

**“PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN DE PUZOLANA, LIGNITO Y
MINERAL DE HIERRO PARA LA PLANTA DE CEMENTO DE CEMEX
EN SAN PEDRO DE MACORÍS - REPÚBLICA DOMINICANA”.**

Presentado por:

CARLOS ALBERTO CHAPARRO ACUÑA	2031441
JOHANN HERNANDO SOLANO VELASCO	2031009
OSCAR FABIAN MOJICA LADINO	2031027
REYNALDO ARENAS SUAREZ	2031012

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA
2009**



**“PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN DE PUZOLANA, LIGNITO Y
MINERAL DE HIERRO PARA LA PLANTA DE CEMENTO DE CEMEX
EN SAN PEDRO DE MACORÍS - REPÚBLICA DOMINICANA”.**

Presentado por:

CARLOS ALBERTO CHAPARRO ACUÑA	2031441
JOHANN HERNANDO SOLANO VELASCO	2031009
OSCAR FABIAN MOJICA LADINO	2031027
REYNALDO ARENAS SUAREZ	2031012

**Proyecto de Grado en Modalidad Práctica Empresarial Presentado
para optar el título de Geólogos**

Director

Ramón Dionisio Padilla Reyes, Ing. Geólogo y de Minas, MSc

Tutor

Ángel José Ruíz Mella, Ing. Geólogo y de Minas

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA,
2009**



ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO:

Director del proyecto:

ING. GEOLOGO Y DE MINAS RAMÓN DIONISIO PADILLA REYES

Tutor del proyecto:

ING. GEOLOGO Y DE MINAS ANGEL JOSE RUIZ MELLA

Entidades Interesadas:

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CEMEX, REPÚBLICA DOMINICANA

TITULO DEL PROYECTO:

“PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN DE PUZOLANA, LIGNITO Y MINERAL DE HIERRO PARA LA PLANTA DE CEMENTO DE CEMEX EN SAN PEDRO DE MACORÍS-REPÚBLICA DOMINICANA”.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo de grado se desarrolló por ofrecimiento de la empresa Cemex Dominicana a la Universidad Industrial de Santander, bajo la modalidad Práctica Empresarial conforme al Acuerdo 004 del 12 de Febrero de 2007 de la Universidad Industrial de Santander, que contempla esta opción como válida para obtener el título profesional de Geólogo.

Involucrará la compilación y estudio de la información geológica, de las áreas de interés para Cemex Dominicana, así como la exploración en campo y el uso de técnicas de estimación de reservas.



DEDICATORIA

Con cariño para:

Raquel, Pedro, Ladys, Yeyo, mis Abues, Angie, Carlos, Pablo, Isa, Santi, Lili, Mapau, Mele, Pao, Monchy, Cami, Mariana, JR, Sofí, Chico; en fin para todos y cada uno de mis familiares, por todo el apoyo y cariño incondicional que me han brindado.

A mis amigos, a los que actualmente siguen a mi lado, y también a los que por razones distintas, nuestros caminos se han separado.

Solo queda por decir **“AL FIN, casi que no”**.

Carlos

A Dios

A mis padres por todos sus esfuerzos; mi madre Gloria por haber sido un ejemplo de fortaleza y dedicación, mi padre Helí, porque a pesar de no estar a mi lado en cuerpo, aún siguen vivas sus enseñanzas.

A mis hermanos por su constante apoyo y compañía.

A todos mis amigos por sus consejos y haberme acompañado en todo el transcurso de mi carrera.

Oscar



Dedico este producto a mis padres por su apoyo incondicional, su confianza y por ser los forjadores del carácter que define mi personalidad.

A toda mi familia por acompañarme en todo momento y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera influyeron en mi vida.

Johann

Quiero dedicar esta tesis muy especialmente a Dios, por las bendiciones que siempre recibo para crecer personal y profesionalmente.

A mis queridos padres, por labrar mi carácter y personalidad, por el gran apoyo que siempre me brindan se las dedico muy especialmente.

A mi familia, Iye y Juli mis queridos hermanos, a mis tíos Enrique, Jaime, Alirio, Miguel, a mi tía Gladys, Humberto, Azucena, Gloria y Jorge. A mi bisabuela Micaela y a la memoria de mis abuelas Sara y Nelly. A todos ellos por todo el gran cariño que desde niño he recibido así como sus grandes enseñanzas.

A mi gran fuente de motivación, cariño y apoyo incondicional y permanente, Susy.

A mis amigos que siempre están cuando y donde deben estar, Muchas Gracias.

Reynaldo



AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

CEMEX por esta gran oportunidad de crecimiento tanto profesional como personal y cultural.

Ingeniero Sergio Chaparro por la confianza que depositó en nosotros y por ser el principal responsable de la realización de este proyecto.

Ramón Padilla y Ángel Ruiz director y tutor del proyecto por ayudarnos a crecer como profesionales y brindarnos su amistad.

Viviana Sánchez por su colaboración y prestancia en todo sentido.

Elizabeth Rodríguez y todo el equipo de laboratorio por su esfuerzo para entregar todos los resultados a tiempo.

Lourdes Cabrera por su incansable espíritu de colaboración.

Francisco Jerez, Reyes Rambaldes, y Ángel Vialet por su colaboración y amistad.

Todo el equipo de trabajo de la planta de cemento titán en San Pedro de Macorís.

La Universidad Industrial de Santander por permitirnos crecer tanto profesional como culturalmente.



La escuela de geología con todo su personal docente por enseñarnos a amar nuestra profesión.

A nuestros compañeros de estudio por hacernos más agradable el tránsito por la carrera.

A Chabela y a Keisy por todo su apoyo logístico y por ayudarnos a subir unos kilitos de mas.

CONTENIDO

	RESUMEN	
	ABSTRACT	
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.	ALCANCE	3
1.3.	OBJETIVOS	3
1.3.1.	Objetivos Generales	3
1.3.2.	Objetivos Específicos	3
2.	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	5
2.1.	PUZOLANA	5
2.1.1.	Origen e historia del término puzolana	5
2.1.2.	Definición de Puzolana	5
2.1.2.1.	<i>Puzolanas Naturales</i>	5
2.1.2.2.	<i>Puzolanas Artificiales</i>	6
2.2.	MINERAL DE HIERRO	7
2.3.	CARBÓN	8
2.4.	CEMENTO	9
2.4.1.	Producción del cemento Portland.	9
3.	LOCALIZACIÓN	12
4.	MARCO GEOLÓGICO	14
4.1.	GEOLOGÍA GENERAL.	14
4.2.	EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA HISPANIOLA	18
4.3.	ESTRATIGRAFÍA	19
4.3.1.	Formación Los Ranchos, Cretácico Inferior	22
4.3.2.	Formación Las Guayabas y Miembros Relacionados, Cretácico Superior	23

