cuarzo ($> 20\%$), biotita y moscovita ($M < 10\%$; biotita $< 10\%$), siendo generalmente accesorio el feldespato-K. Cuando el feldespato-K aparece en mayor abundancia modal, la roca se clasifica entonces como un leucogranito biotítico-moscovítico. Como accesorios aparece feldespato potásico, xenotima, monacita, apatito, zircón, esfena, ilmenita y opacos. En estas rocas, la biotita es roja pleocroica y forma delgadas láminas de varios milímetros de longitud. Esta alterada y reemplazada en zonas a un agregado de clorita, opacos y óxidos de Fe-Ti. La plagioclasa forma grandes prismas de bordes más albíticos entrecruzados, que exhiben un complejo zonado oscilatorio y cristales más pequeños junto al cuarzo. Presenta antipertitas en venas y parches. El cuarzo forma granos ovoides mono y policristalinos de contactos frecuentemente ondulados o suturados y aparece también como intersticial. El feldespato-K es una microclina peritítica en venas y parches, que exhibe contactos reaccionales frente a la plagioclasa. En estas rocas hay agregados de epidota, clorita, esfena y opacos, tardi y post-magmáticos.

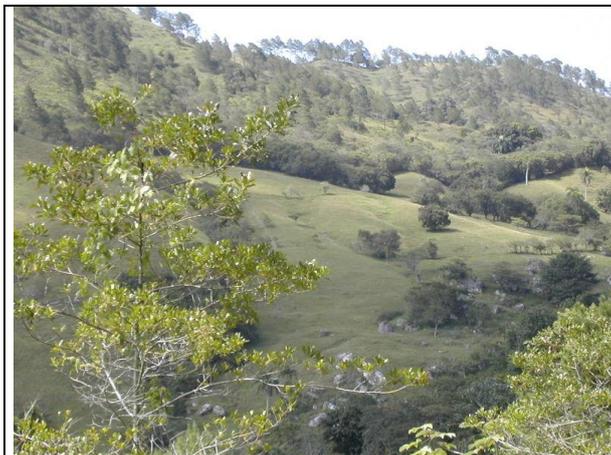


Foto 129: Dique pluridecamétrico de leucogranitos aplíticos (bloques claros) en los basaltos del C. Duarte; Arroyo Rincón Llano; Franco Bidó, vista desde el punto (30MJ9905_2); Lat: 19,18506; Long: -70,82876

3.1.1.2.7. Leucotonalitas y leucogranitos biotíticos de grano fino a medio, muy foliados (6b)

Los numerosos pequeños macizos, sills y diques de leucotonalitas y leucogranitos con biotita, microleucotonalita y microleucogranitos biotíticos-muscovíticos y aplitas que intruyen los basaltos y anfibolitas de la mitad Este de la Hoja están muy foliados y han sido distinguido cartográficamente de la facies no o poco deformada. La composición es la misma pero muchas veces las estructuras están tan aplastadas que se trata de verdaderas blastomilonitas; localmente (Jagua Arriba, Rincón Llano) presentan un aspecto esquitosado con mica blanca.

3.1.1.2.8. Microtonalita porfídica con hornblenda (7);

Al borde SE del Batolito del Bao, en un sector de 2 km², en Los Arroyos-Loma El Rancho, se cartografió una microtonalita porfídica, mesocrata (65%>M>35%), caracterizada por fenocristales de hornblendas aciculares centimétricas en una mesostasia fina.

Rocas parecidas constituyen también diques importantes, de extensión kilométrica y potencia decamétrica a hectométrica, que cortan las anfibolitas al contacto o cerca del contacto con la Asociación de Loma La Monja.

Se trata de una roca ígnea, subvolcánica o plutónica somera, de composición tonalítica (con Q>20% y A<10% modal en el diagrama QAP), con hornblenda como mineral ferromagnesiano característico. Posee una textura porfídica y una fábrica planar (Sm) fluidal desarrollada en estado magmático, definida por la disposición hornblenda. La roca está compuesta por fenocristales y matriz o mesostasia. Los fenocristales son prismas prismáticos y aciculares milimétricos de hornblenda idiomorfa, elongados coplanarmente según la Sm, de color verde y pleocroísmo marrón-verde, con zonado oscilatorio, y con inclusiones de opacos, gotas de "fundidos", plagioclasa y cuarzo. Este mineral también forma cristales sub-milimétricos, de alotrio- a subidiomorfos, de menor tamaño. La mesostasia está formada por un agregado de grano fino-muy fino de plagioclasa y cuarzo, raras láminas de biotita, y opacos, principalmente magnetita. La plagioclasa consiste en prismas de idio- a subidiomorfos, zonados oscilatoriamente, y está reemplazada por agregados de sericita, epidota, prenhita y opacos. El cuarzo forma agregados de granos y subgranos producto del aplastamiento y recristalización de cristales de mayor tamaño ovoides, aunque también tiene un carácter intersticial. La biotita aparece corroída y reemplazada por clorita y esfena. La secuencia de cristalización fue Hbl (Cpx), Hbl+Pl, Qtz, Qtz+Bt

3.1.1.2.9. Anfibolitas de fábrica plano-linear blastomilonítica (8);

Dos bandas regionales de anfibolitas atraviesan la Hoja de Jánico, al SO y NO del Batolito de El Bao.

La banda anfibolítica SO corresponde a la zona blastomilonítica de Manacla-Diferencia-Mata-Grande, con dirección NO-SE, pasando a SO-NE y EO en el tramo Las Placetas-Franco Bidó que separa los batolitos del Bao y Jumunucu.

Hasta Mata Grande y la Falla SSO-NNE del Río Bao, las 2 bandas de anfibolitas blastomiloníticas de 0,5 km de potencia alternan con bandas de tonalitas foliadas (Foto 131; Foto 132; Foto 133).



Foto 130: Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte anfibolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9227_1; Lat:19,196507; Long: -70,992435)



Foto 131: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfibolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_3; Lat:19,203646; Long: -70,982001)

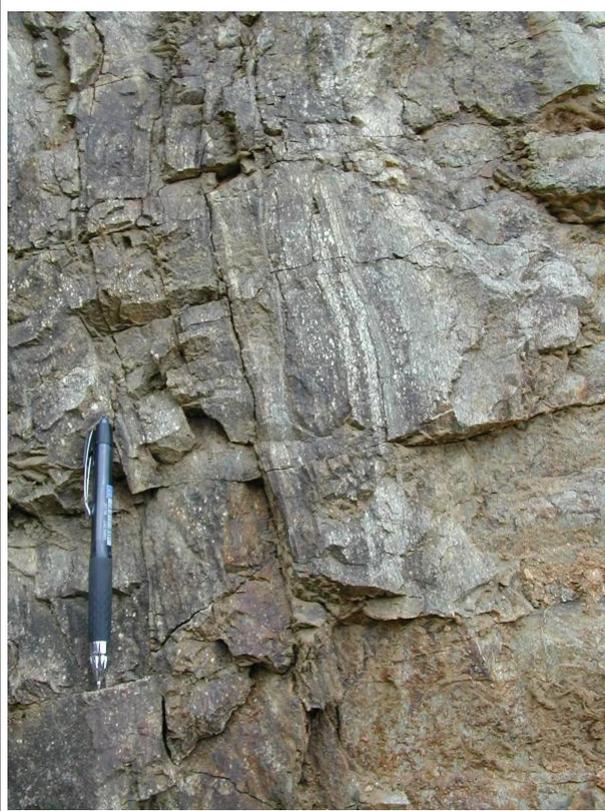


Foto 132: Pliegue de Tonalitas foliadas intruidas en los Meta Basaltos Duarte +/- anfibolitizados. Ctra. Mata Grande entrada Parque, Los Junquitos (30MJ9219_1; Lat:19,203646; Long: -70,982001)

En los afloramientos del Río Bao (Foto 133), los gabro cumulados presentan una deformación extrema con bandeado blastomilonítico, oscuro (gabro cumulado) y claro (tonalita y anfibolita), (Foto 134;Foto 135;Foto 136;Foto 137;Foto 139;Foto 141;Foto 142) y boudinage (Foto 140).



Foto 133: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_8 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 134: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_9 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 135: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_10 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 136: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_11 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 137: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_1; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 138: Gabros cumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_2; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 139: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_3; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 140: Gabros cumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_12 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)

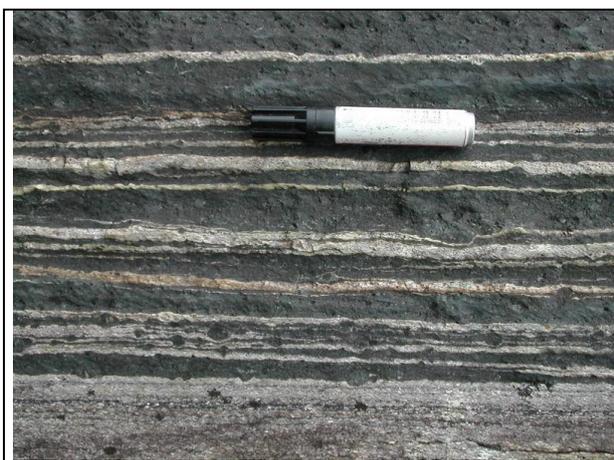


Foto 141: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_6; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)

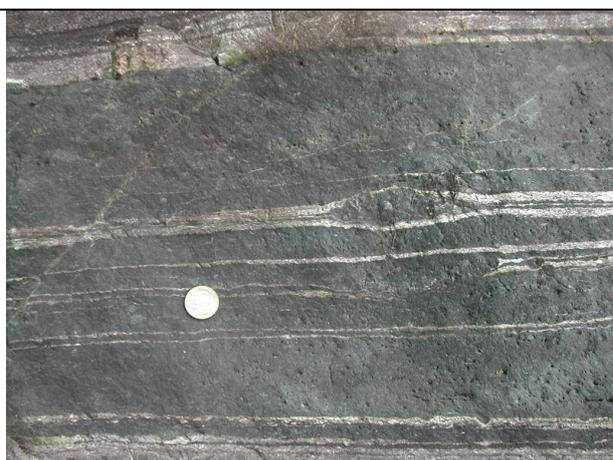


Foto 142: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_7 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)

Al SE de falla del Río Bao, entre Mata Grande y Las Placetas Arribas (Hoja de Manabao), la intensidad de la deformación dúctil disminuye un poco en los metabasaltos del C. Duarte, con pequeños lentejones de tonalitas foliadas y anfibolitas asociadas jalonando la zona de cizalla que separa el C. Duarte del Grupo Tireo .

En el tramo SO-NE y EO que moldea el borde Sur del Batolito El Bao y Norte del Batolito de Jumunucu, la deformación aumenta de nuevo con presencia de anfibolitas asociadas a la secuencia de rocas intrusivas fuertemente foliadas: gabro-cumulados, gabros-dioritas, tonalitas, leucotonalitas y leucogranitos aplíticos.

La banda anfibolítica NO, conocida regionalmente como la de Guanajuma, se desarrolla, con una dirección NO-SE y una potencia máxima de 6 km, al Sur de la Falla de la Española en las Hoja de Jánico y La Vega, siguiendo luego en las Hojas de Jarabacoa y Fantino.

La zona blastomilonítica afecta la Asociación volcano-plutónica de Loma La Monja y el C. Duarte. Las anfibolitas están asociadas con lentejones de serpentinitas en las zonas de falla que afectan a los cherts al Sur de Pinalito.

A lo largo del contacto Sur con los basaltos del C. Duarte, los basaltos esquistosados del C. Duarte pasan progresivamente a las anfibolitas en una banda de 1 a 2 km de anchura, subrayada por los pequeños cuerpos de rocas intrusivas foliadas: gabros, tonalitas, leucotonalitas aplíticas (Juncalito)

Las rocas anfibólicas y cuarzo-anfibólicas de color verde-azul oscuro y grano fino a fino-medio, han desarrollado una penetrativa fábrica plano-linear (Sp-Lp) de características miloníticas como consecuencia de una intensa deformación dúctil y el metamorfismo regional. Las texturas son granonematoblásticas y lepidoblásticas bandeadas blastomiloníticas, frecuentemente afectadas por una recristalización estática tardicinemática. Composicionalmente, las muestras presentan como componentes principales hornblenda, mica verde-marrón biotita, plagioclasa oligoclasa, epidota y cuarzo; con ilmenita, circón, magnetita, esfena, pirita, óxidos de Fe-Ti y calcita como accesorios. La asociación mineral sin-Sp es diagnóstica de la facies anfibolitas con epidota de baja-P (sin granate). La fábrica plano-linear principal (Sp-Lp) está definida por una alternancia milimétrica de capas claras cuarzo-plagioclásticas y verdes ricas en nematoblastos de anfíbol y escasos agregados de epidota. Los anfíboles están a menudo boudinados perpendicularmente a la Lp. El cuarzo aparece muy abundante en algunas de las capas y podría derivarse de venas de cuarzo segregadas o intrusiones tonalíticas sin-Sp, que han sido completamente cizalladas y recristalizadas hasta el paralelismo con la Sp. La deformación fue no-coaxial como indica la asimetría de sombras de presión en torno a porfiroblastos de plagioclasa y epidota y la de la fábrica interna en los agregados policristalinos de cuarzo. Los prismas de hornblenda se disponen en algunas rocas definiendo una fábrica S-C formada en condiciones de la facies anfibolita.

Las corneanas hornbléndico-piroxénicas son rocas verde oscuras, de grano fino y masivas, habiéndose observado puntualmente en los sectores más internos de las aureolas de contacto en torno a las intrusiones tonalíticas (La Piedra, Borde oeste del Batolito El Bao). Al microscopio se observan texturas nemato- y granoblásticas, de poligonal a débilmente elongadas y de carácter estático. La asociación mineral está compuesta por un anfíbol

hornblenda de color verde oliva a verde oscuro y una plagioclasa de composición oligoclasa-andesina, sin clorita ni epidota, apareciendo raramente clinopiroxeno, que es indicativa de la facies de las corneanas anfibólicas.

3.1.1.3. Diques relacionados con los batolitos del Bao y Jumunucu

Los diques máficos, leucograníticos y/o aplíticos y cuarzo cortan los intrusivos de los batolitos del Bao y de Jumunucu, así que las rocas del C. Duarte y de la Fm. Tireo.

3.1.1.3.1. Diques y sills máficos (9)

Los diques y sills de metabasaltos doleríticos, raramente microgabros, son de color oscuro, verde a azul, con textura afanítica, localmente porfídica. Estos diques son de potencia en general decimétrica; una quincena con potencia métrica a decamétricas y extensión hectométrica a kilométrica han sido cartografiados. Cortan las tonalitas de la mitad norte del batolito del Bao y los basaltos del C. Duarte, con las direcciones predominantes N110° y N20°E.



Foto 143 : Diques doleríticos cortando el Batolito El Bao. Ctra. La Guazuma-Mata Grande (30MJ9192_1; Lat:19,248793; Long: -70,925198)



Foto 144 : Diques doleríticos en tonalitas y dioritas; Zona de contacto oeste Batolito El Bao- C. Duarte; Los Corrales (30MJ9350_2; Lat:19,282883; Long: -70,984484)

Al microscopio, la mineralogía de los diques doleríticos está formada por plagioclasa, piroxeno y/o hornblenda (a veces, no se pueden distinguir los diferentes ferromagnesianos), en una matriz afanítica con microlitos de plagioclasa y óxidos de Fe-Ti. Los ferromagnesianos primitivos están reemplazados por agregados de clorita, sericita y anfíbol (tremolita-actinolita). También se observan rellenos de calcita y clorita.

Muchas veces, como al afloramiento, no se nota la deformación y las rocas se clasifican como doleritas con textura ofítica. La alteración hidrotermal es responsable del relleno de las vesículas o pequeños huecos.

3.1.1.3.2. Diques aplíticos (10)

Los diques aplíticos, de potencia decimétrica a métrica, cortan los batolitos del Bao y Jumunucu, así que las rocas encajantes del C. Duarte, con las direcciones predominantes N10°E, N110°E y N150°E. En el Batolito del Bao, los diques aplíticos, como los doleríticos, son más frecuentes en la mitad norte. En el sector de Yerba Buena, un pequeño indicio de cobre (malaquita) está asociado a un filón de apilitas en una zona cataclazada de 5 m de potencia (N160°E-60°SO)



Foto 145 : Diques aplíticos irregulares en Tonalita oscura alterada; Batolito El Bao; Arroyo Bajan, Rincón de Piedra (30MJ9296_1; Lat:19,233895; Long: -70,956123)

En las zonas de cizallas, las inyecciones decimétricas a hectométricas de granitoides leucocráticos de grano fino tendencia aplítica, presentan una deformación plano linear muy fuerte, paralelas a la de las anfibolitas que intruyen (Foto 126). Estas facies leucocratas parecen más antiguas que las verdaderas apilitas consideradas como la facies intrusiva la más tardía que probablemente caracteriza un evento magmático datado de 48-50 Ma.

La roca es leucocrata a hololeucocrata, a menudo con textura aplítica. Sin embargo, se observan variaciones importantes de texturas, desde aplítica hasta pegmatítica (poco frecuente). Localmente, existe una textura bandeada. Los minerales principales son cuarzo, plagioclasa, biotita y a menudo moscovita. La presencia de dos micas muestra claramente que la roca no tiene la composición meta-aluminosa de las tonalitas, sino una tendencia hiperaluminosa.

3.1.1.3.3. Diques de cuarzo (11)

Los principales diques de cuarzo cartografiados, de potencia métrica a decamétrica, rellenan parcialmente fracturas, con direcciones predominantes N120°E. La mayoría corta los basaltos del C. Duarte; topográficamente, coinciden localmente con resaltes destacados del terreno y en parte podrían ser el reflejo de intrusivos tonalíticos en profundidad.

3.2. GEOQUÍMICA

Para la realización del presente estudio geoquímico, se recogieron muestras representativas de las principales unidades geológicas, macizos o eventos ígneos con el objeto de realizar su caracterización geoquímica, establecer una mejor estratigrafía de la zona y proponer su probable entorno tectonomagmático de formación.

Después de una presentación de las técnicas analíticas utilizadas, cada conjunto lito tectónico presente en la Hoja se describirá en términos geoquímicos. Para un mejor entendimiento, se utilizará la totalidad de las muestras disponibles y no solamente las de la Hoja.

3.2.1. Técnicas Analíticas y método de trabajo

Para la interpretación de la petrogénesis e historia tectónica de las rocas ígneas del dominio de la Cordillera Central, la metodología seguida en este trabajo consistió en integrar un gran volumen de datos petrológicos, geoquímicos e isotópicos, en lo posible de los tipos litológicos poco o nada deformados y/o metamorfizados. Para ello, la composición de elementos mayores y trazas fue obtenida en más de 100 muestras de roca total, molida en ágata y analizada mediante ICP-MS en ACME Analytical Laboratories Ltd en Vancouver. Los análisis obtenidos en el ámbito del presente Proyecto en muestras de rocas de las Hojas de Jarabacoa, Manabao, La Vega, Jánico y San José de las Matas están incluidos en el informe complementario de geoquímica (Escuder 2009).

Para los óxidos de elementos mayores, los límites de detección son <0,01% excepto para Fe₂O₃ (0,04%), P₂O₅ (0,001%) y Cr₂O₃ (0,002%); para los elementos trazas son típicamente <0,1 ppm y para las tierras raras <0,05 ppm, e incluso <0,01 ppm. En detalle, los límites de detección (en ppm) fueron: Ba, 1; Be, 1; Co, 0,2; Cs, 0,1; Ga, 0,5; Hf, 0,1; Nb, 0,1; Rb, 0,1; Sn, 1; Sr, 0,5; Ta, 0,1; Th, 0,2; U, 0,1; V, 8; W, 0,5; Zr, 0,1; Y, 0,1; La, 0,1; Ce, 0,1; Pr, 0,02; Nd, 0,3; Sm, 0,05; Eu, 0,02; Gd, 0,05; Tb, 0,01; Dy, 0,05; Ho, 0,02; Er, 0,03; Tm, 0,01; Yb, 0,05; Lu, 0,01; Mo, 0,1; Cu, 0,1; Pb, 0,1; Zn, 1; Ni, 0,1; As, 0,5; Cd, 0,1; Sb, 0,1; Bi, 0,1; Ag, 0,1; Au, 0,5 (ppb); Hg, 0,01; Tl, 0,1; y Se, 0,5. La precisión y exactitud analítica fue estimada analizando los estándares internacionales STD CSC y SO-18, así como mediante análisis duplicados de algunas muestras. En general, la precisión del

estándar fue mejor de $\pm 1\%$ y la exactitud en los análisis duplicados mejor de 0,5%. El Fe procedente de los análisis fue Fe total como Fe_2O_3 , por lo que fue recalculado como $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}=\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}\cdot 1,11135$ y $\text{FeOcalc}=\text{FeO}/(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$. Los análisis de todas las muestras fueron recalculados a una base anhidra si la suma de los elementos SiO_2 a P_2O_5 fue $<99,98\%$. El número de Mg (Mg#) fue calculado como $100\cdot\text{mol MgO}/(\text{mol MgO}+\text{mol FeO})$, donde $\text{FeO}=0,8\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$ y $\text{Fe}_2\text{O}_3=0,2\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$. Las composiciones de referencia utilizadas para el manto primordial y los basaltos promedio N-MORB, E-MORB y OIB son las propuestas por Sun y McDonough (1989).

Los resultados analíticos fueron integrados con una selección de los datos geoquímicos incluidos en la bibliografía de la zona, que principalmente procedieron de los trabajos de Lewis et al. (1990, 2002, 2006), Lapierre et al. (1997, 1999, 2002), Dupuis et al. (1996), SYSMIN (2004), Escuder Viruete et al. (2006, 2007, 2008 y 2009) así como datos propios inéditos. En una primera aproximación, los datos geoquímicos fueron utilizados para discriminar las muestras en contextos magmáticos relacionados o no con procesos de subducción, y su impacto en la definición de unidades cartográficas. Existen numerosos autores que han propuesto criterios geoquímicos que discriminan rocas formadas en diferentes medios tectónicos, como los relacionados con un arco isla (Pearce, 1983; Wood et al., 1980; Shervais, 1982; Pearce et al., 1984; Taylor y Nesbitt, 1995; Pearce y Parkinson, 1993; Pearce y Peate, 1995). Para rocas volcánicas de arco alteradas, los principales elementos traza utilizados son Zr, Nb, Hf, Ta, Ti e Y (high field strength elements, HFSE), que proporcionan una guía preliminar de la afinidad petrológica y tectónica de las rocas volcánicas básicas e intermedias. Otros elementos traza resistentes a la alteración utilizados son las REE (rare earth elements) y el Th. El Th es un LFSE (low field strength element) que, a diferencia de otros elementos de este grupo (Rb, Ba, Sr, Cs, U y Pb), resiste los procesos de alteración y metamorfismo, y proporciona la única oportunidad de comparar el comportamiento primario de estos dos grupos (LFSE vs HFSE), que refleja procesos operativos en medios tectónicos específicos. En este trabajo, la concentración de estos elementos inmóviles fue expresada en diagramas normalizados respecto al manto primitivo (PM) y N-MORB (normal mid-ocean ridge basalt) de Sun y McDonough (1989), ordenados siguiendo su compatibilidad creciente (de izquierda a derecha) en un fundido basáltico. De forma complementaria se utilizaron diagramas que utilizan relaciones de elementos traza para discriminar entre varios medios tectónicos relacionados o no con arcos isla. Los datos isotópicos de Sr-Nd procedentes de la bibliografía fueron utilizados en algunos casos junto con los geoquímicos de elementos traza, para interpretar la naturaleza de la fuente mantélica y, particularmente, como evidencia de la influencia o no de plumas mantélicas y de la litosfera continental en la petrogénesis de las rocas ígneas.

En el dominio de la Cordillera Central se reconoció una relativa gran variedad composicional de tipos magmáticos básicos que tienen análogos en medios oceánicos modernos, los cuales proporcionan el marco para la interpretación geoquímica e isotópica. Las rocas volcánicas no relacionadas con procesos de subducción fueron comparadas respecto a los basaltos N-MORB (normal mid-ocean ridge basalts), E-MORB (enriched-MORB) emitidos en dorsales influenciadas por plumas, y OIB (ocean island or oceanic intra-plate basalts) relacionados con la actividad de plumas mantélicas. Los basaltos transicionales son aquellos que tienen características geoquímicas intermedias entre los toleíticos y alcalinos según Winchester y Floyd (1977). Las rocas volcánicas de medios de arco se caracterizan por un enriquecimiento de LFSE (Th) relativo respecto a los más incompatibles HFSE (Nb-Ta), y empobrecimiento en Nb (y Ta) respecto a La. Los tipos reconocidos fueron característicos de arcos intraoceánicos: boninitas fuertemente empobrecidas en elementos incompatibles, andesitas ricas en Mg, basaltos toleíticos IAT (island arc tholeiites), andesitas y basaltos calco-alcalinos CAB (calc-alkalic basalts), rocas volcánicas félsicas de composición dacítica-riolítica asociadas con las series IAT-CAB y adakititas. Las rocas plutónicas que forman los batolitos ultramáfico-gabroico-tonalíticos fueron caracterizadas geoquímicamente siguiendo un procedimiento similar.

Sin embargo, las rocas ígneas de la Cordillera Central fueron variablemente deformadas y metamorfizadas; por lo tanto, antes de hacer interpretaciones petrogenéticas basadas en la geoquímica de roca total, se debe evaluar la movilidad de los elementos utilizados. Los elementos inmóviles bajo un amplio rango de condiciones metamórficas, incluyendo la alteración de fondo oceánico a relaciones agua/roca bajas y moderadas (Bienvenu et al. 1990), son los elementos de transición (V, Cr, Ni y Sc), los HFSE, las REE y el Th. También, los minerales accesorios con REE son estables si no han sufrido un metamorfismo intenso, así como la desaparición parcial de los minerales portadores de las LREE no afecta significativamente la relación isotópica Sm-Nd a la escala de roca total. Por otro lado, la buena correlación obtenida entre el Zr frente a Th, Nb, La, Sm, Ti y Yb sugiere que estos elementos traza fueron relativamente inmóviles durante el metamorfismo, y las diferencias que muestran en la relaciones son debidas a un variable grado de fusión o a diferencias en la fuente mantélica. A continuación se describen los diferentes tipos de rocas ígneas máficas y félsicas distinguidas en cada evento magmático, para mostrar la existencia de relaciones petrogenéticas entre ellos e interpretar el marco geodinámico de formación.

3.2.2. Unidades tectonoestratigráfico-litogeoquímicas

En la cartografía del Dominio de la Cordillera Central se han reconocido ocho grandes unidades tectonoestratigráfico-litogeoquímicas, que de base a techo son: (1) la peridotita de

Loma Caribe; (2) la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja; (3) el Chert de El Aguacate; (4) el Complejo Duarte; (5) el Grupo Tireo; (6) la Fm Peña Blanca; (7) la Fm Basaltos de Pelona-Pico Duarte; y (8) la Fm Magua. Los contactos entre unidades son a menudo tectónicos, pero localmente se reconocen entre ellas relaciones deposicionales o intrusivas que permiten establecer su ordenación temporal. Todas las unidades fueron variablemente deformadas y metamorizadas (omitiéndose en adelante el prefijo meta-), desarrollando diversas bandas de rocas anfibolíticas de escala regional, pero preservándose a menudo las texturas ígneas. El conjunto está intruido por los batolitos gabroico-tonalíticos de Loma del Tambor, El Bao, Jumunucu, Bella Vista y El Río, incluyendo complejos ultramáficos y numerosos plutones de leucotonalitas foliadas. Otros tipos de rocas plutónicas distinguidos son la serie intrusiva de Gabros de Los Velazquitos y Guaigui, los cuerpos de diques/sills de gabros y doleritas intrusivos en la Peridotita de Loma Caribe, la cual es también descrita brevemente en el presente Informe.

Las unidades litoestratigráfico-geoquímicas del Dominio de la Cordillera Central pueden agruparse en tres grandes estadios magmáticos evolutivos: oceánico pre-arco, arco isla, e intraplaca (Fig. 8 y Fig. 9). El estadio oceánico pre-arco comprende la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja, el Chert de El Aguacate y el Complejo Duarte, el cual registra un primer evento magmático de plateau oceánico Cretácico Inferior. El estadio de arco isla está definido por una secuencia de >3-km de potencia de rocas volcánicas, subvolcánicas y volcano-sedimentarias del Grupo Tireo de edad Cretácico Superior, las cuales presentan muy variables características litológicas y geoquímicas. El estadio de magmatismo intraplaca está constituido por las Fms Peña Blanca, Pelona-Pico Duarte y Magua, todas ellas relacionadas con los eventos magmáticos de construcción del plateau oceánico Caribeño-Colombiano (CCOP) en el Cretácico Superior más alto.

3.2.3. Peridotita de Loma Caribe

Gran parte de los cuerpos ultramáficos que constituyen la Peridotita de Loma Caribe están constituidos por harzburgitas, harzburgitas ricas en clinopiroxeno y pequeñas cantidades de dunitas y lherzolitas. La clasificación geoquímica de las peridotitas puede ser realizada en base a la concentración de REE, la composición químico-mineral del olivino definida por su contenido en Forsterita, o $X_{Fo} = [Mg/(Mg+Fe)]$, y al contenido en Cr# presenten la espinela, donde $Cr\# = [100Cr/(Cr + Al)]$. En este apartado se incluye la descripción e interpretación geoquímica de las peridotitas de Loma Caribe de Lewis et al. (2006, 2008), así como datos propios inéditos de su química mineral.

Según Lewis et al. (2008), el contenido en Cr# de las espinelas de la PLC varía entre 0,20 (lherzolitas) y 0,88 (dunitas), indicando la presencia de peridotitas con muy diferentes

historias de fusión. En base a la composición de la Cr-espinela, las peridotitas mantélicas de Loma Caribe pueden ser divididas en 3 grupos: (1) Peridotitas del grupo I, que contienen espinelas con bajos Cr# < 0,30 y XFo (promedio de Fo90); (2) Peridotitas del grupo II, con espinelas con intermedios Cr# (0,30-0,65) y XFo (promedio de Fo91); y (3) Peridotitas del grupo III, que incluyen espinelas con alto Cr# (0,65-0,87) y XFo (promedio de Fo93). Estas peridotitas se concentran en los sectores estructuralmente más altos de la PLC, como Loma Taina, Loma Peguera y Loma Cumpié en el área de Bonaó.

Las peridotitas del grupo I poseen una composición típica de las peridotitas abisales, mientras que los altos contenidos en Cr en la espinela y de Fo en el olivino de las peridotitas del grupo III sugieren que se trata de un manto residual muy empobrecido. Su composición es muy similar a la de las harzburgitas y dunitas de regiones de antearco de zonas de subducción, como las peridotitas de antearco de Izu-Bonin-Mariana. Las peridotitas del grupo II poseen una composición intermedia entre las peridotitas abisales y las peridotitas de zonas de suprasubducción. Las peridotitas del grupo I están enriquecidas en MREE y HREE respecto a las peridotitas de los grupos II y III. El patrón de REE posee bajas relaciones de LREE/MREE y MREE/HREE. Por otro lado, el patrón de REE de las peridotitas de los grupos II y III presenta contenidos homogéneos en HREE y se caracteriza por segmentos planos de LREE y fuertemente fraccionados de HREE. Estos patrones son similares a los de peridotitas empobrecidas, como las peridotitas de Mayarí-Baracoa de Cuba oriental y del antearco de Izu-Bonin-Mariana.

Las peridotitas de Loma Caribe representan un manto suboceánico heterogéneo, el cual presenta composiciones minerales y de roca total características de secciones mantélicas de tanto cuenca oceánica como de zona de suprasubducción, y que puede ser interpretado como dorsal meso-oceánica residual (litosfera oceánica proto-Caribeña de edad Jurásica-Cretácica) acrecionada a la litosfera mantélica del antearco bajo al arco isla Caribeño, similar a las peridotitas del antearco del arco de South Sandwich. Adicionalmente, este manto oceánico fue probablemente afectado por la pluma mantélica que dio lugar a las picritas y basaltos magnesianos del Complejo Duarte. Posibles restitas de los basaltos del Plateau oceánico Caribeño son las peridotitas que contienen Cr-espinelas Cr#~0,8, similares a las dunitas de Loma Peguera y Loma Taina.

3.2.4. Asociación volcano-plutónica oceánica de Loma La Monja

Las rocas ígneas de la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja son máficas, con un contenido en SiO₂ casi invariable entre 53% y 49,9 wt%. Sus principales características geoquímicas están recogidas en las Fig. 13 y Fig. 14. En el diagrama Fe+Ti-Al-Mg de Jensen (1976) todas ellas son toleitas ricas en Fe. Algunos basaltos están enriquecidos en

Fe ($FeOT > 14$ wt%), Ti y V, y empobrecidos en MgO (6,3-5,9 wt%), clasificándose como ferrobasaltos. En el diagrama Nb/Y vs. Zr/TiO₂ (Winchester and Floyd, 1977) son subalcalinas, lo cual es compatible con su composición mineralógica. En el conjunto de las rocas, el Cr y Ni descienden con el MgO, mientras que el Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅, Th, Nb, REE e Y aumentan. En los diagramas de Word (1980) caen en los campos de los tipos basálticos N-MORB y E-MORB, y las relaciones V-Ti son próximas a la condrítica.

En base al contenido en TiO₂, el patrón de REE-extendido normalizado respecto al manto primitivo y las relaciones de elementos traza incompatibles, se distinguen tres grupos composicionales en la asociación, aunque probablemente existe un continuo composicional: grupo I, basaltos toleíticos empobrecidos en LREE; grupo II, basaltos, doleritas y gabros toleíticos con REE planas; y basaltos y ferrobasaltos toleíticos con un ligero enriquecimiento relativo en LREE.

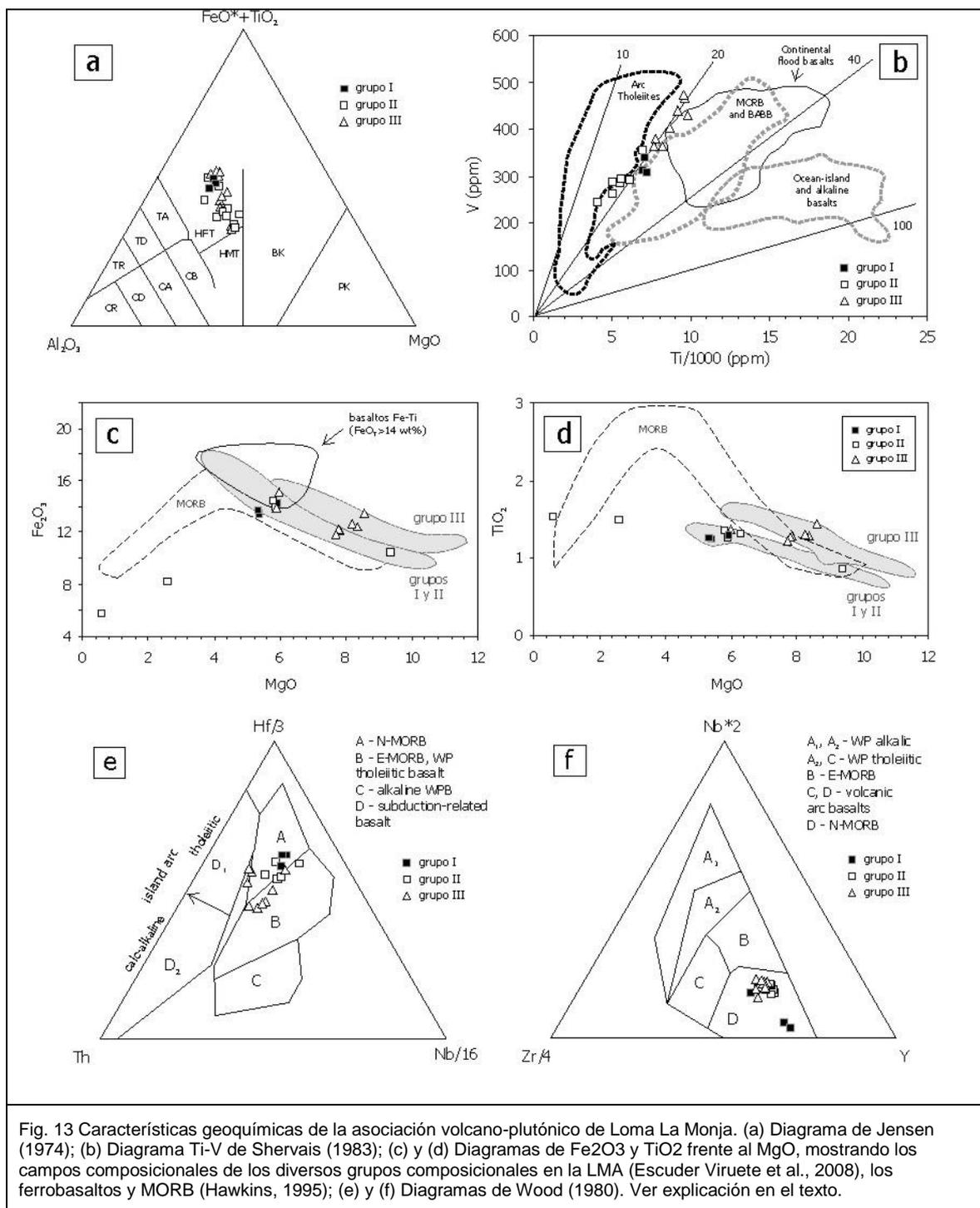
Los basaltos muestreados del grupo I son lavas almohadilladas, las cuales constituyen las composiciones más fraccionadas de todas las muestras ($Mg\# = 45-44$; con $Mg\# = 100$ mol MgO/[mol MgO+mol FeOT]). El contenido en TiO₂ es ~1.2 wt%, Zr y Nb son alrededor de 50 ppm y 3 ppm a un 6 wt% MgO, respectivamente. El contenido en Cr (45-30 ppm) y Ni (75-55 ppm) son inferiores que en las rocas de los grupos II y III. Los patrones extendidos de REE son similares a los basaltos N-MORB (Sun y McDonough, 1989; Perfit et al., 1994) teniendo similares abundancias en HREE (3-5 × PM; manto primitivo), un ligero empobrecimiento en LREE ([La/Nd]_N=0,9-1,2), anomalía positiva en Nb ($Nb/Nb^* = 2,1-2,2$), y HREE planas ([Sm/Yb]_N=0,7-0,8).

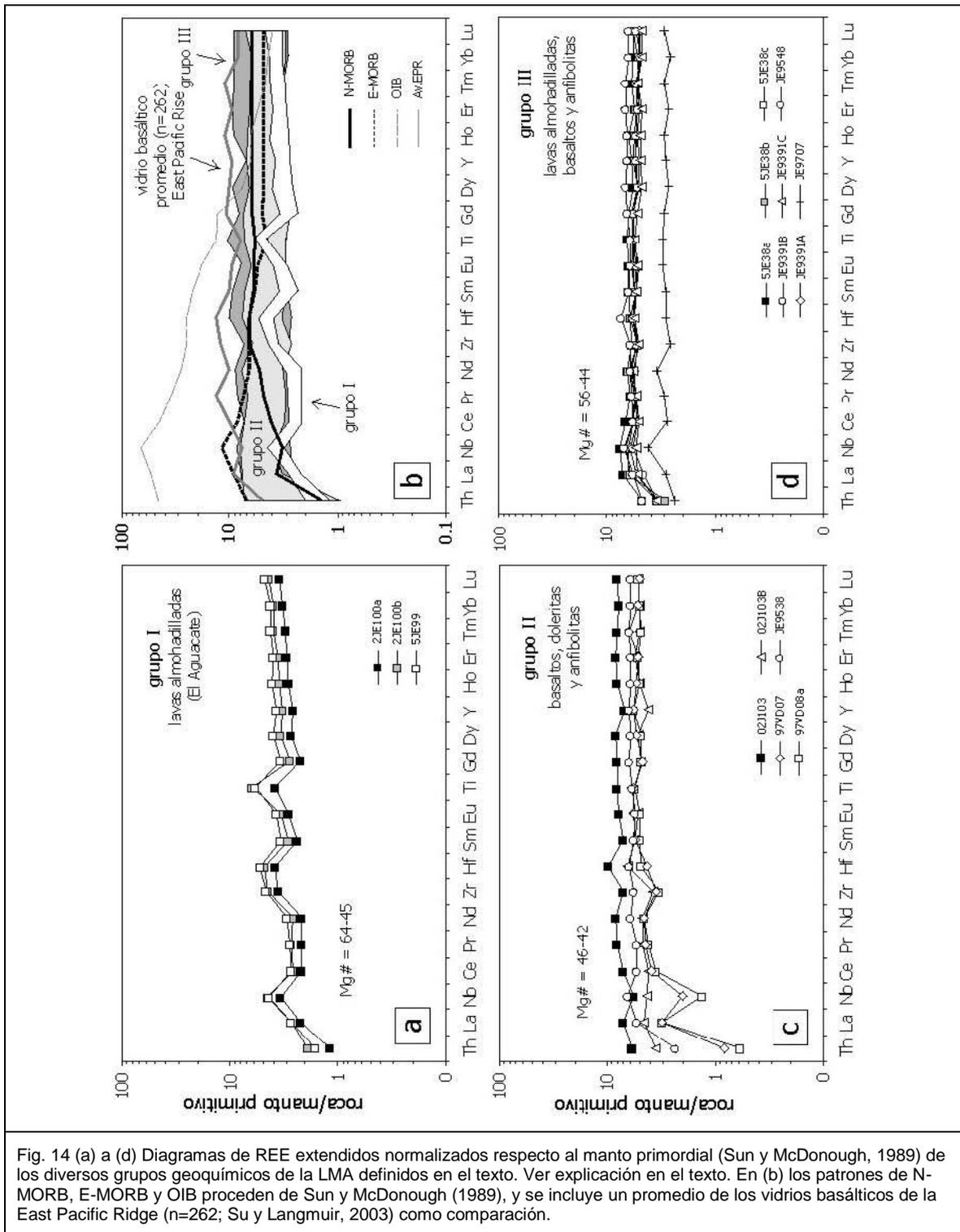
Las muestras del grupo II son gabros magnesianos, microgabros, diques de doleritas y basaltos Fe-Ti masivos ($FeOT > 14$ wt%). Estas rocas gradúan desde no fraccionadas a relativamente fraccionadas ($Mg\# = 68-41$). Las rocas menos fraccionadas poseen contenidos en TiO₂ relativamente bajos que gradúan entre 0,7 y 1,0 wt%, pero los ferrobasaltos más evolucionados poseen elevados contenidos en TiO₂ (1,4-2,2 wt%). Concordantemente, contienen sobre 27-33 ppm Zr y 2 ppm Nb a 10 wt% MgO. Los elementos traza más compatibles muestran un amplio rango de contenidos, 650-60 ppm para Cr y 185-15 ppm para Ni. Los patrones de REE son similar en las muestras analizadas, y difieren de aquellos de los basaltos del grupo I por las mayores abundancias absolutas de HREE (3-9 × PM) a el mismo $Mg\#$. Estas toleitas muestran patrones de REE con una distribución plana de LREE ([La/Nd]_N=0,8-1,1) y HREE ([Sm/Yb]_N=0,7-0,95), con una pequeña anomalía en Nb en algunas muestras ($Nb/Nb^* = 0,9-2,5$). Las rocas más evolucionadas poseen anomalías ligeramente positivas de Hf y Ti y negativas de Y. Como las muestras del grupo I, las relaciones de elementos incompatibles (ej. $Zr/Nb > 14$ y $La/Sm < 1,5$) son características de basaltos MORB normales y transicionales (Sun y McDonough, 1989; Mahoney et al., 1993).

El rango de $(\epsilon Nd)_i$ es de +6,9 a +8,3 ($t=160$ Ma), que sugiere también una fuente mantélica dominada por manto empobrecido, similar a la de N-MORB, y lejos de influencias de la corteza continental.