4.3.3.	Miembro de Conglomerados de El Cujano	24
4.3.4.	Miembro de Areniscas de Hato Mayor	24
4.3.5.	Miembro de Vulcanitas de Loma La Vega	26
4.3.6.	Formación Yanigua, Plioceno-Pleistoceno	27
4.4.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	28
4.4.1.	Recuento de Fallas Geológicas.	28
4.4.2.	Falla del Norte de la Hispaniola (NHFZ)	31
4.4.3.	Zona de Falla Camú (CFZ)	31
4.4.4.	Zona de Falla Septentrional (SFZ)	31
4.4.5.	Falla de la Hispaniola (HFZ)	32
4.4.6.	Falla de la Guazara (GFZ)	32
4.4.7.	Falla de Hatillo (HAFZ)	32
4.4.8.	Falla Los Pozos – San Juan (LPSJFZ)	32
4.4.9.	Falla de Neyba (NFZ)	32
4.4.10.	Falla de Higüey-Yabón (HIGFZ)	33
5.	METODOLOGÍA	34
5.1.	COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA.	34
5.2.	DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS A PROSPECTAR.	34
5.3.	PROSPECCIÓN Y TOMA DE MUESTRAS.	35
5.4.	IDENTIFICACIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS Y SELECCIÓN PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO.	35
5.5.	ANÁLISIS DE LABORATORIO.	35
5.6.	DELIMITACIÓN DE ÁREAS PARA EXPLORACIÓN.	36
5.7.	EXPLORACIÓN	37
6.	ANTECEDENTES	38

6.1.	ESTUDIOS ANTERIORES	38
7.	COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA.	41
8.	PROSPECCIÓN Y MUESTREO	42
8.1.	PROSPECCIÓN PUZOLANA	43
8.1.1.	Antón Sánchez.	46
8.1.2.	Bayaguana	47
8.1.3.	Sabana de la Mar	48
8.1.4.	Miches	49
8.1.5.	El Valle	50
8.1.6.	Hatillo	51
8.1.7.	Las Lisas	52
8.1.8.	Rincón Chavón	53
8.1.9.	Hato Mayor del Rey	54
8.1.10.	El Seibo	55
8.2.	PROSPECCIÓN MINERAL DE HIERRO	56
8.3.	PROSPECCIÓN CARBON	60
9.	IDENTIFICACIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS Y SELECCIÓN PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO.	66
10.	ANÁLISIS DE LABORATORIO.	67
10.1.	FLUORESCENCIA DE RAYOS X	67
10.2.	INDICE DE PUZOLANICIDAD	69
10.3.	PODER CALORÍFICO	74
10.4.	ANÁLISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	75
11.	DELIMITACIÓN DE ÁREAS PARA EXPLORACIÓN	82



12.	EXPLORACIÓN	84
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA	90
	ANEXOS	93

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Producción tradicional de cemento Portland. Tomado de MENDEZ, Roberto. 2008. Determinación de la Reactividad Puzolánica de Adiciones Minerales de Origen Natural con el Cemento Portland. 2008. Tesis maestral. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. 11**
- Figura 2. Localización geográfica de la República Dominicana. Modificado de www.reddominicana.com/mapas/caribe 12**
- Figura 3. Provincias de la República Dominicana, los colores resaltan las zonas que fueron prospectadas en 6 de las 32 provincias Dominicanas. Modificado de www.luventicus.org 13**
- Figura 4. Mapa de Cordilleras y Cuencas Sedimentarias de la República Dominicana, modificado de www.visitinlatimamerica.com. 14**
- Figura 5. Situación geotectónica de la placa del Caribe, tomado de Minelli 2004. 15**
- Figura 6. Rocas del Basamento Cretácico-Eocénico en la Hispaniola. 16**
- Figura 7. Zonas Morfotectónicas de la Hispaniola Zonas numeradas. 17**
- Figura 8. Mapa Geológico de la Cordillera Oriental dominicana. 21**
- Figura 9. Nomenclatura estratigráfica usada por distintos autores para describir la sucesión del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental. 25**

Figura 10. Mapa de las principales fallas de la Hispaniola.	29
Figura 11. Nomenclatura del muestreo.	42
Figura 12. a) Sucesión de capas centimétricas de Tobas; b) Roca ígnea con fenocristales de feldespato potásico; (c) Afloramiento masivo de tobas color beige rosáceo, visiblemente alterado; (d) Estratos verticales de rocas volcánicas afaníticas; (e) Alternancias de Areniscas y lutitas bien estratificadas en capas centimétricas; (f) Capas bien estratificadas de Areniscas de grano muy fino con laminación plano paralela, intercaladas con pequeños niveles de Lutitas.	44
Figura 13. (a) Coladas de basalto con textura fluidal; (b) Brecha piroclástica, de matriz afanítica con clastos centimétricos de rocas volcánicas; (c y d) Detalle de la exfoliación concéntrica propia de las Areniscas de Las Guayabas; (e) Basalto con laminación paralela (f) Basaltos estratificados color negro altamente diaclasados y con venas irregulares de calcita.	45
Figura 14. Mapa de recorridos y muestreo de Antón Sánchez.	46
Figura 15. Mapa de recorridos y muestreo de Bayaguana.	47
Figura 16. Mapa de recorridos y muestreo de Sabana de la Mar.	48
Figura 17. Mapa de recorridos y muestreo de Miches.	49
Figura 19. Mapa de Recorridos y Muestreo Hatillo.	51
Figura 20. Mapa de Recorridos y Muestreo Las Lisas.	52

Figura 21. Mapa De Recorridos y Muestreo Rincón Chavón.	53
Figura 22. Mapa de recorridos y Muestreo de Hato Mayor del Rey.	55
Figura 23. Mapa de recorridos y Muestreo de El Seibo.	56
Figura 24. Mapa de recorridos y muestreo de Villa Altagracia.	57
Figura 25. Mapa de recorridos y muestreo de Villa Mella.	58
Figura 26. Vista panorámica desde la Loma Cambronal del valle del Río Mayiga, donde destaca la geomorfología de bajos relieves y laderas de pendiente suave. En segundo plano la Loma Gran Fuña formada por peridotitas de Loma Caribe.	59
Figura 27. Mapa de recorridos y muestreo de Lignito en El Valle.	60
Figura 28. Contacto entre el lignito y los depósitos aluviales conglomeráticos, margen izquierdo aguas abajo.	61
Figura 29. a) Arenisca con laminas carbonosas bien marcadas (Balneario Rio Yanigua); b) Base de la columna donde se aprecia la sucesión hacia el tope de: Lodolita gris, Lignito con laminación planoparalela (15 cm) y capa potente de arcilla gris-negra con alto contenido de materia orgánica; c) Capa de Lignito con su espesor máximo de 38 cm hacia el tope de la columna estratigráfica levantada en el sector.	62

Figura 30. Mapa de recorridos y muestreo de Lignito en El Valle.	63
Figura 31. (a) Afloramiento con presencia de Lodo carbonoso en el lecho del Río Artibonito; (b y c) Detalle de la capa de lodo carbonoso; (d) Niveles lodosos donde se observa la presencia de fragmentos carbonosos.	64
Figura 32. a) Conglomerado aluvial con lentes de Lignito de formas irregulares al borde del Río Tocino; (b y c) Detalle de los lentes de Lignito al margen del Río Tocino; (d y e) Fragmentos de Lignito contiguos en detalle, sobre el Arroyo Manteca.	65
Figura 33. Espectros de DRX de la muestra JO47-02.	78
Figura 34. Espectros de DRX de la muestra JO-60-02.	79
Figura 35. Espectro de DRX de la muestra JO-56-02.	80
Figura 36. Espectros de DRX de la muestra JO-58-01.	81
Figura 37. Grafico de índice de puzolanidad a 28 días de las mejores muestras.	83
Figura 38. Mapa de recorridos y muestreo etapa de exploración concesión Guabaro.	85
Figura 39. Depósitos de puzolana, concesión Guabaro.	86
Figura 40. Mapa de recorridos y muestreo, etapa de exploración, El Seibo.	86
Figura 41. Trituradora utilizada en la preparación de las muestra.	92
Figura 42. Secado de las muestras.	93

Figura 43. Pulverizador de anillos.	94
Figura 44. Tamizado.	94
Figura 45. Mezcladora en funcionamiento durante la etapa de preparación del mortero.	95
Figura 46. Orden de compactación durante el moldeo de los cubos.	96
Figura 47. Montaje de los cubos en su última parte.	97
Figura 48. Mesa de caída.	99
Figura 49. Tanque de almacenamiento de los cubos en el cuarto de curado.	100
Figura 50. Proceso de ruptura de un cubo en la Máquina de compresión.	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nombre y nomenclatura de las principales fallas en la Hispaniola.	30
Tabla 2. Pruebas de laboratorio según el material a evaluar.	36
Tabla 3. Planchas topográficas etapa de prospección.	41
Tabla 4. Relación de estaciones, muestras tomadas y enviadas al laboratorio.	66
Tabla 5. Análisis químico de las muestras para puzolana, donde se comparan contra la curva de arcilla y de arena.	68
Tabla 6. Análisis químico de las muestras para mineral de hierro.	69
Tabla 7. Índice puzolánico a 28 días con 4 porcentajes de sustitución (10%,20%, 30%, 35% y 35% con flujo)	73
Tabla 8. Resultados de poder calorífico y descripción de muestras de Lignito, de la columna que se levantó en el balneario del rio Yanigua.	74
Tabla 9. Resultados de poder calorífico de las muestras de Lignito del Valle y Bánica.	75
Tabla 10. Suma de los óxidos mayores en cada muestra de puzolana.	76
Tabla 11. Composición química.	76

Tabla12. Fases minerales de más muestras.	77
Tabla 13. Muestras con mayor índice de actividad puzolánica, a 28 días, con porcentajes de sustitución, de 20%, 30%, 35% y 35% buscando flujo constante (última columna).	82
Tabla 14. Histórico de porcentaje de sustitución de clinker por puzolana.	83
Tabla 15. Composición.	95
Tabla 16. Tolerancia permisible para rompimientos de cubos, prueba de resistencia a la compresión.	100



ANEXOS

Anexo 1. Libreta de Campo.	93
Anexo 2. Catalogo de Muestras.	149
Anexo 3. Columna Estratigráfica.	186
Anexo 4. Índice de actividad puzolánica.	187
Anexo 5. Difracción RX Puzolanas.	190
Anexo 6. Ensayo de determinación del índice de puzolanidad	195



RESUMEN

TITULO:
PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN DE PUZOLANA, LIGNITO Y MINERAL DE HIERRO PARA LA PLANTA DE CEMENTO DE CEMEX EN SAN PEDRO DE MACORÍS - REPÚBLICA DOMINICANA”.*

AUTORES:
CHAPARRO A. CARLOS A.
ARENAS S. REYNALDO
SOLANO V. JOHANN H.
MOJICA L. OSCAR F. **

PALABRAS CLAVES

Puzolana, Lignito, Cemento, Prospección, Exploración, concesión.

DESCRIPCIÓN

En el presente estudio se muestra la exploración realizada en el área correspondiente a trece planchas geológicas escala **1:50000** desarrollada en la República Dominicana con el fin de aumentar reservas de materias primas y reducir costos de producción para la planta de cemento de Cemex en San Pedro de Macorís.

La Formación los ranchos del cretácico inferior compuesta principalmente por tobas basaltos y riolitas estratificadas y las tobas de grano grueso de la Formación las guayabas del cretácico superior compuesta por tobas de grano grueso para el caso de las puzolanas, la Formación Yanigua del cretácico superior compuesta por margas limosas, lignito e intercalaciones de calizas margosas en el Valle para el caso del lignito, y la Peridotita de Loma Caribe en el caso del mineral de Hierro, fueron los principales objetivos durante la etapa de prospección. Se realizaron **171** estaciones, donde se recolectaron **229** muestras, se enviaron a laboratorio **105**, de las cuales **8** arrojaron resultados positivos, todas estas para puzolana.

Basado en la información obtenida tanto en las etapas de prospección y análisis de laboratorio, se escogieron **3** muestras, para solicitar las áreas de concesión para exploración, de estas áreas una se encuentra concesionada por otra empresa y está actualmente siendo explotada, en esta se realizó una estimación de costos de compra de material que mostró un ahorro de aproximadamente **50%**, con respecto al costo de explotación actual de la mina de puzolana Luisa Prieto. De las otras dos áreas, una corresponde a una antigua concesión de **CEMEX**, la cual se renovó y en donde se iniciaron los trabajos de exploración superficial, y la última área de concesión se encuentra en etapa de aprobación.

* Modalidad Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Ramón Padilla, Ing. Geólogo y de Minas MSc, Gerente Materias Primas CEMEX Dominicana. Ángel Ruiz, Ing. Geólogo y de Minas, Asesor de Materias primas CEMEX Dominicana.



ABSTRAC

TITLE:

PROSPECTING AND EXPLORATION FOR PUZZOLAN, LIGNITE AND IRON ORE FOR THE CEMEX CEMENT PLANT IN SAN PEDRO DE MACORÍS - DOMINICAN REPUBLIC.*

AUTHORS:

CHAPARRO A. CARLOS A.
ARENAS S. REYNALDO
SOLANO V. JOHANN H.
MOJICA L. OSCAR F. **

KEY WORDS

Puzzolan, Lignite, Cement, prospecting, exploration, concession.

DESCRIPTION

The present study shows an exploration conducted in an area that is equivalent to thirteen geological maps scale **1:50000**, developed in the Dominican Republic in order to increase reserves of raw materials and reduce production costs for the **CEMEX** cement plant in San Pedro de Macoris.

the Ranchos formation from lower Cretaceous that primarily consists of tuff, basalts and stratified rhyolites and the Guayabas formation from upper Cretaceous composed of coarse grained tuff in the case of puzzolan, the Yanigua formation from upper Cretaceous with silty marl, lignite, limestone marl intercalations in the Valle town in case of lignite, and the Loma Caribe peridotites in the case of iron ore, were the main objectives during the prospecting stage. **171** stations were made and **229** samples were collected, which **105** were sent to laboratory test and **8** showed positive results all these puzzolan

Based on the obtained information from prospection and laboratory analysis stages **3** samples were chosen, to apply for concession areas for exploration, one of these areas is an another company concession and is currently being exploited, in which extraction cost estimates showed savings of approximately **50%**, with respect to the current cost of operating the Luisa Prieto puzzolan mine, Of the other two areas, one is an old **CEMEX** concession, which was renewed and where the exploration works began and the last concession area is in the process of approval

* Industrial Practice Mode

** Engineering physicochemical department . Geology School. Ramón Padilla, Eng. Geologist and Mine MSc, manager of raw materials CEMEX Dominicana. Ángel Ruiz, Eng. Geologist and Mine, Adviser of raw materials CEMEX Dominicana.

1 INTRODUCCIÓN

Hoy día la minería es uno de los principales motores de la economía mundial teniendo en cuenta la gran importancia de las materias primas en el desarrollo de una industria sólida, de ahí la trascendencia de la geología en el desarrollo de un país y el interés de Cemex Dominicana en realizar la prospección y exploración de materias primas conforme a su compromiso en el desarrollo sostenible de la República Dominicana.