El grupo III está representado por flujos basálticos, lavas almohadilladas e hialoclastitas, gabros masivos isótropos y diques doleríticos, relativamente ricos en Ti y LREE. Las rocas muestreadas gradúan desde no fraccionadas a fraccionadas ($Mg\#=66-43$). Generalmente, son ricas en TiO_2 (0,9-1,6 wt %) y Fe_2O_3T (13,5-15,5 wt%), y las muestras más fraccionadas son clasificables por lo tanto como basaltos ferro-titanados. Contienen 35 ppm Zr y 3 ppm Nb a 11.5 wt% MgO. Los elementos traza más compatibles muestran un amplio rango de valores, 580-55 ppm para Cr y 170-28 ppm para Ni, sugiriendo una extensiva cristalización fraccionada. En general, estas rocas tienen un mayor contenido en TiO_2 y abundancia en LREE que los grupos I y II para similar $Mg\#$. Presentan un patrón ligeramente enriquecido en LREE ($[La/Nd]_N=1,0-1,4$), anomalía positiva en Nb ($Nb/Nb^*=1,2-2,3$), y HREE planas ($[Sm/Yb]_N=1,0-1,3$). Algunas muestras poseen una ligera anomalía negativa en Hf, Eu y Ti relacionada con la fraccionación de plagioclasa y óxidos de Fe-Ti. Estas características, así como las relaciones de elementos incompatibles ($Zr/Nb < 15$ y $La/Sm > 1,5$) son características de MORB enriquecidos (Sun y McDonough, 1989; Mahoney et al., 2002). En los basaltos y diques doleríticos $(\epsilon Nd)_i$ gradúa entre +6,9 y +7,4, implicando una fuente mantélica dominada por un manto empobrecido (Escuder Viruete et al., 2008).

En resumen, los datos petrológicos y geoquímicos de la LMA indican la presencia de una relativa gran variedad composicional de rocas ígneas, las cuales constituyen los productos de la cristalización de magmas de tipo MORB siguiendo una típica fraccionación toleítica a baja P, graduando de N- a E-MORB. Por lo tanto, estas rocas fueron formadas en una zona de dorsal oceánica variablemente influenciada por una pluma mantélica. Como consecuencia, la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja y sus equivalentes metamórficos representan un fragmento desmembrado de la corteza oceánica proto-Caribeña.





3.2.5. Complejo Duarte

Las características geoquímicas de las rocas volcánicas del Complejo Duarte están recogidas en las Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17, Fig. 18. Composicionalmente gradúan entre picritas, con incluso >25 wt% MgO, basaltos ricos en Mg y basaltos. En base a los valores Nb/Y-Zr/TiO₂, las muestras de la unidad inferior y superior se clasifican como subalcalinas

transicionales y alcalinas, respectivamente. En diagramas de Harker (Escuder Viruete, 2004), con el descenso en MgO, hay un aumento en SiO₂, Fe₂O₃T, álcalis y TiO₂; y un descenso en Cr y Ni. El Al₂O₃ y CaO aumentan ligeramente hasta alcanzar un máximo a unos 6-7 wt% MgO, decreciendo en los basaltos ya evolucionados. Estas tendencias son atribuidas a la fraccionación y/o acumulación de olivino, Cr-espinela, clinopiroxeno y plagioclasa, siendo los altos contenidos en MgO debidos a que se trata de cumulos de cristales. Todas las rocas muestran anomalías positiva en Nb-Ta y negativa en Th en un diagrama multielemental normalizado respecto al manto primordial, con un enriquecimiento en LREE y empobrecimiento en HREE-Y, característico de los basaltos de isla oceánica.

Sin embargo, en base al contenido en TiO₂ y las relaciones de elementos traza e isotópicas, se identifican cuatro tipos geoquímicos (Escuder Viruete et al., 2007a): basaltos ricos en Mg y pobres en Ti (tipo Ia); picritas ricas en Ti y basaltos ricos en Mg (tipo Ib); picritas, ferropicritas y basaltos ricos en LREE (tipo II); y basaltos ricos en Ti y LREE (tipo III). En la litoestratigrafía del Complejo Duarte, los tipos Ia y Ib aparecen intercalados en los niveles más bajos de la unidad inferior, el tipo II forma la principal acumulación de lavas de la unidad inferior, y el tipo III aparece exclusivamente en la unidad superior.

Basaltos ricos en Mg y pobres en Ti (tipo Ia). Este grupo está representado por los flujos máficos y brechas autoclásticas de la base del complejo. En la Fig. 15a presentan composiciones similares a las komatiitas basálticas y están poco o nada fraccionadas (Mg#=71-54), con contenidos en TiO₂ entre 1,0 y 1,7 wt%. El patrón de REE extendido (Fig. 16, Fig. 17) es muy similar a basaltos de isla oceánica actuales, para similares abundancias absolutas. Presentan LREE planas o ligeramente enriquecidas ([La/Nd]_N=0,98-1,5), ligera anomalía positiva en Nb, negativa en Zr, y empobrecimiento en HREE e Y ([Sm/Yb]_N=1,9-3,0; promedio 2,55). Los valores de (εNd)_i obtenidos son de +6,5 (t=120 Ma), sugieren una fuente dominada por un manto empobrecido.

Picritas ricas en Ti y basaltos ricos en Mg (tipo Ib). El grupo incluye los flujos máficos masivos y bandeados, cumulos y brechas autoclásticas de la unidad inferior. Tienen una composición de komatiitas basálticas y no están fraccionadas (Mg#=76-71), debido a su carácter cumulado. Los diagramas extendidos de REE son semejantes entre muestras y difieren del tipo Ia por el mayor contenido en Ti (2,1-2,6 wt%) y de abundancia absoluta de REE a similar Mg#. Presentan distribución plana o un ligero enriquecimiento en LREE ([La/Nd]_N=1,0-1,26), ligera anomalía positiva en Nb, negativa o positiva en Zr (y Hf), y empobrecimiento en HREE-Y ([Sm/Yb]_N=2,8-3,1). El (εNd)_i gradúa de +6,2 a +6,6, sugiriendo una fuente dominada por manto empobrecido.

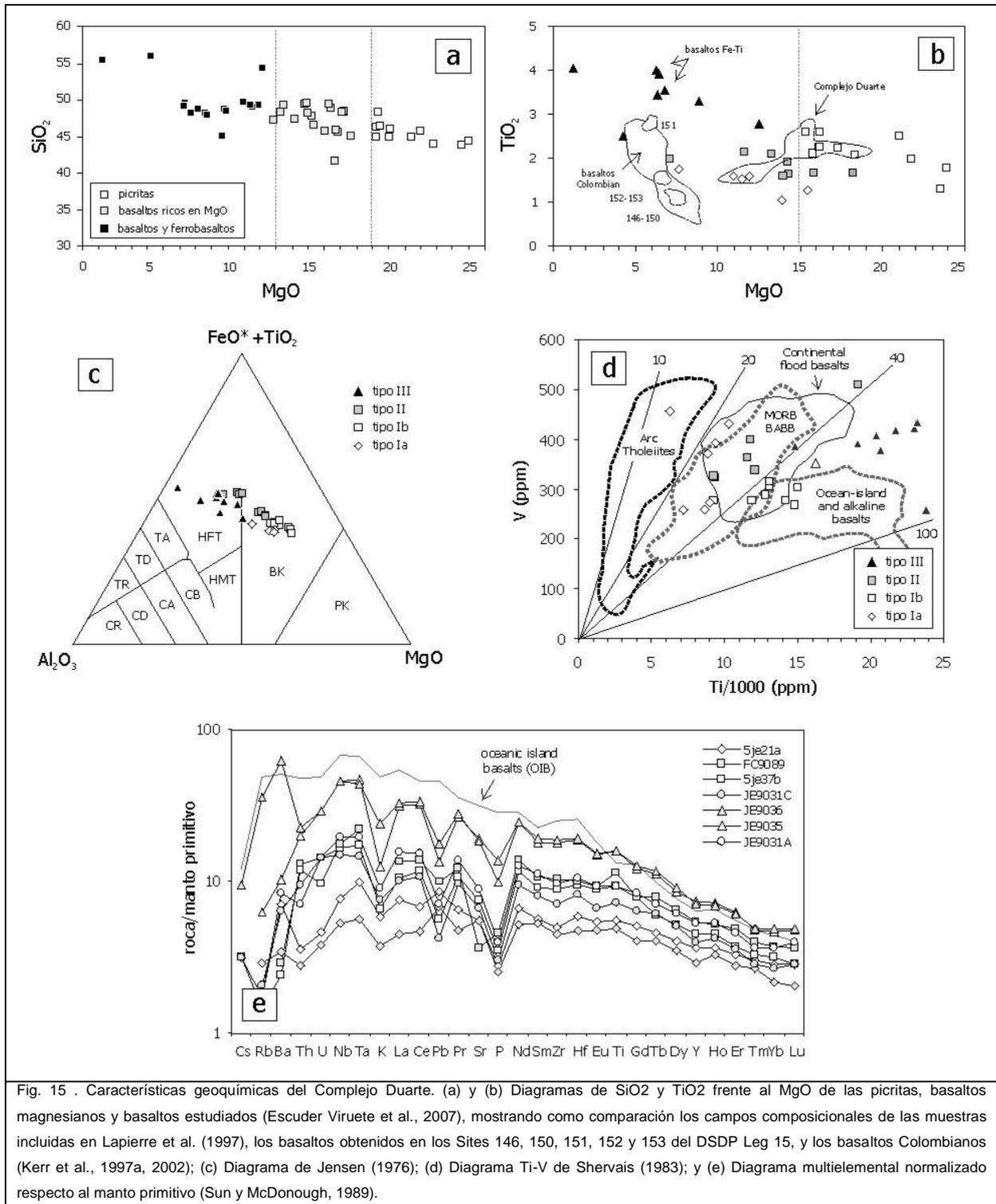
Picritas, ferropicritas y basaltos ricos en LREE (tipo II). El grupo está dominado por picritas, ferropicritas (FeOT>15 wt%) y ankaramitas, generalmente cumulos, y por intercalaciones

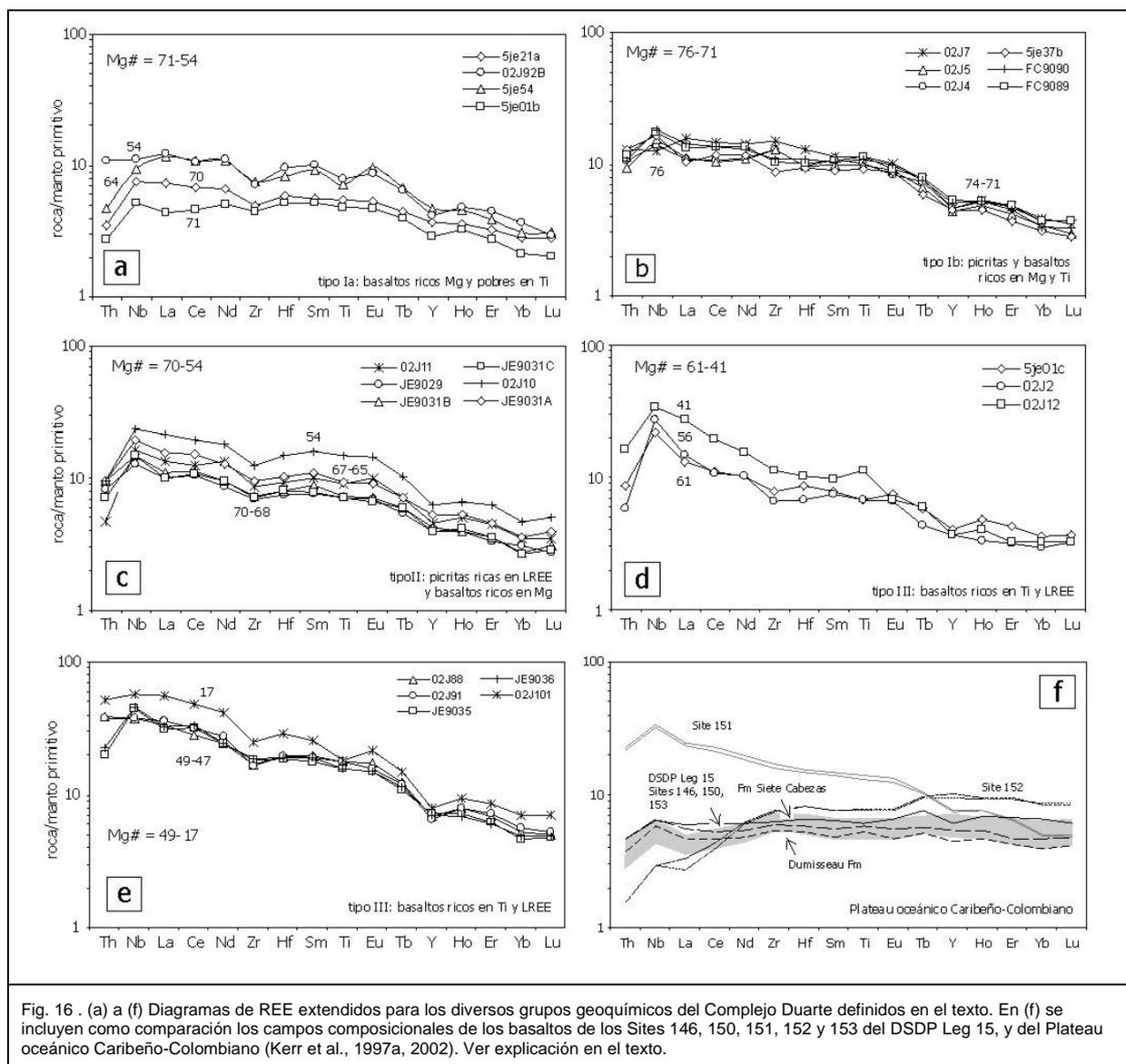
de basaltos ricos en Mg en la unidad inferior. Su composición en elementos mayores gradúa entre komatiitas basálticas y Fe-toleititas, extendiéndose a composiciones más fraccionadas ($Mg\#=70-48$) que los tipos Ia y Ib. El contenido en TiO_2 es intermedio (1,6-2,1 wt%), pero mayor que en el tipo Ia para un valor dado de MgO . Los diagramas de REE son subparalelos entre muestras y muestran un enriquecimiento en LREE ($[La/Nd]_N=1,2-1,4$) y empobrecimiento en HREE ($[Sm/Yb]_N=2,4-3,4$; promedio 3,0), con anomalías positiva en Nb y negativa en Th. Los valores de $(\epsilon Nd)_i = +6,2$ y $+6,3$ son compatibles con una fuente mantélica empobrecida, pero el mayor contenido en TiO_2 y relación $[Sm/Yb]_N$ sugiere que fue más enriquecida que la del tipo Ia.

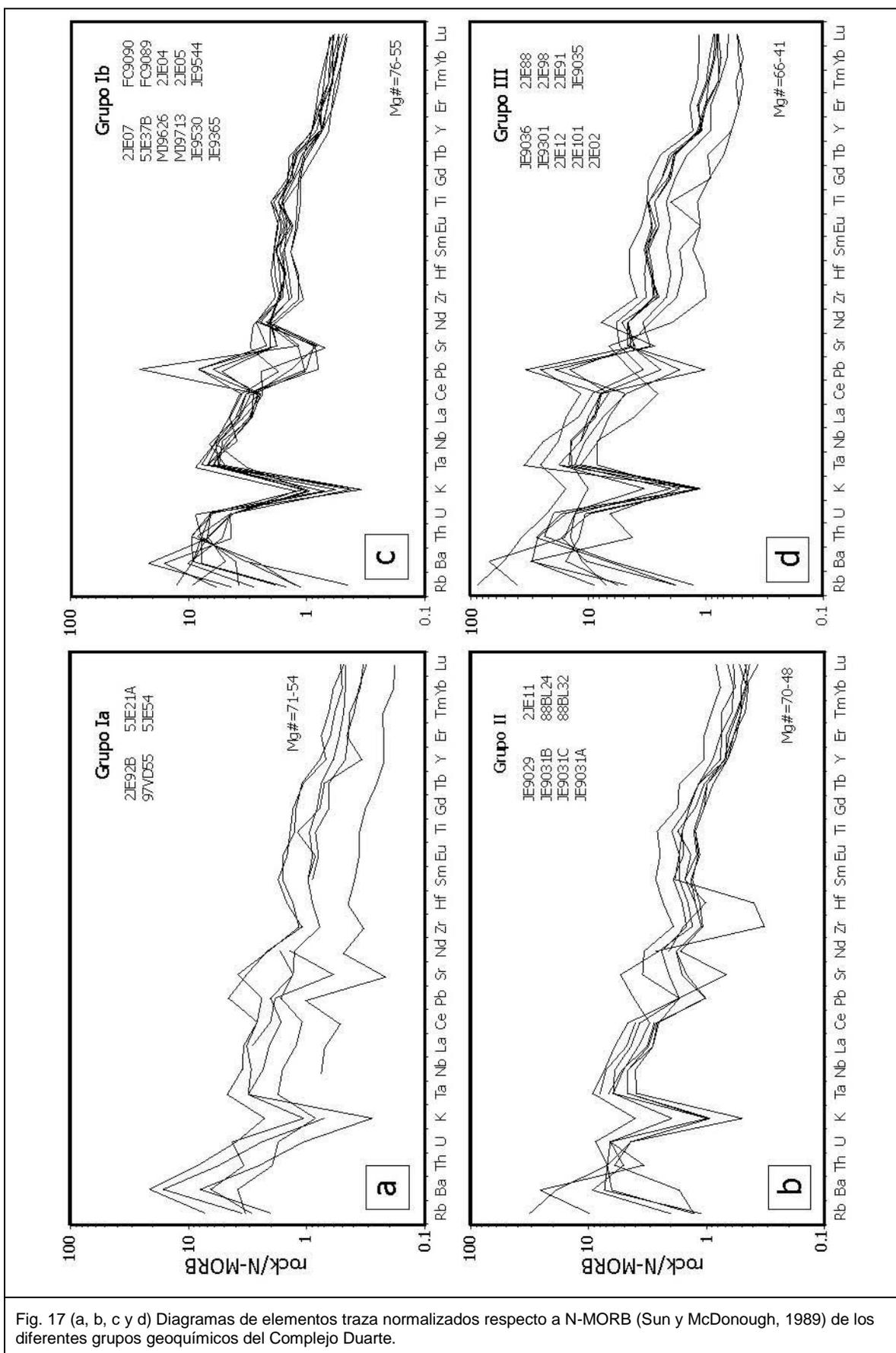
Basaltos ricos en Ti y LREE (tipo III). El grupo incluye los basaltos medianamente alcalinos de la unidad superior. Se trata de toleititas ricas en Fe que evolucionan a las composiciones más fraccionadas ($Mg\#=61-17$). Con el enriquecimiento en TiO_2 (2,8-4,0 wt%) las lavas de tipo III están enriquecidas en Fe ($Fe_2O_3T=11,8-15,2$ wt%), resultando basaltos ferrotitanados. A similar $Mg\#$, estas rocas presentan mayor abundancia en LREE y HREE que el tipo II, caracterizándose por un fuerte enriquecimiento en LREE ($[La/Nd]_N=1,4-2,0$) y empobrecimiento en HREE ($[Sm/Yb]_N=3,0-3,9$). Presentan variables anomalías positivas en Eu y Ti, relacionadas con la acumulación de plagioclasa y óxidos Fe-Ti. Estos patrones son típicos de basaltos alcalinos de isla oceánica. Los valores obtenidos de $(\epsilon Nd)_i$ de $+5,07$ y $+5,17$ son compatibles con una fuente mantélica empobrecida, pero relativamente más enriquecida que la de los tipos I y II (o menor grado de fusión parcial).

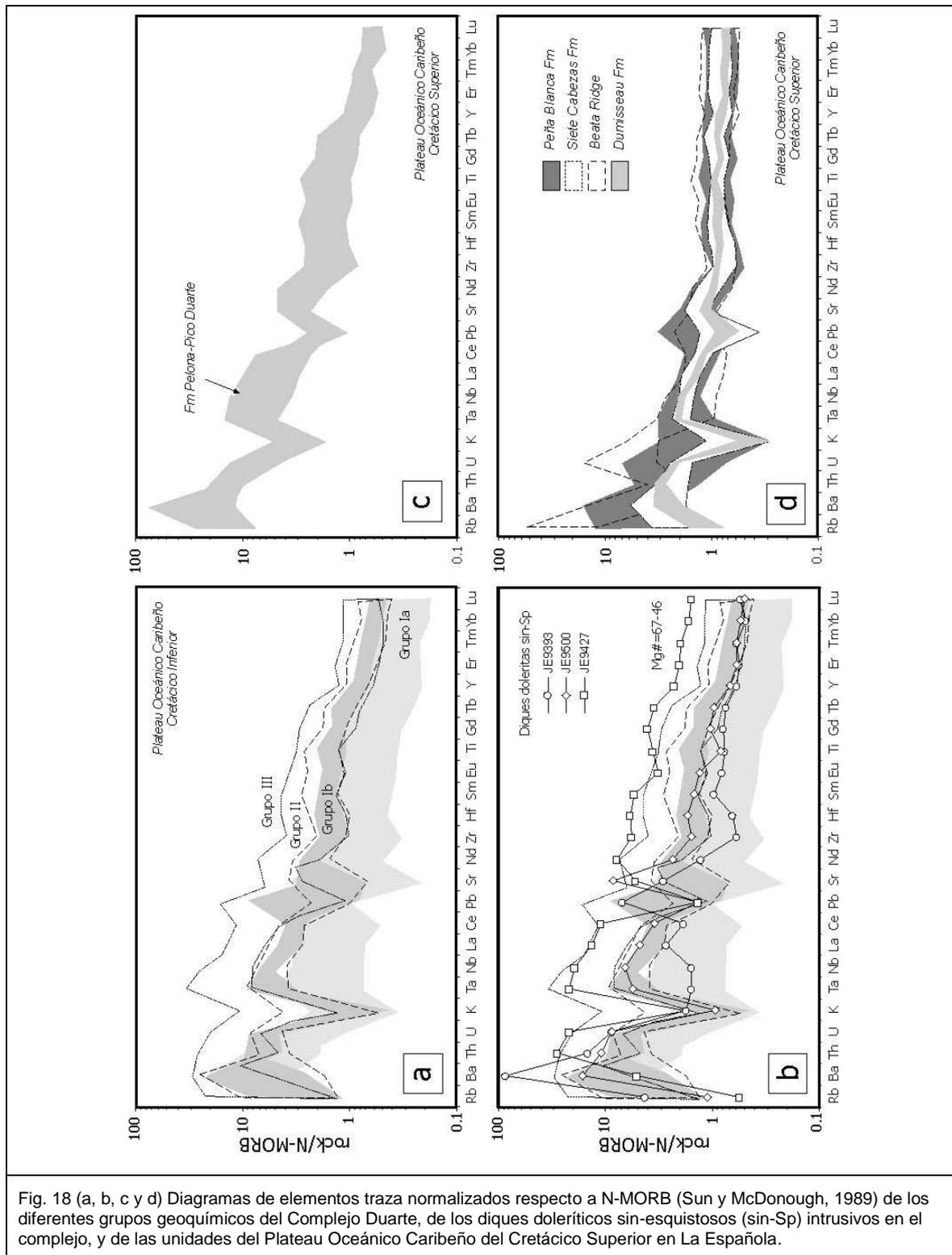
En resumen, la diversidad composicional de elementos traza incompatibles e isótopos de Nd presente en las rocas del Complejo Duarte es consistente con fuentes mantélicas relacionadas con una pluma heterogénea. Los modelos de fusión del manto desarrollados por Escuder Viruete et al. (2007) sugieren que la fusión temprana extensiva (10-20%) de un manto somero da lugar a la formación de los magmas relativamente empobrecidos de los grupos I y II, mientras que los magmas tardíos más enriquecidos del grupo III fueron producto de tasas bajas de fusión (<3%) de un manto profundo. Por lo tanto, las fuentes mantélicas fueron con el tiempo más enriquecidas y profundas. Las edades Cenomanenses obtenidas en las anfibolitas foliadas del Complejo Duarte demuestran una edad más antigua para el protolito, probablemente Albiense (>96 Ma). Por lo tanto, el Complejo Duarte representa una etapa de construcción del Plateau oceánico Caribeño-Colombiano durante el Cretácico Inferior. Sin embargo, como se observa en la Fig. 18, este evento es geoquímicamente distinto al del Cretácico Superior. Por otro lado, los diques doleríticos intrusivos sin-cinemáticamente en la zona de cizalla del Río Guanajuma, datada en $93,9\pm 1,4$ y $95,8\pm 1,9$ Ma por Ar-Ar en Hbl (Escuder Viruete et al., 2007c), poseen unas similares características geoquímicas de pluma (Fig. 18), particularmente con los basaltos de la

unidad superior. Por lo tanto, los últimos magmas de este evento podrían ser ligeramente más jóvenes.









3.2.6. Magmatismo de arco: Grupo Tireo

La caracterización geoquímica de las rocas ígneas del Grupo Tireo está basada en muestras que mejor representan la composición de un fundido. Por ello, los flujos de basaltos masivos afíricos y los diques sin-volcánicos basálticos o doleríticos representan la mejor estimación de un líquido ya que no contienen comúnmente abundantes fenocristales. En las brechas volcánicas, los clastos centimétricos de basaltos y andesitas afíricas homogéneas se interpreta también representan la composición de un fundido. Las tobas monogenéticas vítreas y líticas de grano grueso fueron también analizadas con el fin de comparar su composición, seleccionándose después de su estudio petrográfico. Las doleritas y microgabros poseen un patrón de elementos traza muy similar al de las rocas volcánicas máficas, sugiriendo que los posibles minerales acumulados han preservado las abundancias relativas de elementos trazas características de los magmas de los cuales derivan. Los resultados geoquímicos del muestreo se han representado en diagramas geoquímicos apropiados e incluidos en las Fig. 19, Fig. 20, Fig. 21, Fig. 22, Fig. 23, Fig. 24. En la Fig. 19, las rocas ígneas del Grupo Tireo gradúan entre términos de basaltos ricos en Fe a andesitas, dacitas y riolitas toleíticas, con algunas composiciones de komatiitas basálticas (andesitas magnesianas) y de basaltos calco-alcálicos. Presentan contenidos pobres en K y, los términos más diferenciados, medios en K, para contenidos generalmente bajos en TiO_2 (<0,8 wt%), aunque los álcalis están probablemente movilizados por la alteración y el metamorfismo. En base a las relaciones de elementos inmóviles Nb/Y-Zr/ TiO_2 , las muestras del Grupo Tireo se clasifican globalmente como subalcalinas y, menos frecuentes, transicionales (basaltos ricos en Nb), graduando desde términos basáltico andesíticos a riolíticos. En el diagrama FeO^*/MgO frente al SiO_2 , las rocas máficas caen tanto en el campo toleítico como calco-alcálico, así como en los campos de las series de arco pobres, medias y ricas en Fe (Arculus, 2001).

En el diagrama V-Ti caen en el campo de las toleitas de arco y en el de los basaltos calco-alcálicos, mostrando algunas rocas afinidad boninitica, con relaciones $Ti/V < 10$. En diagramas de Harker (Fig. 20), con el aumento en SiO_2 , desciende el Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , TiO_2 y CaO ; y con el descenso en MgO también desciende el Fe_2O_3t , Ni y V. Estas tendencias son compatibles con la cristalización fraccionada de la plagioclasa, ferromagnesianos (olivino y clinopiroxeno) y óxidos de Fe-Ti. El aumento en las rocas menos fraccionadas de V y TiO_2 con el descenso en $Mg\#$ sugiere una afinidad toleítica, aunque en las muestras más fraccionadas el TiO_2 desciende con el $Mg\#$ que es más típico de la serie calco-alcálica. Algunas muestras poseen contenidos en MgO de hasta un 15 wt%, los cuales son debidos a que se trata de magmas producto de tanto la fusión de un

manto empobrecido como de acumulados de cristales. En los diagramas de elementos traza normalizado respecto a N-MORB las muestras del Grupo Tireo en general muestran un variable enriquecimiento en Th y LREE respecto a elementos HFSE tales como Nb, Ta, Zr y Hf, así como las HREE; característicos de magmas relacionados con subducción.

Sin embargo, en base a los contenidos de elementos traza, en el Grupo Tireo se incluyen rocas ígneas de una gran diversidad composicional (Escuder Viruete et al., 2007b, 2008), distinguiéndose los siguientes grupos geoquímicos de rocas máficas: basaltos y andesitas toleíticas y calco-alcalinas, andesitas y basaltos magnesianos pobres en Ti, basaltos y andesitas enriquecidos en Nb; y dos grupos de rocas ácidas: dacitas y riolitas calcoalcalinas, y dacitas y riolitas adakíticas. Rocas volcánicas contemporáneas relacionadas con la actividad del arco-isla Caribeño son los basaltos del Miembro Loma La Vega (Coniacense) de la Fm Las Guayabas de la Cordillera Oriental, las cuales son también incluidas en el estudio para su comparación.

3.2.6.1. Serie de basaltos-andesitas toleíticas y calcoalcalinas

Está representada por las intercalaciones de basaltos y brechas monogenéticas de la Fm Restauración del Grupo Tireo del bloque de Jarabacoa, y los basaltos de la Fm Las Guayabas de la Cordillera Oriental. Sin embargo, la gran acumulación de tobas vítreas líticas basáltico andesíticas de la Fm Constanza del Grupo Tireo del bloque de Jicomé posee una diferente composición geoquímica. Este grupo no está representado en el sector de Bonaó. Como una serie, los basaltos y andesitas de esta serie definen una tendencia calco-alcalina de suave descenso en TiO_2 , Fe_2O_3 , Cr y Ni con el incremento de la fraccionación como es monitorizada por el MgO (o TiO_2). El contenido en TiO_2 gradúa entre 0,5 and 1,1 wt.%, siendo similar a los basaltos de la Fm Las Guayabas. Los valores en la relación La/Yb permiten distinguir las rocas toleíticas (0,9-2,0) de las calco-alcalinas (3,2-8,4, con un valor de 18,3), siendo similares a los de los basaltos del Mb Loma La Vega (6,8-11,5) y las rocas volcánicas contemporáneas de la fase III en Puerto Rico Central y Nororiental (Jolly et al., 1998, 2001).

En los diagramas multielementales normalizados respecto a N-MORB de las Fig. 21, Fig. 22, Fig. 23, se muestra el patrón general de elementos traza de la serie junto con rocas representativas del Mb Loma La Vega y de la fase III de Puerto Rico. Todas estas rocas volcánicas máficas presentan un patrón típico de magmas relacionados con subducción (Pearce and Parkinson, 1993; Woodhead et al., 1998): un enriquecimiento en los LILE (particularmente el Th) respecto a las LREE (ej. Ba/La=18-80), y ambos grupos están enriquecidos respecto a los HFSE (ej. Ba/Nb=37-460; La/Nb=2-8), dando lugar a las características anomalías de Nb-Ta ($Nb/Nb^*=0,2-0,7$). Los flujos masivos y diques

sinvolcánicos toleíticos de la serie definen un patrón subhorizontal, próximo al seguido por NMORB, aunque con anomalías negativas de Nb-Ta, HREE planas o ligeramente empobrecidas ($[La/Yb]_N=0,6-1,7$), y un variable enriquecimiento en los elementos movilizados durante la subducción tales como Th, Sr, Pb y LREE. Los basaltos del Mb Loma La Vega ($[La/Yb]_N=4,7-8,0$) presentan el moderado a fuerte enriquecimiento en LREE típico de las rocas calco-alcálicas del Grupo Tireo ($[La/Yb]_N=2,3-6,8$), aunque presentan un menor empobrecimiento en HREE, probablemente debido a una fuente mantélica menos empobrecida (o a un menor grado de fusión parcial). Jolly et al. (2001) describe un enriquecimiento en las LREE con el tiempo similar en las rocas volcánicas contemporáneas de Puerto Rico ($[La/Yb]_N=1,4-8,9$).

Consideradas en conjunto, las rocas volcánicas de esta serie representan los magmas del arco-isla Caribeño Cretácico Superior, en el que la variación en el patrón de empobrecimiento o de enriquecimiento intra-arco puede registrar los procesos de fusión dinámica en la cuña de manto sub-arco (Pearce et al., 1995b). Siguiendo a Jolly et al. (2006), el cambio composicional de toleítico a calco-alcálico en las lavas emitidas refleja un incremento en la proporción de sedimentos pelágicos subducidos bajo el arco.

3.2.6.2. Andesitas magnesianas pobres en Ti

Los basaltos y andesitas magnesianas pobres en Ti están representadas por los flujos y tobas máficos, intercalados con las rocas volcánicas félsicas de la Fm Restauración en el Grupo Tireo del bloque de Jarabacoa (Escuder Viruete et al., 2007b, 2008). Estas rocas se caracterizan por contenidos anómalamente altos en MgO (14,9-4,8 wt.%), Cr (978-219 ppm) y Ni (186-20 ppm) para un rango en SiO₂ de basalto-andesita. El contenido en TiO₂ es bajo y gradúa entre 0,17 y 0,54 wt.%, siendo valor que en las rocas del grupo anterior para un valor dado de MgO. El patrón de elementos traza de estas rocas es similar al de las rocas toleíticas, teniendo un consistente enriquecimiento en LREE ($[La/Yb]_N=1,7-4,9$) y pequeñas anomalías en Nb-Ta, que pueden ser pronunciadas, pero las abundancias absolutas son menores (HREE 0,1-0,5xN-MORB) y las anomalías de Zr y Hf son mayores ($[Zr/Sm]_N=0,3-1,8$; promedio 0.78). Las muestras más primitivas pueden ser clasificadas como boninitas ricas en Ca, de acuerdo con la definición de Crawford et al. (1989), y las muestras más evolucionadas exhiben características intermedias entre las series ricas y pobres en Ca. Sin embargo, la alteración y el metamorfismo pueden haber cambiado la composición de los elementos mayores. Los contenidos bajos en TiO₂ y HREE (particularmente Yb), y las anomalías negativas en Zr y Hf sugieren que la fuente de estas rocas fue más empobrecida que la del grupo de basaltos-andesitas toleíticas y calco-alcálicas. También, su composición rica en MgO indica altas temperaturas de fusión, una fuente mantélica relativamente

empobrecida y un rápido tránsito de los magmas a través de la corteza que impida su diferenciación (Falloon y Danyushevsky, 2000; Yogodzinski et al., 2001).

3.2.6.3. Basaltos enriquecidos en Nb

Se trata de flujos basáltico-andesíticos identificados en la Fm Restauración, donde coexisten con dacitas ricas en Nb, Ti y, en ocasiones, en Mg relacionadas. Presentan contenidos altos en Nb (5-16 ppm), en comparación con los basaltos de arcos intraoceánicos ($Nb < 2$ ppm). El contenido en TiO_2 es medio y gradúa entre 0,7 y 1,35 wt.%, siendo mayor que en las rocas toleíticas y calco-alcalinas para un valor dado de MgO. Composicionalmente, estas rocas muestran un descenso en Fe_2O_3T , TiO_2 , CaO, álcalis, V, Cr y Ni; y un aumento en SiO_2 , Nb y Zr con el descenso en MgO, con valores muy similares a los basaltos ricos en Nb descritos por Defant y Drummond (1990), Maury et al. (1996) y Sajona et al. (1996). El patrón de elementos traza es similar al de las rocas máficas calco-alcalinas, pero presentan en ocasiones menores abundancias absolutas (HREE 3-5×MP), un menor enriquecimiento relativo en LREE, ausencia de una clara anomalía de Nb-Ta ($Nb/Nb^* = 0,8-1,2$) y marcado empobrecimiento en HREE. Respecto a las variaciones Yb-MgO y patrón de REE se distinguen dos subtipos: I, con ligero enriquecimiento en LREE ($[La/Nd]_N = 1,8-2,2$) y empobrecimiento en HREE ($[Sm/Yb]_N = 1,8-2,9$); y II, con mayor enriquecimiento en LREE ($[La/Nd]_N = 1,7-2,3$) y empobrecimiento en HREE ($[Sm/Yb]_N = 2,4-4,1$). Estas características sugieren una fuente mantélica para el subtipo II más enriquecida que para el I. También, la fuente mantélica para los subtipos ricos en Nb fue más enriquecida que la de la serie toleítica y las andesitas magnesianas.

3.2.6.4. Rocas ácidas de la Fm Restauración: dacitas y riolitas

Las rocas ácidas del Grupo Tireo incluyen las rocas volcánicas de la Fm Restauración, los domos subvolcánicos relacionados y las intrusiones de diques de tonalitas con Hbl. Estas rocas pueden agruparse en dos tipos: dacitas-riolitas calco-alcalinas y adakititas (dacitas y riolitas ricas en Al. Las dacitas y riolitas definen junto a las andesitas magnesianas una serie de rocas de arco pobre en Ti. Todas estas rocas ácidas fraccionadas ($Mg\# = 39-23$) son pobres en K_2O ($< 0,7$ wt% en riolitas), TiO_2 (0,2-0,6 wt%), P_2O_5 ($< 0,1$ wt%) y Zr, en relación a las típicas rocas ácidas calco-alcalinas. Presentan valores de $(La/Yb)_N$ de 2,8-6,5 y, en general, carecen del moderado a fuerte enriquecimiento en LREE típico de las rocas ácidas calco-alcalinas, por lo que se interpreta poseen una afinidad transicional. No obstante, en el diagrama FeO^*/MgO frente al SiO_2 caen tanto en el campo calco-alcalino junto a las adakititas. Presentan patrones de REE ligeramente enriquecidos en LREE ($[La/Nd]_N = 1,7-2,1$), o empobrecidos en HREE e Y ($[Sm/Yb]_N = 1,3-3,2$), para abundancias absolutas bajas

(HREE 3-5×MP). Poseen en ocasiones una ligera anomalía negativa en Nb ($Nb/Nb^*=0,5-1,5$) y contenidos de TiO_2 entre 0,15 y 0,7 wt%.

Composicionalmente, las adakitas son dacitas y riolitas ricas en Al_2O_3 (12-18 wt%). Además, se distinguen por (Martin, 1999): (1) contenidos altos en La pero bajos en Yb, resultando unas REE extremadamente fraccionadas ($[La/Yb]_N=11-32$); (2) contenidos relativamente altos en TiO_2 (0,3-0,9 wt%), Fe_2O_3 , MgO (0,4-5,3 wt%), Cr (116-308 ppm) y Ni (15-49 ppm); (3) pequeñas anomalías en Eu; y (4) generalmente anomalías negativas pronunciadas en Nb-Ta, Ti, Sc y V ($Nb/Nb^*=0,2-0,7$). Los diques de tonalitas con Hbl intrusivos en el Grupo Tireo presentan un patrón de REE muy similar a las adakitas (Fig. 24), lo que sugiere que se trata de sus equivalentes intrusivos. De acuerdo con Drummond et al. (1996), Yagodzinski et al. (2001) y Rapp et al. (2003), las adakitas pueden representar fundidos de la lámina oceánica que subduce, dejando un residuo de anfibolitas con granate o de eclogitas con anfíbol. Las dacitas-riolitas no adakíticas son fundidos formados a baja P (<8 kbar) de rocas máficas en los niveles corticales bajos de un arco intraoceánico.

Consideradas en conjunto, la asociación espacial temporal de adakitas, andesitas magnesianas y basaltos ricos en Nb, colectivamente define un cambio en la composición de las lavas emitidas relacionadas con subducción en el arco-isla Caribeño (Escuder Viruete et al., 2007 b). El cambio de vulcanismo tuvo lugar en el límite Turoniense-Coniacense (~89 Ma) y continuó en el Santoniense y Campaniense Inferior.

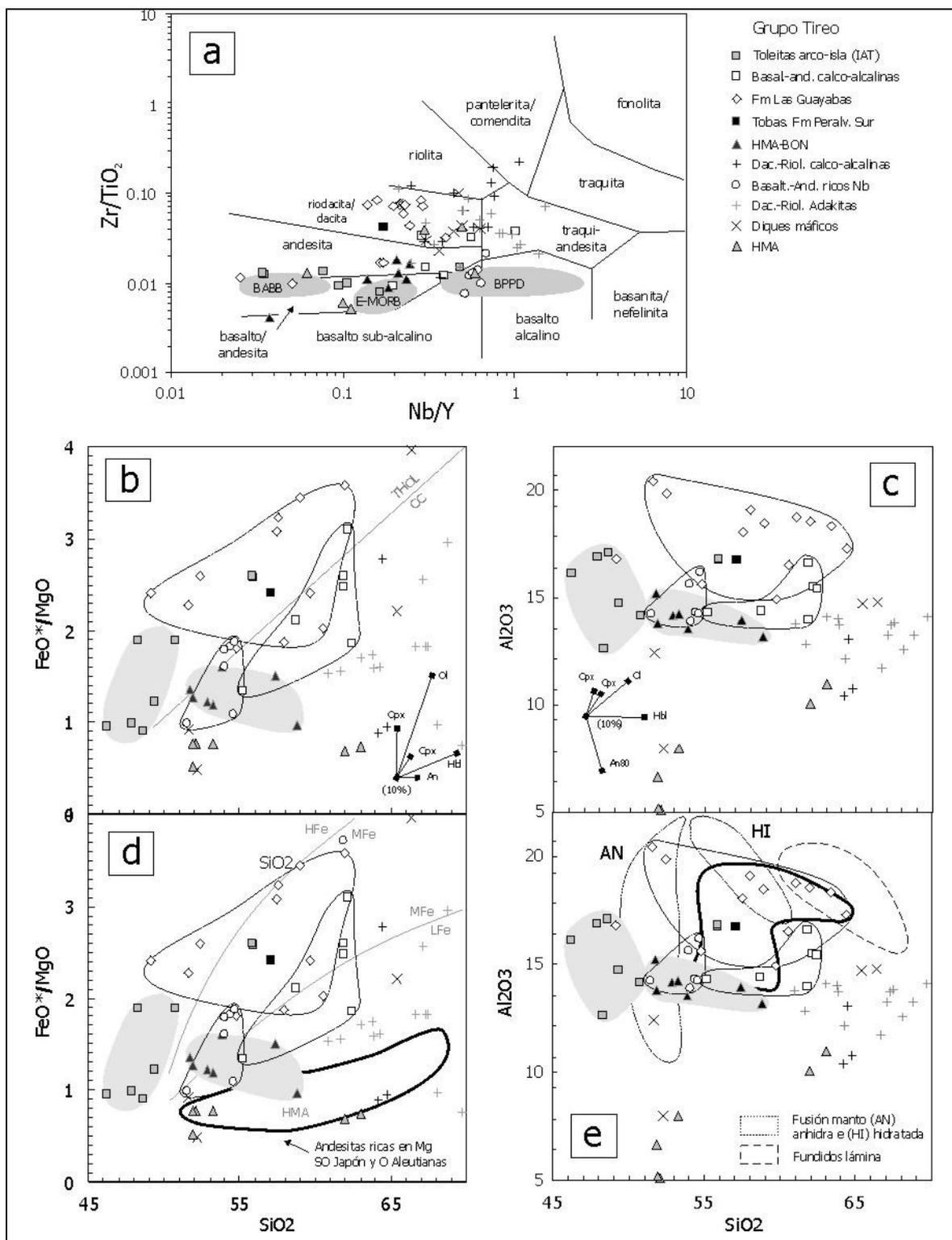


Fig. 19 Características geoquímicas del Grupo Tiro. (a) Diagrama de Nb/Y frente a Zr/TiO₂, mostrando como comparación los campos composicionales de los grupos BABB, EMORB y BPPD; (b, c, d y e) Covariación de SiO₂ con FeO*/MgO y Al₂O₃. En las figuras, las rocas del Grupo Tiro son comparadas con series Cenozoicas de andesitas ricas en MgO de SO Japón y O Aleutianas. También se indican los vectores de cristalización fraccionada (fc) para el olivino (ol), ortopiroxeno (opx), clinopiroxeno (cpx), anfíbol pargasítico (hb), y plagioclasa (An80), determinados para una composición andesítica magnesiánica promedio. También se muestran los campos de fusión anhidra por deshidratación e hidratada (fusión de KLB-1 a 1100°C y 1,0 GPa, Hirose, 1997), los fundidos experimentales (Rapp et al., 1999) de basaltos anfibolíticos (AB-1) a 3,2 y 3,8 GPa a 1100°C, y las venas de vidrio que representan fundidos de la lámina subducida (Schiano et al., 1995).