Las principales materias primas utilizadas en la industria del cemento son: calizas, arenas, arcillas y mineral de hierro, de los que se extrae óxido de calcio, sílice, aluminio y hierro, respectivamente, para producir el clinker o el cemento crudo; además de estas materias primas también se utilizan otras adicciones como es el caso del yeso, fly ash (cenizas volantes), y las puzolanas entre otras. En el caso de este proyecto la exploración estará enfocada en la búsqueda de puzolanas y mineral de hierro como materias primas para la producción de cemento, y lignito como fuente energética para este proceso.

Las cenizas volcánicas, conjuntamente con los minerales amorfos o débilmente cristalizados, constituyen la denominada puzolana que es utilizada en la industria del cemento como aditivo, teniendo en cuenta el denominado “Efecto Puzolánico”, que se refiere a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con el calcio liberado en la hidratación del cemento Portland, lo que mejora la resistencia en ambientes ácidos, aumenta la impermeabilidad y la resistencia mecánica del cemento.

El lignito es un combustible de calidad intermedia entre el carbón de turba y el carbón bituminoso, del tipo húmico, rico en humita y en ácidos húmicos, y su prospección y exploración se hace importante, debido a la gran necesidad de recursos energéticos en un país en el que no se tiene conocimiento de la existencia de estos.



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cemex es una compañía global, con presencia en más de 50 países. Es el primer productor de concreto y agregados y el tercer productor de cemento a nivel mundial. En República Dominicana, Cemex sufre el 50% de la demanda de cemento local y desde allí también exporta sus productos a la región del Caribe.

La Planta San Pedro de Macorís produce la totalidad del cemento comercializado por Cemex de Dominicana, tiene una capacidad de 2.500.000 ton/año de cemento y consume para esto cerca de 4.000.000 ton/año de materias primas. El 90% de las materias primas son explotadas en licencias mineras propias de Cemex y lo restante comprado a licencias mineras de terceros. Dado el crecimiento de los mercados locales y regionales, Cemex de forma permanente estudia la factibilidad y necesidad de proyectos de ampliación de capacidad de las plantas existentes o la construcción de nuevas plantas.

Es política de Cemex solicitar en concesión reservas de materias primas que aseguren la continuidad operativa, expansión y eficiencia operativa de sus unidades de negocio, por no menos de 70 años. Del mismo modo es de su preferencia el que estas concesiones sean a título propio, minimizando así el riesgo por dependencia de terceros.

De otro lado, el incremento del precio del petróleo a nivel mundial (a la fecha de inicio del proyecto), ha puesto presión sobre el precio de combustibles como el carbón y el petcoke, que son los más factibles para la Planta San Pedro en Dominicana, así como sobre los fletes marítimos que se deben pagar para importar estos combustibles al país. Esto ha motivado a evaluar zonas factibles en el país para la explotación de carbones.



1.2 ALCANCE

Realización de una compilación y evaluación de la información geológica actualmente disponible, definición de zonas factibles para la explotación de materias primas para la producción de cemento, delimitando estas áreas geográficas de interés estratégico para Cemex (distancia a la Planta o a nuevos proyectos, impacto en costo, etc.), se hizo exploración de campo, muestreo, mapeo y finalmente estimación de reservas y costo aproximado de explotación (según el caso).

Para el caso de los carbones, el alcance se limitó al análisis de la información geológica, la exploración, muestreo de campo y definición de zonas con yacimientos viables, que sirva de base para un estudio de definición de reservas probables.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General.

Realizar un trabajo de prospección y exploración con el fin de delimitar yacimientos de puzolana, mineral de hierro y lignito, en apoyo al objetivo de Cemex de aumentar sus reservas y así asegurar la continuidad, expansión y eficiencia operativa de la Planta San Pedro de Macorís y posibles nuevos proyectos en la República Dominicana.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Localizar, delimitar y evaluar áreas con un alto potencial de puzolanas en la parte central y oriental de la República Dominicana, abarcando diez (10) planchas geológicas, escala 1:50000, de modo que se puedan identificar reservas económicas explotables, bajo los criterios de prospección y exploración de la empresa.

- Localizar, delimitar y evaluar zonas con un alto potencial para la extracción de mineral de hierro en un área que corresponde a dos (2) planchas geológicas, escala 1:50000, de modo que se puedan identificar reservas económicamente explotables bajo los criterios de prospección y exploración de la empresa.
- Localizar, delimitar y evaluar depósitos de lignito, en un área correspondiente a dos (2) planchas geológicas, escala 1:50000, con el fin de identificar, bajo los criterios de prospección y exploración de la empresa, reservas que sean técnica y económicamente viables para su explotación.
- Describir y Analizar macroscópicamente muestras de roca, y por medio de análisis químicos y físicos de laboratorio, evaluar su potencial mineral como material puzolánico, mineral de hierro, o combustible, según sea el caso.
- Planear y ejecutar perforaciones y muestreos para el cálculo de reservas en la mina de puzolana “Luisa Prieta”.

2 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.

2.1 PUZOLANA

2.1.1 Origen e historia del término puzolana.

Es a la civilización romana a quien se le debe el origen del nombre de puzolanas, como derivado del término “pozzolana”, con el que se referían a unas cenizas volcánicas consolidadas, encontradas en las proximidades del sitio de Pozzuoli o Puzzoli, cerca de Nápoles y con las que se construían los celebres morteros romanos.

2.1.2 Definición de Puzolana.

El U.S. Bureau of Reclamation¹ (1952) brinda una definición del término puzolana, incorporada en las normas ASTM (1958), mantenida hasta hoy como la definición 618-78 (ASTM,1992) que dice: "las puzolanas son materiales silíceos o alúmino-silíceos quienes por sí solos poseen poco o ningún valor cementante, pero cuando se encuentran finamente divididos y están en presencia de agua, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades cementantes". Esta definición ha tenido muchas críticas y debe tomarse únicamente como punto de partida y no como una verdad absoluta, pues se han encontrado puzolanas que aún saliéndose de ésta definición, han proporcionado excelentes resultados.

2.1.2.1 *Puzolanas Naturales:*

Son principalmente rocas tobáceas, volcánicas vítreas de naturaleza traquítica alcalina o pumítica. También son puzolanas naturales las harinas fósiles de naturaleza silícea, como la diatomita.

¹ Quintana Crespo Enrique. 2005. Relación entre las propiedades geotécnicas y los componentes Puzolánicos de los sedimentos pampeanos. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Cenizas volcánicas: Se forman por erupciones de carácter explosivo, en pequeñas partículas que son templadas a temperatura ambiente, originando la formación del estado vítreo.

Tufos o tobas volcánicas (zeolitas): Producto de la acción hidrotermal sobre las cenizas volcánicas y de su posterior cementación diagenética.

Tierras de diatomeas (diatomitas): Puzolanas de origen orgánico. Depósitos de caparzones silíceos de algas microscópicas, acuáticas, unicelulares (diatomeas).

2.1.2.2 Puzolanas Artificiales:

Las puzolanas artificiales son sub-productos industriales y materiales tratados térmicamente, y se pueden dividir de la siguiente manera:

Cenizas volantes (fly ash): Subproducto de centrales termoeléctricas que utilizan carbón pulverizado como combustible. Polvo fino constituido esencialmente de partículas esféricas. La Norma ASTM C 618 define dos clases de cenizas volantes²:

- Clase F: Producidas por la calcinación de carbón antracítico o bituminoso. Cenizas que poseen propiedades puzolánicas.
- Clase C: Producidas por la calcinación de carbón sub-bituminoso o lignito. Esta clase de cenizas, además de tener propiedades puzolánicas, también tienen propiedades cementicias.

Arcillas activadas térmicamente: Las arcillas naturales no presentan actividad puzolánica a menos que su estructura cristalina sea destruida mediante un tratamiento térmico a temperaturas del orden de 600 a 900 °C.

² Dra. Ing. Rosaura Vásquez A. Adiciones Minerales; Normas y Aplicaciones. Cementos Pacasmayo S.A.A. presentación.

Microsilíce (silica fume): Subproducto de la reducción del cuarzo de alta pureza con carbón en hornos de arco eléctrico para la producción de silicio o aleaciones de ferrosilicio. El material que es extremadamente fino es colectado por filtración de los gases de escape del horno, en filtros de mangas.

Cenizas de cáscara de arroz: Estas cenizas se producen durante la calcinación controlada de la cáscara de arroz. Sus principales características son: Sílice amorfa (>90 %), estructura celular de gran área superficial (50 a 60 m²/g), posee gran actividad puzolánica.

2.2 MINERAL DE HIERRO

El hierro se presenta en casi todas las rocas sedimentarias en bajos porcentajes, pero cuando éstos son mayores al 30% representan un interés industrial. En cuanto a su origen se han explicado dos fuentes principales: meteorización y actividad volcánica, que permiten que el hierro sea segregado por procesos sedimentarios de tipo químico (Carozzi, 1993).

Hematita y magnetita son los minerales de hierro cuantitativa y económicamente más importantes, junto con ellos se encuentra una amplia variedad de especies minerales que incluyen óxidos e hidróxidos, carbonatos, silicatos y sulfuros.

La nomenclatura y clasificación de los yacimientos de hierro no es sistemática. Existe gran variedad de propuestas para su clasificación como la de Stanton, 1972, que propone tres categorías de clasificación de los yacimientos de hierro: (1) Formaciones de Hierro (Iron Formations), (2) Rocas Ferríferas (Ironstones) y (3) Menas de Hierro de Pantano (Bog Iron Ores). Cada uno de estos yacimientos se caracteriza y distingue de los otros por diferencias en el ambiente geológico, edad, forma, mineralogía y modo de depositación³.

³ Manosalva S., Naranjo W. Caracterización Metalográfica de las Manifestaciones de Mineral de Hierro, Paipa (Boyacá, Colombia), Boletín de Ciencias de la Tierra número 20, junio de 2007 Medellín ISSN 0120 3630.

2.3 CARBÓN

El carbón se puede definir como una roca sedimentaria de naturaleza orgánica, combustible, formada a partir de la transformación de grandes cantidades de materia vegetal que se acumulo en cuencas originalmente poco profundas (pantanos y turberas). La acumulación de sedimentos, junto con los movimientos de la corteza terrestre sepultaron estas cuencas, en algunos casos a gran profundidad, en épocas geológicas pretéritas, dando lugar a su transformación por los efectos combinados de la acción microbiana, presión, temperatura y calor. Los tipos de carbón más importantes pueden definirse como sigue⁴:

- Turbas
Se originan de depósitos no consolidados de restos de plantas semicarbonizadas, en un ambiente saturado de agua y con un contenido permanentemente elevado de humedad (por lo menos un 75%). Se considera que constituyen una etapa inicial en el desarrollo del carbón. Sus proporciones en carbono y oxígeno son, aproximadamente del 60% y 30%, respectivamente.
- Lignitos
Constituyen el siguiente estado en el proceso de carbonización. Suelen tener color pardo, aunque los hay de color negro, y un alto porcentaje de productos volátiles. Su contenido en humedad puede llegar al 60%.
- Hullas
Constituyen el tipo de carbón que se utiliza mayoritariamente, tanto en la producción de energía como en la industria metalúrgica. Las hullas son de color negro y brillante, y presentan un amplio rango en el valor de las materias volátiles (entre el 8% y 48%)

⁴ Santuario D. José M. Corrección y Mejora del Análisis de Humedad del Carbón Térmico por Medios no Destructivos en Tiempo Real. 2002. Tesis Doctoral. Departamento de Energía. Universidad de Oviedo. España.

- Antracitas

Es el carbón de más elevado grado metamórfico y en el que el contenido de carbono fijo oscila entre el 92% y el 98%. Es duro, es negro y con un lustre semimetálico y de fractura semiconcoidea. La antracita se inflama con dificultad y arde con llama azul corta y sin humo.

2.4 CEMENTO

Neville (1999), define al cemento como “un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto”. Esta definición aplica para varios materiales cementantes.⁵

Los cementos que se utilizan en la fabricación del concreto se denominan cementos hidráulicos. El cemento hidráulico es un material inorgánico finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, conservara su resistencia y estabilidad.

Los cementos hidráulicos están compuestos principalmente por silicatos y aluminatos de calcio y pueden clasificarse, en general, como cementos naturales, cementos tipo Portland y cementos de alta alúmina (Neville, 1999).

2.4.1 Producción del cemento tipo Portland.

El cemento tipo Portland está definido por la norma ASTM C 150 como un conglomerante hidráulico producido al pulverizar el clinker que consiste esencialmente de silicatos de calcio, conjuntamente con una o más formas de sulfato de calcio. El clinker también contiene algunos

⁵MENDEZ, Roberto. 2008. Determinación de la Reactividad Puzolánica de Adiciones Minerales de Origen Natural con el Cemento Portland. 2008. Tesis maestra. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.

aluminatos de calcio y ferroaluminatos de calcio, es producido por una mezcla de materiales sintetizados a aproximadamente 1450 °C. Los principales óxidos presentes en la materia prima son CaO, SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ (Mehta, 1998). Los materiales usados para la producción del cemento Portland deben contener cantidades apropiadas de los compuestos de calcio, sílice, alúmina y hierro. Durante la fabricación se hace análisis químico frecuente de todos los materiales para garantizar una calidad alta y uniforme del cemento (Kosmatka, 2004)⁶.

En la Figura 1, se muestran las etapas de fabricación del cemento en forma general, tanto en el proceso en seco como en el proceso por vía húmeda.

Las materias primas seleccionadas se transportan desde la cantera, se trituran, se muelen y se dosifican de tal manera que el material resultante tenga la composición deseada. El material crudo es generalmente una mezcla de material calcáreo (carbonato de calcio), tal como la caliza; y material arcilloso (sílice y alúmina), tal como arcillas, pizarras, esquistos, o escoria de alto horno. Es posible fabricar cemento tanto por vía seca como por vía húmeda. En el proceso de vía seca, las operaciones de molienda y mezcla se efectúan con los materiales secos, ya en el proceso por vía húmeda los materiales se mezclan con agua en la forma de pasta.

Después del mezclado, se alimenta la materia prima molida en la parte superior del horno. El material crudo pasa a lo largo del horno rotatorio en forma controlada por la inclinación y la velocidad de rotación del horno. El combustible (carbón, aceite, fuel-oil, gas natural, llantas de goma y subproductos) calienta la parte inferior del horno hasta alcanzar una temperatura aproximada de 1450°C, lo que cambia el material crudo en clinker, el cual son pequeñas esferas grises con tamaño predominante de canicas de 1" aproximadamente.