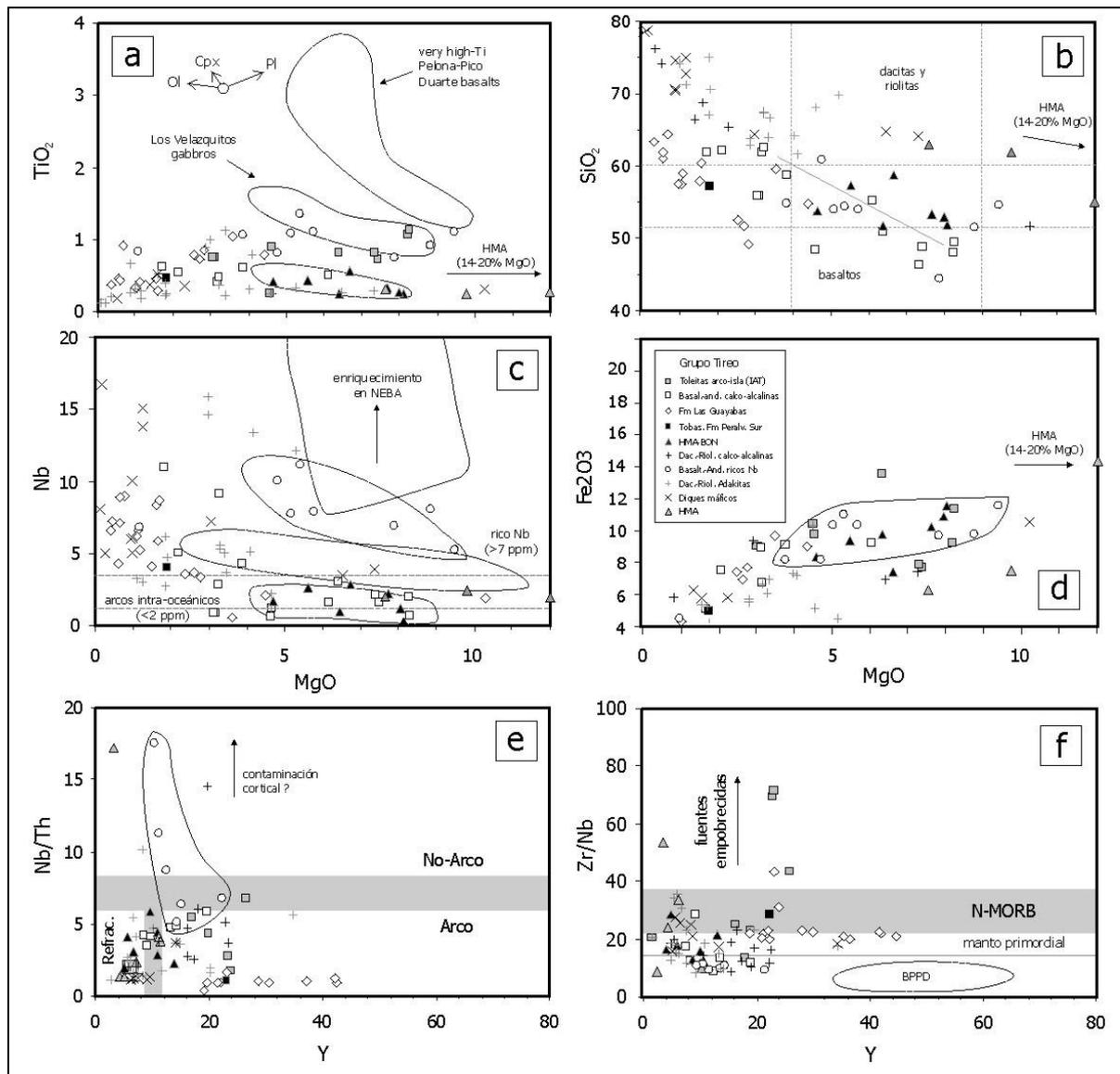
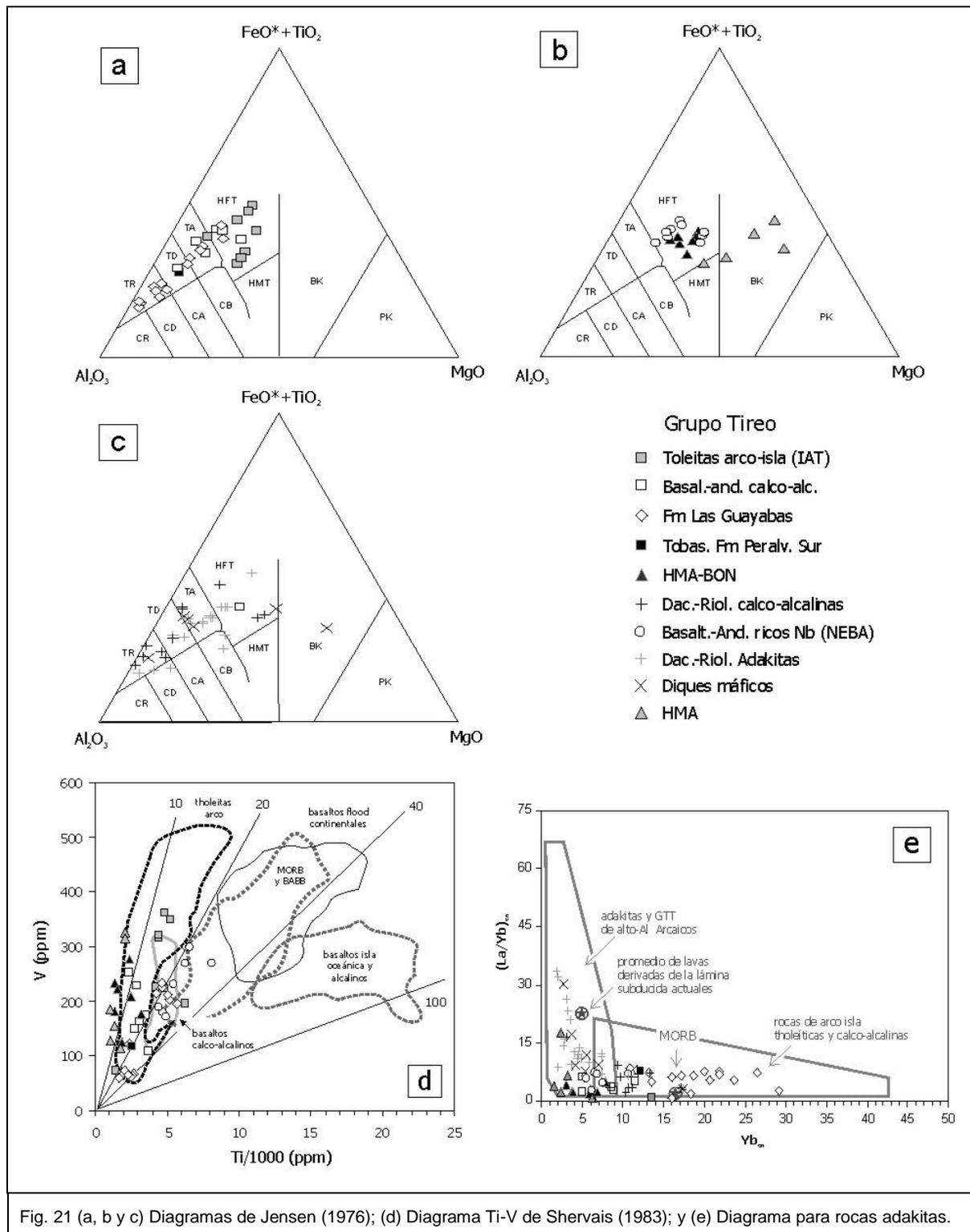
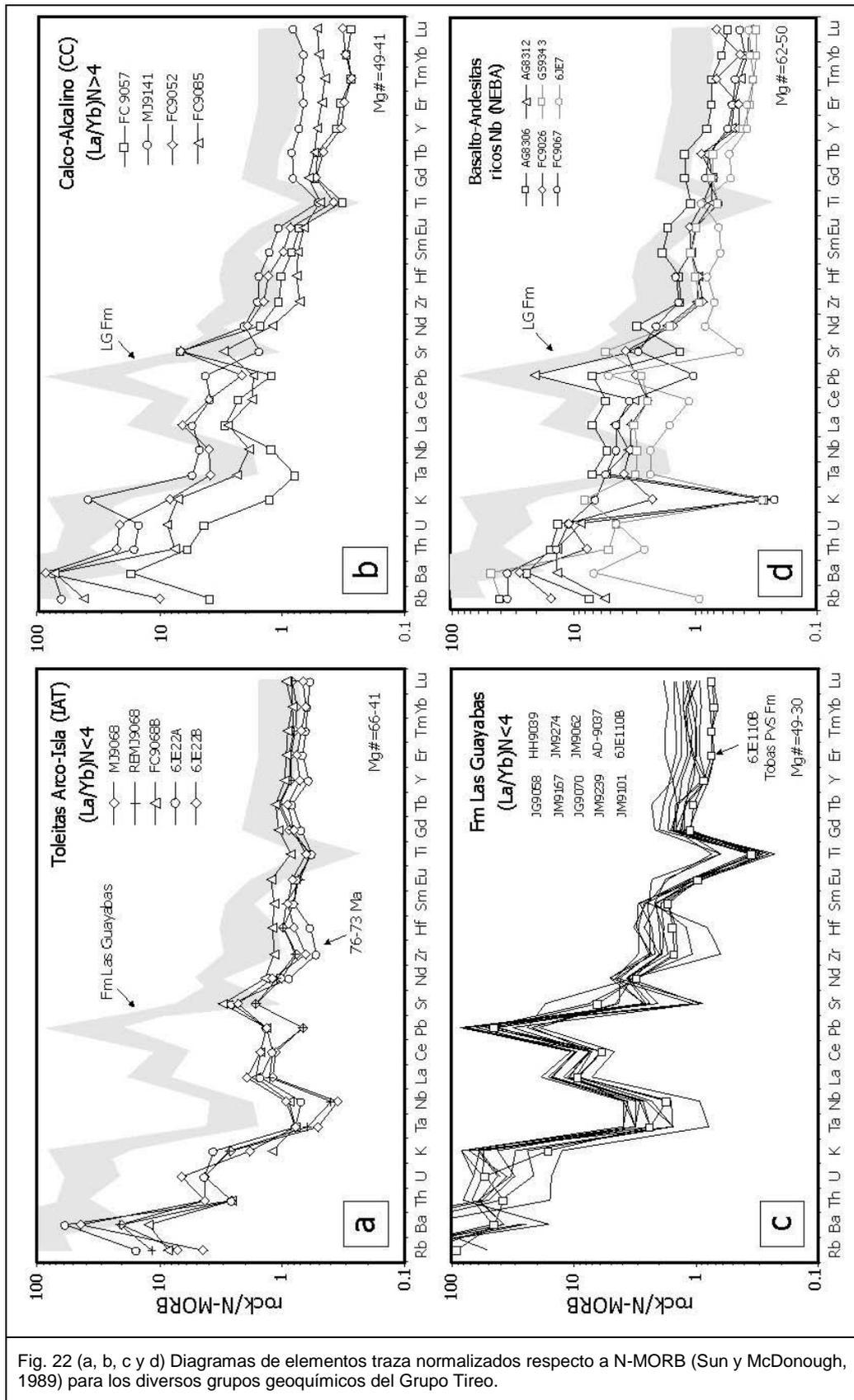
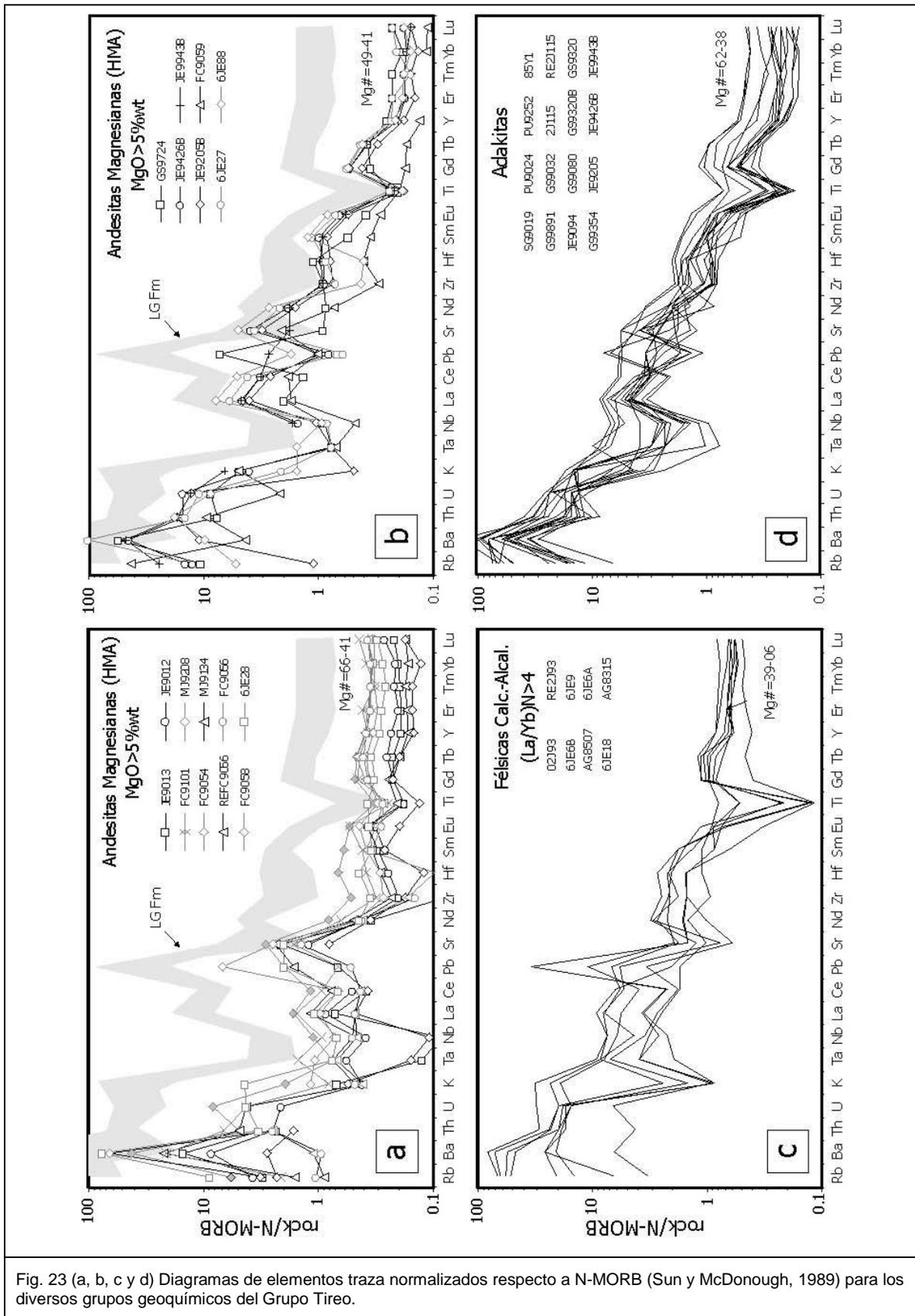


Fig. 20 Características geoquímicas del Grupo Tíreo. (a, b, c y d) Diagramas de SiO_2 , TiO_2 , Nb y Fe_2O_3 frente al MgO , mostrando como comparación los campos composicionales de los grupos BABB, E-MORB y BPPD; (e) Diagrama Y-Nb/Th; y (f) Diagrama Y-Zr/Nb.







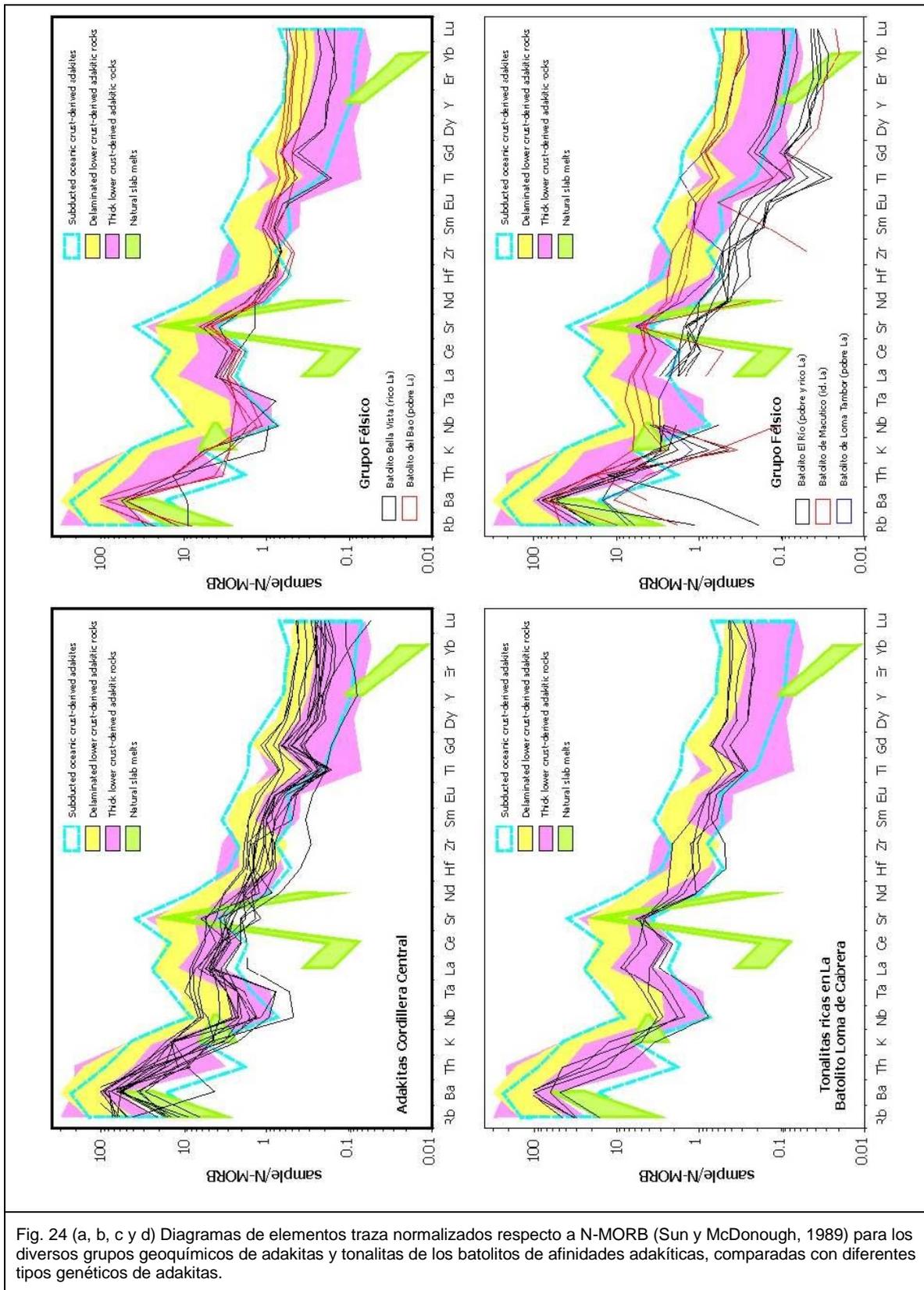


Fig. 24 (a, b, c y d) Diagramas de elementos traza normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) para los diversos grupos geoquímicos de adakitas y tonalitas de los batolitos de afinidades adakíticas, comparadas con diferentes tipos genéticos de adakitas.

3.2.7. Magmatismo transicional y alcalino

Este grupo composicional está representado por los basaltos de la Formación Pelona-Pico Duarte y de la Fm Magua.

3.2.7.1. Formación de Basaltos de Pelona-Pico Duarte

Las características geoquímicas de las Formaciones de basaltos de Pelona-Pico Duarte y Magua están representadas en las Fig. 25, Fig. 26, Fig. 27. Para un restringido rango en SiO₂ (47,6-50,2 wt%), los basaltos de Pelona-Pico Duarte poseen contenidos (wt%) altos en álcalis (2,0-2,6), TiO₂ (1,3-3,6) y P₂O₅ (0,15-0,32), y bajos en CaO (10-14) y Al₂O₃ (10,8-14,3), tratándose de magmas poco y moderadamente fraccionados (Mg#=61-48). Estas rocas son significativamente ricas en Ti, particularmente respecto a las rocas volcánicas máficas más antiguas, definiendo una tendencia de alto contenido en Ti. Con el descenso en MgO presentan un aumento en TiO₂, Fe₂O₃, CaO, Al₂O₃, Zr y Nb típico de las series toleíticas con enriquecimiento en Fe (y Ti). El descenso paralelo de MgO, Ni y Cr indica una evolución magmática principalmente controlada por la fraccionación de olivino y Cr-espinela, clinopiroxeno (augita titanada) y plagioclasa. En base a elementos traza inmóviles se clasifican como transicionales y alcalinos (Fig. 25), lo cual es consistente con su composición Qtz u Ol normativa, con Di, Hy y Cr. Estas características, junto con la presencia de fenocristales de olivino y augita titanada, indican que se trata de basaltos transicionales a alcalinos. Presentan una relación Ti/V>20 (Fig. 25), que aumenta pasando del campo de los basaltos intraplaca al de los basaltos alcalinos. El carácter intraplaca de transicional a alcalino del volcanismo queda también patente en los diagramas de las Fig. 25 a y b.

En los diagramas multielementales, tanto los basaltos como los diques basálticos y doleríticos relacionados intrusivos en el Grupo Tireo, presentan patrones similares a los OIB, con anomalías negativas en K, Pb y P. Respecto a N-MORB, se caracterizan por un fuerte enriquecimiento en los LILE (Rb, Cs, Ba, Pb y Sr) y HFSE (Th, U, Ce, Zr, Hf, Nb, Ta y Ti). Presentan relaciones K/Ba<20 (9,7-15), Nb/Th>7 y Zr/Nb<10 (6,2-8,4) típicas de OIB transicionales y alcalinos (Frey et al., 2002). Estas características los excluyen de procesos de subducción e indican una ausencia de una componente subductiva en su petrogénesis. En el diagrama multielemental (Fig. 27 a y b) presentan una elevada pendiente negativa, moderado enriquecimiento en LREE ([La/Nd]_N=1,4-2,2) y empobrecimiento en HREE ([Sm/Yb]_N=1,9-3,7), junto a una anomalía positiva en Nb (altos contenidos de 8-30 ppm) y negativa en Th, típicos de basaltos alcalinos. Las ligeras anomalías negativas en Eu y positivas en Ti presentes en algunas muestras se relacionan con la fraccionación/acumulación de plagioclasa y óxidos Fe-Ti. El alto contenido en Ti, Nb y LREE, así como

valores altos de la relación $[Sm/Yb]N$, sugieren que la fuente mantélica para estos basaltos fue enriquecida y contenía granate. Estos basaltos se interpretan como fundidos parciales de una fuente profunda enriquecida relacionada con una pluma, que no estuvo contaminada por procesos de subducción (Escuder Viruete et al., 2008).

3.2.7.2. Formación Magua

Composicionalmente, las rocas volcánicas de la Fm. Magua son basaltos ($SiO_2=46-50$ wt%), de nada a moderadamente fraccionados ($Mg\#=75-43$), incluyendo tipos referibles a magmas primarios ($Cr=1200-1400$ ppm). Como la Fm. Basaltos de Pelona-Pico Duarte, presentan contenidos (wt%) altos en álcalis (1,8-5,4), TiO_2 (1,2-5,3) y P_2O_5 (0,24-0,6), y bajos en CaO (7-10) y Al_2O_3 (8,2-15), característicos de basaltos intraplaca. En un diagrama TAS (no mostrado), las muestras se clasifican como picritas, basaltos picríticos, basaltos y traquibasaltos, aunque los álcalis pueden haberse movilizado por alteración. Los términos más ricos en álcalis serían hawaitas, ya que se trata de rocas basálticas con andesina normativa (An_{30-50}). En diagramas binarios (Escuder Viruete, 2004) definen una típica tendencia toleítica, controlada por la fraccionación de olivino, Cr-espinela y augita titanada. En el diagrama Nb/Y vs. Zr/TiO_2 (Fig. 25) generalmente caen en el campo alcalino, consistentemente a su composición OI-Hy y Ne normativa. Con el aumento en $Mg\#$ aumenta la Ti/V , pasando del campo N-MORB al de islas oceánicas toleíticas y alcalinas. El carácter alcalino e intraplaca de este volcanismo queda también patente en las Fig. 18 a y b, con típicos valores de las relaciones $K/Ba < 20$ (0,3-21) y $Zr/Nb < 10$ (3,1-7,2).

En la Fig. 27, se caracterizan por un fuerte enriquecimiento en los elementos más incompatibles LILE y HFSE, con ausencia de anomalía negativa Nb-Ta, típicos de OIB. En los diagramas extendidos de REE presentan una pendiente negativa ($[La/Yb]N=3-9,3$), con fuerte enriquecimiento en LREE, empobrecimiento en HREE, y anomalías positiva en Nb y negativa en Th. La fraccionación de HREE indica que el granate fue una fase residual durante la fusión. Estas características sugieren una fuente profunda ($>9-10$ kbar) relativamente enriquecida, relacionada con una pluma mantélica y sin relación con procesos de subducción. Aunque su equivalencia cronoestratigráfica no está demostrada, los basaltos de la Fm Magua son geoquímicamente análogos a los términos más diferenciados de la Fm Pelona-Pico Duarte. Las variaciones que presentan en Ba y Sr pueden estar relacionadas con la fraccionación de la plagioclasa.

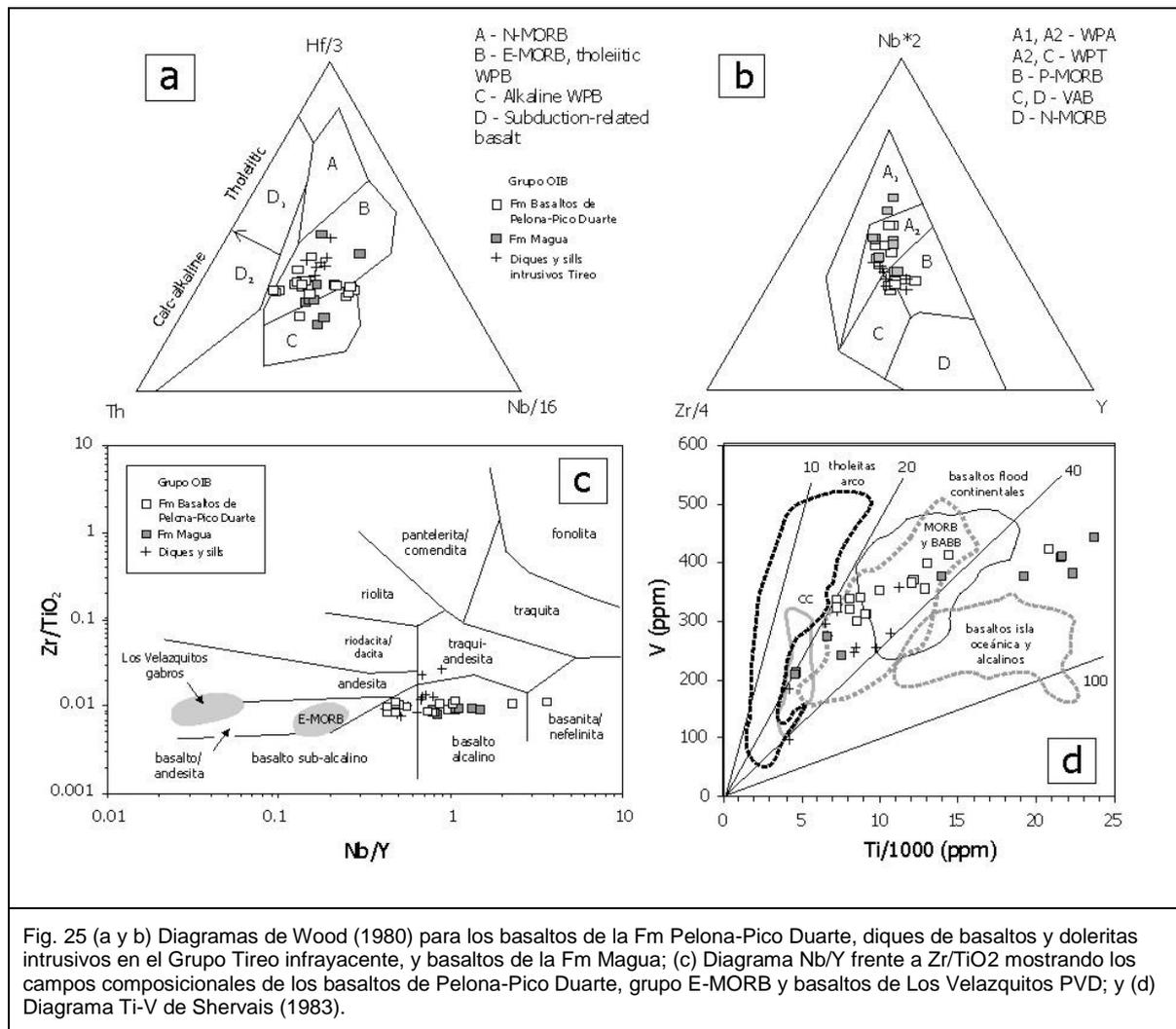


Fig. 25 (a y b) Diagramas de Wood (1980) para los basaltos de la Fm Pelona-Pico Duarte, diques de basaltos y doleritas intrusivos en el Grupo Tíreo infrayacente, y basaltos de la Fm Magua; (c) Diagrama Nb/Y frente a Zr/TiO₂ mostrando los campos composicionales de los basaltos de Pelona-Pico Duarte, grupo E-MORB y basaltos de Los Velazquitos PVD; y (d) Diagrama Ti-V de Shervais (1983).

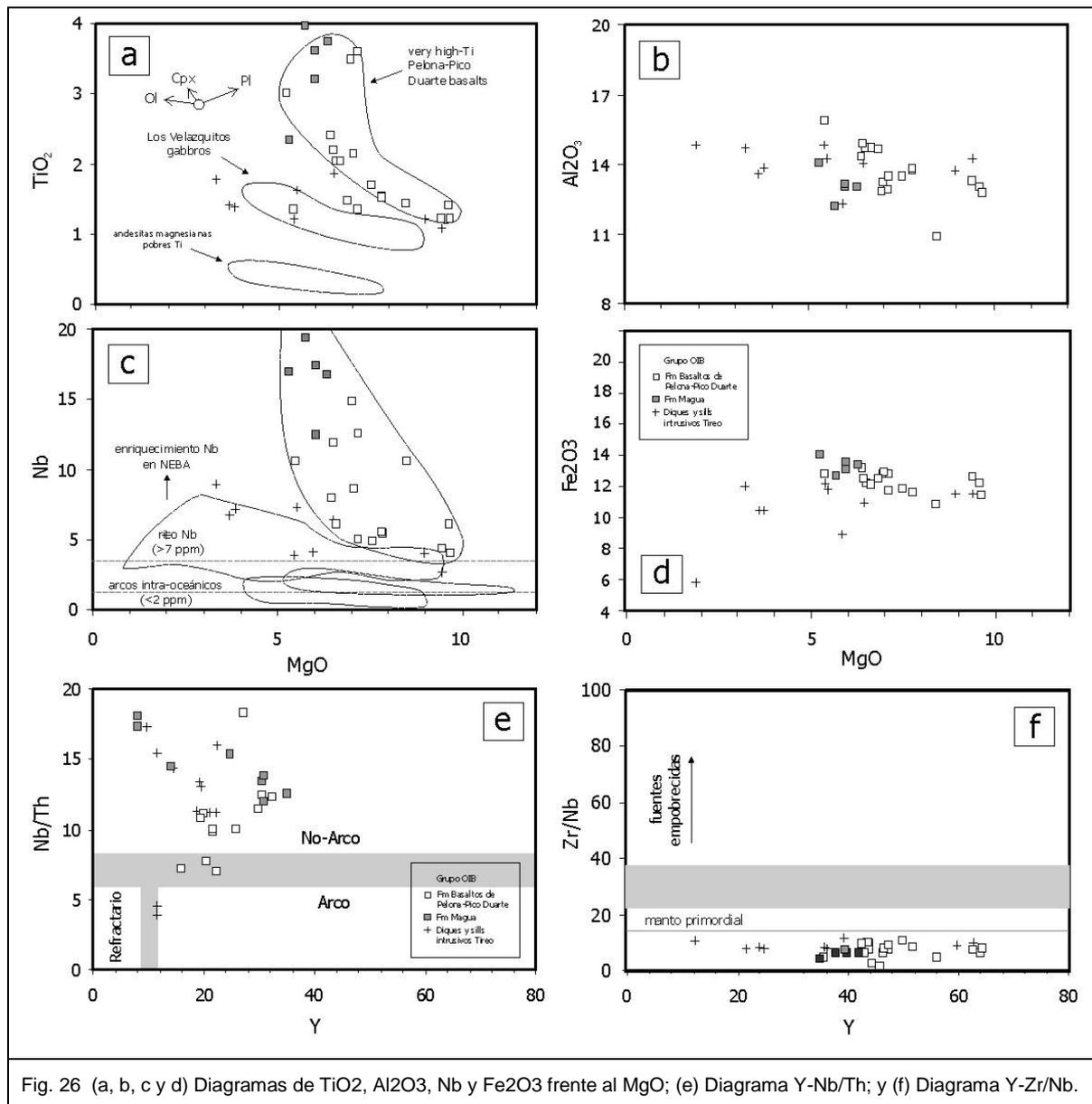
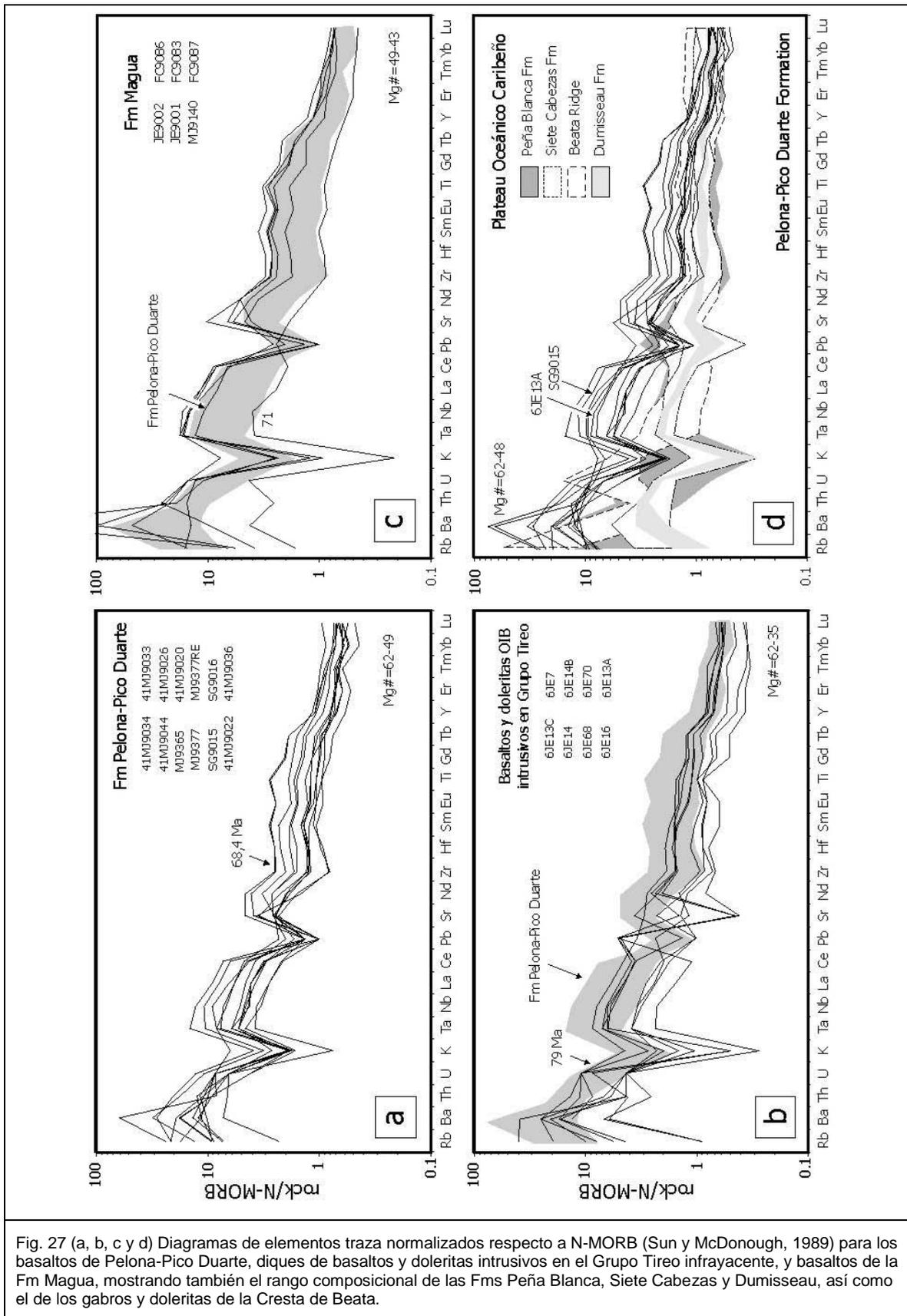


Fig. 26 (a, b, c y d) Diagramas de TiO₂, Al₂O₃, Nb y Fe₂O₃ frente al MgO; (e) Diagrama Y-Nb/Th; y (f) Diagrama Y-Zr/Nb.



3.2.8. Las unidades intrusivas en la Cordillera Central (Batolitos de Bellavista, Jumunucu, El Bao, El Río, Macutico y Loma del tambor)

Las rocas plutónicas analizadas durante este proyecto pertenecen a los batolitos de El Río, Jumunucu, Bella Vista, El Bao, Macutico y Loma del Tambor, aunque también se incluyen como comparación en el estudio datos del Batolito de Loma de Cabrera.

Las rocas plutónicas del Dominio de la Cordillera Central forman series ígneas que cubren un amplio rango en el contenido en SiO₂ (45,2 a 77,5 wt.%) y exhiben una gran variación en la concentración de tanto elementos mayores como trazas. En el diagrama Q-P de Debon y Le Fort (1983; no mostrado), las muestras estudiadas se clasifican como gabro/diorita, cuarzo-dioritas y tonalitas. La gran mayoría de estas rocas es composicionalmente pobre en K, aunque algunos tipos tonalíticos presentan contenidos en K₂O transicionales entre bajos y medios, proyectándose en el campo calco-alcalino del diagrama AFM. Como refleja su mineralogía, en la que el mineral máfico es predominantemente anfíbol hornblenda, casi todas las muestras son metalumínicas (índice de Al < 1), con dos muestras transicionales al campo peralumínico que se corresponden con leucotonalitas ricas en Na muy fraccionadas del batolito de El Río. Composiciones metalumínicas, mineralogía con anfíbol como máfico, y la presencia de enclaves ígneos máficos microgranudos, indican una derivación del plutonismo de la Cordillera Central a partir de fuentes infracorticales, clasificándose como de tipo I según Chappell and Stephens (1988).

Como predice su amplio rango composicional, las muestras de los diferentes batolitos estudiados muestran un amplio rango de variación en la composición de elementos traza. Como una ayuda a la descripción de los datos, su presentación e interpretación, las muestras fueron clasificadas principalmente en dos grandes grupos: máficas y ácidas (>55%wt SiO₂). Las rocas máficas fueron subdivididas en función de su empobrecimiento (magmatismo de tipo "arco") o enriquecimiento (magmatismo de tipo "no arco") de Th relativo a Nb (Whalen et al., 1997) y la presencia o ausencia de características geoquímicas propias de cumulos (definidas por altos contenidos en Mg#, Ni, Cr y anomalías positivas de Sr y Eu). Independientemente de la ausencia o presencia de anomalías negativas simétricas de Nb, ambos grupos de rocas máficas están moderadamente enriquecidas en LILE y LREE, aunque las muestras de tipo arco muestran generalmente un mayor rango composicional de LILE y LREE. Ambos grupos muestran variables anomalías positivas en Sr. Ambos grupos de rocas ácidas fueron subdivididos adicionalmente en función de los valores en la relación La/Yb normalizada respecto a la condrita en dos grupos: [La/Yb]_{CN}<10 (grupo pobre en La) y [La/Yb]_{CN}>10 (grupo rico en La). La relevancia tectónica y petrogenética de estas subdivisiones relativamente arbitrarias se evalúa a continuación. En general, los grupos resultantes parecen tener significado geológico; por

ejemplo, varias muestras recolectadas en una misma unidad cartográfica suelen ser pertenecer consistentemente a uno de los grupos geoquímicos y no a varios de ellos.

Las muestras de rocas plutónicas máficas (>55%wt SiO₂) que no presentan características de cumulado fueron representadas en los diagramas tectonomagmáticos de elementos traza de Wood (1980), en los que se puede deducir una afinidad tectónica. En combinación, estos diagramas indican que los gabros y gabronoritas del Batolito de Loma de Cabrera son de afinidad toleítica y están relacionados con subducción, los magmas máficos de los batolitos de Bella Vista y Jumunucu también son magmas de arco pero de afinidad calcoalcalina, así como algunos intrusitos. Los batolitos de El Bao, Macutico, Loma del Tambor y particularmente El Río poseen en estos diagramas una afinidad E-MORB e intraplaca toleítica, aunque el mayor contenido en Nb de algunas muestras es debido a una contaminación cortical por procesos de AFC, o posiblemente resultado de una contaminación durante el proceso de molido.

Todas las muestras de rocas plutónicas ácidas poseen un carácter granítico de arco volcánico (VAG; volcanic-arc) en los diagramas tectonomagmáticos de granitoides de Pearce et al. (1984), aproximándose con el aumento en SiO₂, al límite con los granitos intraplaca (WPG; within-plate). En diagramas multielementales normalizados respecto al manto primordial, los diferentes grupos de rocas ácidas muestran anomalías simétricas de Nb-Ta respecto al Th y La de tipo arco (o de tipo cortical), más o menos acusadas, mientras que las muestras del grupo no arco carecen de ella y son generalmente más enriquecidas en HREE y con anomalías menos pronunciadas en Ba, Sr, P y Ti.

Los valores elevados de la relación (La/Yb)_{CN} (>10; grupo rico en La), acompañados por valores de Sr/Y >35-40 en rocas ígneas de composición intermedia a ácida son interpretadas como características de fundidos parciales de fuentes anfibolíticas a elevadas condiciones P-T, con granate y poca o ninguna plagioclasa residual (Drummond y Defant, 1990; Martin, 1999). Adicionalmente, gran parte de las tonalitas con hornblenda ± biotita metalumínicas que presentan estas características, son relativamente pobres en HREE e Y, y enriquecidas en Sr, probablemente debido a la no fraccionación de plagioclasa, por lo que muestran las características de slab melts, tratándose de fundidos de la lámina que subduce. Por otro lado, algunas rocas ácidas con valores (La/Yb)_{CN} <10 también poseen altas relaciones Sr/Y, relacionándose con la fusión de fuentes ricas en anfíbol.

En base a las características geoquímicas se distinguen los siguientes grupos de rocas plutónicas para el conjunto de los batolitos: (1) cumulos ultramáficos y gabronoríticos; (2) rocas máficas de tipo arco; (3) rocas máficas de tipo no arco; (4) rocas félsicas de arco pobres en La; y (5) rocas félsicas de arco ricas en La. Las relaciones de intrusión y datos geocronológicos indican que el grupo de cumulos predata a los grupos de rocas de arco y

no arco, y que las unidades de arco ricas en La postdatan a las unidades de arco pobres en La.

La representación de cada uno de los grupos en los batolitos estudiados es descrita en un informe geoquímico complementario y exhaustivo que sobrepasa el límite de la hoja (Escuder Viruete, 2009).