⁶ MENDEZ, Roberto. 2008. Determinación de la Reactividad Puzolánica de Adiciones Minerales de Origen Natural con el Cemento Portland. 2008. Tesis maestra. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.

Después de esto, el clinker se enfría y pulveriza. Durante esta operación se adiciona una pequeña cantidad de yeso para controlar el tiempo de fraguado del clinker. En el molino, el clinker se muele tan fino que puede pasar, casi completamente, a través de la malla 325 de 45 micrómetros, este polvo gris resultante, extremadamente fino, es el cemento tipo Portland (Kosmatka, 2004).

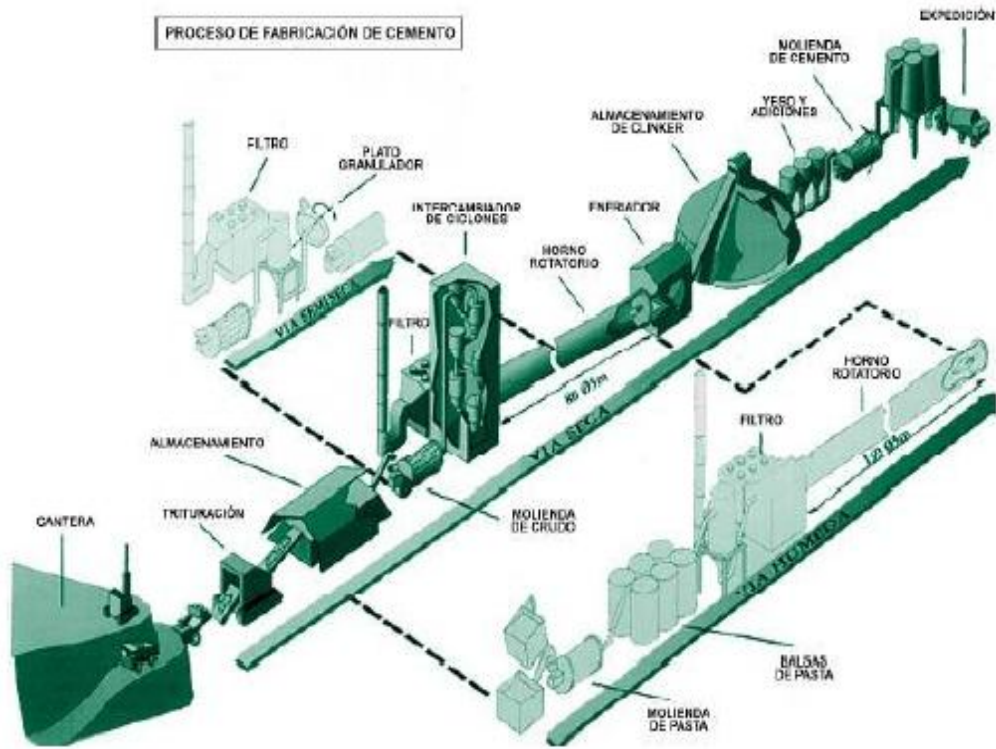


Figura 1. Producción tradicional de cemento Portland. Tomado de MENDEZ, Roberto. 2008. Determinación de la Reactividad Pozolánica de Adiciones Minerales de Origen Natural con el Cemento Portland. 2008. Tesis maestra. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.

3 LOCALIZACIÓN



Figura 2. Localización geográfica de la República Dominicana. Modificado de www.reddominicana.com/mapas/caribe

El estudio se llevó a cabo en la República Dominicana (ver Figura 2), país que se encuentra ubicado en la isla Hispaniola, segunda isla en extensión de las Antillas mayores, está limitada al norte y al este con el océano atlántico, al sur con el mar Caribe y al oeste con Haití país con quien comparte el territorio de la isla Hispaniola, sus coordenadas geográficas son 17° 36' - 19° 58' latitud Norte y 68° 19' - 72° 01' longitud Oeste.

La República Dominicana tiene una superficie de 48.670.82Km², las cifras del último censo indican una población de 8.562.541 millones de personas a octubre de 2002, con una densidad de 176 p/Km².

Específicamente el estudio se concentró sobre la jurisdicción de 6 provincias de la República Dominicana (ver Figura 3), que comprenden

16 planchas topográficas a escala 1:50000, editadas por la Dirección General de Minería y el Servicio Geológico Nacional.

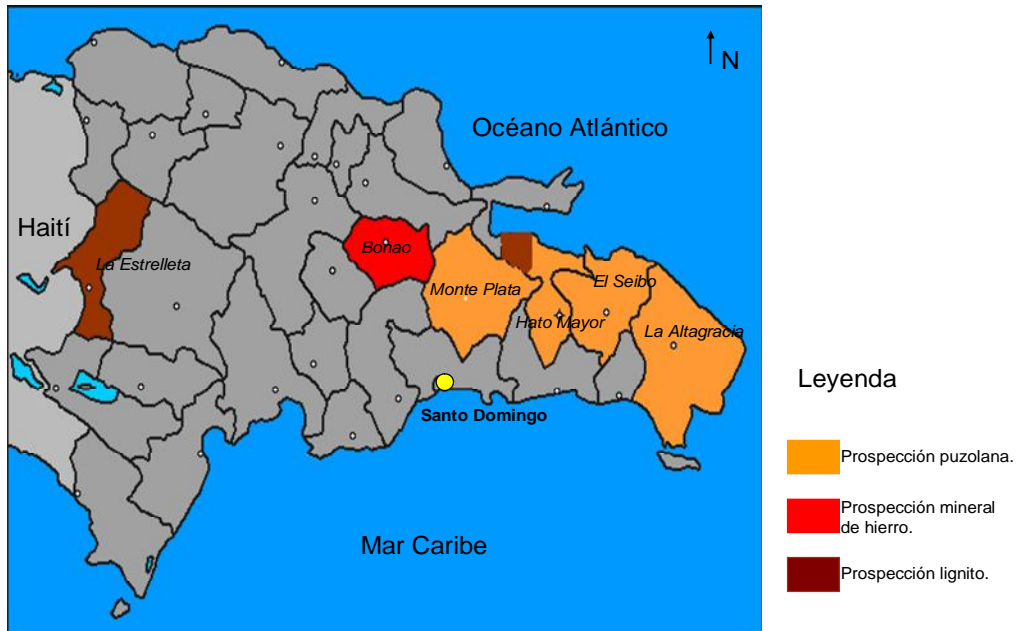


Figura 3. Provincias de la República Dominicana, los colores resaltan las zonas que fueron prospectadas en 6 de las 32 provincias Dominicanas. Modificado de www.luventicus.org

4 MARCO GEOLÓGICO

4.1 GEOLOGÍA GENERAL.

Las principales características geológicas del país tienen una íntima relación con la morfología de las sierras, formando una serie de cadenas montañosas con rasgos paralelos, alargados y con un rumbo dominante N 60° W.



Figura 4. Mapa de Cordilleras y Cuencas Sedimentarias de la República Dominicana, modificado de www.visitinlatimamerica.com.

Las cadenas montañosas: Cordillera Central, Cordillera Septentrional, Cordillera Oriental, Sierra de Neyba y Sierra de Bahuco; forman un sistema de fosas intercaladas formando las cuencas sedimentarias de: San Juan, Azua, San Pedro, Cibao, Bani-San Cristóbal y Enriquillo (ver Figura 4).

En República Dominicana afloran rocas de edades muy diversas y de diferentes tipos; desde rocas metamórficas de Cretácico Inferior, rocas intrusivas del Cretácico y del Terciario, y rocas sedimentarias

Cretácicas y del Terciario; estas rocas se encuentran falladas y fracturadas en dirección paralela y oblicua al rumbo general de las cordilleras. Las rocas sedimentarias han sido sometidas a una extensa deformación que ha dado origen al desarrollo de un intenso plegamiento en los sistemas montañosos donde afloran.

Las rocas más antiguas que afloran en el país son rocas metamórficas foliadas que están expuestas en la Cordillera Central, donde existen dos cinturones de rocas metamórficas separadas por una zona de fallas donde se emplazaron cuerpos de Peridotitas. Los afloramientos de la Cordillera Septentrional están asociados a abundantes estratos de conglomerados sometidos a presión tectónica.

El país se encuentra en una faja sismogénica dominada por movimientos transcurrentes de tipo sinistral, localizada cerca del margen entre las placas de Norteamérica y la del Caribe (ver Figura 5).

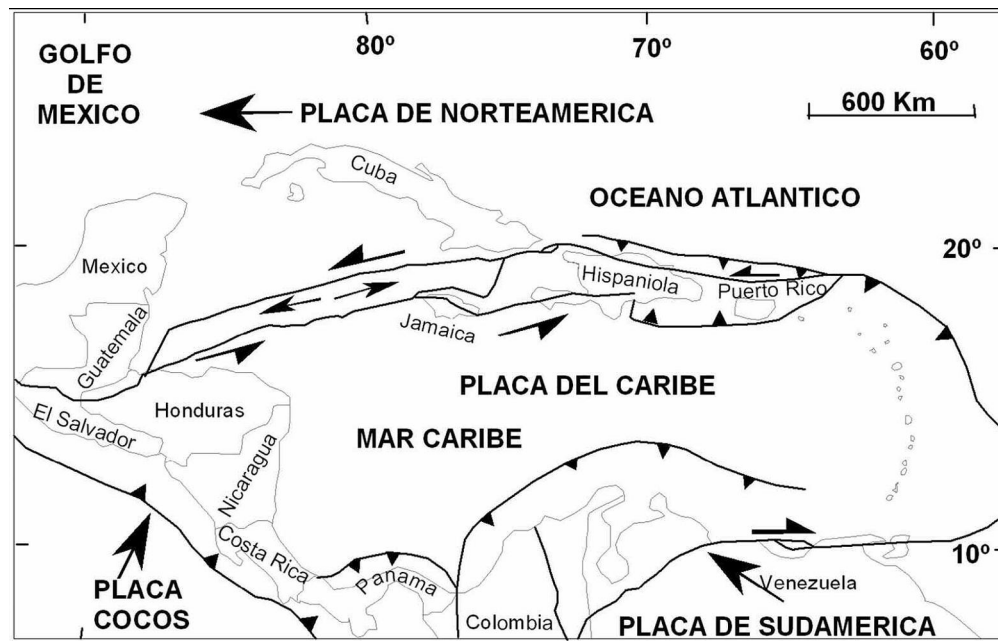


Figura 5. Situación geotectónica de la placa del Caribe, tomado de Minelli 2004

En la isla de la Hispaniola (ver Figura 6) afloran, de norte a sur, tres de los cuatro componentes tectónicos del arco Cretáceo-Terciario, es decir:

- El arco volcánico Cretáceo-Eocénico.
- La cuenca de tras arco Cretáceo Superior-Eocénico.
- El prisma levantado perteneciente al “Plateau” oceánico del Cretáceo Superior.

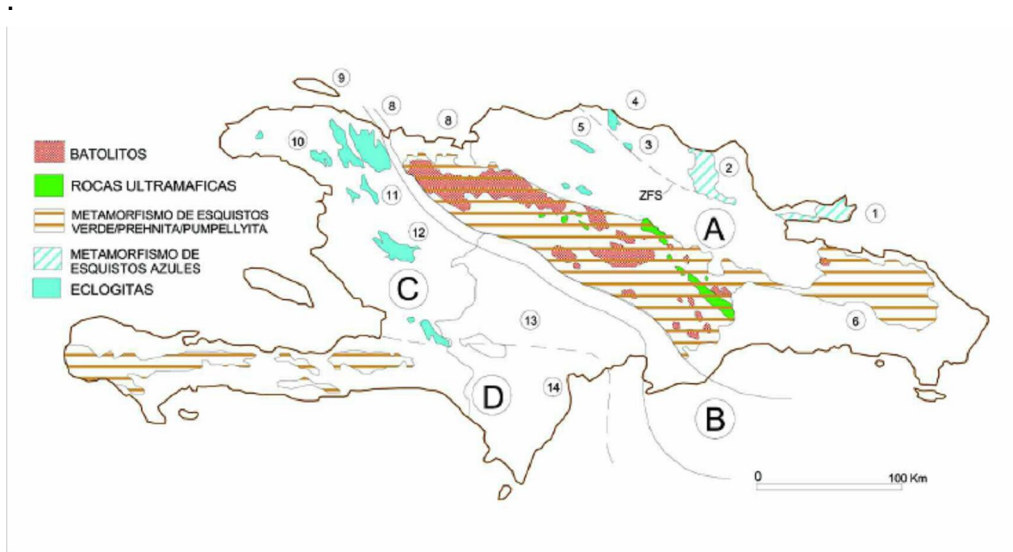


Figura 6. Rocas del Basamento Cretácico-Eocénico en la Hispaniola. Los números indican afloramientos de rocas Cretácico-Eoceno; 1, Península de Samaná; 2, Área de Río San Juan; 3, Área de Pedro García; 4, Área de Puerto Plata; 5, Área El Mamey; 6, Cordillera Oriental; 7, Cordillera Central; 8, Massif du Nord; 9, Isla Tortuga; 10, Massif du Nord-Ouest; 11, Chaîne de Marmelade; 12, Montañas Negras; 13, Sierra de Neiba; 14, Sierra de Bahoruco; 15, Massif de la Selle; 16, Massif de la Hotte. Los afloramientos Cretácicos-Eocenos. Tomado de Mineli 2004

El único componente tectónico que no aflora en la isla, es la plataforma carbonática de Bahamas, presente en la isla de Cuba.