Las muestra analizadas, procedentes de la Hoja de Jánico, son las siguientes:

- 6073IVMJ9141 CUMULADO (Batolito El Bao; Lat 19.193752; Long: -70.8868)
- 6073IVMJ9626 UB (Lat:19.274959 ; Long:-70.892879)
- 6073IVMJ9713 DIORITA CUARCITICA (Lat:19.241635 ; Long:-70.870811)

3.3. Geocronología

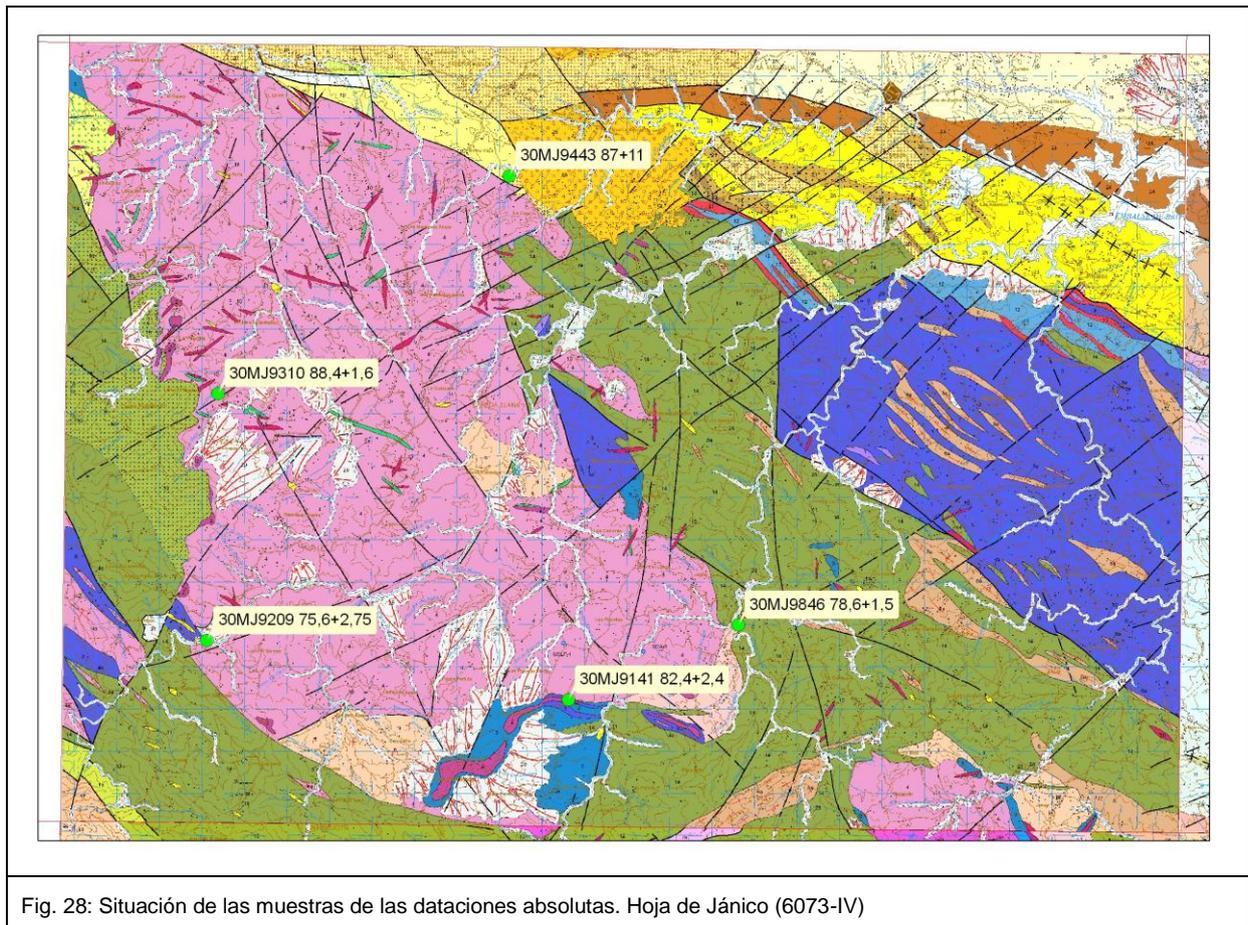
Cinco muestras se recogieron en la Hoja de Jánico para su análisis geocronológico por método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Para el cuadrante a escala 1:100 000 de La Vega (Hojas 1:50.000 de La Vega, Jarabacoa, Manabao y Jánico) es un total de 21 muestras que han sido analizadas por los métodos U-Pb y $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Los procedimientos analíticos seguidos se describen en los Informes de Friedman (2008) y Gabites (2010). La Tabla 1 recoge las principales características de dichas muestras.

Hoja	X	Y	Muestra	Unidad	Edad(Ma)	Error(Ma)	Método
La Vega	-70,5836	19,2216	6073IJE9803A	Peridotita Loma Caribe	92	10	Hbl, Plateau
La Vega	-70,5850	19,2187	6073IJE9803B	Peridotita Loma Caribe	96,2	8,1	Hbl, Plateau
Manabao	-70,9364	19,0328	6073IIIMJ9026	Pelona-Pico Duarte	90,9	3,8	WR, Plateau
Jarabacoa	-70,6928	19,1010	6073IIJE9262	Jumunucu	89,63	0,17	U-Pb en Zr
Jánico	-70,9659	19,2584	6073IVMJ9310	El Bao	88,4	1,6	Hbl, Plateau
Jarabacoa	-70,6180	19,0615	6073IIJE9143	El Rio	88,3	1,7	Hbl, Plateau
Manabao	-70,7518	19,1557	6073IIIMJ9133	Jumunucu	67,1	1,05	Hbl, no plateau Total fusion age
Manabao	-70,9958	19,0273	6073IIIMJ9034	Pelona-Pico Duarte	61,4	3,3	WR, Plateau
La Vega	-70,6772	19,2121	6073IJE9838B	Loma La Monja	87,8	2,9	WR, Plateau
Jarabacoa	-70,5697	19,1318	6073IIJE9360	Buena Vista	85,2	2,1	Hbl, Plateau
Jarabacoa	-70,5527	19,1330	6073IIJE9365	Anfibolitas (Buena Vista)	86,2	3,4	Hbl, Plateau
Jarabacoa	-70,5678	19,1611	6073IIJE9391A	Loma La Monja	31,4	3,2	Hbl, Plateau
Jarabacoa	-70,5675	19,1594	6073IIJE9391C	Loma La Monja			
Jarabacoa	-70,7136	19,0760	6073IJE9868	Tireo	76,9	3,2	WR, Plateau
La Vega	-70,5674	19,1749	6073IJE9899	Peridotita Loma Caribe	101,5	7,3	Hbl, Plateau
Jánico	-70,8868	19,1938	6073IVMJ9141	El Bao	82,4	2,4	Hbl, Plateau
Jánico	-70,9013	19,3057	6073IVMJ9443A	Magua	87	11	WR, Plateau
Jánico	-70,9013	19,3057	6073IVMJ9443A	Magua	58	15	Hbl, Plateau
Manabao	-70,7814	19,0332	6073IIIMJ9134	El Rio	91,9	2,0	Hbl, Plateau
Jánico	-70,96778	19,2055	6073IVMJ9209	El Bao-	75,6	2,75	Hbl, Plateau?
Jánico	-70,84899	19,2100	6073IVMJ9846	El Bao	78,6	1,5	Hbl, Plateau

Tabla 1: Dataciones absolutas realizadas en el cuadrante 1/100.000 de La Vega

3.3.1. Dataciones Ar-Ar en la Hoja de Jánico

Las situaciones de las 5 muestras analizadas por método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en la hoja de Jánico se reflejan en la Fig. 28 y los resultados en la Tabla 1.



3.3.1.1. Dataciones del Batolito de El Bao

Las 4 muestras analizadas por método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en hornblenda, proceden de la periferia del batolito de El Bao, donde se ha podido encontrar zonas menos meteorizadas que en la parte central. Las edades plateau obtenidas se extienden desde 88 (diorita-cuarzodiorita) hasta 75 Ma (tonalita).

1. Diorita de Las Placetas: (30MJ9141), Edad Plateau (Hbl): 82.4 ± 2.4 Ma

Esta diorita procede de la zona de cizalla de La Meseta, que limita el borde sur de la tonalita de El Bao. Está asociada a cumulos y anfibolitas. Los resultados detallados se reflejan en la Fig. 29.

2. Tonalita de Matagrande (30MJ209), Edad Plateau (Hbl): 75.6 ± 2.75 Ma

La muestra procede del borde SO del batolito, en la orilla del río Bao, a nivel del puente principal situado a la entrada SE de Mata Grande. Los resultados detallados se reflejan en la Fig. 30.

Se trata de una tonalita de grano medio a grueso, con hornblenda abundante, que presenta una foliación, con una fábrica plano-linear magmática, y abundantes enclaves máficos microgranudos elongados. En lámina delgada la composición se sitúa entre cuarzo-diorítica ($Q < 20\%$ modal en diagrama QAP para amplios sectores roca) y tonalítica; la biotita es accesoria.

3. Cuarzo-diorita de La Piedra (30MJ9310), Edad Plateau (Hbl): 88.4 ± 1.6 Ma

La Piedra está ubicada al borde oeste del Batolito de El Bao, donde los enclaves, de dioritas finas, cumulos y basaltos, son frecuentes. Los resultados detallados se reflejan en la Fig. 31.

En lámina delgada la roca datada es de composición cuarzo-diorítica ($Q < 20\%$ modal en diagrama QAP), de grano grueso, con hornblenda y biotita como máficos, aunque la biotita es accesoria. Posee una fábrica plano-linear (Sm-Lm).

4. Micotonalita porfídica, Los Arroyos, (30MJ9846), Edad Plateau (Hbl): 78.6 ± 1.5 Ma

La muestra procede de Los Arroyos, al borde SE del Batolito, a la confluencia de los arroyos Jagua y Gurabo. Los resultados detallados se reflejan en la Fig. 32.

La muestra de mano es porfídica, mesócrata ($65\% > M > 35\%$), inequigranular, con fenocristales de hornblenda idiomorfos y frescos centimétricos.

En lámina delgada presenta una composición tonalítica (con $Q > 20\%$ y $A < 10\%$ modal en el diagrama QAP), con hornblenda como mineral ferromagnesiano característico. Posee una textura porfídica y una fábrica planar (Sm) fluidal desarrollada en estado magmático, definida por la disposición hornblenda. La roca está compuesta por fenocristales y matriz o mesostasia. Los fenocristales son cristales prismáticos y aciculares milimétricos de hornblenda idiomorfa.

3.3.1.2. Dataciones de los Basaltos de la Fm Magua

Una muestra de basaltos de la Fm Magua ha sido analizadas por método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en roca total y en hornblenda. Proceden de la Carretera Pedregal-La Cana, que corta la faja de basaltos de la Fm Magua, en contacto tectónico con el borde NE del batolito de El Bao (Fig. 28).

1. Basalto Ctra. Pedregal-La Cana, Arroyo Muñoz (30MJ9443A): Edad plateau (Hbl): 58 ± 15 Ma

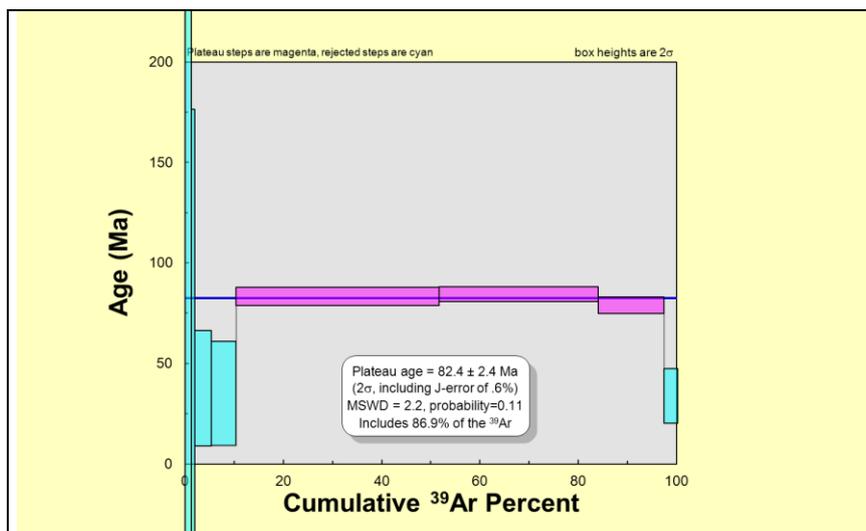
La muestra analizada en hornblenda corresponde a un basalto microporfídico, posiblemente con características de cumulado magmático. No se observa a escala del afloramiento ninguna deformación ni elongación del agregado debida a fluidalidad magmática. Los resultados detallados se reflejan en la Fig. 33

En lámina delgada, la roca está compuesta por abundantes microfenocristales ferromagnesianos y pasta vítrea oscura o mesostasia. Los microfenocristales son de olivino, clino y posiblemente ortopiroxeno.

2. Basalto Ctra. Pedregal-La Cana, Arroyo Muñoz (30MJ9443A): Edad plateau (WR): 87 ± 11 Ma; Edad plateau (Hbl): 58 ± 15 Ma

La datación de la misma muestra ha sido completada por una datación en roca total. Los resultados detallados se reflejan en la Fig. 34

Las edades de estos basaltos de la Fm Magua, obtenidas en roca total (WR) y en hornblenda (Hbl), a partir de la misma muestra, se extienden desde 87 hasta 58 Ma.



Hoja de Jánico (6073-IV)
Muestra 30MJ9141 (Hbl)
Las Placetas
Diorita
Batolito El Bao
Edad Plateau (Hbl): 82.4 ± 2.4 Ma

Laser	Isotope Ratios		(sample/mineral)											
Power(%)	40Ar/39Ar	1σ	37Ar/39Ar	1σ	36Ar/39Ar	1σ	Ca/K	Cl/K	%40Ar atm	f39Ar	40Ar*/39ArK	Age	2σ	
2,00 W	543,11	41,55	11,18	1,04	1,969	0,169	20,64		106,98	0,03	38,190	-985,76 ± 1578,17		
2,40 W	517,88	3,84	5,02	0,10	1,792	0,040	9,22		102,15	1,18	11,157	-236,87 ± 510,16		
2,60 W	97,42	1,07	2,27	0,05	0,332	0,010	4,16		100,44	0,73	0,430	-8,57 ± 108,32		
3,00 W	33,33	0,28	2,40	0,05	0,107	0,003	4,40		94,24	3,33	1,922	37,84 ± 28,70		
3,50 W	20,86	0,16	8,05	0,15	0,067	0,002	14,83		91,48	4,99	1,787	35,21 ± 25,86		
4,20 W	7,15	0,05	23,22	0,40	0,016	0,000	43,23		40,92	41,33	4,292	83,45 ± 4,51		
5,00 W	6,20	0,04	21,99	0,36	0,013	0,000	40,91		31,02	32,27	4,345	84,45 ± 3,57		
6,00 W	6,11	0,06	21,94	0,37	0,013	0,000	40,81		34,70	13,34	4,055	78,94 ± 4,03		
7,00 W	11,13	0,09	14,70	0,25	0,036	0,001	27,20		84,68	2,81	1,722	33,95 ± 13,64		
Total/Average	7,535	0,026	3,338	0,029	0,0152	0,0002			100,00		4,127	0,059		
J = 0.0110037 ± 0.0000550		Volume 39ArK = 0,499		Integrated Date = 73,5595804 ± 5,87		Ma								
Plateau Age = 82.4 ± 2.4 Ma		(2s, including J-error of .3%)		MSWD = 2.2, probability = 0.11		86.9% of the 39Ar, steps 6 through 8								
Inverse isochron (correlation age) results, plateau steps: Model 1 Solution (±95%-conf.) on 9 points								Age = 84.0 ± 7.8 Ma						
40/36 intercept: 275 MSWD = 7.2, Probability = 0 (at J=0.0110037±.3% 2s)														

Fig. 29 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de la diorita del Batolito El Bao, Las Placetas (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9141: Lat:19.193752 ; Long: -70.8868)

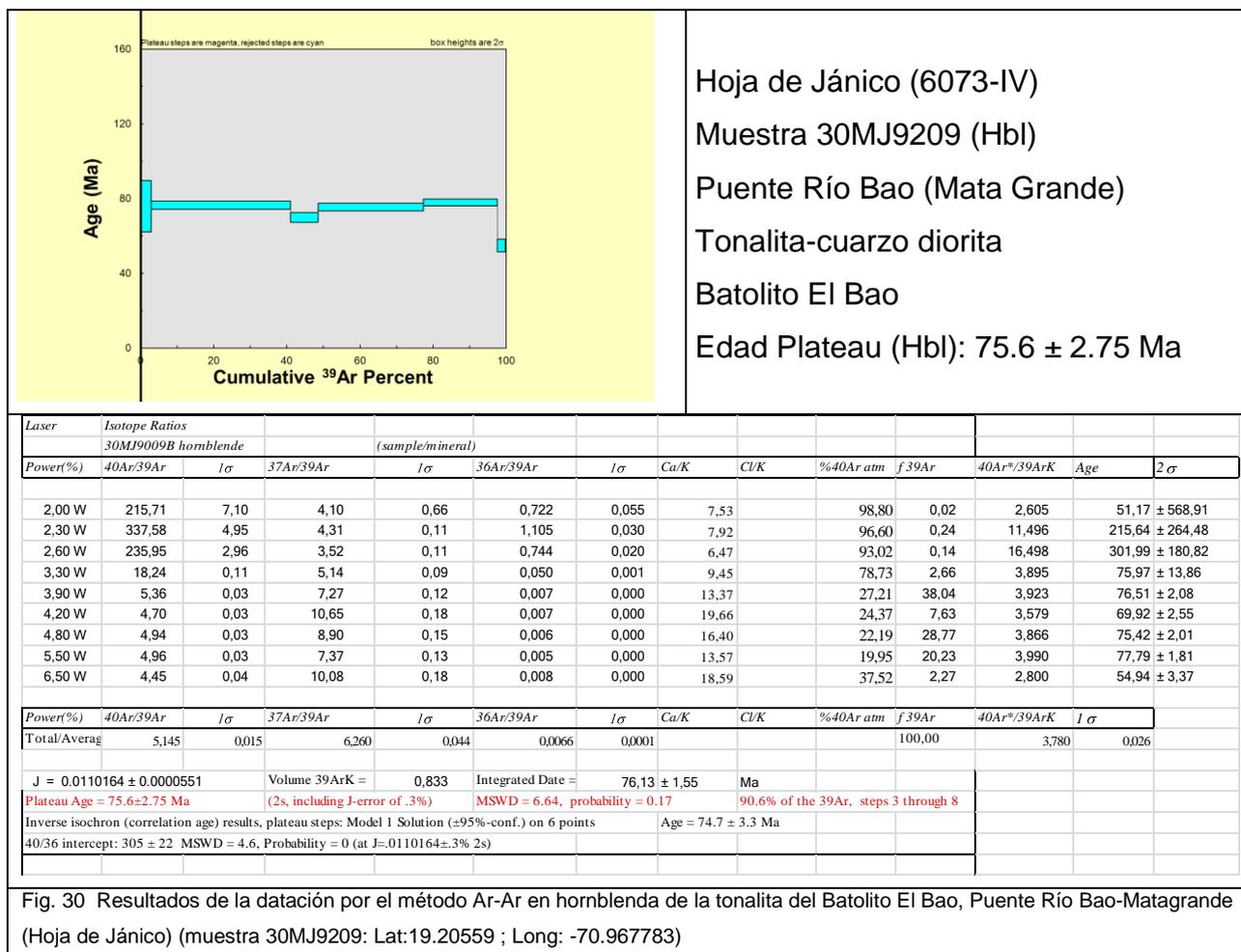
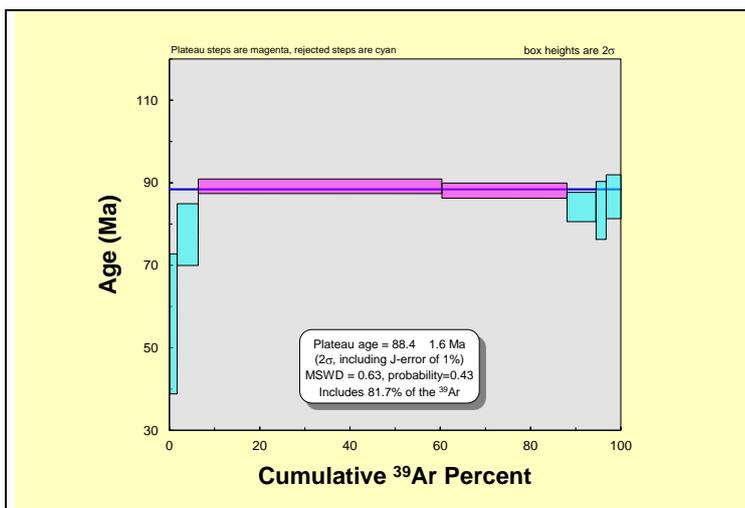


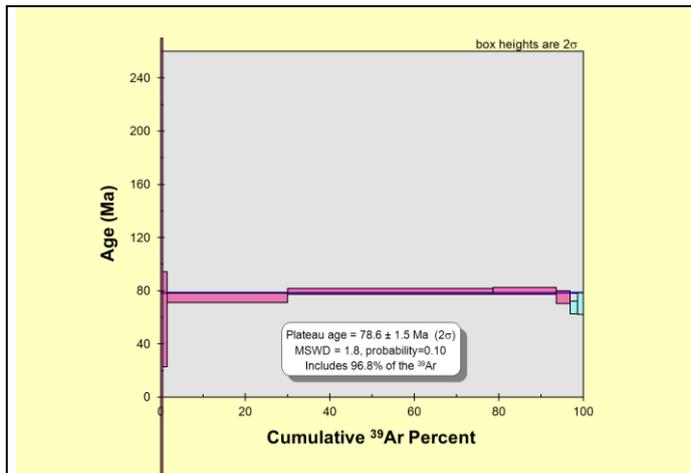
Fig. 30 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de la tonalita del Batolito El Bao, Puente Río Bao-Matagrande (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9209: Lat:19.20559 ; Long: -70.967783)



Hoja de Jánico (6073-IV)
Muestra 30MJ9310 (Hbl)
La Piedra-Arroyo Francisco
Cuarzo-diorita
Batolito El Bao
Edad Plateau (Hbl): 88.4 ± 1.6 Ma

Laser		Isotope Ratios												
		6073 IV MJ9310 (30MJ9310) hornblende (sample/mineral)												
Power(%)	40Ar/39Ar	1σ	37Ar/39Ar	1σ	36Ar/39Ar	1σ	Ca/K	Cl/K	%40Ar atm	f 39Ar	40Ar*/39ArK	Age	2σ	
2,00 W	544,44	105,79	8,28	6,07	1,906	0,425	15,25		103,29	0,01	18,007	-189,98 ± 1391,29		
2,50 W	39,63	0,43	1,29	0,07	0,115	0,003	2,36		85,80	1,56	5,634	55,56 ± 17,01		
3,00 W	17,98	0,21	5,69	0,12	0,036	0,001	10,47		56,36	4,74	7,880	77,25 ± 7,44		
3,50 W	10,84	0,07	12,49	0,22	0,010	0,000	23,08		16,79	54,05	9,102	88,93 ± 1,81		
4,00 W	10,16	0,08	13,72	0,25	0,008	0,000	25,37		12,30	27,63	8,995	87,91 ± 1,83		
4,50 W	10,03	0,15	13,79	0,30	0,009	0,000	25,50		15,30	6,51	8,581	83,95 ± 3,53		
5,50 W	12,30	0,21	14,56	0,41	0,017	0,001	26,94		31,73	2,23	8,487	83,06 ± 7,04		
7,00 W	11,43	0,11	19,41	0,34	0,015	0,001	36,05		23,75	3,27	8,837	86,41 ± 5,32		
Power(%)	40Ar/39Ar	1σ	37Ar/39Ar	1σ	36Ar/39Ar	1σ	Ca/K	Cl/K	%40Ar atm	f 39Ar	40Ar*/39ArK	1σ		
Total/Average	11,309	0,043	4,827	0,056	0,0097	0,0001			100,00		8,930	0,060		
J = 0.0055382 ± 0.0000277		Volume 39ArK = 0,109		Integrated Date = 87,01198 ± 1,50		Ma								
Plateau Age = 88.4 ± 1.6 Ma		(2s, including J-error of .3%)		MSWD = 0.63, probability=0.43		81.7% of the 39Ar, steps 4 through 5								
Inverse isochron (correlation age) results, plateau steps: Model 1 Solution (±95%-conf.) on 8 points								Age = 89.1 ± 1.4 Ma						
40/36 intercept: 264 ± 12 MSWD = 1.5, Probability = 0.18 (at J=0.0055382±.3% 2s)														

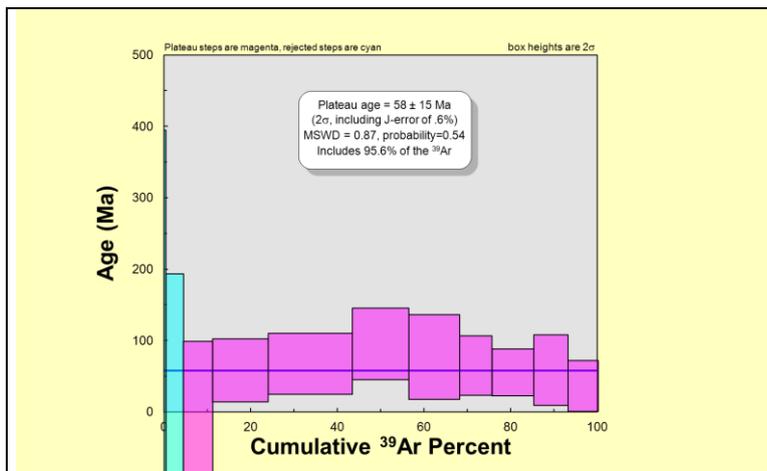
Fig. 31 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de la cuarzo-diorita del Batolito El Bao, La Piedra- Arroyo Francisco (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9310: Lat:19.258407 ; Long: -70.965923)



Hoja de Jánico (6073-IV)
Muestra 30MJ9846 (Hbl)
Los Arroyos
(confluencia arroyos Jagua-Gurabo)
Micotonalita porfídica con hornblenda
Batolito El Bao
Edad Plateau (Hbl): 78.6 ± 1.5 Ma

Power (%)	40Ar/39Ar	1σ	37Ar/39Ar	1σ	36Ar/39Ar	1σ	Ca/K	Cl/K	%40Ar atm	f39Ar	40Ar*/39ArK	Age	2σ
2,00 W	4516,26	1125,48	14,91	3,95	15,854	3,983	27,60		103,70	0,00	169,047	0,00 ± 7312,99	
2,30 W	2946,69	68,64	10,10	0,31	10,224	0,322	18,62		102,50	0,09	74,192	-3084,60 ± 14143,72	
2,50 W	882,16	11,52	6,36	0,17	3,030	0,076	11,70		101,42	0,14	12,612	-270,88 ± 897,99	
2,70 W	162,40	1,67	4,25	0,09	0,541	0,015	7,80		98,27	0,23	2,820	55,40 ± 166,36	
3,30 W	37,64	0,49	3,07	0,07	0,118	0,003	5,64		92,02	1,11	3,010	59,06 ± 35,69	
4,30 W	6,53	0,04	14,48	0,24	0,013	0,000	26,80		41,69	28,39	3,847	75,15 ± 3,61	
5,00 W	4,82	0,03	16,82	0,28	0,007	0,000	31,17		16,20	48,72	4,088	79,76 ± 2,34	
5,50 W	4,95	0,03	19,59	0,33	0,008	0,000	36,38		18,09	14,90	4,107	80,13 ± 2,61	
6,00 W	5,33	0,05	17,79	0,31	0,010	0,000	33,00		28,47	3,26	3,860	75,41 ± 4,58	
6,50 W	5,68	0,06	21,80	0,37	0,014	0,000	40,55		39,93	1,77	3,465	67,83 ± 4,76	
7,00 W	6,12	0,06	22,60	0,40	0,015	0,001	42,07		41,82	1,40	3,620	70,80 ± 8,30	
Total/Average	5,434	0,017	5,953	0,048	0,0094	0,0001			100,00		3,967	0,037	
J = 0.0110304 ± 0.0000552	Volume 39ArK = 0,896		Integrated Date = 75,90 ± 3,01 Ma		MSWD = 1.8, probability = 0.1		96.8% of the 39Ar, steps 6 through 11						
Plateau Age = 78.6 ± 1.5 Ma (2s, including J-error of .3%)													
Inverse isochron (correlation age) results, plateau steps: Model 2 Solution (±95%-conf.) on 6 points												Age = 76.3 ± 3.5 Ma	
40/36 intercept: 287 ± 10 MSWD = 2.9, Probability = 0.97 (at J = 0.0110304 ± 0.3% 2s)													

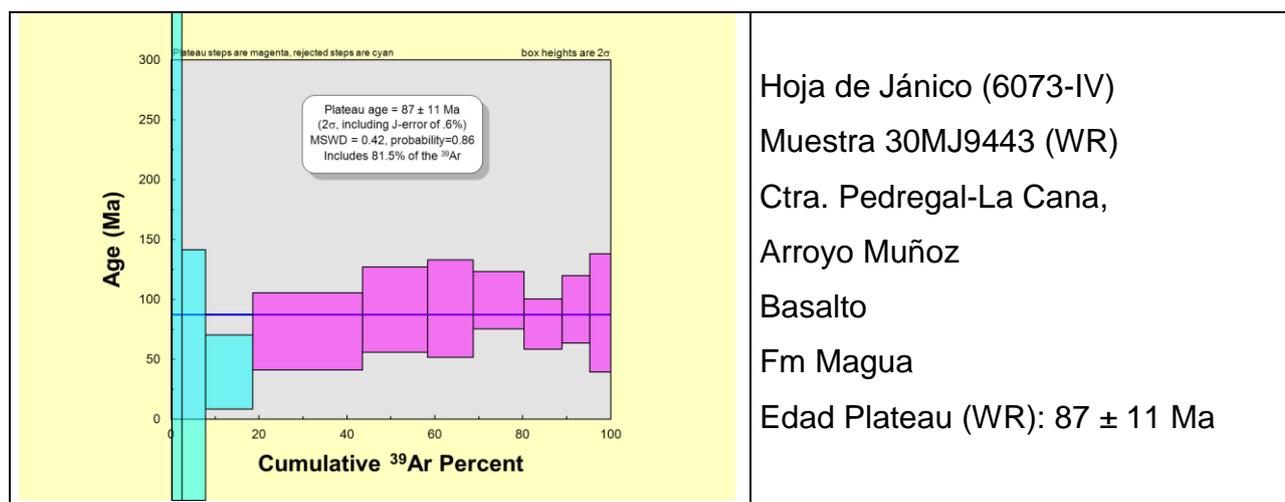
Fig. 32 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda de una microtonalita porfídica con hornblenda, Batolito El Bao; Los Arroyos, confluencia arroyos Jagua-Gurabo (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9846: Lat:19.210074 ; Long: -70.848995)



Hoja de Jánico (6073-IV)
Muestra 30MJ9443 (Hbl)
Ctra. Pedregal-La Cana, Arroyo Muñoz
Basalto
Fm Magua
Edad Plateau (Hbl): 58 ± 15 Ma

Laser	Isotope Ratios												
	30MJ9443 hornblende		(sample/mineral)										
Power(%)	40Ar/39Ar	1σ	37Ar/39Ar	1σ	36Ar/39Ar	1σ	Ca/K	CUK	%40Ar atm	f 39Ar	40Ar*/39ArK	Age	2σ
2,00 W	269,19	4,15	8,16	0,25	0,926	0,024	15,04		101,41	0,49	3,805	-77,12 ± 241,93	
2,30 W	152,30	5,64	5,22	0,25	0,532	0,023	9,60		103,04	3,91	4,648	-94,66 ± 141,16	
2,50 W	95,32	0,90	4,19	0,12	0,327	0,008	7,70		100,89	6,81	0,854	-17,03 ± 93,64	
2,70 W	45,66	1,66	4,37	0,20	0,146	0,007	8,03		93,58	12,86	2,940	57,42 ± 44,20	
3,00 W	39,46	1,83	4,83	0,24	0,123	0,006	8,87		91,35	19,31	3,424	66,70 ± 42,83	
3,30 W	44,18	2,23	5,38	0,30	0,134	0,008	9,89		88,93	12,99	4,910	94,90 ± 50,17	
3,70 W	51,24	2,60	5,19	0,29	0,162	0,009	9,54		92,34	11,73	3,938	76,50 ± 59,50	
4,20 W	52,60	1,69	10,57	0,39	0,170	0,007	19,51		93,77	7,51	3,301	64,35 ± 41,61	
5,00 W	38,94	0,42	34,18	0,66	0,132	0,003	64,14		92,97	9,56	2,807	54,86 ± 33,09	
6,00 W	42,97	0,45	107,40	1,99	0,166	0,004	212,85		93,64	7,90	2,956	57,72 ± 49,45	
7,00 W	31,55	0,31	105,86	1,94	0,131	0,003	209,53		94,69	6,92	1,809	35,55 ± 35,88	
Power(%)	40Ar/39Ar	1σ	37Ar/39Ar	1σ	36Ar/39Ar	1σ	Ca/K	CUK	%40Ar atm	f 39Ar	40Ar*/39ArK	1σ	
Total Average	40,532	0,204	5,805	0,076	0,1528	0,0016				100,00	2,815	0,383	
J = 0.0109737 ± 0.0000549		Volume 39ArK = 0,227		Integrated Date = 53,9 ± 17,34		Ma							
Plateau Age = 58 ± 15 Ma		(2σ, including J-error of .3%)		MSWD = 0.87, probability=0.54		95.6% of the 39Ar, steps 3 through 11							
Inverse isochron (correlation age) results, plateau steps: Model 1 Solution (±95%-conf.) on 11 points												Age = 88 ± 30 Ma	
40/36 intercept: 283.7 ± 9.4 MSWD = 0.88, Probability = 0.55 (at J=0.0109737±.3% 2s)													

Fig. 33 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en hornblenda del basalto de la Fm Magua; Carretera Pedregal-La Cana Arroyo Muñoz (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9443 (Hbl): Lat:19.30571 ; Long: -70.901344)



Hoja de Jánico (6073-IV)
Muestra 30MJ9443 (WR)
Ctra. Pedregal-La Cana,
Arroyo Muñoz
Basalto
Fm Magua
Edad Plateau (WR): 87 ± 11 Ma

Laser	Isotope Ratios		(sample/mineral)											
Power(%)	40Ar/39Ar	1σ	37Ar/39Ar	1σ	36Ar/39Ar	1σ	Ca/K	Cl/K	%40Ar atm	f _{39Ar}	40Ar*/39ArK	Age	2σ	
2,00 W	432,71	22,14	6,34	0,52	1,397	0,081	11,66		95,29	0,13	20,476	366,53 ± 535,85		
2,30 W	224,34	2,58	5,62	0,14	0,762	0,033	10,33		100,18	2,27	0,409	-8,13 ± 383,70		
2,50 W	95,80	1,29	4,43	0,13	0,324	0,010	8,14		99,65	5,33	0,336	6,66 ± 105,40		
2,70 W	34,38	0,31	3,87	0,08	0,111	0,003	7,11		94,20	10,76	1,998	39,23 ± 30,89		
3,00 W	28,00	1,00	4,18	0,16	0,083	0,003	7,68		86,57	24,97	3,773	73,36 ± 32,30		
3,30 W	35,90	1,52	2,51	0,12	0,106	0,005	4,61		86,89	14,80	4,716	91,24 ± 35,49		
3,60 W	29,01	1,72	2,34	0,15	0,083	0,005	4,30		83,60	10,30	4,766	92,19 ± 40,55		
4,10 W	29,09	0,59	3,82	0,10	0,082	0,002	7,01		82,38	11,69	5,140	99,22 ± 23,94		
4,70 W	28,35	0,31	16,87	0,33	0,087	0,002	31,27		85,78	8,63	4,081	79,22 ± 21,06		
5,50 W	31,89	0,41	48,38	0,94	0,106	0,003	91,74		85,65	6,36	4,738	91,65 ± 28,11		
6,50 W	38,32	0,70	185,68	4,36	0,168	0,005	391,39		89,64	4,76	4,573	88,54 ± 49,38		
Total/Average	33,600	0,171	4,148	0,043	0,1007	0,0010			100,00		4,168	0,275		
J = 0.0109737 ± 0.0000549	Volume 39ArK = 0,240		Integrated Date = 74,89 ± 15,52 Ma		81.5% of the 39Ar, steps 5 through 11									
Plateau Age = 87 ± 11 Ma	(2σ, including J-error of .3%)		MSWD = .42, probability = 0.86											
Inverse isochron (correlation age) results, plateau steps: Model 1 Solution (±95%-conf.) on 11 points							Age = 89 ± 37 Ma							
40/36 intercept: 291 ± 19 MSWD = 1.6, Probability = 0.117 (at J=0.0109737±.3% 2σ)														

Fig. 34 Resultados de la datación por el método Ar-Ar en roca total del basalto de la Fm Magua; Carretera Pedregal-La Cana Arroyo Muñoz (Hoja de Jánico) (muestra 30MJ9443 (WR): Lat:19.30571 ; Long: -70.901344)

4. ESTRUCTURA Y METAMORFISMO

4.1. Macroestructura regional

La geología de la Hoja de Jánico está compuesta por tres elementos estructurales: (1) un conjunto volcánico-plutónico y metamórfico; (2) las unidades esencialmente siliciclásticas paleógenas del Grupo Tavera, que se disponen plegadas y fracturadas discordantes sobre el complejo; y (3) las unidades siliciclásticas y carbonatadas neógenas y cuaternarias del Grupo Yaque del Norte (limitadas aquí al Conglomerado de Bulla del Mioceno superior de la base del Grupo), que se disponen subhorizontales o ligeramente volcadas sobre las unidades paleógenas. Macroestructuralmente el conjunto volcánico-plutónico y metamórfico aflorante en la Hoja de Jánico pertenece al dominio de la Cordillera Central (o *Meddian Belt*

de Bowin, 1975; Palmer, 1979; Lewis et al., 1991; Lewis y Jiménez, 1991). La estructura interna del dominio de la Cordillera central se caracteriza por varias zonas de falla de dirección NNO-SSE a ONO-ESE y gran escala (Fig. 38; Escuder-Virueete et al., 2008): La Meseta, Río Guanajuma, Hato Viejo y Bonao-La Guácara. Estas zonas de falla limitan tres dominios corticales o bloques tectónicos, denominados: Jicomé, Jarabacoa y Bonao. Tanto a lo largo de las zonas de falla de gran escala como en el interior de los bloques limitados, en el dominio de la Cordillera central intruyen de manera sin- a tardicinemática respecto a la deformación dúctil principal, el grupo de batolitos gabro-tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor, Macutico, Jumunucu-Bella Vista y Arroyo Caña, principalmente en el intervalo Coniacense- Santoniense (90-84 Ma; Escuder Virueete et al., 2006). El bloque está limitado por las zonas de falla de La Española y Hato Viejo por el Norte y las zonas de cizalla de La Meseta y Bonao-La Guácara por el Sur (Fig. 38 y Fig. 39; Tabla 2). Las principales macroestructuras del bloque son la zona de cizalla ONO-ESE a NO-SE del Río Guanajuma y una rama de la zona de cizalla de La Meseta, que define un sigmoide cartográfico de dirección O-E. Ambas macroestructuras desarrollan cinturones de rocas anfibolíticas máficas de potencia kilométrica, penetrativa fábrica plano-linear y con texturas frecuentemente blastomiloníticas. Estas zonas de cizalla conectan en el sector NO de la Hoja de Jarabacoa y controlan el emplazamiento y deformación de los batolitos de Jumunucu y Bella Vista. Las edades plateau Ar-Ar obtenidas en hornblendas de anfibolitas foliadas pertenecientes a la Zona de Cizalla de Guanajuma son de $93,9 \pm 1,4$ y $95,8 \pm 1,9$ Ma (Escuder Virueete et al., 2007), e indican la existencia de una deformación dúctil en el bloque de Jarabacoa ya en el Cenomaniense. Por otro lado, el contacto entre el Complejo Duarte y la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja y el Chert de El Aguacate, es también un límite estructural caracterizado por una zona de cizalla subvertical, de movimiento sinestro, y de carácter dúctil-frágil a frágil, localmente jalonada por lentejones de serpentinitas. La zona de falla de La Española posee una orientación ONO-ESE en la Hoja de Jánico, trunca cartográficamente las estructuras geológicas en el bloque de Jarabacoa por el norte (Fig. 35 y Fig. 38). Su presencia bajo los sedimentos del Grupo Tavera puede ser también deducida a partir de la forma de las anomalías magnéticas. Los materiales del Grupo Tavera rellenan cuencas sedimentarias discordantes sobre los materiales de los diversos bloques tectónicos yuxtapuestos (Fig. 38). Esto indica que la estructura dúctil principal en el dominio de la Cordillera Central y la yuxtaposición de los bloques fue post-Maastrichtiense y pre-Eoceno Medio/Superior, que es la edad de la base de la Fm Los Velazquitos. Sin embargo, como indican las fallas que afectan al Grupo Tavera, la zona de Falla de La Española ha sido reactivada durante la deformación frágil Eoceno Superior-Oligoceno, y durante el levantamiento de la Cordillera Central que tuvo lugar desde el Mioceno hasta la Actualidad

(Contreras et al., 2004). La estructura general de la Hoja de Jánico está dominada por numerosas fallas frágiles, de movimiento reciente, con marcada expresión morfológica e incluso con sismicidad asociada. Estas fallas son desgarres subverticales de dirección NE-SO a ENE-OSO y movimiento transcurrente sinestro, que definen un sistema geométrica y cinemáticamente relacionado con un cizallamiento frágil transcurrente sinestro. Estas fallas se relacionan cinemáticamente con fallas inversas de dirección NO-SE a NNO-SSE. Consideradas en conjunto, el bloque de Jarabacoa está siendo deformado actualmente por un sistema Riedel sinestro de fallas ONO-ESE a O-E de longitud kilométrica, al situarse entre las zonas de falla de la Española y de Bonao-La Guácara, que particionan la deformación y con las que cartográficamente conectan.

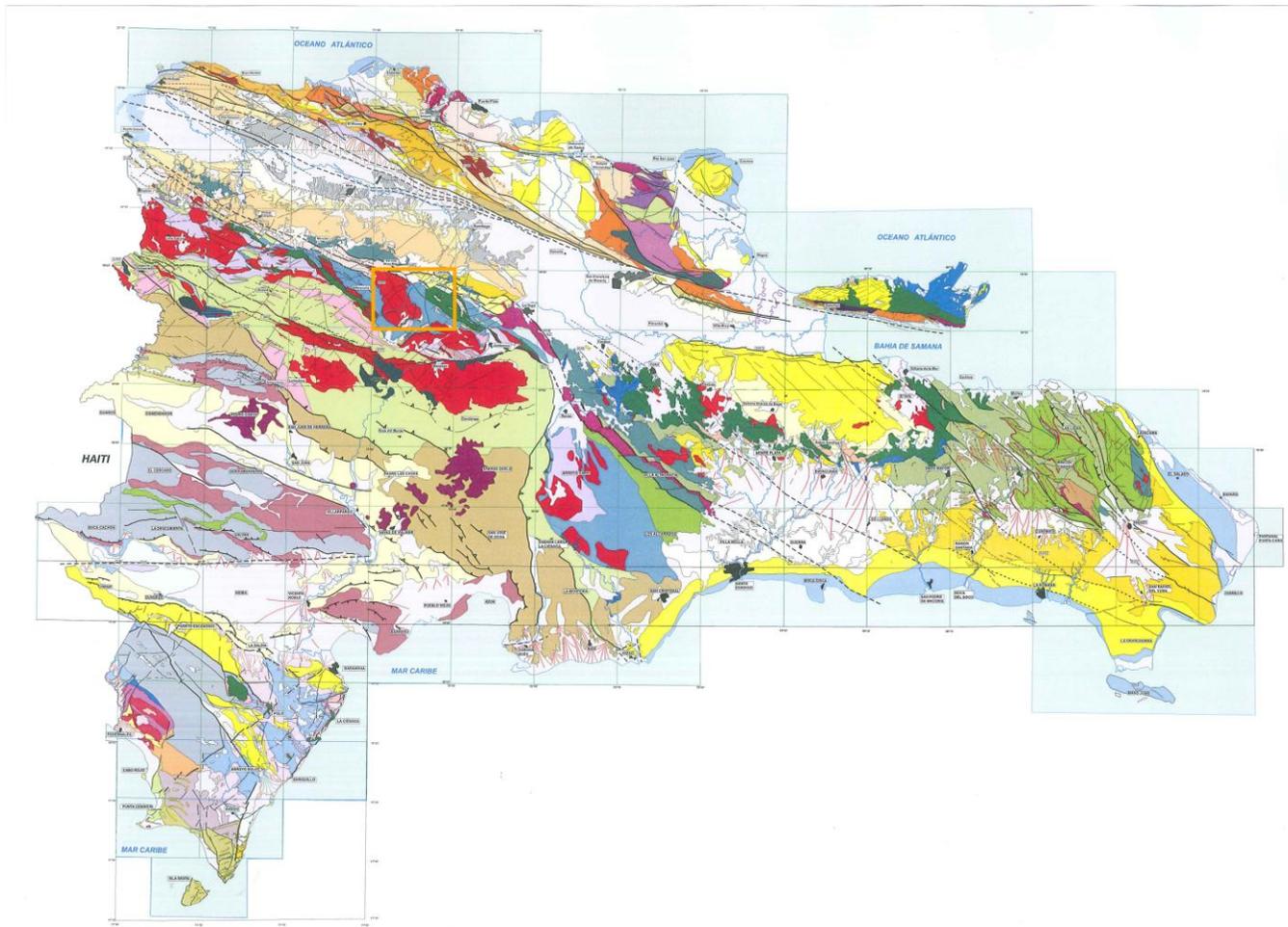


Fig. 35: Síntesis geológico-estructural de la República dominicana, con la ubicación de la Hoja de Jánico (6073-IV)

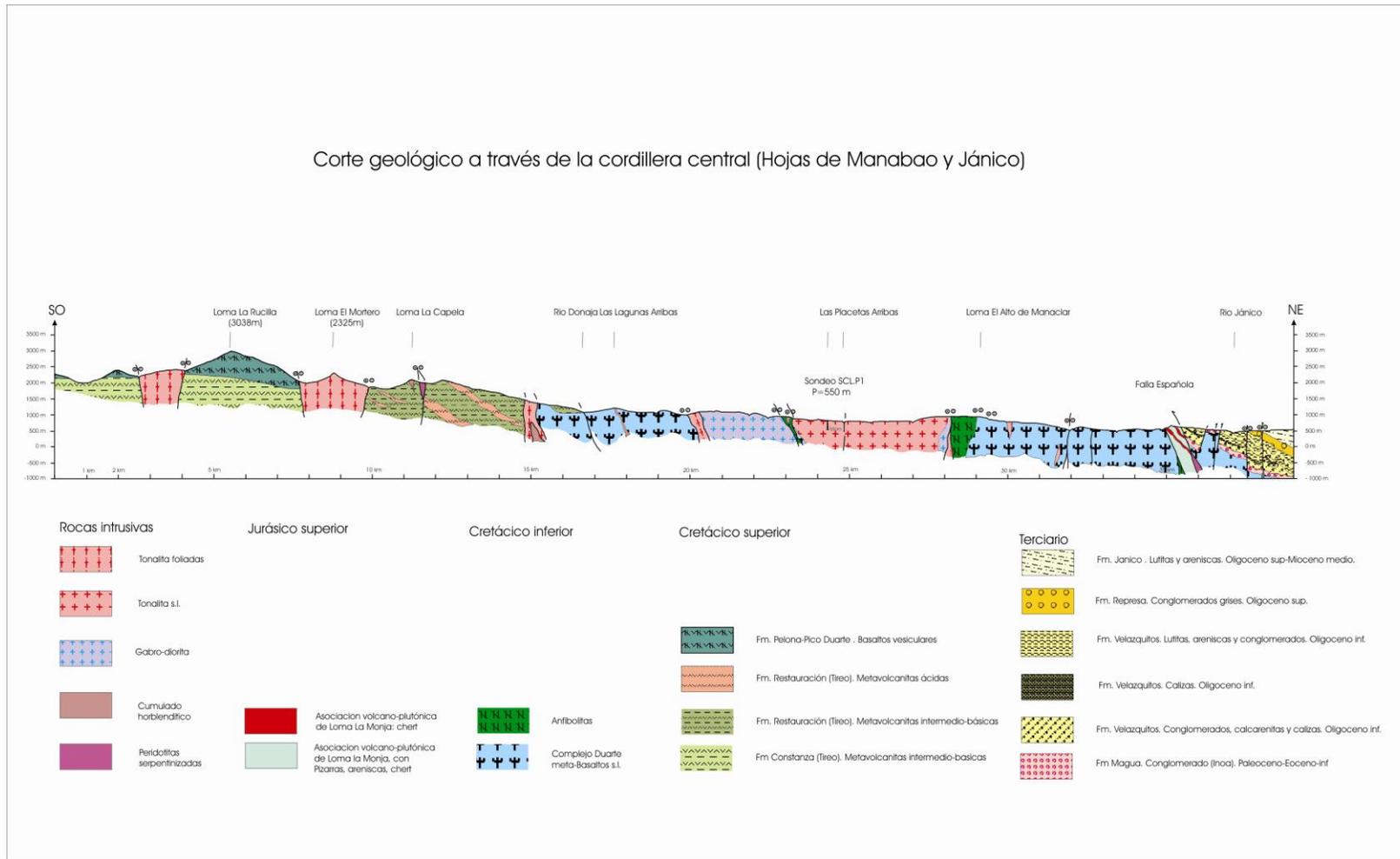


Fig. 36: Corte geológico a través de la Cordillera Central (Hojas Manabao-Jánico)

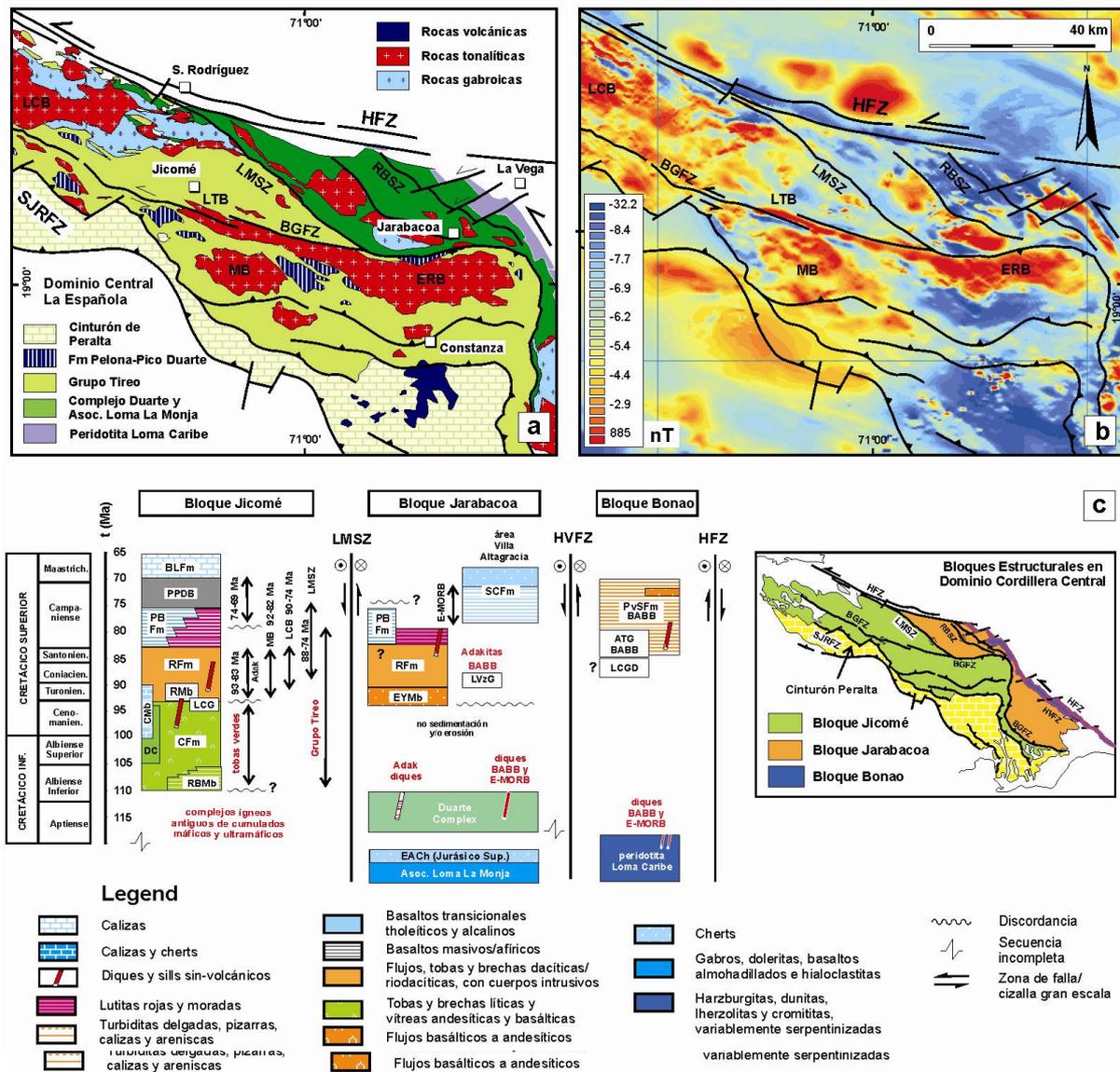


Fig. 37: (a) Mapa geológico esquemático de la Cordillera Central; (b) Mapa magnético esquemático de la Cordillera Central con indicación de las principales zonas de falla y macroestructuras; (c) Secuencia tectonomagmática esquemática de los bloques estructurales del Dominio de la Cordillera Central. RBMB, Miembro Río Blanco; CFm, Formación Constanza; DC, Miembro Chert Dajabón; CMB; Miembro Chert Constanza; RfM, Formación Restauración; LCG, Gabros de La Cana; PBFM, Formación Peña Blanca; BPPD, Formación Basaltos de Pelona-Pico Duarte; BLFm, Formación Bois de Lawrence; EYMB, Miembro El Yujo; LVzG, Gabros de Los Velazquitos; SCFm, Formación Siete Cabezas; LCGD, gabros/doleritas intrusivos en Loma Caribe. Rangos de edades en los bloques de Jicomé y para LVzG y LCG son de Escuder Viruete et al., (2006a, 2007b, 2008) y Joubert et al. (2004). Adak, adakitas; MB, batolito de Macutico; LCB, batolito de Loma de Cabrera; LMSZ, zona de cizalla de La Meseta; HMA, andesitas ricas en Mg; NEBA, basaltos y andesitas ricas en Nb; BABB, doleritas y gabros de tipo back-arc basin. Las abreviaciones del recuadro son: SFZ= HFZ, zona de falla de La Española; BGFZ, zona de falla de Bonao-La Guácara; SJRFZ, zona de falla de San José-Restauración; zona de cizalla de La Meseta (LMSZ), zona de falla de Río Guanajuma (RGSZ) y zona de falla de Hato Viejo (HVFZ).

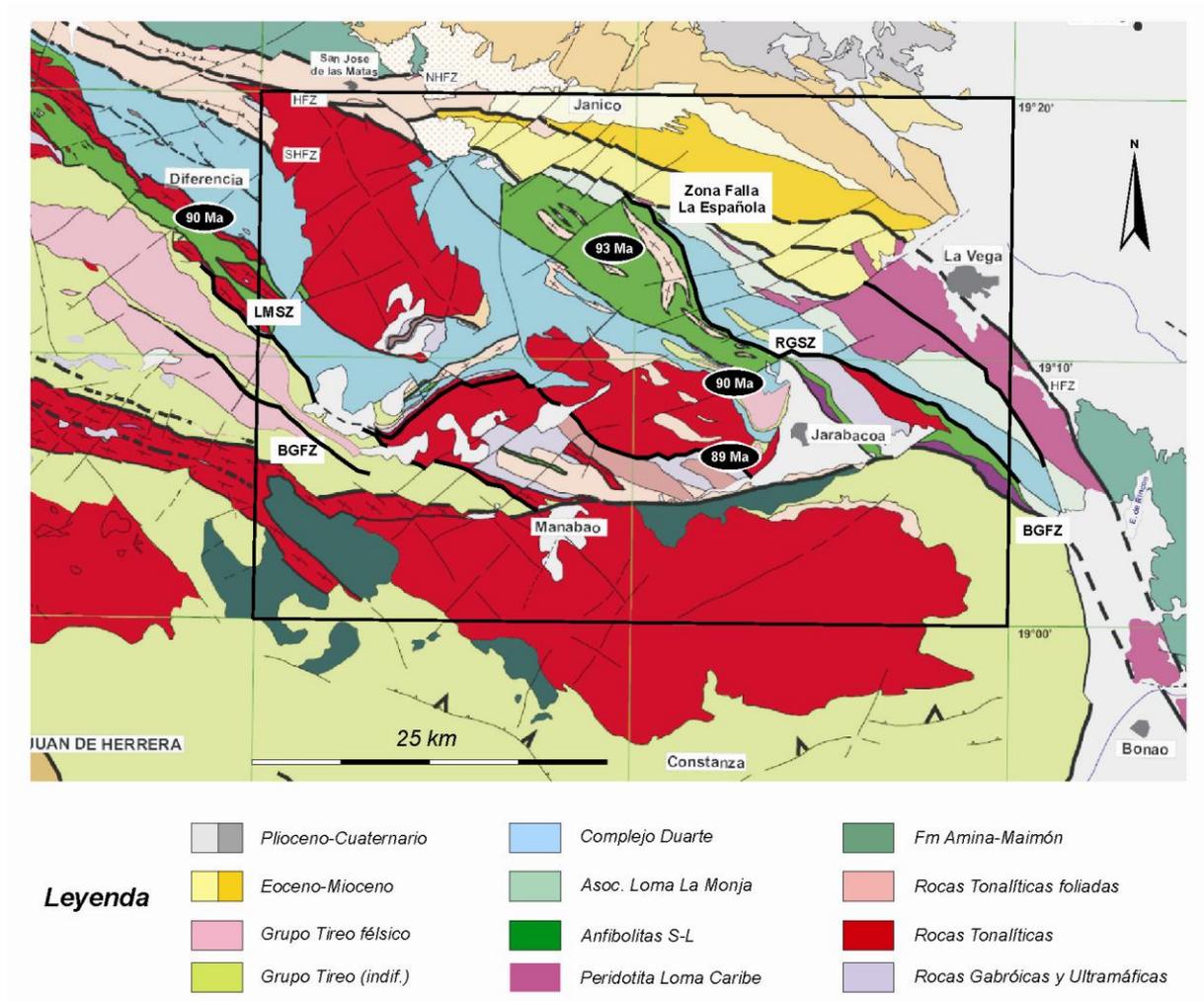


Fig. 38: Mapa geológico esquemático de la Hoja E. 1:100.000 de La Vega con indicación de las principales zonas de falla y macroestructuras, así como algunas de las edades geocronológicas para ellas obtenidas. Abreviaciones como en la figura anterior

<i>Evolución Tectónica</i>	<i>Unidad</i>	<i>Estructuras y Fábricas</i>	<i>Características</i>	<i>Metamorfismo</i>	<i>Edad</i>
D0	Chert Aguacate	Pliegues asimétricos e isoclinales Dp-1	Enclaves de chert plegados pre-Complejo Duarte	-	pre-gabros Los Velazquitos
D1	Zona de Cizalla de Guanajuma	Fábrica plano-linear Sp-Lp. Pliegues y boudinage asimétricos	Deformación no-coaxial sin-metamórfica	M1, sin- y tardi-D1. Anfibolitas media/baja-P	⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar Hbl de 93,9±1,4 y 95,8±1,9 Ma (Cenomaniense)
D1	Zona de Cizalla de La Meseta	Fábrica plano-linear Sp-Lp. Porfiroclastos, pliegues y boudinage asimétricos	Deformación no-coaxial sin-metamórfica	M1, sin- y tardi-D1. Anfibolitas media/baja-P	U-Pb en Zr de 87,9±1,0 Ma (Coniacense-Turonense),
	Zona de Cizalla de Guanajuma	Sills concordantes de doleritas y microgabros hornbléndicos	Los sills son concordantes con la Sp del Complejo Duarte. Geoquímica no-arco	-	
	Intrusiones Batolitos El Bao, Jumunucu y Buena Vista	Fábricas magmáticas plano-lineares Sm-Lm y subsólidos deformativas Sp-Lp	Intrusiones concordantes a lo largo zonas de cizalla. Geoquímica arco y no-arco	M1, sin-, tardi- y post-D1. Anfibolitas media/baja-P	Entre 92 y 74 Ma.
	Láminas leucotonalitas Hbl foliadas	Sm-Lm y Sp-Lp	Intrusiones concordantes a lo largo zonas de cizalla. Geoquímica arco.	-	id.
Sin- a tardi-D1	C. Duarte y G. Tireo	Deformación heterogénea. <i>Shear bands</i>	ECC escala cm a m. Sp rota en planos cizalla indicando desplazamiento normal	M1, esquistos verdes baja-T	
D1m	Fm Amina-Maimón	Fábrica plano-linear Spm-Lpm. Porfirocl. y pliegues asimétricos	Deformación no-coaxial sin-metamórfica, posiblemente retrógrada	M1m, esquistos verdes baja-T	Post-Aptiense, pre-Eoceno?
D2	C. Duarte y G. Tireo	Esquistosidad de crenulación Sp+1 y Lp+1	Desarrollo zonas charnela y local	M2, esquistos verdes baja-T	
		Antiformes y sinformes regionales tardíos	Estructuras menores. Fracturación	Pliegan Sp, contactos e isogradas M1. Sin blastesis.	
D3	Intrusión diques máficos	Intruyen concordantemente zona cizalla tardía batolito El Río	Geoquímica OIB similar a los BPPD	dúctil-frágil	⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar de 79,4 Ma
	Intrusión perversiva magmas máficos	Extrusión discordante sobre sustrato? Enclaves tonalitas	Fm Pelona-Pico Duarte. Geoquímica E-MORB a OIB	dúctil-frágil a frágil	⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar de 79,4 y 69 Ma (Campaniense Sup. a Maastrich.
D4. Zona Falla La Española	Trunca estructuras dominio Cord. Central	Zonas de falla sinestrales y sistemas de fracturas subverticales	Cataclasis	sin blastesis	post-Maastrich. y pre-Eoceno Sup. Reactivación Terciaria
D5. Zona Falla Bonao-La Guácara	Fracturación regional	Familias fallas conjugadas NE-SO a ENE-OSO y ONO-ESE a O-E	Sistemas de Riedel senestros gran escala. Sismicidad	sin blastesis	Terciario-Cuaternario

Tabla 2: Eventos estructurales en la Cordillera Central, sector La Vega-Jarabacoa

4.2. Metamorfismo

En la Hoja de Jánico, las rocas del conjunto plutono-metamórfico contienen asociaciones minerales relacionadas principalmente con dos eventos metamórficos: (1) una blastesis pre-Sp (o pre-D1) estática de carácter hidrotermal; y (2) una blastesis esencialmente sin-Sp (sin-D1) dinamotérmica.

La blastesis estática está relacionada con el metamorfismo de fondo oceánico (espilitización) o la alteración hidrotermal de los protolitos sin-, tardi- y post-magmática, siendo por tanto de edad Cretácica. Este metamorfismo es de carácter pseudomórfico y preserva las estructuras y microtexturas, pero generalmente reemplaza a la mineralogía ígnea, que sólo se conserva relictas en las unidades del Cretácico Superior más alto. Las asociaciones minerales formadas incluyen albita, clorita, prenhita y pumpellita en litologías máficas, y caolinita, clorita, illita e interestratificados illita-esmectita en metapelitas, que indican condiciones metamórficas propias de la facies de prenhita-pumpellita. La alteración hidrotermal alcanzó las condiciones de la facies de los esquistos verdes inferior, como atestiguan la formación en gabros y metasedimentos volcanoclásticos de albita, clorita, epidota y actinolita.

La blastesis dinamotérmica polifásica que afecta al conjunto plutono-metamórfico del dominio de la Cordillera central gradúa en edad desde el Cenomanense hasta el Campaniense. La intensidad del metamorfismo alcanzada por cada unidad cartográfica y sus relaciones con la deformación están recogidas en la Tabla 2.

La blastesis dinamotérmica origina asociaciones minerales que definen la fábrica Sp-Lp de D1. En protolitos ácidos produce la asociación: $Qtz+Ab+Ms+Chl+Sph\pm Bt\pm Prh\pm Ep+Op$; y en los intermedio-básicos $Ab+Chl+Ms+Prh+Pmp+Ep+Op$ y $Act+Chl+Ep+Ab+Ms+Cal+Sph+Op$, indicativas de las facies de prenhita-pumpellita y esquistos verdes de baja-T (sin granate), respectivamente (Evans, 1990). Las zonas de cizalla de gran escala se caracterizan por el desarrollo de asociaciones sin-Sp (sin-D1) propias de la facies de las anfibolitas de baja-P con $Pl+Hbl+Qtz+Ilm\pm Bt\pm Cpx\pm Ep\pm Sph\pm Parg$. Durante la deformación D2, las asociaciones de M1 fueron reemplazadas por las asociaciones de M2, retrógradas y descompresivas a la facies de los esquistos verdes. La evolución metamórfica acompañada de enfriamiento continúa en el campo dúctil-frágil con la superposición de las zonas de cizalla retrógradas D3 y D4, de distribución espacial muy heterogénea.

4.3. Estructura de la Hoja de Jánico

Las principales estructuras y unidades tectónicas de la Hoja de Jánico están definidas en el esquema estructural y los cortes asociados al mapa.

El conjunto litológico a deformar tiene dos unidades inferiores, la asociación Loma La Monja y el C. Duarte, el conjunto volcanosedimentarios del Grupo Tireo (Fm. Restauración) en el extremo SO de la Hoja y las formaciones volcánicas y sedimentarias del Grupo Magua-Tavera en el norte. Se incluyen también varios cuerpos intrusivos: el batolito de El Bao en la mitad oeste de la Hoja, la parte norte del batolito de Jumunucu al SO, la terminación SO de la banda de tonalitas foliadas de la Meseta al SO y una multitud de pequeños cuerpos aislados de rocas ultrabásicas, cumulos, gabrodioritas, tonalitas leucotonalitas y aplitas que intruyen las series inferiores.

4.3.1. Descripción del mapa y de los cortes geológicos

En el mapa y en los cortes geológicos, se distinguen once sectores bien diferenciados, con orientación regional NO-SE que son, del SO al NE:

- **La Fm. Restauración (Dominio Cordillera Central) (corte I-I').**

La Fm. Restauración (Grupo Tireo) ocupa una pequeña superficie en la extremidad SO de la Hoja, con una serie de dirección NO-SE, buzando al SW. Las rocas son medianamente deformadas y metamorfozadas sincinemáticamente en condiciones propias de las facies de subesquistos verdes, esquistos verdes. El máximo de deformación se observa, al contacto con las tonalitas foliadas y las anfibolitas de la banda De la Meseta que separa esta formación del C. Duarte.

- **La banda blastomilonítica con tonalitas foliadas y anfibolitas de la Meseta (Dominio Cordillera Central) (cortes I-I')**

Esta banda NO-SE de deformación dúctil, separa, en la esquina SO de la Hoja, la Fm. Restauración del C. Duarte. Se trata de la extremidad SE de la zona de cizalla De la Meseta constituida por dos bandas principales de tonalitas, cumulado y gabros foliados alternando con bandas de anfibolitas.

Las mejores observaciones se pueden hacer al Sur de Mata Grande, en el Río Bao y en la carretera de entrada al Parque Nacional.

El conjunto está plegado y boudinado. Globalmente, la foliación es subvertical en el borde Sur y de 60°NE en el borde norte; la lineación de estiramiento corresponde a un desgarre siniestro con un componente poco claro, normal o inverso ?).

La falla SO-NE, correspondiendo al Río Bao, limita cartográficamente las tonalitas y gabros foliados; hacia el SE la zona de cizalla es solamente subrayada por lentejones de tonalitas foliadas y anfibolitas, inmersos en los basaltos foliados del C. Duarte.

- **El Complejo Duarte (Dominio Cordillera Central) (cortes I-I' II-II' y III-III')**

Los metabasaltos del C. Duarte presentan una deformación interna muy heterogénea, con un gradiente de la deformación y del metamorfismo, desde la facies subesquistos verdes-esquistos verdes en la parte central hasta la facies anfibolitas al SE (blastomilonitas De la Meseta) y al NO (blastomilonitas de Guanajuma).

Al SO del Batolito El Bao (corte I-I'), la foliación de los metabasaltos buza globalmente de 45°NE. El conjunto de metabasaltos porfídicos y afaníticos está afectado por zonas de cizallas con dirección NO-SE y desplazamiento del techo hacia el SO. Al contacto con la zona de cizalla de Manacla-Diferencia-Mata Grande la foliación se paraleliza con la de las tonalitas foliadas, buzando fuertemente al Norte o al Sur. El contacto norte con los basaltos de la Fm. Magua es tectónico.

Al NE del Batolito El Bao (corte II-II') la foliación, los cuerpos intrusivos foliados y las zonas de cizallas con dirección NO-SE son globalmente subverticales.

Al Sur de la Hoja, la foliación de los basaltos y los cuerpos intrusivos foliados se paralelizan con la zona de cizalla Las Placetas Franco Bidó de dirección SO-NE, que moldea los Batolitos de El Bao y Jumunucu.

- **El batolito de El Bao (Dominio Cordillera Central) (cortes I-I' y II-II')**

La casi totalidad del Batolito de El Bao aflora en la mitad oeste de la Hoja de Jánico con una forma ovalada y el gran eje de dirección regional NO-SE. El macizo se acuña en la esquina NO de la Hoja y en las esquinas de las hojas vecinas de San José de las Matas, Monción y Diferencia, en contacto tectónico (Falla de la Española) con las formaciones del Grupo Tavera. La mayoría de los contactos del batolito con los metabasaltos encajante del C. Duarte son tectónicos. Cumulados, Gabro-dioritas y tonalitas presentan una foliación más o menos nítidas.

- **El batolito de Jumunucu (Dominio Cordillera Central) (corte III-III')**

La extremidad norte del batolito de Jumunucu intruye los metabasaltos del C. Duarte en la esquina SE de la Hoja de Jánico, al Sur de la zona de cizalla SO-NE de Las Placetas-Franco Bidó.

- **La banda blastomilonítica con anfibolitas y leucotonalitas foliadas de Guanajuma (Dominio Cordillera Central) (cortes II-II y III-III')**

Esta banda blastomilonítica, de 6 km de anchura máxima, con extensión regional y dirección NO-SE, se acuña al NO entre los metabasaltos del C. Duarte al Sur y la asociación de Loma La Monja. La foliación de las anfibolitas buza fuertemente hacia el Sur o el Norte dibujando

una gran antiforma con una densificación de los pequeños cuerpos intrusivos foliados en la zona central de la charnela (Jagua Abajo).

- **La asociación de Loma La Monja (Dominio Cordillera Central) (corte II-II' y III-III')**

La asociación de Loma La Monja constituye, en la esquina NE de la Hoja, una banda de 1 km de ancho, con dirección regional NO-SE y buzamiento fuerte hacia el Norte. Está limitada al Sur por la zona de cizalla regional de Guanajuma y al Norte por la Falla de la Española jalonada por lentejones de peridotitas serpentinizadas

- **La Fm. Magua (Dominio Magua-Tavera) (corte I-I')**

A la extremidad NO de la Hoja, los basaltos y brechas de la Fm. Magua están en contacto tectónico con el C. Duarte y el batolito de El Bao, buzando fuertemente hacia el norte. Esta zona, situada en el borde sur de la Zona de Falla de La Española es muy fracturada; un corte espectacular de la zona de falla se puede ver en el sector del Mamey-Arroyo Hondo. Conglomerados de Inoa y Calizas rellenan la cuenca en el borde NO de la Hoja con un buzamiento suave hacia el norte.

- **La Fm. Velazquitos (Dominio Magua-Tavera) (corte II-II y III-III')**

En el borde NE de la Hoja, la Fm turbidítica de Velazquitos rellena la cuenca de Tavera entre dos ramos de la Falla de la Española. La serie esta doblada dibujando una sinforme disimétrica con el flanco norte fuertemente inclinado al contacto del ramo norte de la falla Española

- **Las Fms. Represas y Jánico (Dominio Magua-Tavera) (corte II-II y III-III')**

En la esquina NE de la Hoja, los conglomerados de la Fm Represa y la Fm turbidítica de Jánico, discordante sobre la Fm Velazquitos acaban de rellena la cuenca de Tavera con un buzamiento muy suave hacia el norte.

- **La Fm. Bulla (Dominio Magua-Tavera) (corte II-II y III-III')**

Los conglomerado de Bulla, sellan la actividad de la Falla Española Mioceno superior basal. Se depositan discordantemente sobre las Formaciones anteriores: asociación Loma La Monja, basaltos del C. Duarte, Tonalita de El Bao, y las Fm del Grupo Magua-Tavera.

A continuación, se describen las principales macroestructuras, las fábricas magmáticas y deformativas y el metamorfismo (distribución y condiciones P-T) de cada dominio de la Hoja de Jánico.

El trazado y la comprensión de las fallas y lineamientos del mapa se deducen del análisis de las fotos aéreas, de las imágenes de satélite (Landsat TM y Radar), de los contrastes de anomalías magnéticas, del análisis topográfico y de las observaciones de campo.

4.3.2. Dominio Cordillera Central

4.3.2.1. Unidades litológicas

En la Hoja de Jánico, en el Dominio Cordillera Central, desde un punto de vista estructural se ha distinguido siete bandas litológicas de dirección SE-NO, que son del NE al SO:

- la asociación volcano plutónica de Loma La Monja
- la banda blastomilonítica de la Guanajuma, con anfibolitas e intrusivos foliados
- el batolito de El Bao
- la banda blastomilonítica de La Meseta y Las Placetas-Franco Bidó, con intrusivos foliados y anfibolitas
- El batolito de Jumunucu
- la Fm. Tireo

4.3.2.2. Fábricas y estructuras de la Asociación Loma La Monja (Zona NE de la Hoja de Jánico)

La asociación de Loma La Monja, la más antigua de la Española (Jurásico Superior) forma una estrecha banda NO-SE de 0,5 a 1 km de ancho, deformada entre dos zonas de fallas regionales: al Norte la Falla de la Española y al Sur la banda blastomilonítica de La Guanajuma. Las facies de este conjunto volcanosedimentario muy heterogéneo están muy mal conservadas y meteorizadas. La deformación intensa se traduce por un boudinage de los niveles competentes de chert, con tramos de serpentinas y anfibolitas.

Los cherts aparecen muy aplastados, cizallados y recrystalizados.

Al microscopio, las texturas originales han sido generalmente completamente borradas por la deformación dúctil, la recrystalización metamórfica y la brechificación. La deformación produjo una recrystalización dúctil de la roca a un agregado de granos de cuarzo, con subordinados clorita + mica blanca/sericita + epidota + albita + ilmenita + opacos. La presencia de capas milimétrica con una mayor o menor abundancia de estas fases subordinadas define el bandeo heredado sedimentario. El cuarzo ha recrystalizado dinámicamente a un agregado de granos muy fino, cuya orientación dimensional preferente define a menudo una fábrica de forma ligeramente oblicua respecto a la Sp, denotando el carácter no-coaxial de la deformación. Algunos niveles son verdaderos *ribbons* de cuarzo policristalinos paralelos a los planos Sp, aunque recrystalizados mediante mecanismos de

migración de bordes de grano a relativa alta-T. Con gran aumento al microscopio, se observa la presencia de lepidoblastos de mica blanca/sericita y clorita, que forman contactos rectos frente a los granos elongados de cuarzo. En algunos niveles de composición adecuada se han formado porfiroblastos y porfiroclastos de albita y de epidota amarilla pleocroica, que forma agregados de pequeños granos estirados paralelamente a la Lp, y porfiroclastos de tipo σ y δ .

En resumen, las muestras de cherts estudiadas evidencian una deformación por cizalla, así como una recristalización estática posterior, con poligonización del agregado, en condiciones transicionales entre la facies de los subesquistos verdes y los esquistos verdes de baja-T y P. La brechificación ha dado lugar a la fragmentación de las capas así como a la formación de sistemas de venas discordantes rellenas de cuarzo granoblástico.

4.3.2.3. Fábricas y estructuras del C. Duarte (Zona NE de la Hoja de Jánico)

En las rocas del C. Duarte, que encajan y moldean los batolitos de El Bao y Jumunucu, se observa el desarrollo centrifugo de un gradiente de aumento en la deformación y el metamorfismo general, pasando desde rocas volcánicas en facies subesquistos verdes hasta anfibolitas de fábrica plano-linear de características blastomiloníticas adyacentes a las zonas de cizallas regionales: la Guanajuma y Falla Española al NE; La Meseta y Las Placetas-Franco Bidó al SO y al Sur.

Las intrusiones de los batolitos han desarrollado también en sus entornos pequeñas aureolas de rocas corneanizadas básicas de grano fino y masivas, frecuentes también como enclaves y “*roof pendants*” dentro de los granitoides. La descripción del C. Duarte que sigue a continuación recoge las variaciones petrográficas que aparecen siguiendo este gradiente. Al Oeste del Batolito de El Bao la foliación buza globalmente de 45° NE. Al Este los buzamientos son fuertes tanto al Sur como al Norte.

4.3.2.3.1. Esquistos Verdes y subesquistos verdes del C. Duarte

En los sectores reducidos del C. Duarte metamorfozados en condiciones de la facies de los subesquistos verdes se han preservado las texturas ígneas del protolito volcánico. Los basaltos porfídicos y picritas del conjunto inferior y los basaltos masivos afíricos del conjunto superior presentan una esquistosidad discreta y localmente se observan flujos lávicos.

En las zonas de cizalla, la roca adquiere una esquistosidad grosera (N150°E-70°SO) con deformación de los fenocristales de ferromagnesianos marcando una lineación de estiramiento con dirección N145°E-40°SE.

En condiciones de la facies de los esquistos verdes se reconocen metabasaltos groseramente foliados ("*greenstones*"), filitas y esquistos de color verde-gris a gris verdoso oscuro con, subordinadamente, tramos de esquistos masivos tremolítico-cloríticos con abundantes óxidos de Fe-Ti.

Conforme aumenta la deformación y el metamorfismo asociados al desarrollo de las zonas de cizallas, se forman esquistos verdes filoníticos con actinolita-epidota-clorita. Se trata de rocas de grano fino a medio, con una penetrativa fábrica anastomosada planar o plano linear (Sp-Lp), definida por la alternancia de lentejones milimétricos claros y capas milimétricas verdes oscuras. Las texturas gradúan con la deformación desde granolepidoblásticas y nematoblásticas foliadas a filoníticas.

En los esquistos verdes máficos la fábrica planar está definida por el alineamiento de los nematoblastos de actinolita y los lepidoblastos de clorita y mica blanca, junto con la elongación de lentejones de albita, cuarzo y agregados de epidota, frecuentemente producto del cizallamiento y estiramiento de venas de segregación sin-Sp. La deformación fue no-coaxial como indica la fábrica interna asimétrica en los agregados policristalinos de cuarzo ("*ribbons*") y el carácter compuesto en dos familias de planos de la Sp, dispuestos un pequeño ángulo y marcados por el alargamiento de microprismas de actinolita (fábrica S-C). Sin embargo, frecuentemente se superpone una recristalización estática tardi-cinemática, que poligoniza el agregado cuarzo-plagioclásico y restaura tanto al anfíbol como a las micas.

4.3.2.3.2. Anfibolitas del C. Duarte e intrusivos muy foliadas

4.3.2.3.2.1. Anfibolitas blastomiloníticas del C. Duarte

Las anfibolitas son muy desarrolladas en las dos bandas blastomiloníticas regionales que moldean los batolitos de El Bao y Jumunucu.

Al NE, las blastomilonitas de Guanajuma tienen más de 6 km de ancho.

Los mejores afloramientos y los más accesibles se encuentran en las carreteras Damajagua-Jagua Abajo-Juncalito y Pinalito-El Papayo.

Las anfibolitas constituyen una gran antiforma de dirección NO-SE, con la zona de charnela intruida por una fuerte densidad de pequeños cuerpos intrusivos muy foliados, predominantemente leucotonalíticos.

El flanco norte buza globalmente de 65°NE, paralelamente a la Asociación Loma la Monja y al borde Sur de la Zona de Falla de La Española.

El flanco sur buza globalmente de 65°SO , y pasa progresivamente a los metabasaltos del C. Duarte. Esta zona de transición de 1-2 km de ancho está también intruida por cuerpos de leucotonalitas fuertemente foliados.

Al SO y al Sur, las blastomilonitas de La Meseta (NO-SE) y Las Placetas-Franco Bidó (SO-NE) tienen más de 2,5 km de ancho. Las bandas de anfibolitas de 0,5-1 km de potencia alternan con leucotonalitas dominantes, cumulos, gabros y dioritas.

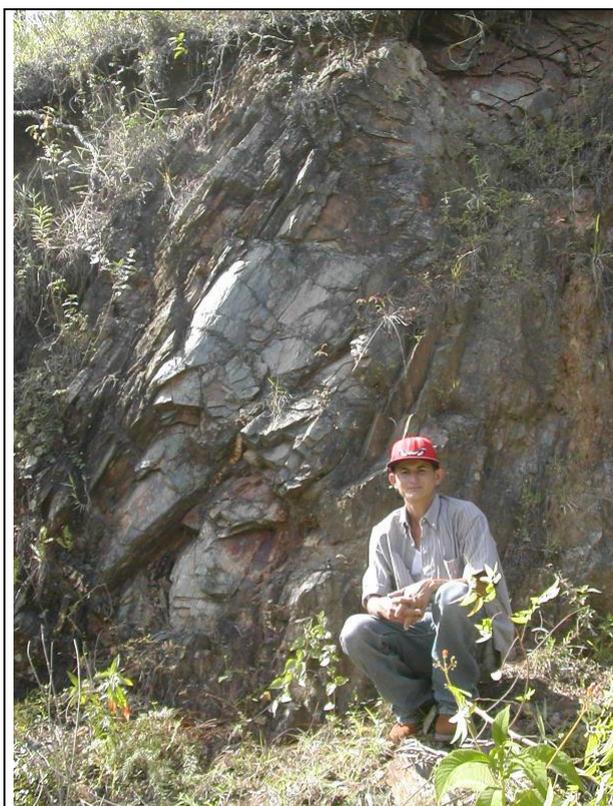


Foto 146: Anfibolitas. Charnela de pliegue (Eje $\text{N}35^{\circ}\text{E}-60^{\circ}\text{NE}$, Plan axial: $\text{N}30^{\circ}\text{E}-75^{\circ}\text{E}$) Jagua Abajo-Cagueyes, (30MJ9788_1; Lat: 19,279138; Long: -70,809917)

En general, los contactos con los intrusivos son nítidos. Las venas y los pequeños cuerpos intrusivos boudinados están variablemente cizallados y rotados hasta el paralelismo completo con la fábrica planar.

Las anfibolitas en contacto con los cuerpos intrusivos más voluminosos están corneizadas y presentan un aspecto gnéisico.

A menudo se observa la recristalización estática de anfíboles en el plano de foliación (Juncalito: 30MJ970 Lat: 19,227646; Long:-70,830114) y localmente rocas leucocráticas que

podrían ser leucosomas estromáticos, producto de la fusión parcial "in situ" a alta-T, en condiciones hidratadas. Esas texturas se interpretan como la expresión del metamorfismo de contacto generado por las rocas ígneas de los batolitos.

La facies típica corresponde a rocas anfibólicas y cuarzo-anfibólicas de color verde-azul oscuro y grano fino a fino-medio, que han desarrollado una penetrativa fábrica plano-linear (Sp-Lp) de características miloníticas como consecuencia de una intensa deformación dúctil y el metamorfismo regional. Las texturas son granonematoblásticas y lepidoblásticas bandeadas blastomiloníticas, frecuentemente afectadas por una recristalización estática tardicinemática. La asociación mineral sin-Sp es diagnóstica de la facies de las anfibolitas con epidota de baja-P (sin granate). La fábrica plano-linear principal (Sp-Lp) está definida por una alternancia milimétrica de capas claras cuarzo-plagioclásicas y verdes ricas en nematoblastos de anfíbol y escasos agregados de epidota. Los anfíboles están a menudo boudinados perpendicularmente a la Lp. El cuarzo aparece muy abundante en algunas de las capas y podría derivarse de venas de cuarzo segregadas o intrusiones tonalíticas sin-Sp, que han sido completamente cizalladas y recristalizadas hasta el paralelismo con la Sp. La deformación fue no-coaxial como indica la asimetría de sombras de presión en torno a porfiroblastos de plagioclasa y epidota y la de la fábrica interna en los agregados policristalinos de cuarzo. Los prismas de hornblenda se disponen en algunas rocas definiendo una fábrica S-C formada en condiciones de la facies anfibolita.

Las corneanas hornbléndico-piroxénicas son rocas verde oscuras, de grano fino y masivas, habiéndose observado en los sectores más internos de las aureolas de contacto en torno a las intrusiones tonalíticas de Manacla y Diferencia.

4.3.2.3.2.2. Los intrusivos muy foliados de la Hoja de Jánico

Las bandas de tonalitas foliadas de Manacla-Diferencia-Mata Grande y Las Placetas Franco Bidó tienen una potencia de 0,5 a 1,5 km; pero existe también una gran cantidad de venas o cuerpos pequeños de cumulos, gabros, dioritas, tonalitas y leucotonalitas muy foliados asociados a las anfibolitas.

Estas intrusiones concordantes, en las anfibolitas presentan una intensa fábrica S1 sub-solidus, planar y plano-linear, de dirección NO-SE buzando fuertemente al SO o NE (al NE y al SO de la Hoja) pasando a SO-NE buzando fuertemente al SE o NO (al Sur de la Hoja).

En las zonas más deformadas la foliación S1 está también definida por el alineamiento y aplastamiento de los enclaves inmersos en las tonalitas foliadas, así como por el paralelismo de venas y diques concordantes de leucotonalitas con hornblenda y de las aplitas más

diferenciadas. La lineación de estiramiento, subrayada por la elongación de los enclaves es NO-SE subhorizontal al NE y al SO; SO-NE subhorizontal al Sur.

Las fábricas deformativas en las tonalitas con hornblenda \pm biotita suelen estar subparalelas a las magmáticas y se interpretan como registrando el mismo episodio deformativo, pero ya bajo condiciones de estado sólido, cuando el magma tonalítico ya se había solidificado. (ver fábricas deformativas del batolito de El Bao).



Foto 147: Tonalitas muy foliadas (marrón) y anfibolitas (gris-azul) de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9234_2; Lat:19,2037097; Long: -70,988593)

4.3.2.4. Fábricas y estructuras del batolito de El Bao (mitad oeste de la Hoja de Jánico)

Las rocas plutónicas del batolito de El Bao han intruido y metamorfizado las rocas encajantes del C. Duarte. Al techo del batolito, aparecen “*roof pendants*” del C. Duarte, esquistos y anfibolitas deformados heterogéneamente y localmente corneanas.

Los trabajos cartográficos, petrológicos y geoquímicos realizados en el curso del presente Proyecto, han permitido establecer que la serie plutónica del batolito de El Bao y rocas asociadas puede ser agrupada en cinco unidades cartográficas: (1) rocas ultramáficas; (2) gabro-dioritas; (3) tonalitas con hornblenda \pm biotita; (4) un enjambre de diques máficos y félsicos, intrusivos en las anteriores unidades y en la Fm. Tireo, y (5) un enjambre de diques y sills leucograníticos y aplopegmatíticos.

Desde un punto de vista estructural y debido a la dificultad que a menudo presentan en su separación cartográfica, las dos primeras unidades pueden ser agrupadas en un complejo gabróico-ultramáfico.

4.3.2.4.1. Secuencia intrusiva del batolito El Bao

La secuencia intrusiva, establecida a partir de las relaciones de campo es la siguiente:

- Los cumulos ultramáficos y rocas máficas (gabronoritas, gabros y Mg-dioritas) cristalizan primeros; observándose escasas relaciones locales de intrusión de los segundos en los primeros.
- Las dioritas y cuarzo-dioritas cristalizan a continuación; a menudo las dioritas son transicionales o facies de borde del complejo gabróico-ultramáfico.
- Las tonalitas representan un importante volumen de magma tonalítico que intruye el conjunto gabróico-ultramáficos e individualiza cartográficamente varios macizos elongados NO-SE. Un aspecto estructural importante del batolito de El Bao es que el contacto intrusivo entre las tonalitas y el complejo gabróico-ultramáfico, consiste generalmente en una zona de deformación dúctil en estado magmático y subsólidos para las tonalitas, y subsólidos para los gabros y dioritas. Durante su emplazamiento, el magma tonalítico también excava localmente xenolitos del complejo gabróico-ultramáfico y de los metabasaltos encajantes, y lleva consigo magmas de una composición diorítica ligeramente más básica.
- Las diferenciaciones magmáticas más tardías del magma tonalítico son más silíceas y contienen biotita como ferromagnesiano; intruyen el batolito de El Bao, formando diques y venas muy leucocráticas. Una red de diques máficos y félsicos intruye durante al menos los estadios magmáticos más tardíos de la tonalita, que generalmente estaba lo suficientemente fría para que los diques desarrollen contactos netos y bordes enfriados en algunos casos, pero que en otros se hibridan ("*magma mingling*") con las tonalitas más tardías.
- Finalmente, un red de diques y sills leucograníticos y aplopegmatíticos intruye predominantemente la mitad norte del batolito de El Bao.

4.3.2.4.2. Complejo gabróico-ultramáfico del batolito de El Bao

El complejo gabróico-ultramáfico del batolito de El Bao presenta fábricas magmáticas y subsólidos deformativas pero los cuerpos son de dimensiones muy reducidas lo que no facilita las observaciones.

Las fábricas magmáticas consisten en un bandado composicional, milimétrico a centimétrico, de niveles ricos en olivino y piroxeno, resultado de la acumulación de cristales durante la cristalización del magma (Foto 148). Este bandado observado en bloques puntuales no puede dar información sobre el lugar de depósito en la cámara magmática (fondo o borde ?)

En las rocas gabroícas, las fábricas magmáticas consisten en alternancias milimétricas a centimétricas de niveles ricos en piroxeno o plagioclasa, formadas por procesos de acumulación magmática con selección gravitacional. En los gabros se han desarrollado también fábricas cristal-plásticas deformativas S1, especialmente penetrativas hacia el contacto con las tonalitas con hornblenda.

A la escala del batolito de El Bao, las rocas gabroícas están deformadas por la foliación S1 con direcciones NO-SE, O-E y SO-NE. En las zonas las más deformadas, las rocas gabroícas están transformadas en milonitas máficas de grano fino. La deformación en estado sólido también afecta heterogéneamente a las intercalaciones de tonalitas con hornblenda presentes en las bandas, que intruyen sincinemáticamente como diques y venas de dimensiones variables, y están cizalladas hasta paralelizarse con la foliación S1 y transformadas en milonitas cuarzo-feldespáticas de grano fino.



Foto 148 :Bandeado de Gabro-cumulado y aplita en Tonalita oscura de grano medio; entre Arroyo San Bartolo y Arroyo La Pila, Rincón de Piedra-Mata Grande (30MJ9262_1; Lat:19,225657; Long: -70,957734)

Las texturas presentes en los gabros deformados son protomiloníticas a miloníticas, con la formación de porfiroclastos de clinopiroxeno y hornblenda rodeados por una matriz cuarzo-plagioclásica recristalizada dinámicamente. Las condiciones de la deformación

fueron de alta-T ya que resultan estables en la S1 plagioclasa y anfíbol recristalizados, indicando condiciones metamórficas propias de la facies de las anfibolitas de baja-P. En los planos de la S1 deformativa, a menudo se ha desarrollado una lineación de estiramiento mineral, definida por la elongación del agregado cuarzo-plagioclásico recristalizado y la orientación de las sombras y colas de recristalización de los porfiroclastos. La dirección de la lineación de estiramiento mineral oscila entre NO-SE a SO-NE en todo el batolito de El Bao.

4.3.2.4.3. Tonalitas

Las tonalitas presentan un desarrollo muy variable de **fábricas magmáticas** en el batolito de El Bao desde tipos con una fuerte fábrica plano-linear e incluso linear, al tipo casi isótropo el más representado, desprovisto de nítida orientación mineral preferente mesoscópica, como en buena parte de las facies tonalíticas con hornblenda \pm biotita, que ocupan los sectores centrales de los cuerpos tonalíticos.

La foliación y la lineación magmática están definidas por una alineación preferencial de las plagioclasas tabulares y de los prismas de hornblenda y agregados elipsoidales de cuarzo. Localmente, puede ser también definida por el alineamiento y aplastamiento preferencial de los enclaves máficos microgranudos, así como de venas y diques de aplitas en disposición de "*boxjoints*".

Esta fábrica magmática plano-linear e incluso linear se observa predominantemente cerca de todos los contactos.

Por lo tanto, la foliación magmática de las tonalitas corresponde a una fábrica de emplazamiento de los cuerpos tonalíticos durante el enfriamiento del magma.

Por otro lado, **las fábricas deformativas** en las tonalitas con hornblenda \pm biotita suelen estar subparalelas a las magmáticas y se interpretan como registrando el mismo episodio deformativo, pero ya bajo condiciones de estado sólido, cuando el magma tonalítico ya se había solidificado.

4.3.2.4.4. Diques máficos y félsicos

Un enjambre de diques máficos y félsicos intruye todas las unidades intrusivas del batolito de El Bao, la Asociación Loma La Monja, el C. Duarte y la Fm. Tireo. En general, los contactos son rectos y nítidos, e incluso se observan bordes de enfriamiento, testigos de un encajante ya solidificado.



Foto 149 : Dique basáltico irregular en Tonalita oscura Batolito El Bao; entre Arroyo San Bartolo y Arroyo La Pila, Rincón de Piedra-Mata Grande (30MJ9263_1; Lat:19,225603; Long: -70,955419)



Foto 150 : Dique básico, bordes irregulares, cortando la Tonalita de grano medio alterada del Batolito El Bao; Ctra. La Guazuma El Carrizal (30MJ9291_1; Lat:19,254141; Long: -70,939169)



Foto 151 : Diques doleríticos en tonalitas y dioritas; Zona de contacto oeste Batolito El Bao- C. Duarte; Los Corrales (30MJ9350_1; Lat:19,282883; Long: -70,984484)



Foto 152: Leucotonalita aplítica (con micas blancas) en las anfibolitas. Jagua Abajo-La Cuchilla, (30MJ9770_1; Lat:19,251313; Long: -70,861502)



Foto 153: Tonalitas foliadas, gabro-cumulados y anfibolitas. Sur del Batolito El Bao; Las Placetas, (30MJ9850_2; Lat:19,18898; Long: -70,810323)



Foto 154: Dique de cuarzo foliado en arcillas rojas (meteorización de metabasaltos). Juncalito; (30MJ9815_1; Lat:19,224826; Long: -70,9801898)



Foto 155: Dique de cuarzo foliado en tonalitas foliadas y anfibolitas de la zona de cizalla De la Meseta. Ctra. Mata Grande entrada Parque, (30MJ9234_1; Lat:19,2037097; Long: -70,988593)

Las fábricas magmáticas observadas en los diques máficos son fluidales y paralelas al contacto intrusivo de los diques y las deformativas son esencialmente frágiles y limitadas a la cataclasa ligada a los desplazamientos de los bordes de los filones.

Desde un punto de vista estructural, los diques máficos son importantes por indicar la dirección local de extensión (σ_3 , o esfuerzo principal mínimo), que se orienta perpendicularmente al plano que definen. En el batolito de El Bao, estos diques son casi siempre subverticales, con buzamiento $>70^\circ$ tanto al norte como al sur, e indicando que la dirección de extensión fue subhorizontal. Sin embargo, la dirección de esos diques varía a e indica que el σ_3 también varía localmente. Las direcciones predominantes son $N110^\circ$ y

N20°E para los diques máficos y N10°E, N110°E y N150°E para los diques félsicos más numerosos.

En conclusión, el enjambre de diques máficos y félsicos intruye el batolito de El Bao cuando este se encontraba ya prácticamente solidificado y con una dirección general de extensión NO-SE que gira localmente a ONO-ESE durante la evolución dúctil-frágil y frágil del batolito de El Bao.

4.3.2.4.5. Red de diques y sills leucograníticos y aplopegmatíticos

Los pequeños diques (cm a m) y filones tardi-magmáticos leucograníticos y aplopegmatíticos que cortan el Batolito El Bao y el C. Duarte sin dirección o buzamiento preferenciales podrían representar un evento magmático posterior, del Eoceno.

4.3.2.5. Fábricas y estructuras de la Fm. Restauración (Grupo Tireo)

La Fm Restauración esta aflora muy poco en la esquina SO de la Hoja de Jánico, al Sur de la banda blastomilonítica de La Meseta. Las difíciles condiciones de accesos no han permitido buenas observaciones estructurales.

4.3.3. Dominio de Magua-Tavera - Fábricas y estructuras asociadas a la Zona de Falla de La Española (Norte de la Hoja de Jánico)

El Dominio de Magua-Tavera, limitado al Sur por la Falla de la Española, abarca el borde Norte de la Hoja de Jánico. La cuenca está rellenada, al Oeste, por los basaltos de la Fm Magua y los conglomerados rojizos de Inoa y, al Este, por los sedimentos turbidíticos de la Fm Velazquitos, los conglomerados grises de la Fm Represa y los sedimentos turbidíticos de la Fm Jánico. En la parte central de la cuenca los sedimentos plegados del Dominio Magua-Tavera están parcialmente cubiertos por el conglomerado Bulla horizontal del Mioceno superior basal. Los sedimentos Mioceno superior de la cuenca del Cibao, se desarrollan más al Norte, en la Hoja colindante de San José de Las Matas.

En la esquina NO de la Hoja de Jánico, los basaltos de la Fm Magua se acuñan entre la zona de Falla de La Española y la terminación NO de Batolito de El Bao.

Al Oeste del Batolito, el contacto es tectónico entre los metabasaltos del C. Duarte y los basaltos y autobrechas no metamorfizados, pero muy brechificados, de la Fm Magua (Corte Los Cedros-Los Llanos).

Al Este del Batolito, los basaltos de la Fm Magua están intensamente cizallados por el borde Sur de la Falla Española (zona de cizalla senestra, con componente cabalgando hacia el Sur N140°E-40°N, expuesta en el corte espectacular de la Ctra. Pedregal La Caña) (Foto 156;

Foto 157). Estos basaltos están cubiertos por los conglomerados rojizos de Inoa, que buzanan globalmente al Norte (flanco Sur de una sinforme que se desarrolla en la Hoja de San José de Las Mata).

	
<p>Foto 156 : Basaltos de la Fm Magua en la Zona de Falla de la Española.; Ctra. Pedregal-Bohío Viejo- La Cana (30MJ9441_1; Lat:19,314547; Long: -70,904336)</p>	<p>Foto 157 : Zona de cizalla (Falla de la Española) en los Basaltos de la Fm Magua, dique básico de alimentación.; Ctra. Pedregal-Bohío Viejo- La Cana (30MJ9442_3; Lat:19,309733; Long: -70,903326)</p>

En el borde NE de la Hoja de Jánico, la Fm Velazquitos fuertemente plegada (Foto 52; Foto 61) dibuja una sinforme con el flanco Sur correspondiendo al borde Sur de la Zona de Falla de La Española y el flanco norte bastante verticalizados y fallado al nivel del contacto discordante con el conglomerado suprayacente de Represa. Replicas tardías subverticales ONO-ESE, paralelas a la Falla Española, afectan la cuenca, complicando las estructuras y poniendo en contacto tectónico los varios conglomerados de la zona (Inoa, Velazquitos y Represas).

Las Fm Represa y Jánico, están menos deformadas que la Fm Velazquitos infrayacente y globalmente buzanan suavemente entre 45 y 15°NE. Algunos pliegues métricos se observan cerca de contactos por fallas (Foto 158Foto 159)



El conglomerado Bulla, horizontal y discordante sobre las formaciones infrayacentes de la cuenca de Magua-Tavera, sella prácticamente la actividad de la Falla de La Española. Todavía en el borde Norte de la Hoja de Jánico, un rejuego tardío (Mioceno superior o posterior) de un ramo de la Española ha desplazado de 100 m en vertical los afloramientos de conglomerados Bulla de la Hoja de San José de Las Matas comparativamente a los de la Hoja de Jánico (Arroyo Jánico).

El Dominio de Magua-Tavera está inmerso en la Zona de Falla de La Española. Esta falla cortical atraviesa la Isla de La Española siguiendo una dirección ONO-ESE y presenta un movimiento general transcurrente senestro. Como la Falla Septentrional, está relacionada con el movimiento relativo de las placas Norte Americana y Caribeña (Zoeten y Mann, 1991) (Fig. 2). Este movimiento de la Zona de Falla de La Española produce, en el sector NO de la Cordillera Central, la formación, relleno y deformación de la cuenca de Magua-Tavera.

Al Oeste de Jánico, la cuenca se desarrolla en una longitud de unos 80 km y una anchura de 3 a 7 km, incluyéndose geográficamente en las Hojas de Jánico, San José de Las Matas, Diferencia, Monción y Santiago Rodríguez. En este sector, el relleno corresponde al emplazamiento de basaltos transicional a/y alcalinos (Mb Basaltos de Rodeo) y a los conglomerados rojizos de Inoa con areniscas, lutitas y calizas del Grupo Tavera de edad Paleoceno-Eoceno a Oligoceno inferior. Este relleno ha sido controlado tectónicamente por las Fallas de Inoa y Amina, que limitan espacialmente la Zona de Falla de La Española.

Al Este de Jánico, la cuenca se desarrolla en una longitud de unos 30 km y una anchura de 5 a 10 km, incluyéndose en las Hojas de Jánico, San José de Las Matas, Santiago y La Vega. El relleno corresponde a las series turbidíticas con conglomerados intercalados de las Fms Velazquitos, Represas y Jánico, de edad Oligoceno-Mioceno inferior a medio basal. El borde Sur de la cuenca está controlado por dos ramos de la Falla de la Española, pero al Norte, en las Hojas de San José de Las Matas, Santiago y La Vega, la Falla Amina que limita el borde Norte de la cuenca, desaparece bajo los conglomerados Bulla y la Fm Cercado.

Deformaciones transpresivas más tardías asociadas a la Zona de Falla de La Española producen la reactivación de las fallas que limitan la cuenca y el plegamiento del Grupo Tavera. Desde el Mioceno Superior y hasta la Actualidad, los movimientos transpresivos producen el levantamiento de la Cordillera Central, la sedimentación de los conglomerados de las Fms Bulla y Cercado y el aporte terrígeno que rellena la Cuenca neógena del Cibao.

La Zona de Falla de La Española deforma tanto a la Fm. Magua como a su sustrato metamórfico del C. Duarte y de la asociación de Loma La Monja. La deformación que afecta las rocas de este dominio consiste en un cizallamiento muy heterogéneo dúctil-frágil y frágil. Se forman en primer lugar las milonitas y filonitas, luego las cataclasitas más o menos foliadas y después las harinas de falla, sugiriendo el progresivo descenso de la temperatura de la deformación con el tiempo.

Una buena sección de las rocas de falla asociadas al borde Sur de la Zona de Falla de La Española aflora en la esquina NO de la Hoja de Jánico, en la carretera sin asfaltar de El Mamey Arroyo Hondo. En 300 m de anchura estructural NS, se observan rocas fuertemente cizalladas y filonitizadas de la Fm Magua (Foto 160; Foto 161; Foto 162; Foto 163; Foto 164; Foto 165; Foto 166; Foto 167; Foto 168). Las zonas métricas a decamétricas, de harinas de fallas de color verde, violáceo y marrón, localmente con caliche, alternan con tectonoenclaves métricos a decamétricos de basaltos vesiculares, conglomerados de Inoa y algunos bloques de tonalitas o calizas de la Fm Magua. Las dos direcciones dominantes son N110°E-80°S y 160°E-45 a 80°SO con estriaciones subhorizontales.

En este corte no se ve el contacto Sur con el batolito El Bao



Foto 160 : Zona de Falla de la Española: Basaltos porfídicos cataclazados, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9426_1; Lat:19,326771; Long: -70,934442)



Foto 161 : Zona de Falla de la Española: Basaltos cataclazados de la Fm. Magua con filones de aptitas; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9427_1; Lat:19,325204; Long: -70,933634)



Foto 162 : Zona de Falla de la Española: Milonita verde y violácea de basaltos de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 163 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 164 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 165 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 166 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_3; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 167 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_4; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 168 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_5; Lat:19,323996; Long: -70,933632)

Las condiciones del cizallamiento asociado a la Zona de Falla de La Española fueron inicialmente de baja-T y dúctil-frágiles, en las que localmente el cuarzo recrystaliza, abundan los procesos de cloritización y sericitización, y se forman venas con calcita. La superposición de deformaciones cada vez más frágiles en las rocas de falla de la Zona de Falla de La Española, indica que la deformación continúa a muy baja-T en condiciones ya prácticamente superficiales. Esto es consistente con el carácter vesicular de los basaltos de la Fm Magua (Mb. Rodeo), emitidos a unas condiciones de baja presión que permiten su desgasificación.

4.3.4. Las fallas y lineamientos

La Hoja de Jánico está afectada por tres zonas de fallas regionales de dirección NO-SE, ONO-ESE, SO-NE y multitudes de fallas y lineamientos de dirección SO-NE, NO-SE y NS.

Las tres grandes zonas de fallas ya comentadas anteriormente son, del SO al NE de la Hoja:

- La zona blastomilonítica de anfibolitas y tonalitas foliadas de La Meseta de dirección NO-SE, pasando a SO-NE en el tramo Las Placetas-Franco Bidó, separa el C. Duarte y el batolito El Bao al Norte de la Fm Tireo y del batolito de Jumunucu al Sur.
- La zona blastomilonítica de anfibolitas y tonalitas foliadas de Guanajuma separa el C. Duarte al Sur de la Asociación Loma La Monja al Norte.
- Las fallas del Sur de la Zona de Falla de la Española, limitan el Dominio Magua Tavera del Norte de la Hoja.

Estas complejas zonas de fallas regionales corresponden principalmente a desgarres senestros subverticales jalonados por lentejones de rocas ultramáficas serpentinizadas y pequeños cuerpos foliados de cumulos, gabro-dioritas, tonalitas y leucogranitos aplíticos.

El sistema de fallas y lineamientos subverticales de dirección conjugadas SO-NE y NO-SE, cruza la totalidad de la Hoja. Corresponde a fracturas R y R' de Riedel y P de Skempton, en relación con los grandes desgarres regionales.

La dirección SO-NE a OSO-ESE es particularmente nítida en la esquina NE de la Hoja; afecta la cuenca de Magua-Tavera con desplazamientos horizontales senestros. Tramos de los cursos de los Ríos Bao, Jagua y Baiguaque subrayan esta dirección.

La dirección NO-SE afecta el Batolito de El Bao y corresponde al eje principal de alargamiento del macizo.

El sistema NS subvertical, está subrayado principalmente por el curso del río Jagua, en el centro de la Hoja.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. Descripción de los rasgos fisiográficos

La Hoja de Jánico pertenece a dos dominios fisiográficos: la Cordillera Central y el Valle del Cibao. La Cordillera Central es la principal alineación montañosa de la Isla de La Española y por tanto de la República Dominicana, apareciendo como una prominente cordillera de orientación cercana a NO-SE y alcanzando su culminación en el Pico Duarte, con 3.175 metros, en la vecina Hoja de Manabao. El Valle del Cibao es una depresión morfológica, alargada según una orientación NO-SE, con una longitud de unos 230 km y una anchura de

unos 30 km, limitada al norte por la Cordillera Septentrional y al sur por la Cordillera Central. El Valle del Cibao, aparece en el extremo nororiental de la Hoja de Jánico.

5.2. 5. 2. Análisis Geomorfológico. Formas estructurales

El análisis morfológico puede abordarse desde dos puntos de vista: morfoestructural, en el que se analiza el relieve condicionado por la litología y estructura del sustrato geológico, en función de su litología y su disposición estructural; y morfogenético, considerando las formas resultantes de la actuación de los procesos geomorfológicos externos.

En la Hoja de Jánico existe una densa red de fracturación, a menudo con una clara expresión morfológica. Las fallas o zonas de falla definen las alineaciones montañosas, condicionan la disposición de la red de drenaje, y suponen cambios bruscos de pendiente en los perfiles longitudinales de los ríos. La Zona de la Falla de La Española es la estructura más importante en la Hoja de Jánico que, con una dirección ONO-ESE a NO-SE, constituye el límite septentrional de la Cordillera Central y el paso a la Cuenca del Cibao. Durante el levantamiento de la Cordillera Central desde el Mioceno hasta la actualidad, la zona de falla ha producido la elevación neta del bloque meridional respecto al septentrional (Cuenca del Cibao).

El modelado de la Cordillera Central es el producto de una larga evolución geodinámica marcada por procesos de magmáticos, sedimentarios y tectónicos desde el Jurásico hasta el Mioceno. Desde el Mioceno hasta la actualidad los procesos tectónicos dieron lugar a un relieve positivo sobre el que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos procesos morfogenéticos modeladores, destacando los de carácter gravitacional y fluvial. En el caso del Valle del Cibao Oriental su modelado es producto de procesos tectónicos y sedimentarios recientes (rellenos sedimentarios marino-continuales) acaecidos a lo largo del Terciario-actualidad. En el estudio del modelado de la Hoja de Jánico se reconocen formas gravitacionales, fluviales y de escorrentía superficial, por meteorización química, poligénicas y antrópicas.

5.2.1. Formas gravitacionales.

Como formas gravitacionales se han observado un importante desarrollo de coluviones y de conos o taludes de derrubios, particularmente en el sector más elevado de la Hoja, al SO de la zona de Falla de La Española. Las laderas con reptación se manifiestan principalmente en zonas de relieve medio y bajo. Los movimientos en masa son un proceso geomorfológico muy abundante, particularmente en el sector meridional de esta hoja. Al tratarse de una

zona tropical húmeda y con un relieve muy importante los movimientos en masa y sus superficies de deslizamiento, se colonizan rápidamente por la vegetación, dificultando su reconocimiento. Los diferentes tipos de movimientos en masa observados son: deslizamiento indiferenciado, movimiento en masa complejo, flujo-lóbulo o colada de soliflucción, y deslizamiento de bloques (block slide).

5.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son formas con una cierta representación. Destacan por su extensión los abanicos aluviales de baja pendiente en la confluencia de los ríos Bao, Jaragua, Jánico, en el norte de la hoja. Estos abanicos se originan en la apertura de los valles de los ríos Bao y hacia la depresión del Cibao Oriental, expandiéndose con un radio superior a 5 km. Orlando la sierra situada al sur de la Zona de Falla de La Española se han observado también los abanicos aluviales, de alta pendiente. Los principales ríos de la Hoja son: el Bao (y sus afluentes Baiguate, Guanajuma, Jánico) e Inoa. A estos cursos fluviales se asocia una gran variedad de formas: fondo de valle, llanura de inundación, terrazas, y abanicos de baja y alta pendiente.

Los conos de deyección y los abanicos aluviales menores también tienen una notable representación en esta hoja. Los fondos de valle son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual; son formas estrechas y alargadas que coinciden con el canal de estiaje. Debido al fuerte encajamiento de la red de drenaje no se observan numerosas o extensas llanuras de inundación.

Las terrazas completan el catálogo de las formas fluviales. Se han reconocido afloramientos de las mismas en casi todos los ríos importantes de la Hoja, destacando por su extensión y número las relacionadas con el río Bao, Jaragua e Inoa. La mayoría de las terrazas con depósito, aparecen como superficies subhorizontales distribuidas a modo de retazos colgados, entre 3 y 40 m sobre el cauce actual. Las terrazas erosivas aparecen entre 20 m y 100 metros sobre el cauce actual.

Las formas fluviales erosivas son abundantes, entre ellas se han reconocido marcas de incisión lineal, destacando la zona al Sur de la zona de Falla de la Española donde el relieve es mayor. La intensidad de los procesos de incisión fluvial se observa en la práctica totalidad de la zona, dando lugar a: saltos de agua y cascadas; rápidos, cambios bruscos de pendiente, gargantas, como en los ríos Bao, Donajá e Inoa; barrancos, cañones, desfiladeros; divisorias montañosas, con una notable representación en las zonas de mayor

relieve; y áreas acarcavadas que pierden importancia hacia el norte, hacia la Cuenca del Cibao.

5.2.3. Formas poligénicas.

Como formas de este tipo se han observado superficies de erosión degradadas y escarpes. Estas formas se concentran en la parte septentrional de la Hoja y no son excesivamente abundantes debido a la velocidad e intensidad de los procesos erosivos. Al norte del Embalse de Tavera, en el entorno de los 400 m, se ha reconocido una superficie de erosión, situada sobre los conglomerados miocenos del Grupo Tavera.

5.2.4. Formas por meteorización química.

Aparecen en rocas cristalinas y silíceas y como resultado de los procesos de meteorización en condiciones climáticas tropicales, destacando los alvéolos de alteración, que se encuentran sobre el batolito de Bao, y las argilizaciones.

5.2.5. Formas antrópicas.

La actividad antrópica es importante relacionada principalmente con la modificación del paisaje debida a los usos del suelo para actividades agropecuarias, labores extractivas, construcción de redes de transporte y asentamientos poblacionales. Entre las modificaciones antrópicas se destacan la de los embalses de Bao y Tavera y por sus riesgos para la población local la relacionada con la antigua mina de Mata Grande.

6. HISTORIA GEOLOGICA

En la Hoja de Jánico se pueden distinguir tres conjuntos litológicos: (1) las rocas volcano-plutónicas metamorizadas del Jurásico Superior-Cretácico Superior; (2) las unidades esencialmente siliciclásticas paleógenas del Grupo Tavera; y (3) el conglomerado Bulla (Mioceno superior) de la base del Grupo Yaque del Norte. La historia geológica simplificada que registran estos tres conjuntos litológicos puede sintetizarse en los siguientes eventos:

- Jurásico Medio-Superior. Edad de formación de las rocas oceánicas más antiguas de la Cordillera Central y representadas por la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja (Escuder-Viruete et al., 2009).
- Cretácico Inferior. Episodios magmáticos relacionados con la actividad de una pluma mantélica, representados por los basaltos magnesianos y picritas del Complejo Duarte (Draper y Lewis, 1989, 1991; Lewis et al., 2000; Lapierre et al., 1997, 1999, 2000; Escuder-Viruete et al., 2004, 2005, 2007), edificados sobre un sustrato oceánico de basaltos, sedimentos pelágicos y radiolaritas de procedencia Pacífica (Montgomery et al., 1994).
- Génesis del Arco de Islas Primitivo, representado por las Fms Los Ranchos, Amina y Maimón, junto con el Complejo Río Verde (Donnelly et al., 1990; Lebrón y Perfit, 1994; Draper et al., 1994; Lewis et al., 1995, 2000, 2002; Kesler et al., 1977, 2003, 2005; Escuder-Viruete et al., 2006, 2008, 2009), sobre una zona de subducción con polaridad hacia el Sur (en la posición actual; Krebs y Maresch, 2005; Krebs et al., 2008; Pindell et al., 2006; Escuder-Viruete et al., 2008).
- Episodio de magmatismo de arco en el Cretácico Superior, representado por la Fm Restauración del Grupo Tireo (Lewis et al., 1991, 2000, 2002; Escuder-Viruete et al., 2007, 2008), y la intrusión de los batolitos gabro-tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor, El Bao, Jumunucu, El Río y Arroyo Caña, incluyendo complejos ultramáficos y plutones de leucotonalitas foliadas (Lewis et al., 1991, 2002; Contreras et al., 2004; Escuder-Viruete et al., 2004; Joubert et al., 2004; Stein et al., 2004).
- Paleoceno-Eoceno Inferior. Formación de la Falla de la Española e inicio de los desplazamientos laterales entre el arco primitivo y el arco Cretácico Superior (parte trasera arco), así como respecto a su parte frontal (prisma acrecional y cuencas de antearco; Donnelly, 1973, 1989, 1994).

- Eoceno Medio-Superior. Colisión del arco de islas con la plataforma de las Bahamas, exhumación de las rocas de alta P (De Zoeten y Mann, 1991, 1999; Joyce, 1991; Gonçalves et al., 2002; Escuder-Viruet y Pérez-Estaún, 2006) y cese de la actividad magmática relacionada con la subducción. Desplazamiento a lo largo de la Falla de la Española.
- Eoceno Medio-Superior-Actualidad. Sedimentación del Grupo Tavera de carácter sin-orogénico. Movimientos frágiles a lo largo de la Falla de la Española. Sedimentación del Grupo Yaque del Norte. Generalización de la tectónica de desgarre y estructuras relacionadas con la subducción, situada al Sur de la Isla (Mann et al., 2002; Díaz de Neira et al., 2006). Encajamiento y erosión remontante de la red fluvial

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. Hidrogeología

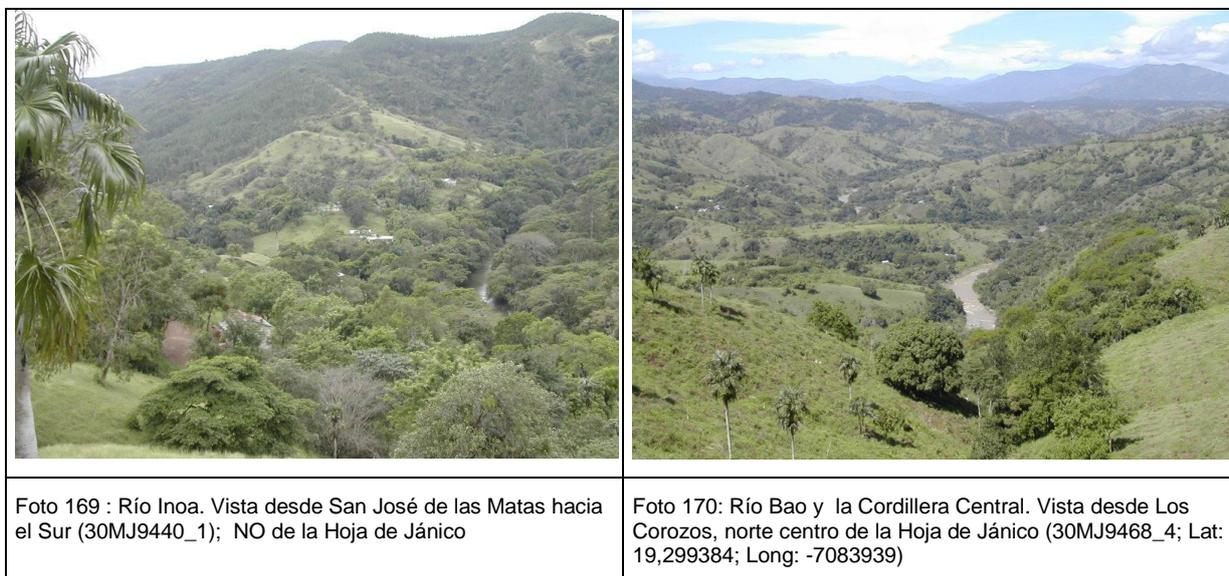
7.1.1. Hidrología y climatología

El clima dominante en la Hoja de Jánico es tropical, aunque influenciado por la gran altura que presenta la Hoja en su borde Este, con variaciones en la temperatura anual media entre 18 y 24°C. Las precipitaciones anuales medias son de 1800 mm/a. El régimen de precipitaciones es de tipo bimodal con épocas de lluvias en Mayo y en Agosto-Noviembre.

La red de drenaje de la Hoja es, globalmente, de SO-NE respecto a la Cordillera Central, drenándola perpendicularmente a su eje aproximado ONO-ESE. Los principales cauces fluviales son, de este a oeste:

- el Río Inoa (Foto 169) con dirección de Sur a Norte: en la esquina NO de la Hoja, comprende el nacimiento del propio Río Inoa en el Cerro Francisco, al límite este de la Hoja, y sus principales afluentes: arroyos Bajanillo, Mara, Hondo y Hierba buena.
- el río Bao (Foto 170) de dirección SO-NE y sus principales afluentes: ríos Jagua, Baiguaque y Jánico. Los tres primeros nacen más al Sur de la Hoja, en la parte alta de la Cordillera Central; solo el Río Jánico, nace en el borde norte de la Hoja, al Oeste de la ciudad de Jánico. La totalidad de la cuenca abastece el embalse de Bao, que ocupa la esquina NE de la Hoja de Jánico a la confluencia de los 4 Ríos y la esquina NO de la Hoja de la Vega, donde se ubican las presas de Bao y Tavera.

Aparte de estos cauces principales hay multitud de cañadas y arroyos de montaña que drenan los macizos montañosos dando lugar a barrancos con fuerte incisión lineal. La textura de drenaje es de tipo meandridítico con densidad de media a fina.



Las aguas de la cuenca del Bao abastecen las presas de Bao y Tavera, ubicadas en el centro del cuadrante 1:100.000 de la Vega. Los valores de las 4 estaciones hidrométricas instaladas en la Hoja de Jánico se reflejan en la Fig. 39, con el N° de la estación, la superficie en km² de la cuenca y el cauce en m³ (ejemplo: N° 30H01; 285,1 km²; 1,71 m³/s).

El proyecto de presa sobre el río Jagua al Sur de Las Placetas prevé una tubería forzada para la producción de electricidad, con una turbina a -500 m de profundidad y salida de las aguas en el Río Bao. Los trabajos de factibilidad están en curso (sondeos de reconocimiento hasta más de 500 m de profundidad, etc.). Las estaciones hidrométricas del INDRHI han sido completadas por los estudios del proyecto SYSMIN realizado por EPTISA.

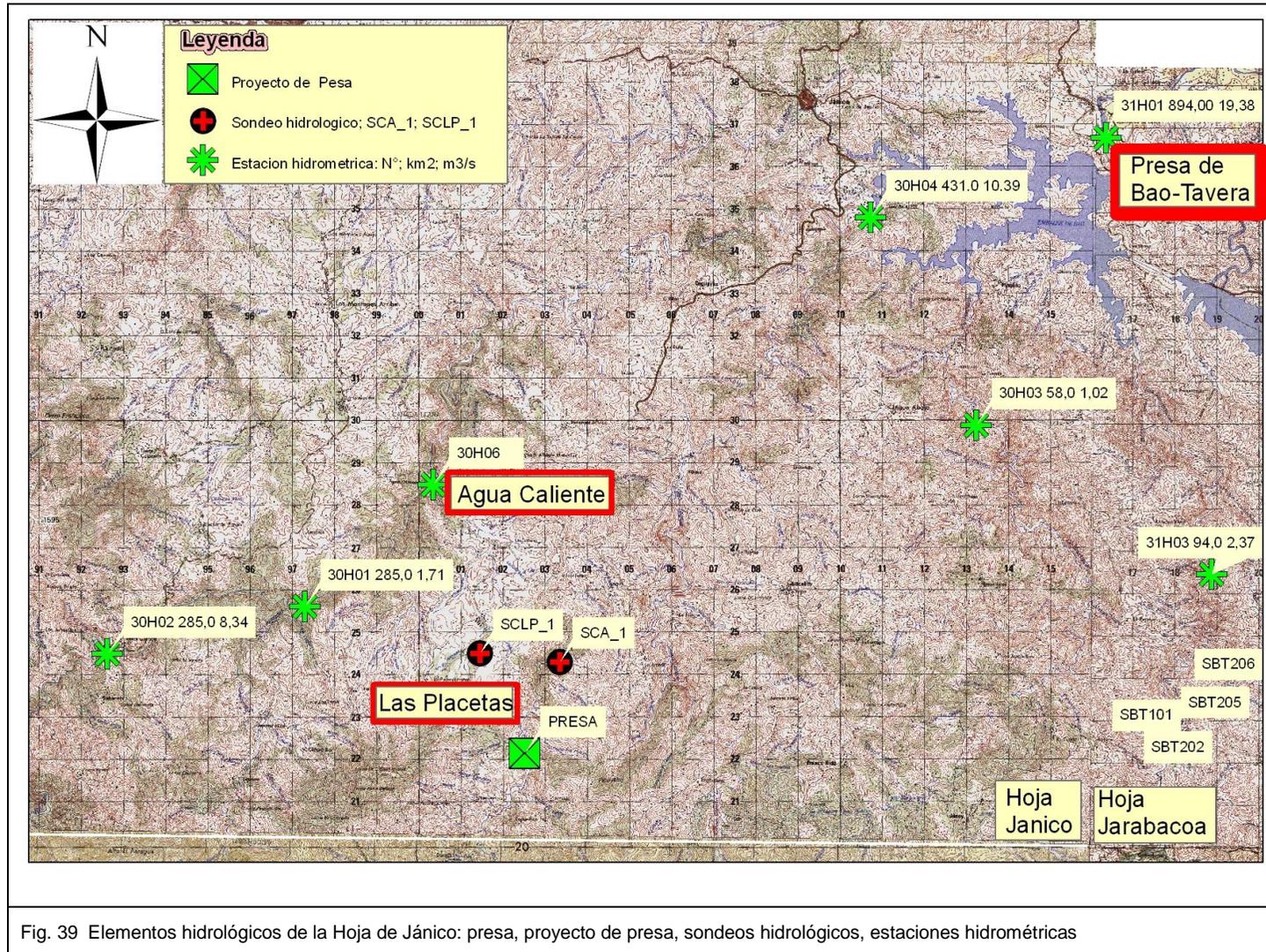


Fig. 39 Elementos hidrológicos de la Hoja de Jánico: presa, proyecto de presa, sondeos hidrológicos, estaciones hidrométricas

En el Río Bao se debe subrayar el sitio de Agua caliente (Fig. 39) al borde Este del Batolito de El Bao, en el centro de la Hoja de Jánico, donde las aguas termales salen a una temperatura de 30°C y con un cauce de aproximadamente 50l/min. Este balneario en el puente del Bao de la Ctra. San José de Las Matas-Las Placetas es muy apreciado de la gente local y de los turistas que visitan la zona.

7.1.2. Hidrogeología

Las metavolcanitas básicas y anfibolitas de la Asociación Loma La Monja (Jurásico Superior) y del C. Duarte (Cretácico Inferior) tienen una porosidad y una permeabilidad baja a muy baja. La zona meteorizada es demasiado reducida (métrica) y arcillosa, para favorecer el desarrollo de un acuífero superficial. Cubren una banda SE-NO con bosque, cultivos de café y pasto.

La serie volcano-sedimentaria de composición básica-intermedia a ácida de la Fm. Tireo que cubre una superficie muy reducida en la esquina SO de la Hoja. Presenta una porosidad y una permeabilidad media a baja, que no favorece el desarrollo de acuíferos importantes.

De la diversidad de los intrusivos de los batolitos de El Bao y Jumunucu resulta una heterogeneidad de las características hidrogeológicas.

Los cumulos ultrabásicos y las gabro-dioritas tienen una permeabilidad media a baja por fracturación. Los espesores de suelos y coluviones son reducidos, impidiendo la formación de acuíferos superficiales. La porosidad profunda, cuando existe, es una porosidad de fracturas en zonas tectonizadas, considerada como porosidad baja.

Al contrario, las tonalitas que ocupan una superficie muy importante en esta Hoja, desarrollan frecuentemente suelos arenosos, con espesor variable, que podría alcanzar unas decenas de metros, con permeabilidad alta. En profundidad, la porosidad y la permeabilidad, de tipo fractura, a lo largo de las fallas, varía de baja a alta en función de la presencia o no de arcillas en las fracturas.

La Fm. Magua (Paleoceno - Eoceno Superior) rellena la cuenca de Tavera, alargada EO en la zona de falla de la Española, en el borde Norte de la Hoja de Jánico. Está constituida por las siguientes facies:

Los basaltos y las brechas basálticas, tienen una porosidad y permeabilidad media a baja por porosidad y fracturación en relación con la banda de fractura de la Española.

Los conglomerados de Inoa y Represa, representan volúmenes importantes con una permeabilidad media por porosidad intergranular. La limitación de la permeabilidad se debe a la abundancia de arcilla, principalmente en el conglomerado de Represa (matriz soportada).

Las formaciones de Velazquitos y Jánico, constituidas por alternancias de conglomerados, areniscas, margas y lutitas presentan una permeabilidad media-alta por porosidad intergranular.

El Conglomerado de Bulla que cubre una parte de la Cuenca de Tavera, presenta una permeabilidad media-alta por porosidad intergranular.

El conjunto de la cuenca de Tavera constituye buenos acuíferos superficiales y profundos, con buenas condiciones de abastecimiento en aguas superficiales. Además, son las unidades más fracturadas por el corredor de la Zona de Falla de La Española, lo que aumenta la porosidad y permeabilidad de fractura, tanto en superficie como en profundidad.

Las unidades cuaternarias, constituidas por coluviones de piedemonte y depósitos arenosos de fondo de valles, son muy porosas (porosidad intergranular) y permeables. Sin embargo, constituyen, en la Hoja, volúmenes muy reducidos que no pueden calificarse de acuíferos, salvo en Sabana Iglesias y en algunas zonas del Río Bao.

7.2. Recursos minerales

La Fm. Tireo, es conocida por su potencial minero ligado al carácter vulcanosedimentario de la serie: investigaciones para oro epitermal y posible pórfidos de cobre en la Hoja de Restauración por el Japan International Cooperation Agency (JICA) y Metal Mining Agency Of Japan (MMAJ), 1984), la Rosario Dominicana y el Proyecto SYSMIN “Depósitos Auríferos de Restauración” (Joubert et al.1997-98) y en el sector de Mata Grande en la Hoja de Jánico (Espaillat Lamarche, 1983).

La Fm. Tireo cubre una superficie muy reducida (2,5 km²) en la esquina SO de la Hoja de Jánico y además en zona protegida por el Parque Nacional Armando Bermúdez.

Los aluviones de los arroyos y ríos estaban antiguamente lavados para oro. Es todavía el caso, pero de manera artesanal e intermitente, en los ríos Bao cerca de Mata Grande e Inoa en los alrededores de Arroyo Hondo y San José de Las Matas.

Los indicios encontrados durante esta cartografía están ubicados en la Fig. 40 y detallados, a en la Tabla 3 de síntesis.

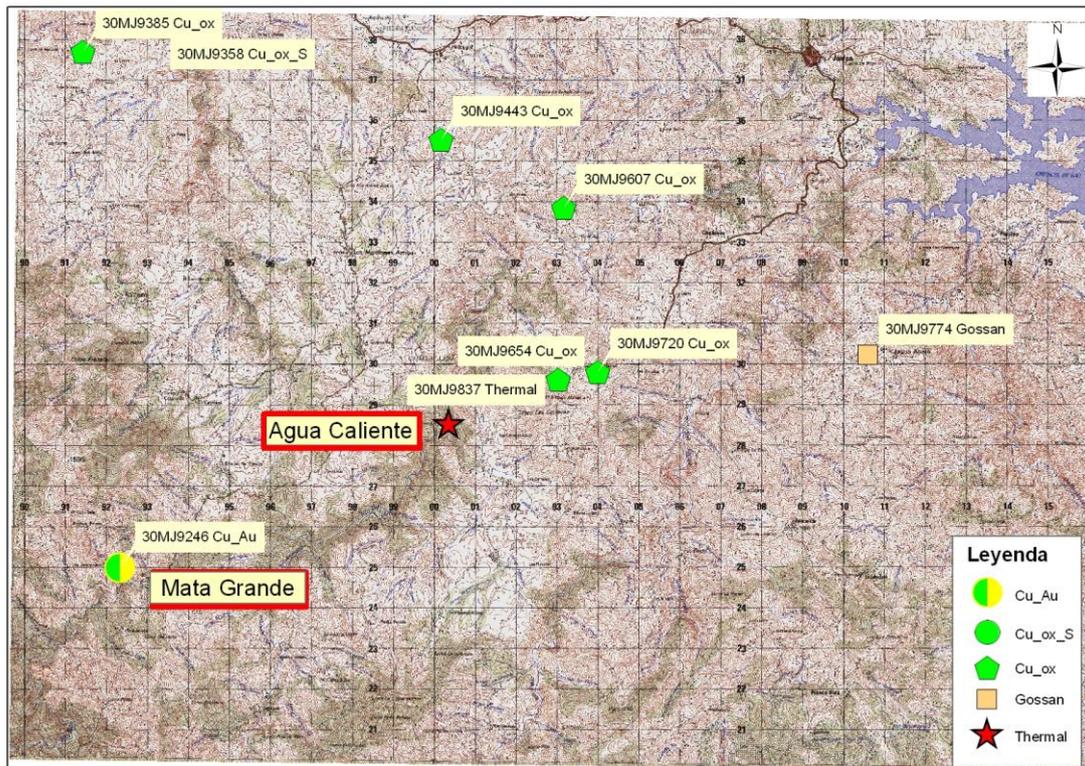


Fig. 40: Ubicación de los indicios de la Hoja de Jánico

7.3. Oro y sustancias polimetálicas

La antigua mina Cu-Au de Mata Grande (30MJ9246), de la época Trujillo (años 1950) es el indicio más importante de la Hoja de Jánico.

Se trata de una pequeña explotación a cielo abierto (Foto 171) ubicada cerca de Mata Grande, en la margen izquierda del Río Bao. Las vetas, de potencia métrica y dirección N150°E-50°NE, de cuarzo blanco deformado (esquistozado y cataclazado), con pirita, calcopirita, pirotilita, oro (?) y óxidos de cobre (Foto 172), cortan las anfibolitas (metabasaltos anfibolitizados) del C. Duarte al contacto SO del batolito de El Bao. Las rocas intrusivas corresponden a cumulos ultrabásicos, gabro-dioritas y tonalitas. El conjunto está en la zona de falla regional La Meseta, con tonalitas blastomilonitizadas y anfibolitas, que separa la Fm Restauración volcanosedimentaria potencialmente aurífera. La fuente del cobre está en los basaltos del C. Duarte y en los cumulos y gabro-dioritas del batolito de El Bao. La explotación ha generado un sistema de grietas que tarde o temprano ocasionará deslizamientos peligrosos para las poblaciones vecinas.

Los demás indicios de cobre oxidado (malaquita y azurita) localmente con trazas de sulfuros (pirita o calcopirita: 30MJ9358) asociados a los basaltos del C. Duarte y de la Fm. Magua no presentan un interés minero. Las trazas de cobre de los basaltos han sido remobilizadas en zonas de falla (Foto 174; Foto 175; Foto 176; Foto 178).

N°	Localidad	LAT	LONG	Y_Nad27	X_Nad27	Sustancia	Edad Formación
30MJ9246	Mata Grande	19,2096 6706000	70,9749 2927000	2125077,6 1013	292365,10 3984	Cu_(Au ?)	Cretácico sup. Anfibolitas (basaltos C.Duarte) contacto Batolito El Bao
30MJ9358	Yerabuena	19,3269 2402	70,9646 4157	2138173,0 0659	293597,05 8691	Cu_ox_S	
30MJ9385	Yerabuena	19,3242 8716000	70,9847 8873000	2137777,5 7174	291473,29 1295	Cu_ox	Cretácico sup. Batolito El Bao
30MJ9443	Ctra La Cana	19,3057 1	70,9013 44	2135750,3 6247	300223,17 0572	Cu_ox	Paleoceno-Eoceno Basaltos Magua
30MJ9607	Crta Don Juan-Rio Arriba	19,2908 3196000	70,8725 6460000	2133942,9 1441	303227,19 8925	Cu	Cretácico sup. Basaltos C.Duarte
30MJ9654	Damajagua Adentro (Oeste)	19,2525 8710000	70,8734 4672000	2129710,5 1888	303088,77 5226	Cu_ox	Cretácico sup. Basaltos C.Duarte
30MJ9720	Damajagua Adentro (Este)	19,2543 5233000	70,8643 1983000	2129895,5 9034	304050,43 4417	Cu_ox	Cretácico sup. Basaltos C.Duarte
30MJ9774	Jagua Abajo	19,2587 8862000	70,8015 1934000	2130316,9 6097	310657,92 5390	Gossan	Cretácico sup. Leucotonalitas foliadas y anfibolitas
30MJ9837	Aguas Calientes	19,2426 6846000	70,8987 9217000	2128641,5 3045	300412,04 4003	Agua termal (<30°C)	Cretácico sup. Batolito El Bao

Tabla 3: Indicios de la Hoja de Jánico

Dentro del batolito de El Bao, en su extremidad NO, se encuentra un pequeño indicio de cobre oxidado (malaquita) sin interés minero, en una zona de falla de 5m de potencia con veta dcm de aplita, de dirección N160°E-60°SO (30MJ9385). La removilización del cobre en la zona fracturada puede ser relacionada con la presencia cercana de los basaltos de Magua.

Un indicio de gossan está asociado a las leucotonalitas y aplitas muy foliadas de Jagua Abajo. Estos intrusivos están esquitozados (blastomilonitas) como los metabasaltos anfibolitizados encajantes. La roca se caracteriza por la abundancia de micas blancas y la presencia de pequeños gossan de potencia decamétrica y extensión hectométrica. Los

análisis en curso de la prospección realizada en el marco de este proyecto podrían revelar la presencia de trazas de oro.

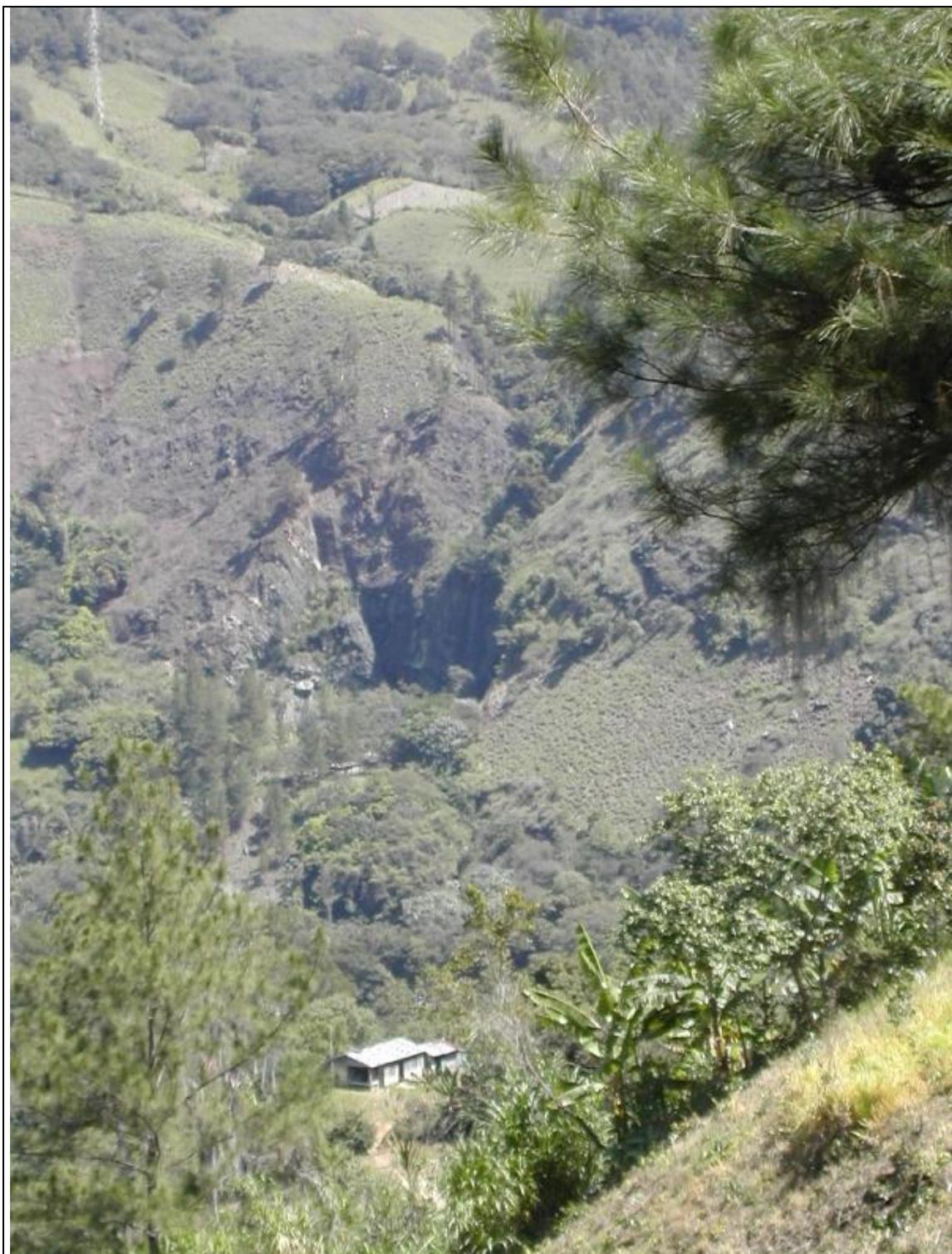


Foto 171: Mina abandonada de Mata Grande (Cu-Au), Vista desde Sabaneta al Sur del Río Bao (30MJ9288_1
Lat:19,1966697; Long: -70,972451)

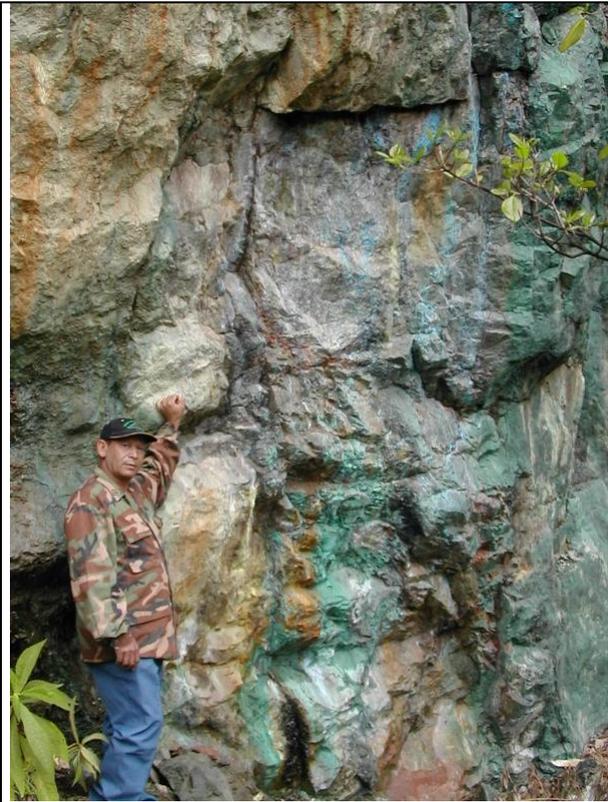


Foto 172: Impregnaciones de óxidos de cobre sobre las anfibolitas. Mina Cu-Au abandonada de Mata Grande; (30MJ9246_1; Lat:19,209667; Long: -70,974929)

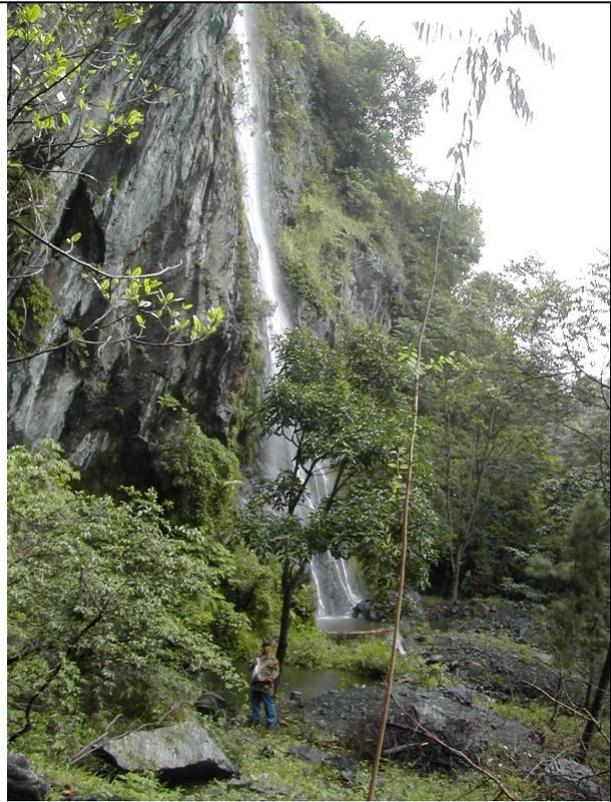


Foto 173: Cascada de la Mina Cu-Au abandonada de Mata Grande; sobre las anfibolitas (30MJ9246_2; Lat:19,209667; Long: -70,974929)



Foto 174: Zona de falla con Óxidos de cobre en los pequeños filones de cuarzo cortando los basaltos del C. Duarte, Ctra. Don Juan-Río Arriba (30MJ9607_2; Lat:19,290832; Long: -70,872565)



Foto 175: Detalle de la Zona de falla con Óxidos de cobre en los pequeños filones de cuarzo cortando los basaltos del C. Duarte, Ctra. Don Juan-Río Arriba (30MJ9607_3; Lat:19,290832; Long: -70,872565)



Foto 176: Óxidos de cobre en los basaltos del C. Duarte, Ctra. Damajagua Adentro-Los Cerrales (30MJ9720_1; Lat:19,254352; Long: -70,86432)



Foto 177: Óxidos y sulfuros (?) de cobre. Zona de falla N145°E-70°SO en los basaltos Magua al contacto con las tonalitas del NO del batolito El Bao (30MJ9358_2; Lat: 19,326924; Long: -70,964641)



Foto 178: Óxidos de cobre en los basaltos de la Fm Magua cerca del contacto con el batolito de El Bao, Ctra. La Cana (30MJ9443_1; Lat: 19,30571; Long: -70,90134)

7.4. Rocas industriales y ornamentales

Las tonalitas del batolito de El Bao, muy abundantes y de acceso fácil podrían representar un potencial para las rocas ornamentales a la condición de encontrar afloramientos frescos y poco fracturados, lo que no es el caso de los observados.

La cuenca de Tavera, con los basaltos y brechas basálticas de La Fm. Magua, los conglomerados de Inoa, Velazquitos, Represa, y Bulla, representa un enorme potencial de áridos para la construcción y el mantenimiento de la red local de carreteras.

8. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

8.1. Introducción

La protección de diversas zonas del territorio tiene como finalidad asegurar la continuidad natural de los ecosistemas, preservándolos de actividades antrópicas destructivas y evitar el uso abusivo de sus recursos. Dentro de los recursos no renovables de un país, la geodiversidad ocupa un lugar relevante, pues proporciona un conocimiento fundamental para conocer la historia de la Tierra y la vida que en ella se desarrolla. Al mismo tiempo, su estudio e interpretación pone de manifiesto otros recursos potencialmente utilizables que, empleados de forma racional y ordenada, pueden resultar beneficiosos para la humanidad. Es por ello necesario, no sólo preservar el medio natural y, en este caso, la geodiversidad, sino también estudiarlo en detalle, para así difundir el conocimiento que encierra y crear conciencia de su conservación.

Atendiendo a estas consideraciones, se puede definir un Lugar de Interés Geológico (L.I.G.), como un recurso natural no renovable, donde se reconocen características de especial importancia para interpretar y evaluar los procesos geológicos y paleobiológicos que han actuado en un área.

En este sentido, es conveniente la realización de un inventario de Lugares de Interés Geológico dignos de medidas de protección y aprovechamiento con fines divulgativos, educativos o turísticos. Por tanto, contenido, posible utilización y nivel de significado definen un L.I.G., que puede corresponder a un punto, un itinerario o un área.

8.2. Relación de los Lugares de Interés Geológicos.

La Hoja de Jánico cubre la casi totalidad de las unidades de la Cordillera Central y dispone en mismo tiempo de una red densa de carreteras asfaltadas o no.

Se han seleccionado siete puntos como Lugares de Interés Geológico, situados en las zonas más accesibles (Tabla 4 y Fig. 41).

El primer L.I.G. corresponde al corte de puente del Río Bao, al SO de Manabao (SO de la Hoja de Jánico) donde pueden observarse las blastomilonitas de la zona de cizalla regional de La Meseta.

El segundo LIG corresponde al contacto del batolito de El Bao, al Sur de Las Placetas, donde se ven las principales facies anfibolitas, cumulos, gabro-dioritas, tonalitas y aplitas.

El tercer LIG corresponde al borde Sur de la zona de falla de La Española, al Norte del batolito de El Bao.

El cuarto LIG está ubicado en los basaltos vesiculares y afíricos de la Fm Magua, en la Ctra. Pedregal-La Cana.

El quinto LIG corresponde al corte de Cagueyes con los cherts de la Asociación Loma la Monja y los conglomerados calizos y rojizos de Inoa.

El sexto LIG corresponde al corte del Sur de Damajagua, mostrando el contacto entre los basaltos del C. Duarte, el Conglomerado de Inoa superpuesto por el conglomerado las calizas y la serie turbidítica de Velazquitos.

El séptimo LIG está ubicado en Jánico, donde se observan los conglomerados Inoa y Represa y la serie de la Fm Jánico,

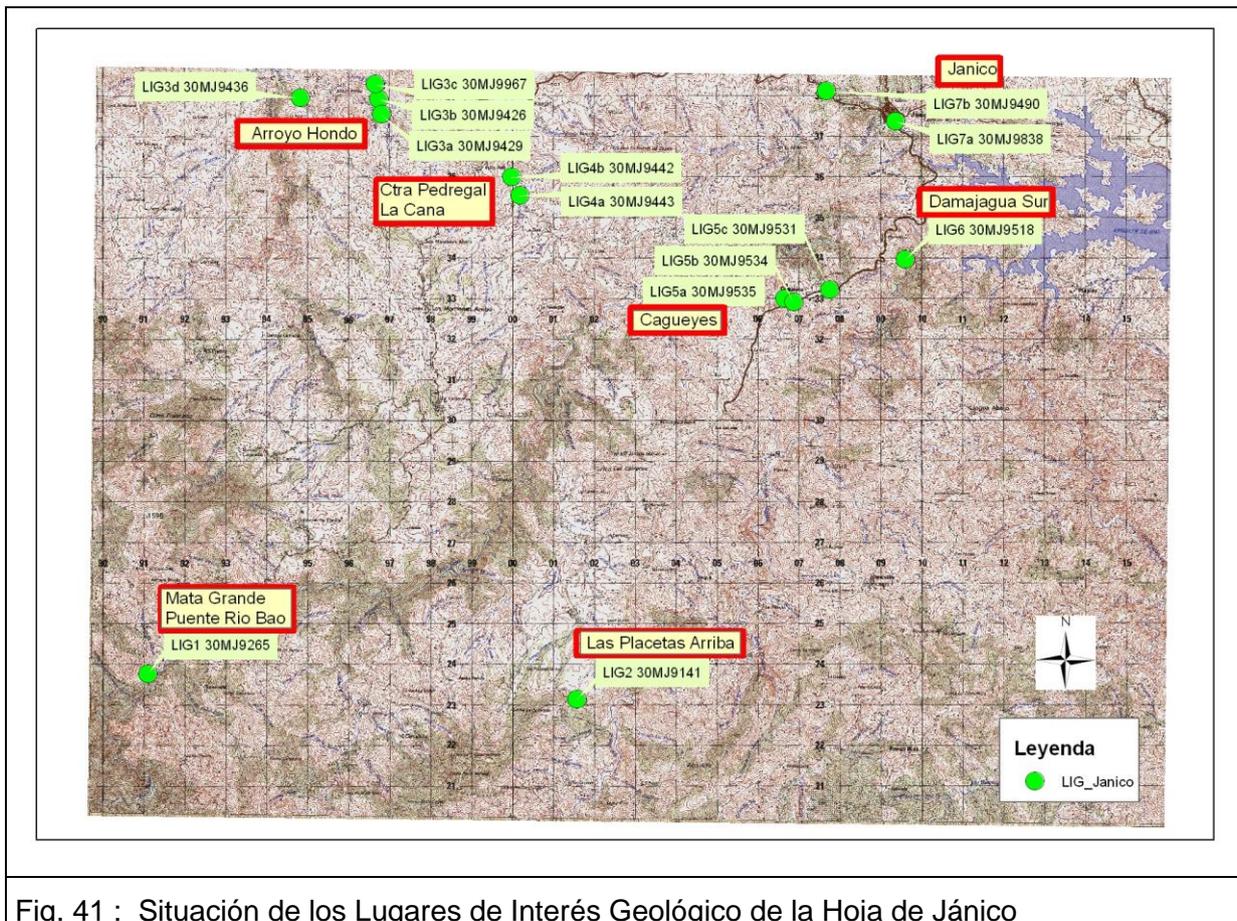


Fig. 41 : Situación de los Lugares de Interés Geológico de la Hoja de Jánico

N° de LIG	Lat. (°dec) WGS84	Long (°dec) WGS84	Provincia	Municipio	Paraje
LIG1	19,198262	-70,986581	Santiago	San José de Las Mata	Mata Grande Puente Río Bao (30MJ9265)
LIG2	19,1937520	-70,8868002	Santiago	San José de Las Mata	Las Placetas Arriba Intrusivos del borde Sur del batolito de El Bao (30MJ9141)
LIG3a	19,32336213	-70,93372408	Santiago	San José de Las Mata	Arroyo Hondo (30MJ9429)
LIG3b	19,32677097	-70,93444233	Santiago	San José de Las Mata	Arroyo Hondo (30MJ9426)
LIG3c	19,33006103	-70,93531539	Santiago	San José de Las Mata	Arroyo Hondo (30MJ9967)
LIG3d	19,32686535	-70,95272276	Santiago	San José de Las Mata	Arroyo Hondo (30MJ9436)
LIG4a	19,30571035	-70,9013442	Santiago	San José de Las Mata	Ctra. Pedregal-La Cana (30MJ9443)
LIG4b	19,30973324	-70,9033256	Santiago	Jánico	Ctra. Pedregal-La Cana (30MJ9442)
LIG5a	19,28342521	-70,83947486	Santiago	Jánico	Cagueyes (30MJ9535)
LIG5b	19,28270127	-70,83737293	Santiago	Jánico	Cagueyes (30MJ9534)
LIG5c	19,28541541	-70,82914056	Santiago	Jánico	Cagueyes (30MJ9531)
LIG6	19,2924459	-70,81167419	Santiago	Jánico	Damajagua Sur (30MJ9518)
LIG7a	19,32315183	-70,814151963	Santiago	Jánico	Jánico Fm Jánico Río Jánico (30MJ9838)
LIG7b	19,32970463	-70,83042207	Santiago	Jánico	Jánico Fm Jánico Salida NO de Jánico (30MJ9490)

Tabla 4: Situación y coordenadas de los Lugares de Interés Geológico de la Hoja de Jánico

8.3. Descripción de los Lugares

Se describen siete L.I.G. situados con condiciones de acceso fácil (Fig. 41). El interés principal es estructural y petrológico. Por una posible utilización se pueden catalogar como didácticos y científicos, en tanto que el ámbito de influencia es regional a nacional.

8.3.1. L.I.G. N° 1 Blastomilonitas de la zona de cizalla De la Meseta (Mata grande-Puente Río Bao)

Desde Mata Grande, aguas arribas, se accede en ½ hora a pie al pequeño puente sobre el Río Bao (LIG N°1: 30MJ9265). Este sendero permite el acceso a la pequeña aldea de Loma Prieta en la esquina SO de la Hoja de Jánico.

El LIG N° 1 está ubicado a nivel del puente, donde afloran de manera espectacular las blastomilonitas de la zona de cizalla regional NO-SE de la Meseta (Foto 133). Los gabros acumulados presentan una deformación extrema con bandeado blastomilonítico, oscuro (gabros acumulados) y claro (tonalitas y anfibolitas), (Foto 134;Foto 135;Foto 136;Foto 137;Foto 139;Foto 141;Foto 142) y un boudinage espectacular (Foto 140).



Foto 179: Río Bao y Manabao (vista desde la margen izquierda del Río Bao, sendero Manabao-Loma Prieta (30MJ9266_1
Lat:19,197306; Long: -70,984743)



Foto 180: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_8 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 181: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_9 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 182: Puente Bao Río arriba Mata Grande Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de (30MJ9265_10 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 183: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_11 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 184: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_1; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 185: Gabros cumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_2; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 186: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_3; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 187: Gabros cumulados boudinados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_12 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)



Foto 188: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_6; Lat:19,1982639; Long: -70,986582)

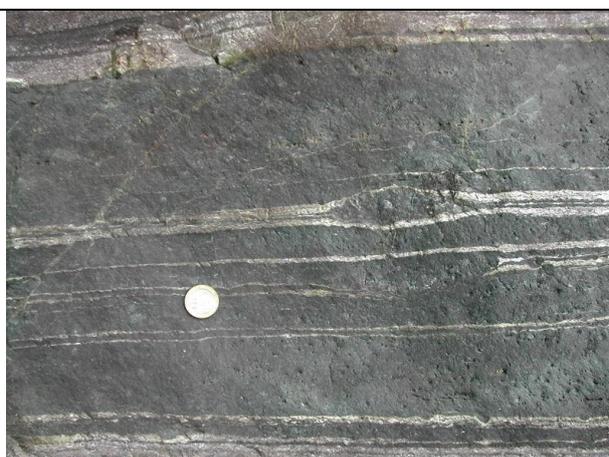


Foto 189: Gabros cumulados foliados y anfibolitas; zona de cizalla de Puente Bao Río arriba Mata Grande (30MJ9265_7 Lat:19,1982639; Long: -70,986582)

El interés de este punto es fundamentalmente científico, con contenido esencialmente tectónico y petrográfico. Su importancia puede considerarse como de nivel regional.

8.3.2. L.I.G. N° 2: Intrusivos del borde Sur del batolito de El Bao: Las Placetas Arribas

El acceso al L.I.G. N° 2 al Sur de la Hoja de Jánico, es fácil por la carretera sin asfaltar San José de Las Matas-Las Placetas. Está ubicado a 2km al Sur de las Placetas en una plataforma reciente realizada para la construcción de un hotel, arriba del proyecto de presa sobre el río Jagua. Se disfrute de una vista preciosa hacia el Norte de la Hoja de Jánico.

El afloramiento (Foto 190) corresponde al borde Sur del Batolito (Loma Colorada), deformado por la zona de cizalla SO-NE Las Lagunas-Franco Bidó que lo separa del batolito de Jumunucu al Sur. Las estructuras están aquí orientada EO.

Se observan los cumulados brechificados (Foto 191; Foto 192) y las dioritas con enclaves aplastados de cumulados (Foto 193) y tramos de anfibolitas (ex basaltos del C. Duarte) con pliegues en vaina (Foto 198). Pequeñas venas de cuarzo y aplita cortan el conjunto (Foto 195; Foto 196; Foto 197).

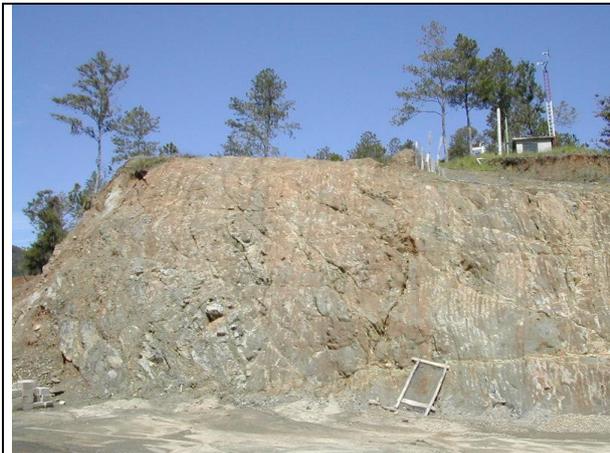


Foto 190 Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita-Tonalita (30MJ9141_1;
Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 191: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_2; Las
Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 192: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_3; Las
Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 193: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte:
Diorita con enclaves de cumulado gabroico(30MJ9141_4; Las
Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 194: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Cumulado gabroico-Anfibolita-Diorita (30MJ9141_5; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 195: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_6; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 196: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Tonalita y Diorita con enclaves alargadas de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_7; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 197: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: Diorita con enclaves de cumulado gabroico y dique cuarzo-aplítico (30MJ9141_8; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)



Foto 198: Contacto sur del Batolito El Bao con el C. Duarte: cumulados ultrabásicos y-anfibolitas con pliegue en vaina y dique aplítico (30MJ9141_9; Las Placetas-Loma Colorada (Lat:19,193752; Long: -70,8868)

El interés de este punto es fundamentalmente científico, con contenido esencialmente tectónico y petrográfico. Su importancia puede considerarse como de nivel regional.

8.3.3. L.I.G. N°3: Zona de Falla de La Española (borde sur de la cuenca de Tavera)

El L.I.G. N° 3, está ubicado en la esquina NO de la Hoja de Jánico, en la zona de Falla de La Española.

Se puede acceder desde San José de Las Matas, hacia el Sur, por la Ctra. sin asfaltar de El Mamey o por Pedregal y Los Montones Arriba. El último km de la Ctra. sin asfaltar está en muy mal estado y se debe hacer a pie.

El corte entre los puntos 3a y 3b corresponde a un tramo espectacular del borde Sur de la Zona de Falla de La Española, que separa las tonalitas de El Bao al Sur, los basaltos de porfídicos, las calizas conglomeráticas y los conglomerados rojizos de la Fm Magua que rellenan aquí la cuenca de Tavera.

En los 400m en NS se observan milonitas espectaculares. Las zonas métricas a decamétricas, de harinas de fallas de color verde, violáceo y marrón, localmente con caliche, alternan con tectonoenclaves métricos a decamétricos de basaltos vesiculares de Magua,

conglomerados de Inoa y algunos bloques de tonalitas o calizas de la Fm Magua Vetas más tardías de aplitas inyectan el conjunto.

Las dos direcciones dominantes son N110°E-80°S y 160°E-45 a 80°SO con estriaciones subhorizontales. En este corte no se ve el contacto Sur con el batolito El Bao



Foto 199 : Zona de Falla de la Española: Basaltos porfídicos cataclazados, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9426_1; Lat:19,326771; Long: -70,934442)



Foto 200 : Zona de Falla de la Española: Basaltos cataclazados de la Fm. Magua con filones de aplitas ; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9427_1; Lat:19,325204; Long: -70,933634)



Foto 201 : Zona de Falla de la Española: Milonita verde y violácea de basaltos de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 202 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9428_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 203 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_1; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 204 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_2; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 205 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_3; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 206 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_4; Lat:19,323996; Long: -70,933632)



Foto 207 : Zona de Falla de la Española: Bloques de Basaltos conservados en la milonita, meteorización rojiza, de la Fm. Magua; Ctra. Arroyo Hondo (30MJ9429_5; Lat:19,323996; Long: -70,933632)

Siguiendo un poco más al Norte, en el Arroyo Hondo, se ven las calizas de Magua en parte conglomeráticas (Foto 208) y los conglomerados rojizos de Inoa. Estos conglomerados son muy gruesos en la Ctra. que llega a El Mamey con bloques de tonalitas de hasta 1 m que “pavimentan” la Carta (Foto 209).

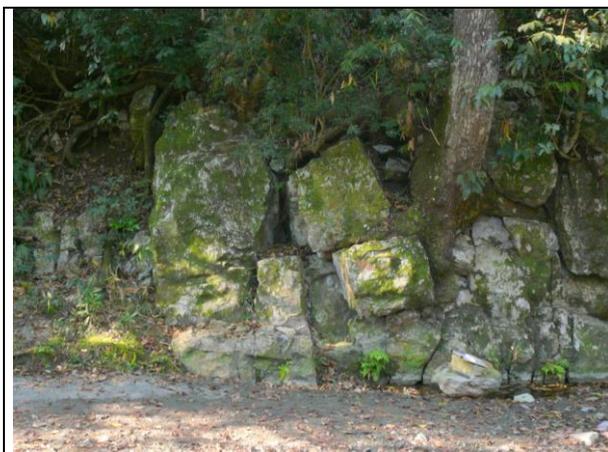


Foto 208 : Calizas conglomeráticas de la Fm. Magua Arroyo Hondo (30MJ9967_1; Lat:19,330061; Long: -70,935315)



Foto 209 : Conglomerado de Inoa con elementos muy gruesos que “pavimentan” la Ctra. Arroyo Hondo El Mamey (30MJ9436_1; Lat:19,326865; Long: -70,952723)

El interés de este punto es fundamentalmente científico, con contenido esencialmente tectónico y petrográfico. Su importancia puede considerarse como de nivel nacional.

8.3.4. L.I.G. N°4: Basaltos de Magua

El L.I.G. N° 4, está ubicado al borde Sur de la Cuenca de Tavera, en el Norte de la Hoja de Jánico, con acceso fácil por la Carta sin asfaltar Pedregal-La Cana.

En el LIG 4a los afloramientos de los basaltos de la Fm Magua son muy buenos en el talud de la Ctra. renovada recientemente. Se observan basaltos microporfídicos con olivino y clinopiroxeno, basaltos afaníticos masivos y vesiculares, y diques de alimentación (Foto 210; Foto 211; Foto 212; Foto 213).



Foto 210 : Dique basáltico en los Basaltos porfídicos de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_3; Lat:19,30571; Long: -70,901344)



Foto 211 : Dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_4; Lat:19,30571; Long: -70,901344)



Foto 212 : Pequeño dique basáltico con carbonatos de cobre cortando los basaltos cizallados (Falla de la Española) de la Fm Magua; Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_2; Lat:19,30571; Long: -70,901344)

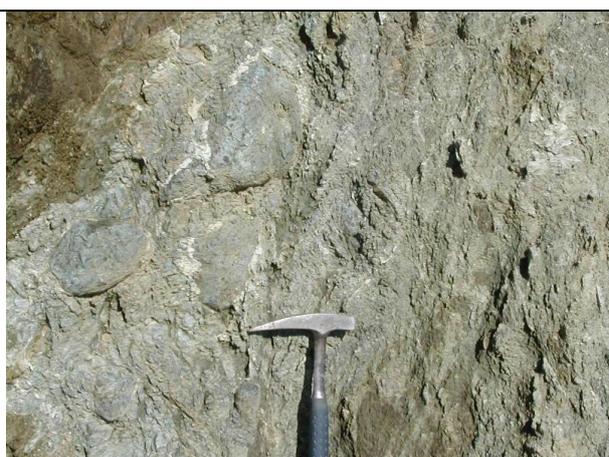


Foto 213 : bolas de Basaltos porfídicos de la Fm Magua en la Zona de cizalla (Falla de la Española); Ctra. Bohío Viejo- La Cana (30MJ9443_1; Lat:19,30571; Long: -70,901344)

En el LIG 4b los basaltos de la Fm Magua están intensamente cizallados por el borde Sur de la Falla Española (zona de cizalla senestra, con componente cabalgando hacia el Sur N140°E-40°N, expuesta en el corte espectacular de la Ctra. Pedregal La Caña) (Foto 214; Foto 215).

	
<p>Foto 214 : Basaltos de la Fm Magua en la Zona de Falla de la Española.; Ctra. Pedregal-Bohío Viejo- La Cana (30MJ9441_1; Lat:19,314547; Long: -70,904336)</p>	<p>Foto 215 : Zona de cizalla (Falla de la Española) en los Basaltos de la Fm Magua, dique básico de alimentación.; Ctra. Pedregal-Bohío Viejo- La Cana (30MJ9442_3; Lat:19,309733; Long: -70,903326)</p>

El interés de este punto es fundamentalmente científico, con contenido esencialmente tectónico y petrográfico. Su importancia puede considerarse como de nivel nacional.

8.3.5. L.I.G. N°5: Corte de Cagueyes: Asociación Loma La Monja: Chert, calizas y basaltos.; Fm Magua: brechas calizas y conglomerados rojizos de Inoa

El L.I.G. N° 5, está ubicado en el NE de la Hoja de Jánico, en la Ctra. Jánico-Cagueyes.

En la localidad de Cagueyes se observa un corte discontinuo con de Sur a Norte los LIG 5ª 5b 5c:

El LIG 5ª está ubicado a la salida SO de Cagueyes donde los Cherts de la Asociación Loma La Monja (Jurásico superior) están en contacto normal con basaltos de la misma Asociación o del C. Duarte ? (Cretácico inferior) (Foto 216).

Los cherts masivos de color claro, rojizo o verde, presentan una estratificación centimétrica a decimétrica, subrayada por nivelitos gris oscuro (Foto 217). Estas rocas sedimentarias silíceas pelágicas, son variablemente recristalizadas.

El LIG 5b corresponde a intercalaciones dcm a m de calizas negras (litoruditas) y basaltos



Foto 216: Chert rojizos de la Asociación Loma La Monja con basaltos suprayacentes (de la misma Asociación o del C. Duarte ?); Cagueyes (30MJ9535_1) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475)



Foto 217: Chert masivos, decamétricos. Asociación Loma La Monja Cagueyes (30MJ9535_2) (Lat: 19,283425; Long: -70,839475)

El **LIG5c**, en el centro de Cagueyes, corresponde a espectaculares brechas calizas (Foto 218; Foto 219) de la Fm Magua, separadas de los conglomerados rojizos de Inoa por la ctra. que atraviesa el Pueblo.

Los elementos angulosos de calizas, (1-10 cm), algunos ligeramente redondeados, están prácticamente pegados, casi sin presencia de matriz (Foto 43; Foto 44). Los bloques de brechas, esparcidos en un centenar de metros, no permiten observar las relaciones con los conglomerados rojizos de Inoa.



Foto 218: Brechas de calizas (Fm Magua);Cagueyes, (30MJ9531_2; Lat:19,285415; Long: -70,829141)



Foto 219: Brechas de calizas (Fm Magua);Cagueyes, (30MJ9531_1; Lat:19,285415; Long: -70,829141)

El interés de este punto es fundamentalmente científico, con contenido esencialmente sedimentario, petrográfico, y tectónico. Su importancia puede considerarse como de nivel nacional.

8.3.6. L.I.G. N°6: Corte de Damajagua Sur: Relación entre los conglomerados de Inoa y la Fm Velazquitos

El L.I.G. N° 6, está ubicado al NO de la Hoja de Jánico, al Sur de Damajagua. El acceso es fácil por la Ctra. Jánico-Cagueyes, dejando la Ctra. principal entre Damajagua y Cagueyes para entrar 1 km en la Ctra. sin asfaltar de Los Asientos.

En este corte se pasa de los basaltos del C. Duarte a los conglomerados rojizos de Inoa claramente superpuestos por la Fm Velazquitos con los conglomerados grises a la base, las calizas con macroforaminíferos del Eoceno y la serie turbidítica (Foto 220).

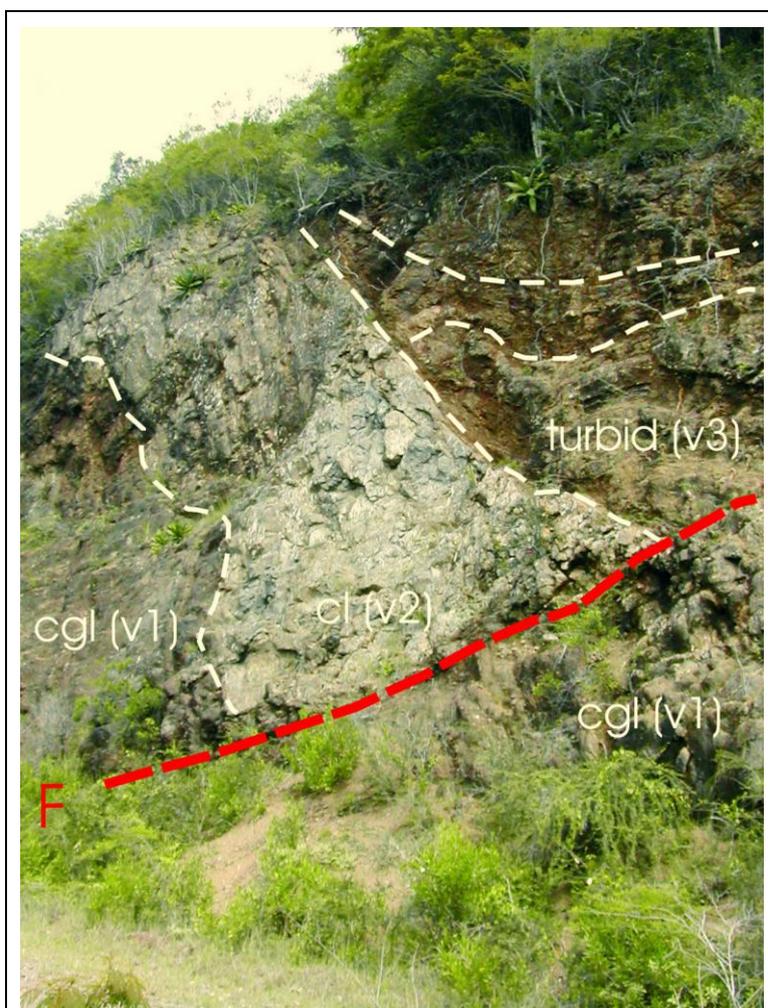


Foto 220: Fm Velazquitos. Conglomerados (V1), Calizas (V2), Turbiditas (V3).
Damajagua Sur, (30MJ9527_5 Lat:19,292932; Long: -70,810271)



Foto 221: Fm Velazquitos. Calizas bioclásticas con gran abundancia de foraminíferos bentónicos y corales (V2) y Turbiditas plegadas (V3) con niveles de calcarenitas y bolas de Calizas coralinas a la base; Sur Damajagua; (30MJ9527_1 Lat:19,292932; Long: -70,810271)



Foto 222: Fm Velazquitos. Detalle del conglomerados y Calizas de la base de las turbiditas (V3), Damajagua Sur , (30MJ9527_5 Lat:19,292932; Long: -70,810271)



Foto 223: Fm Velazquitos. Turbiditas (V3). Damajagua Sur, (30MJ9527_5 Lat:19,292932; Long: -70,810271)

Las calizas masivas, pobremente estratificadas, de colores grises, corresponden a calizas bioclásticas y calcarenitas. Al Sur de Damajagua, la barra carbonatada presenta una gran concentración de macroforaminíferos bentónicos (discocyclinas), algas rojas (rodolitos) y corales. A techo, pequeños niveles de calcarenitas presentan un gran contenido clástico con elementos centimétricos y algunos bloques aislados hasta 30 cm (Foto 222).

Este tramo calcarenítico es biselado por los primeros niveles turbidíticos del tramo superior (V3), mostrando geometrías en cuña (Foto 221) propias de una discordancia progresiva a partir del depósito de los últimos niveles calcareníticos (Abad y Pérez, 2009).

Por encima, todavía siguen apareciendo algunos niveles calcareníticos y calcirudíticos, intercalados entre facies más finas, compuestas por alternancias de areniscas laminadas y lutitas o margas grises del miembro superior (V3).

El interés de este punto es fundamentalmente científico, con contenido esencialmente sedimentario y tectónico. Su importancia puede considerarse como de nivel nacional.

8.3.7. L.I.G. N°7: Fm Jánico en Jánico

El L.I.G. N° 7a, está ubicado en el Río Jánico en la localidad de Jánico, que ha dado el nombre a la Fm Jánico constituida de areniscas turbidíticas con estratificación de medio a fina, lutitas, margas y conglomerados del Oligoceno Superior (P_3^2) al Mioceno Medio ($N1^2$).

El paso progresivo de la Fm conglomerática de Represa a la Fm Jánico, se hace por un tramo, de 10-20 m de potencia, con bancos 10-70 cm bien organizados (Foto 224) de conglomerados grises matriz soportada y areniscas conglomeráticas (70%), en alternancias con lutitas y margas (30%). La proporción de clastos, cm a dcm, en los conglomerados disminuye rápidamente, hasta cantos (5-10 cm) redondeados aislados en los microconglomerados y areniscas más o menos carbonatados. "Load cast" y "flute cast" son figuras frecuentes a la base de los bancos. Dentro de un mismo banco de 30 cm de potencia, se observan granclasificaciones positivas, desde microconglomerados matriz soportada a la base, hasta arenas finas al techo, con cantos dcm, redondeados, "flotando" en la matriz más fina. La superficie de los techos de bancos es lisa.

Por encima de este tramo basal transicional, se desarrolló una serie muy monótona, de más de 700 m de potencia, con alternancias, en general decimétricas, de areniscas-calcarenitas (50%) sobresalientes y lutitas-margas (50%) (Foto 225).

En las intercalaciones decimétricas de microconglomerados matriz soportada se observan granclasificaciones positivas, desde gravas cm hasta arenas gruesas (Foto 226; Foto 227).

El tono general de la serie es de color gris claro, debido a la meteorización, general en este conjunto muy permeable.

El techo de los bancos de areniscas-calcarenitas presentan figuras de desecación poligonal con aspecto de ladrillo espectacular (Foto 228; Foto 229; Foto 230).

Las imprentas de hojas son frecuentes (Foto 231).



Foto 224: Fm. Jánico: alternancias de calcarenitas, conglomerados y margas de la base de la Fm. Jánico. Río Jánico. Sur Jánico (30MJ9838_2 Lat:19,323152; Long: -70,814152)



Foto 225: Fm. Jánico: alternancias dcm de arenisca- calcarenitas y margas. Salida oeste de Jánico (30MJ9490_1; Lat:19,329705; Long: -70,830422)



Foto 226: Fm. Jánico: alternancias dcm de calcarenitas, margas y siltitas grises, Salida norte de Jánico (30MJ9485_1; Lat:19,326466; Long: -70,8158156)



Foto 227: Fm. Jánico: alternancias dcm de margas, calcarenitas y conglomerados matriz soportada, Salida norte de Jánico (30MJ9486_2; Lat:19,325623; Long: -70,820691)



Foto 228: Fm. Jánico: calcarenitas : facies "ladrillo" de desecación del techo de un banco de calcarenitas Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_1; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)



Foto 229: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies "ladrillo" de desecación) Gurabo-Sabana Iglesias (30MJ9576_2; Lat:19,3311496; Long: -70,783437)



Foto 230: Fm. Jánico: calcarenitas (Facies "ladrillo" de desecación) Sabana Iglesias (30MJ9570_1; Lat:19,331316; Long: -70,766971)

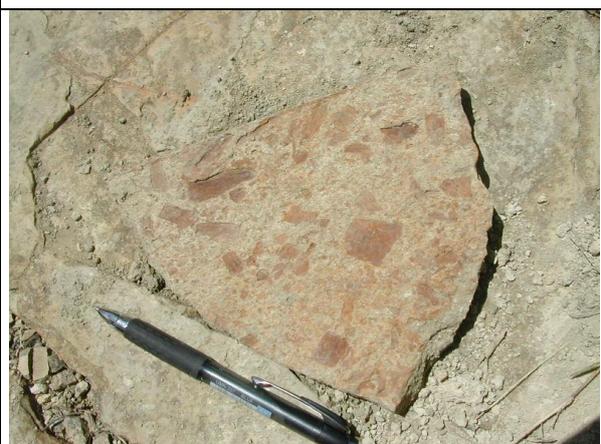


Foto 231: Fm. Jánico detalle de impresas de hojas al techo de un banco de calcarenitas. Sabana Iglesias (30MJ9570_2; Lat:19,331316; Long: -70,766971)

La serie de Jánico buza suavemente hacia el Norte, donde está cubierta discordantemente por el conglomerado de Bulla en el borde Sur de la Hoja de San José de las Matas.

El interés de este punto es fundamentalmente científico, con contenido esencialmente sedimentario. Su importancia puede considerarse como de nivel nacional.

9. Bibliografía

- AMARANTE, J. F. & LEWIS, J. F., 1995.** Geological setting and characteristics of base and precious metal mineralization in the Cordillera Central of the western Dominican Republic and Massif du Nord, Haiti; Geological Society of America, 1995 annual meeting. *Abstracts with Programs - Geological Society of America*, 27, p. 240.
- BARRETT, T.J. & MACLEAN, W.H., 1999.** Volcanic sequences, lithogeochemistry, and hydrothermal alteration in some bimodal volcanic-associated massive sulfide systems. En: Barrie C. T. and Hannington M. D. eds. Volcanic-associated massive sulfide deposits; processes and examples in modern and ancient settings. p. 101-131.
- BELLON, H., VILA, J.M., & MERCIER DE LEPINAY, B., 1985.** Chronologie K-Ar et affinités géochimiques des manifestations magmatiques au Crétacé et au Paléogène dans l'île d'Hispaniola. En: Géodynamique des Caraïbes.. Editions Technip. Géodynamique des Caraïbes. p. 329-340.
- BERMÚDEZ, P. J., 1949.** Tertiary smaller Foraminifera of the Dominican Republic. *Cushman Laboratoire of Foraminiferal Research, Special Publication*, 25, p. 1-322.
- BIENVENU, P., BOUGAULT, H., JORON, J.L., TREUIL, M., Y DEMITRIEV, L., 1990.** REE/non REE element hygromagphile element fractionation. *Chemical Geology*, 82, 1-14.
- BOISSON, D., 1987.** Etude Geologique Du Massif Du Nord D'haiti (Hispaniola - Grandes Antilles). Doctorat D'état . Université de Paris VI. p. -256.
- BOWIN, C. O., 1960.** Geology of central Dominican Republic. *Geological Society of America Bulletin*, 71, p. 18-31.
- BOWIN, C.O., 1966,** Geology of the central Dominican Republic: Geological Society of America Memoir 98, p. 11–84.
- BOWIN, C. 1975.** The geology of Española. En: Naim, A., Stehli, F., (ed.), The ocean basins and margins. The Gulf of Mexico and the Caribbean, Vol. 3. New York, Plenum Press, 501-552.
- BURKE, K., 1988.** Tectonic evolution of the Caribbean. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 16, p. 201-230.
- CABANIS, B. & LECOLLE, M., 1989.** Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8; un outil pour la discrimination des séries volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale. The La/10-Y/15-Nb/8 diagram; a tool for distinguishing volcanic series and discovering crustal mixing and/or contamination. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie 2, Mecanique, Physique, Chimie, Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre*, 309, p. 2023-2029.
- CGG (COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE), 1999.** Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E (7-ACP-DO-074), Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.
- CLARK, M. G., HORN, S. P. & KENNETH, O. H., 2002.** High-Elevation Savanna Landscapes in the Cordillera Central, Dominican Republic, Hispaniola. *Mountain Research and Development*, 22, p. 288-295.
- COLEMAN, A. J. & WINSLOW, M. A., 2002.** Tertiary tectonics of the Hispaniola fault zone in the Northwestern Piedmont of the Cordillera Central, Dominican Republic. *Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geologica del Caribe*, 15, p. 73-86.

- CONTRERAS, F., ARDÉVOL, LL., GRANADOS, L., CALVO, J.P., ESCUDER VIRUETE, J., ESCUER, J., FLORIDO, P., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T. Y FRIEDMAN R., 2004.** Mapa Geológico de la República Dominicana E. 1:50.000, Jicomé (5973-IV). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 158 pp.
- COOKE, C. W., 1920.** Geologic reconnaissance in Santo Domingo (Abst). *Geological Society of America, Bulletin*, 31, p. 217-219.
- CRAWFORD, A.J., FALLOON, T.J., GREEN, D.H. 1989.** Classification, petrogenesis and tectonic setting of boninites. In: Crawford A.J. (Ed.), *Boninites and related rocks*. Unwin Hyman London, 1-49.
- CRIBB, J. W., JIMENEZ, J., LEWIS, J. F. & SUTTER, J. F., 1989.** (super 40) Ar/ (super 39) Ar ages from Loma de Cabrera Batholith; implications for timing of tectonic events in northern Hispanola; Geological Society of America, 1989 annual meeting. *Abstracts with Programs - Geological Society of America*, 21, p. 267.
- DEBON, F. & LE FORT, P. (1983).** A chemical–mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 73, 135–149.
- DE ZOETEN, R., 1988.** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Dissertation.
- DICK, H.J.B., BULLEN, T., 1984.** Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 86, 54-76.
- DOLAN, J., MANN, P., DE ZOETEN, R., HEUBECK, C., SHIROMA, J. & MONECHI, S., 1991.** Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Hispaniola and Puerto Rico. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 217-263.
- DOLAN J., MULLINS, H., WALD, D., 1998.** Active tectonics of the north-central Caribbean region: oblique collision, strain partitioning and opposing slabs. In: Dolan J., Mann, P. (Eds), *Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper 326, 1-61.
- DONNELLY, T.W., BEETS, D., CARR, M.J., JACKSON, T., KLAVER, G., LEWIS, J., MAURY, R., SCHELLENKENS, H., SMITH, A.L., WADGE, G., WESTERCAMP, D., 1990.** History and tectonic setting of Caribbean magmatism. In: Dengo, G., Case, J. (Eds), *The Caribbean Region*. Vol. H. *The Geology of North America*. Geological Society of America, 339–374.
- DONNELLY, K., GOLDSTEIN, S., LANGMUIR, C., SPIEGELMAN, M., 2004.** Origin of enriched ocean ridge basalts and implications for mantle dynamics. *Earth Planetary Science Letters* 226, 347-366.
- DRAPER, G. AND LEWIS, J., 1991.** Metamorphic belts in Central Española. En: Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (ed.), *Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Española*. Geological Society of America Special Paper 262, 29-46.
- DRAPER, G., MANN, P. Y LEWIS, J. F., 1994.** Hispaniola. En: Donovan, S.K., Jackson, T.A. (ed.), *Caribbean Geology: An introduction*. Kingston, Jamaica, University of the West Indies Publishers Association, 129-150.
- DEFANT, M.J. Y DRUMMOND, M.S., 1990.** Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature*, 347, 662–665.
- DRUMMOND, M.S., DEFANT, M.J., Y KEPEZHINSKAS, P.K., 1996.** Petrogenesis of slab-derived trondhjemitic–tonalite–dacite/adakite magmas. En: Brown, M., Candela, P.A., Peckert, D.L.

(ed.), Third Hutton Symposium on the Origin of Granites and Related Rocks, Special Paper. Geological Society of America, Boulder, vol. 315, 205–215.

DUPUIS, V., LAPIERRE, H., POLVE, M., BOSCH, D., HERNANDEZ, J., MERCIER DE LEPINAY, B., MAURY, R. & TARDY, M., 1998. The Late Cretaceous Duarte Complex and Siete Cabezas Formation (Hispaniola); Caribbean oceanic plateau; V. M. Goldschmidt conference; extended abstracts. *Mineralogical Magazine*, 62A, p. 407-408.

ESCUDER VIRUETE, J., 2004. Petrología y Geoquímica de Rocas Ígneas y Metamórficas del Proyecto K (Sysmin): Hojas de Dajabón, Martín García, Loma de Cabrera, Santiago Rodríguez, Monción, Restauración, Jicomé, Bánica, Arroyo Limón y Lamedero. Informe Complementario al Mapa Geológico de la República Dominicana a E. 1:50.000. IGME-BRGM-INYPSA, Santo Domingo, 130 pp.

ESCUDER VIRUETE, J., CONTRERAS, F., STEIN, G., URIEN, P., JOUBERT, M., BERNARDEZ, E., HERNAIZ HUERTA, P.P., LEWIS, J., LOPERA, E. Y PÉREZ-ESTAÚN, A., 2004. La secuencia magmática Jurásico Superior-Cretácico Superior en la Cordillera Central, República Dominicana: sección cortical de un arco-isla intraoceánico. *Geo-Temas* 6(1), 41-44.

ESCUDER VIRUETE, J., CONTRERAS, F., STEIN, G., URIEN, P., JOUBERT, M., ULLRICH, T.D. MORTENSEN, J. Y PÉREZ-ESTAÚN, A., 2006 a. Transpression and strike-slip partitioning in the Caribbean island arc: fabric development, kinematics and Ar-Ar ages of syntectonic emplacement of the Loma de Cabrera batholith, Dominican Republic. *Journal of Structural Geology*, 28, 1496-1519.

ESCUDER VIRUETE, J., DÍAZ DE NEIRA, A., HERNAIZ HUERTA, P.P., MONTHEL, J., GARCÍA SENZ, J., JOUBERT, M., LOPERA, E., ULLRICH, T., FRIEDMAN, R., MORTENSEN, J. Y PÉREZ-ESTAÚN, A., 2006 b. Magmatic relationships and ages of Caribbean island-arc tholeiites, boninites and related felsic rocks, Dominican Republic. *Lithos*, 90, 161-186.

ESCUDER VIRUETE J., PÉREZ-ESTAÚN A., CONTRERAS F., JOUBERT M., WEIS D., ULLRICH T.D. Y SPADEA P., 2007 a. Plume mantle source heterogeneity through time: insights from the Duarte Complex, Central Hispaniola. *Journal of Geophysical Research*. 112, B04203. doi: 10.1029/2006JB004323.

ESCUDER VIRUETE, J., CONTRERAS, F., STEIN, G., URIEN, P., JOUBERT, M., PÉREZ-ESTAÚN, A., FRIEDMAN, R. Y ULLRICH, T.D., 2007 b. Magmatic relationships and ages between adakites, magnesian andesites and Nb-enriched basalt-andesites from Hispaniola: record of a major change in the Caribbean island arc magma sources. *Lithos* 99, 151-177. doi: 10.1016/j.lithos.2007.01.008.

ESCUDER VIRUETE, J., JOUBERT, M., URIEN, P., FRIEDMAN, R., WEIS, D., ULLRICH, T., PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008) Caribbean island-arc rifting and back-arc basin development in the Late Cretaceous: geochemical, isotopic and geochronological evidence from Central Hispaniola. *Lithos*, 104: 378-404. doi:10.1016/j.lithos.2008.01.003

ESCUDER VIRUETE, J., PÉREZ-ESTAÚN, A., WEIS, D. (2008). Geochemical constraints on the origin of the late Jurassic proto-Caribbean oceanic crust in Hispaniola. *International Journal of Earth Sciences*. doi: 10.1007/s00531-007-0253-4.

ESCUDER-VIRUETE, J., PÉREZ-ESTAÚN, A., WEIS, D., 2009. Geochemical constraints on the origin of the late Jurassic proto-Caribbean oceanic crust in Hispaniola. *International Journal of Earth Sciences*, 98, 407-425. doi: 10.1007/s00531-007-0253-4.

ESPAILLAT LAMARCHE, J. E., 1983. Mineralogía económica del área de Mata Grande. Economic mineralogy of the Mata Grande area. *Geominas (Santo Domingo)*, 2, p. 25-28.

EWART, A., COLLERSON K.D., REGELOUS M., WENDT, J.I., NIU, Y., 1998. Geochemical evolution within the Tonga-Kermadec- Lau Arc-Back-arc system: the role of varying mantle wedge composition in space and time. *Journal of Petrology* 39, 331-368.

- FALLOON T.J., DANYUSHEVSKY L.V., 2000.** Melting of refractory mantle at 1.5, 2.0 and 2.5 GPa under anhydrous and H₂O-undersaturated conditions: implications for the petrogenesis of high-Ca boninites and the influence of subduction components on mantle melting. *Journal of Petrology* 41, 257-283.
- FEIGENSON, M., 1977.** The strontium-isotope geochemistry of a tonalite batholith of the Dominican Republic. *Year Book - Carnegie Institution of Washington*, p. 870-878.
- FEIGENSON, M.D., 1978.** The petrology and geochemistry of the Loma de Cabrera Batholith of the western Dominican Republic. Dissertation.
- FREY F.A., NICOLAYSEN K., KUBIT B.K., WEIS, D., GIRET A., 2002.** Flood basalts from Mont Tourmente in the Central Kerguelen Archipelago: the change from tholeiitic/transitional to alkalic basalts at ~25 Ma. *Journal of Petrology* 43, 1367-1387.
- FROST, B. R., BARNES, C. G., COLLINS, W. J., ARCULUS, R. J., ELLIS, D. J. & FROST, C. D. (2001).** A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology* 42, 2033–2048.
- FURUKAWA, Y., TATSUMI, Y., 1999.** Melting of a subducting slab and production of high-Mg andesite magmas: unusual magmatism in SW Japan at 13–15 Ma. *Geophysical Research Letters* 26, 2271– 2274.
- GABB, W. M., 1873.** On the topography and geology of Santo Domingo. *American Philosophical Society Transactions, new ser.*, 15, p. 49-259.
- GILL, J. B., 1981.** Orogenic andesites and plate tectonics. Springer Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany (DEU), Federal Republic of Germany (DEU).
- GÓMEZ SÁINZ, A., 2000.** Mapa Geológica de la República Dominicana E. 1:50.000, Constanza (6072). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 230 pp.
- GRADSTEIN F.M., OGG, J.G., SMITH, A.G., 2004.** A geologic time scale 2004. Cambridge University Press. 610 pp.
- GRIBBLE R.F., STERN R.J., BLOOMER S.H., STUBEN D., O’HEARN T., NEWMAN S., 1996.** MORB mantle and subduction components interact to generate basalts in the southern Mariana Trough back-arc basin, *Geochimica and Cosmochimica Acta* 60, 2153-2166.
- GRIBBLE, R.F., STERN, R.J., NEWMAN, S., BLOOMER, S.H. Y O’HEARN, T., 1998.** Chemical and isotopic composition of lavas from the Northern Mariana Trough: implications for magmagenesis in back-arc basins. *Journal of Petrology*, 39, 125-154.
- HALDEMANN, E.G., BUCHAN, R., BLOWES, J.H., & CHANDLER, T., 1979.** Geology of lateritic nickel deposits, Dominican Republic; International laterite symposium. Evans, D.J.I., Shoemaker, R.S., and Veltman, H. Eds. New York, Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc. International laterite Symposium. p. 57-84.
- HASTIE, A. R., KERR, A. C., PEARCE, J. A. & MITCHELL, S. F. (2007).** Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th-Co discrimination diagram. *Journal of Petrology* 48, 2341–2357.
- HASTIE, A.R., KERR, A.C., MITCHELL, S.F., MILLAR, I.L., 2008.** Geochemistry and petrogenesis of Cretaceous oceanic plateau lavas in eastern Jamaica. *Lithos*, 101, 323-343.
- HAUFF, F., K. A. HOERNLE, P. VAN DEN BOGAARD, G. E. ALVARADO, AND D. GARBE-SCHOENBERG (2000),** Age and geochemistry of basaltic complexes in western Costa Rica: Contributions to the geotectonic evolution of Central America, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 1(5), 1009, doi:10.1029/1999GC000020.

- HERNAIZ HUERTA, P.P., 2000.** Programa de Cartografía Geotemática de la Republica Dominicana. Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-III (Arroyo Caña). [6072-III]. Santo Domingo, Servicio Geológico Nacional. Proyecto Sysmin.
- HOERNLE, K., BOGAARD, P. VAN DEN, WERNER, R., LISSINNA, B., HAUFF, F., ALVARADO, G.E., GARBE-SCHÖNBERG, D., 2002.** Missing history (16–71 Ma) of the Galapagos hotspot: Implications for the tectonic and biological evolution of the Americas, *Geological Society American Bulletin*, 30(9), 795–798.
- HOERNLE, K., HAUFF, F., BOGAARD, P. VAN DEN, 2004.** A 70 Myr history (139–69 Ma) for the Caribbean large igneous province, *Geology*, 32, 697–700, doi:10.1130/G20574.1.
- HAWKINS, J.W., 1995.** The geology of the Lau Basin. In: Taylor, B. (Ed.), *Backarc Basins: Tectonics and Magmatism*. Plenum Press, New York, pp. 63–138
- HERGT, J.M., HAWKESWORTH, C.J., 1994.** Pb-, Sr- and Nd-isotopic evolution of the Lau Basin: implications for mantle dynamics during backarc opening. In: Hawkins, J., Parsons, L., Allan, J. (Eds.), *Proceedings Ocean Drilling Program, Scientific Results 135*, 505-517.
- ISHIZUKA, O., KIMURA, J.I., LI, Y.B., STERN, R.J., REAGAN, M.K., TAYLOR, R.N., OHARA, Y., BLOOMER, S.H., ISHII, T., HARGROVE, U.S., HARAGUCHI, S., 2006.** Early stages in the evolution of Izu–Bonin arc volcanism: New age, chemical, and isotopic constraints. *Earth and Planetary Science Letters* 250, 385-401.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) Y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ), 1984.** Report on Geological Survey of Las Cañitas Area, Dominican Republic. Tokyo. p. 1-22.
- JIMENEZ, G. & LEWIS, J. F., 1987.** Petrologia del area de Restauracion, Republica Dominicana. *Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geologica del Caribe*, 10, p. 445-453.
- JENSEN, L.S., 1976.** A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ontario Department of Mines, *Miscellaneous Paper* 66.
- JOLLY, W.T., LIDIAC, E.G., SCHELLECKENS, H.S., SANTOS, S., 1998.** Volcanism, tectonics, and stratigraphic correlations in Puerto Rico. In: Lidiac, E.G., Larue, D.K. (Eds.), *Tectonics and geochemistry of the northeastern Caribbean*. Geological Society of America Special Paper 322, 1–34.
- JOLLY, W.T., LIDIAC, E.G., DICKIN, A.K., WU, T.W., 2001.** Secular geochemistry of Central Puerto Rican island arc lavas: constraints on mesozoic tectonism in the eastern Greater Antilles. *Journal of Petrology* 42, 2197-2214.
- JOLLY, W.T., LIDIAC, E.G., DICKIN, A.P., 2006.** Cretaceous to Mid-Eocene pelagic sediment budget in Puerto Rico and the Virgin Islands (northeast Antilles island arc). *Geologica Acta* 4, 35-62.
- JOUBERT, M., URIEN, P., ARDÉVOL, LL., BOURDILLON, CH., BONNEMAISON, M., ESCUDER VIRUETE, J., LE GOFF, C., LEROUGE, C., ESCUER, J., LOPERA, E., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T.D., FRIEDMAN, R., 2004.** Mapa Geológico Rep Dominicana a E. 1:50.000, Lamedero. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo. 192 pp.
- JOUBERT, M., URIEN, P., MUNDARAY, T., & FONDEUR, L., 1998.** Proyecto depositos auríferos de Restauración. Republica Dominicana - Séptimo Fondo Europeo de Desarrollo de las Comunidades Europeas - Convention Lome IV. p. 1-96.
- KERR, A.C., TARNEY, J., MARRINER, G.F., NIVIA, A., SAUNDERS, A.D., 1997.** The Caribbean–Colombian Cretaceous igneous province: The internal anatomy of an oceanic plateau. In:

- Mahoney, J., Coffin, M.F. (Eds), Large Igneous Provinces. AGU Washington DC. pp. 123–144.
- KERR, A.C., ITURRALDE-VINENT, M.A., SAUNDERS, A.D., BABBS, T.L., AND TARNEY, J., 1999.** A new plate tectonic model of the Caribbean: Implications from a geochemical reconnaissance of Cuban Mesozoic volcanic rocks. *Geological Society of America Bulletin* 111, 1581–1599.
- KERR, A.C., TARNEY, J., KEMPTON, P.D., SPADEA, P., NIVIA, A., MARRINER, G.F., DUNCAN, R.A., 2002.** Pervasive mantle plume head heterogeneity: evidence from the late Cretaceous Caribbean–Colombian oceanic plateau. *Journal of Geophysical Research* 107 (B7), 10.1029/2001JB000790.
- KERR, A.C., TARNEY, J., 2005.** Tectonic evolution of the Caribbean and northwestern South America: The case for accretion of two Late Cretaceous oceanic plateaus. *Geology*, 33, 269–272. doi: 10.1130/G21109.1
- KESLER, S.E., LEWIS, J.F., JONES, L.M., AND WALKER, R.L., 1977,** Early island-arc intrusive activity, Cordillera Central, Dominican Republic: Contributions to Mineralogy and Petrology, v. 65, p. 91–99.
- KESLER, S.E., RUSSELL, N., SEAWARD, M., RIVERA, J.A., MCCURDY, K., CUMMING, G.L., AND SUTTER, J.F., 1981,** Geology and geochemistry of sulfide mineralization underlying the Pueblo Viejo gold-silver oxide deposit, Dominican Republic: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, v. 76, p. 1096–1117.
- KESLER, S.E., RUSSELL, N., POLANCO, J., MCCURDY, K., AND CUMMING, G.L., 1990a,** Geology and geochemistry of the early Cretaceous Los Ranchos Formation, central Dominican Republic, *in* Mann, P., et al., eds., *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola: Geological Society of America Special Paper* 262, p. 187–201.
- KESLER, S.E., RUSSELL, N., REYES, C., SANTOS, L., RODRIGUEZ, A., AND FONDEUR, L., 1990b,** Geology of the Maimon Formation, Dominican Republic, *in* Mann, P., et al., eds., *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola: Geological Society of America Special Paper* 262, p. 173–185.
- KESLER, S.E., SUTTER, J.F., BARTON, J.M., AND SPECK, R.C., 1990c,** Age of intrusive rocks in northern Hispaniola, *in* Mann, P., et al., eds., *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola: Geological Society of America Special Paper* 262, p. 165–172.
- KESLER, S.E., CAMPBELL, I.H., SMITH, C.N., HALL, C.M., AND ALLEN, C.M., 2005a.** Age of the Pueblo Viejo deposit and its significance to models for high-sulfidation deposits: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists* (in press).
- KESLER, S.E., RUSSELL, N., AND MCCURDY, K., 2003,** Trace-element content of the Pueblo Viejo precious-metal deposits and their relation to other high-sulfidation epithermal systems: *Mineralium Deposita*, v. 38, p. 668–682.
- KESLER, S.E., CAMPBELL, I.H., ALLEN, C.M., 2005b.** Age of the Los Ranchos Formation, Dominican Republic: Timing and tectonic setting of primitive island arc volcanism in the Caribbean region. *GSA Bulletin*. 117 (7/8), 987–995. doi: 10.1130/B25594.
- LAPIERRE, H., DUPUIS, V., LEPINAY, B.M., TARDY, M., RUIZ, J., MAURY, R.C., HERNÁNDEZ, J. Y LOUBET, M., 1997.** Is the Lower Duarte Complex (Españaola) a remnant of the Caribbean plume generated oceanic plateau?. *Journal of Geology*, 105, 111-120.
- LAPIERRE, H., DUPUIS, V., DE LEPINAY, B.M., BOSCH, D., MONIE, P., TARDY, M., MAURY, R.C., HERNANDEZ, J., POLVE, M., YEGHICHEYAN, D., COTTEN, J., 1999.** Late Jurassic oceanic crust and upper cretaceous Caribbean plateau picritic basalts exposed in the Duarte igneous complex, Hispaniola. *Journal of Geology* 107, 193-207.
- LAPIERRE, H., BOSCH, D., DUPUIS, V., POLVÉ, M., MAURY, R., HERNANDEZ, J., MONIÉ, P., YEGHICHEYAN, D., JAILLARD, E., TARDY, M., DE LEPINAY, B., MAMBERTI, M.,**

- DESMET, A., KELLER F., SENEBIER, F., 2000.** Multiple plume events in the genesis of the peri-Caribbean Cretaceous oceanic plateau province. *Journal of Geophysical Research* 105, 8403-8421.
- LARTER, R.D. VANNESTE, L.E MORRIS., P., SMYTH D.K. 2003.** Tectonic evolution and structure of the South Sandwich arc. In: Larter, R., Leat P.T. (Eds.), *Intra-Oceanic Subduction Systems: Tectonic and Magmatic Processes*, Geological Society of London Special Publication 219, 255-284.
- LEAT, P.T., PEARCE, J.A, BARKER, P.F., MILLAR, I.L., BARRY, T.L., LARTER, R.D., 2004,** Magma genesis and mantle flow at a subducting slab edge: the South Sandwich arc-basin system. *Earth and Planetary Science Letters* 227, 17-35.
- LEWIS, J.F., 1982.** Granitoid Rocks in Española. En: Amigo del Hogar Publishers, *Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference*, Santo Domingo, 403-408 pp.
- LEWIS, J.F. Y DRAPER, G., 1990.** Geological and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. En: Dengo, G., Case, J.E., (ed.). *The Geology of North America, Vol. H, The Caribbean region*. Geological Society of America, 77-140.
- LEWIS, J.F. Y JIMÉNEZ, J.G., 1991a.** Duarte Complex in the La Vega-Jarabacoa-Jánico Area, Central Española: Geological and Geochemical Features of the Sea Floor During the Early Stages of Arc Evolution. En: Mann, P., Draper, G. y Lewis J.F. (ed.), *Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Hispaniola*. Geological Society America Special Paper 262, 115-142.
- LEWIS J.F., AMARANTE, A, BLOISE G., JIMENEZ J.G. Y DOMINGUEZ, J., 1991b.** Lithology and stratigraphy of Upper cretaceous rocks volcanic and volcanoclastic rocks of the Tiroo Group, Dominican Republic and correlations with the Massif du Nord with Haiti. En: Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F. (ed.), *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper 262, 143-163.
- LEWIS, J.F., ESCUDER VIRUETE, J., HERNALZ HUERTA, P.P., GUTIÉRREZ, G. Y DRAPER, G., (2002).** Subdivisión Geoquímica del Arco Isla Circum-Caribeño, Cordillera Central Dominicana: Implicaciones para la formación, acreción y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico. *Acta Geológica Hispánica*, 37, 81-122.
- LEWIS, J.F., DRAPER, G., PROENZA, J., ESPAILLAT, J. Y JIMÉNEZ, J., 2006,** Ophiolite-Related Ultramafic Rocks (Serpentinites) in the Caribbean Region: A Review of their Occurrence, Composition, Origin, Emplacement and Ni-Laterite Soil Formation. *Geologica Acta*, 4, 237-263.
- LOCUTURA, J., BELLAN, A. & LOPERA, E., 2002.** Cartografía geoquímica multielemental en sedimentos de corriente en un contexto de arco isla volcánico. Aplicación al análisis de potencialidad metalogénica en un área de la República Dominicana - Stream sediment geochemical mapping in an island arc context. Application to assessment of mineral resources potentiality in an area of the Dominican Republic. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 229-272.
- LOUCA, K., 1990.** Geological setting and base and precious metal deposits of northern Haiti; *Transactions of the 12th Caribbean geological conference. Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geológica del Caribe*, 12, p. 200-216.
- MANN, P., 1999.** Caribbean Sedimentary Basins: Classification and Tectonic Setting from Jurassic to Present. En: Mann, P. (ed.), *Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World*, 4, 3-31.
- MANN, P., DRAPER, G. Y LEWIS, J.F., 1991.** An overview of the geologic and tectonic development of Española. En: Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (ed.). *Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Española*. Geological Society of America Special Paper 262, 1-28.

- MARCHESI, C., GARRIDO, C.J., GODARD, M., PROENZA, J.A., GERVILLA, F., BLANCO-MORENO, J., 2006.** Petrogenesis of highly depleted peridotites and gabbroic rocks from the Mayarí-Baracoa ophiolitic belt (eastern Cuba). *Contribution to Mineralogy and Petrology* 151, 717–736.
- MARTIN, H., 1999.** Adakitic magmas: modern analogues of Archaean granitoids. *Lithos*, 46, 411–429.
- MAURY, C. J., 1917.** Santo Domingo type sections and fossils Pt.1. *Bulletins of American Paleontology*, 5, p. 1-251.
- MAURY, R.C., SAJONA, F.G., PUBELLIER, M., BELLON, H. Y DEFANT, M.J., 1996.** Fusion de la croûte océanique dans les zones de subduction/collision récentes; l'exemple de Mindanao (Philippines). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 167, 579–595.
- MERCIER DE LEPINAY, B., 1987.** L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Española (Grandes Antilles). Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie. p. 1-378.
- MESNIER, H.P., 1980.** Report on the mineral prospects of the Las Cañitas area, Dominican Republic. (inedito), Santo Domingo, Dirección General de Minería. p. 1-55.
- MONTGOMERY, H., PESSAGNO, E.A., LEWIS, J.F., SCHELLEKENS, J., 1994.** Paleogeography of Jurassic fragments in the Caribbean. *Tectonics* 13, 725-732.
- MONTGOMERY, H. Y PESSAGNO, E.A., 1999.** Cretaceous microfaunas of the Blue mountains, Jamaica, and of the Northern and Central Basement Complexes of Hispaniola. Caribbean. En: Mann, P. (ed.), *Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World*, 4 (10), 237-246.
- PALMER, H. C., 1963.** Geology of the Moncion-Jarabacoa area, Dominican Republic.
- PALMER, H.C. 1979.** Geology of the Moncion-Jarabacoa area, Dominican Republic. En B. Lidz, F. Nagle (ed.), *Tectonic Focal Point of the North Caribbean; Española*. Miami Geological Society. 29-68.
- PARDO, G., 1975.** Geology of Cuba. En: Nairn and Stehli F. eds. *The Ocean Basins and Margins*,
- PEARCE, J.A., 1983.** The role of sub-continental lithosphere in magma genesis at destructive plate margins. En: Hawkesworth, C.J., Norry M.J. (ed.). *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*. Nantwich, Shiva, 230-249.
- PEARCE, J.A., HARRIS N.B.W. Y TINDLE, A.G., 1984.** Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology* 25, 956-983.
- PEARCE, J.A. Y PARKINSON, I.J., 1993.** Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis. En: Pritchard H.M., Alabaster, T., Harris, N.B.W., Naylor, C.R. (ed.), *Magmatic processes and plate tectonics*. Geological Society of London Special Publication 76, 373-403.
- PEARCE, J.A., PEATE, D.W., 1995a.** Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas. *Earth and Planetary Science Annual Review* 23, 251-285.
- PEARCE J.A., BAKER P.E., HARVEY P.K., LUI, W., 1995b.** Geochemical evidence for subduction fluxes, mantle melting and fractional crystallization beneath the South Sandwich island arc. *Journal of Petrology* 36, 1073-1109.
- PEARCE, J. A. (1996).** A user's guide to basalt discrimination diagrams. In: Wyman, D. A. (ed.) *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*. Geological Association of Canada, Short Course Notes 12, 79–113.

- PINDELL, J.L., 1994.** Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. En: Donovan S. K. and Jackson T. eds. Caribbean geology: An introduction, University of the West Indies, Kingston, Jamaica. p. 13-39.
- PINDELL, J.L. & BARRET, S.F., 1990.** Geology of the Caribbean region: a plate tectonic perspective. En: Dengo G. and Case J. E. eds. The Geology of North America, Volumen H, The Caribbean region, Geological Society of America, Boulder, Colorado. p. 404-432.
- PINDELL, J.L. & BARRETT, S.F., 1990.** Geological evolution of the Caribbean region; a plate tectonic perspective. En: Dengo G. and Case J. E. eds. The Caribbean region, Geol. Soc. Am., Boulder, CO, United States (USA), United States (USA)
- PINDELL, J.L., KENNAN, L., MARESCH, W.V., STANEK, K.P., DRAPER, G., HIGGS, R. 2005.** Plate-kinematics and crustal dynamics of circum-Caribbean arc-continent interactions: Tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins. In: Lallemand, A. and Sisson V.B. (Eds.), Caribbean-South American plate interactions. Geological Society of America Special Paper 394, 7-52.
- PROENZA, J.A., ZACCARINI, F., LEWIS, J. F., LONGO., GARUTI,G., 2007,** Chromium spinel composition and the platinum group minerals from the PGE rich Loma chromitites, Loma Caribe peridotite, Dominican Republic: Canadian Mineralogist: v. 45, p.631-648.
- RAPP, R.P., SHIMIZU, N. Y NORMAN, M.D., 2003.** Growth of early continental crust by partial melting of eclogite. Nature, 425, 605– 609.
- REVILLON, S., HALLOT, E., ARNDT, N., CHAUVEL, C., DUNCAN, R.A., 2000.** A Complex History for the Caribbean Plateau: Petrology, Geochemistry, and Geochronology of the Beata Ridge, South Hispaniola. Journal of Geology 108, 641–661.
- SAJONA, F.G., MAURY, R., BELLON, H., COTTEN, J. Y DEFANT, M.J., 1996.** High field strength element enrichment of Pliocene–Pleistocene island arc basalts, Zamboanga Peninsula, western Mindanao (Philippines). Journal of Petrology, 37, 693–726.
- SALTERS, V.J.M., STRACKE, A., 2004.** Composition of the depleted mantle, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 5, doi: 10.1029/2003GC000597.
- SAUNDERS, J.B., JUNG, P., & BIJU-DUVAL, B., 1986.** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic; 1, Field surveys, lithology, environment, and age. Bulletins of American Paleontology, vol.89, no.323, 79 pp. 89[323]. United States (USA), Paleontological Research Institution, Ithaca, NY, United States (USA). 1925.
- SHELLEKENS, J.H., 1998.** Geochemical evolution and tectonic history of Puerto Rico. Geological Society of America Special Paper 322, 35-66.
- SEN, G., HICKEY-VARGAS, D.G., WAGGONER, F., MAURASSE, F., 1988.** Geochemistry of basalts from the Dumisseau Formation. Southern Haiti: Implications for the origin of the Caribbean Sea crust. Earth Planetary Science Letters 87, 423-437.
- SHERVAIS, J.W., 1982.** Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. Earth and Planetary Science Letters, 59, 101-118.
- SHERVAIS, J.W., 2001.** Birth, death, and resurrection: the life cycle of supra subduction ophiolites. Geochemistry Geophysics Geosystems 2 [2000GC000080].
- SHERVAIS, J.W., MURCHEY, B., KIMBROUGH, D.L., HANAN, B.B., RENNE, P.R., SNOW, C.A., SCHUMAN, M.Z., AND BEAMAN, J., 2004,** Multi-stage origin of the Coast Range Ophiolite, California: Implications for the life cycle of supra-subduction zone ophiolites: International Geology Review 46, 289–315.

- SHIMODA, G., TATSUMI, Y., NOHDA, S., ISHIZAKA, K., JAHN, B.M., 1998.** Setouchi high-Mg andesites revisited: geochemical evidence for melting of subducting sediments. *Earth and Planetary Science Letters* 160, 479–492.
- SINTON, C.W., DUNCAN, R.A., STOREY, M., LEWIS, J., ESTRADA, J.J., 1998.** An oceanic flood basalt province within the Caribbean plate. *Earth and Planetary Science Letters* 155, 221–235.
- SUN, S.S., MCDONOUGH, W.F., 1989.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle compositions and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society of London Special Publication 42, 313–345.
- SWINDEN, H.S., JENNER, G.A., FRYER, B.J., HERTOGEN, J., RODDICK, J.C., 1990.** Petrogenesis and paleotectonic history of the Wild Bight Group, an Ordovician rifted island arc in central Newfoundland, *Contributions to Mineralogy and Petrology* 105, 219–241.
- SWINDEN, H.S., JENNER, G.A., AND SZYBINSKI, Z.A., 1997,** Magmatic and tectonic evolution of the Cambrian- Ordovician Laurentian margin of the Iapetus: Geochemical and isotopic constraints from the Notre Dame subzone, Newfoundland, In Sinha, A.K., (Eds.), *The nature of magmatism in the Appalachian orogen*. Geological Society of America Memoir 191, 337–364. by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, 26, p. 207–221.
- STEIN, G., 2004.** Mapa Geológica de la Hoja a escala 1:50.000 n° 5974-IV (Restauración) y memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Santo Domingo, Servicio Geológico Nacional.
- STEIN, G., ARDEVOL, LL., BOURDILLON, CH., BONNEMAISON, M., ESCUDER VIRUETE, J., LE GOFF, E., ESCUER, J., LOPERA, E., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T. Y FRIEDMAN R., 2004.** Mapa Geológica de la República Dominicana a E. 1:50.000, Restauración (5873-I). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 168 pp.
- TAMURA, Y., TATSUMI, Y., 2002.** Remelting of an andesitic crust as a possible origin for rhyolitic magma in oceanic arcs: an example from the Izu-Bonin arc. *Journal of Petrology* 43, 1029–1047.
- TATSUMI, Y., HANYU, T., 2003.** Geochemical modeling of dehydration and partial melting of subducting lithosphere: toward a comprehensive understanding of high-Mg andesite formation in the Setouchi volcanic belt, SW Japan. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 4, [1081GC000080].
- TAYLOR, R.N. Y NESBITT, R.W., 1995.** Arc volcanism in an extensional region on initiation of subduction: A geochemical study of Hawajima, Bonin Islands, Japan, En: Smelie, J.L. (ed.), *Volcanism associated with extension in consuming plate margins*. Geological Society London Special Publication, 81, 115–134
- TAYLOR, B., ZELMER, K., MARTINEZ, F., GOODLIFFE, A., 1996.** Seafloor spreading in the Lau backarc basin: *Earth and Planetary Science Letters* 144, 35–40.
- ULLRICH, T., 2004.** Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar en los proyectos K y L de Cartografía Geotemática de la República Dominicana (Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research Earth and Ocean Sciences Department, Universidad de British Columbia, Alberta, Canadá). Programa SYSMIN, Santo Domingo, D Servicio Geológico Nacional.
- URIEN, P., JOUBERT, M., ARDEVOL, LL., BOURDILLON, CH., BONNEMAISON, M., ESCUDER VIRUETE, J., LEROUGE, C., ESCUER, J., LOPERA, E., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T. Y FRIEDMAN R., 2004.** Mapa Geológica de

la República Dominicana a E. 1:50.000, Dajabón (5874-I). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 231 pp.

- VAUGHAN, T. W., COOKE, W., CONDIT, D. D., ROSS, C. P., WOODRING, W. P. & CALKING, F. C., 1921.** A geological reconnaissance of the Dominican Republic. *Geological Survey Dominican Republic Memoirs*, 1, p. 1-268.
- VOKES, E. H., 1989.** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 8. The family Muricidae (Molusca, Gasteropoda). *Bulletins of American Paleontology*, 97, p. 94.
- WAKABAYASHI, J. Y DYLEK, Y., 2003.** What constitutes “emplacement” of an ophiolite?: Mechanisms and relations to subduction initiation and formation of metamorphic soles. En: Dylek, Y., Robinson, P.T. (ed.) *Ophiolites in Earth History*. Geological Society London Special Publication, 218, 427-447.
- WEIS, D. FREY, F.A., 2002.** Submarine Basalts of the Northern Kerguelen Plateau: Interaction between the Kerguelen Plume and the Southeast Indian Ridge Revealed at ODP Site 1140. *Journal of Petrology* 43, 1287-1309
- WEIS, D., KIEFFER, B., MAERSCHALK, C., BARLING, J., DE JONG, J., WILLIAMS, G.A., HANANO, D., PRETORIUS, W., SCOATES, J.S., GOOLAERTS, A., FRIEDMAN, R.M., MAHONEY, J.B., 2006.** High-precision isotopic characterization of USGS reference materials by TIMS and MC-ICP-MS. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 7 [2006GC001283].
- WHALEN J, B., CURRIE K. L. & CHAPPELL B. W. (1987).** A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 95, 407-419.
- WHITE, R. V., TARNEY, J., KERR, A. C., SAUNDERS, A. D., KEMPTON, P. D., PRINGLE, M. S. & KLAVER, G. T., 1999.** Modification of an oceanic plateau, Aruba, Dutch Caribbean; implications for the generation of continental crust; Oceanic plateaus and hotspot islands; identification and role in continental growth. *Lithos*, 46, p. 43-68.
- WINCHESTER J.A. Y FLOYD, P.A., 1977.** Geochemical discrimination of different magma series and their products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.
- WOOD, D.A. 1980.** The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, 50, 11-30.
- WOODHEAD, J.D., EGGINS. S.M., JOHNSON, R.W., 1998.** Magma genesis in the New Britain island arc: further insights into melting and mass transfer processes. *Journal of Petrology* 39, 1641-1668.
- YOGODZINSKI, G.M., LEES, J.M., CHURIKOVA, T.G., DORENDORF, F., WOERNER, G., VOLYNETS, O.N., 2001.** Geochemical evidence for the melting of subducting oceanic lithosphere at plate edges. *Nature* 409, 500–504.