La Hispaniola ha sido dividida en 9 provincias geológicas, 10 zonas morfotectónicas que corresponden con las mayores cadenas montañosas y valles de la isla (ver Figura 7), y más recientemente en 12 provincias geológicas o terrenos tectónicos teniendo en cuenta criterios geológicos, asociaciones litológicas, fisiográficas y estructurales,

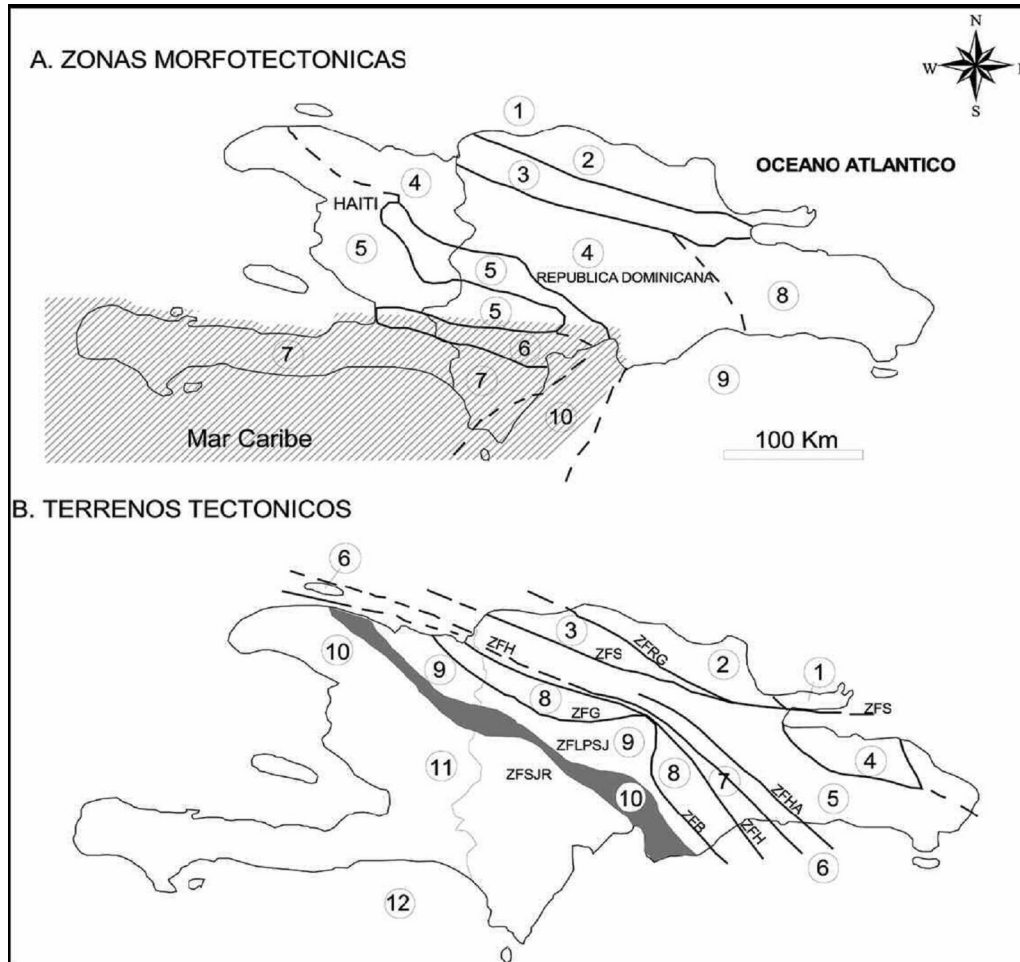


Figura 7. A. Zonas Morfotectónicas de la Hispaniola Zonas numeradas: Zona 1, Trinchera Antigua Bahamas; Zona 2, Cordillera Septentrional-Península de Samaná; Zona 3, Valle del Cibao; Zona 4, Massif du Nord-Cordillera Central; Zona 5, Zona Noroeste-Surcentral, que incluye las siguientes: Plateau Central-Valle de San Juan-Planicie de Azua; Sierra del Número; Península del Noroeste; Montañas Negras; Chaines de Matheux-Sierra de Neyba; y Sierra de Martín García; Zona 6, Isla de Gonave-Planicie de Cul-de-Sac-Valle de Enriquillo; Zona 7, Península del Sur, que incluye Massif de la Selle- Massif de la Hotte-Sierra de Bahoruco; Zona 8, Península Oriental, que incluye Cordillera Oriental y Planicie Costera del Seibo; Zona 9, Cuenca de San Pedro y Talud Norte de la Trinchera de los Muertos; Zona 10, Cordillera de Beata y Península del Sur. B, Terrenos Tectónicos de Hispaniola. Terrenos numerados: 1, Samaná; 2 Puerto Plata-Pedro García-Río San Juan; 3, Altamira; 4, Oro; 5, Seibo; 6, Tortue-Maimón-Amina; 7, Loma Caribe-Tavera; 8, Duarte; 9, Tireo; 10, Trois-Rivières-Peralta (área gris); 11, Península del Noroeste-Neiba; 12, Hotte-Selle-Bahoruco (área rayada). Abreviaciones de Fallas: ZFRG, Zona Falla Río Grande; ZFS, Zona Falla Septentrional; ZFG, Zona Falla La Guacara; ZFHA, Zona Falla Hatillo; HFZ, Zona Falla Hispaniola; ZFB, Zona Falla Bonao; ZFSJR, Zona Falla San José- Restauración; ZFLPSJ, Zona Falla Los Pozos-San Juan; ZEPG, Zona de Falla Enriquillo-Plantain Garden. Tomado de Minelli 2004.

4.2 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA HISPANIOLA.

La república dominicana está ubicada sobre el borde septentrional de la placa Caribe y está separada de la placa norteamericana por una falla transformante sinistral. El modelo más aceptado (Pindell 1994)⁷, indica que la formación de las rocas arco-insulares de la Hispaniola tuvo lugar en lo que actualmente se conoce como el puente terrestre centroamericano y que posteriormente migraron a su posición actual durante el trascurso del Cretácico y Terciario.

La subestructura de la isla Hispaniola está constituida por estas rocas arco-insulares que se encuentran superpuestas por rocas de recubrimiento que están compuestas principalmente por material producto de la meteorización de rocas magmáticas subyacentes durante el terciario y cuaternario.

Estas rocas arco-insulares también forman las Cordilleras Central y Oriental, encontrándose el complejo conocido como San Juan y en algunas ventanas erosivas de la Cordillera Septentrional. Las rocas que caracterizan esta unidad son lavas de composición andesítica y basálticas, tobas y aglomerados muy potentes. Hacia su parte superior se observa un aumento en la proporción de los sedimentos, también se observan intercalaciones tectónicas de gabros, piroxenitas y rocas ultra máficas. A finales del Cretácico Superior se producen magmas con una composición predominante tonalítica que subyacen extensas áreas del arco insular.

Posteriormente se presenta una fase de levantamiento del complejo magmático, y con ello la consecuente sedimentación de los productos de su erosión; este material se caracteriza por calizas arrecifales y sedimentos clásticos en la zona de litoral; en el talud continental por sedimentos tipo flysch, y en la plataforma suroccidental se formaron secuencias carbonáticas de gran espesor en condiciones estables a diferencia de las demás áreas, donde la sedimentación se presentó

⁷ Pindell J., Draper G. (1991): Stratigraphy and geological history of the Puerto Plata area, northern Dominican Republic. Geological Society of America Special Paper, 262.

bajo condiciones tectónicamente inestables, evidenciado en rápidos cambios laterales y verticales de facies; esta sedimentación de calizas litorales se mantuvo hasta el Cuaternario y formó las plataformas carbonatadas que se encuentran en el Parque Natural de los Haitises, las costas y la parte oriental de la República Dominicana.

Durante el Eoceno se produjo la colisión entre la Hispaniola y la plataforma de Bahamas, acompañada de una fase compresiva. A partir del terciario la actividad magmática en la Cordillera Septentrional se vió disminuida.

4.3 ESTRATIGRAFÍA

Cabe destacar que la República Dominicana no dispone de Cartografía Geológica a escala 1:50000 de todo su territorio; hasta el momento, aproximadamente la mitad del país cuenta con cartografía geológica a esta escala. En este contexto solo se abarca la estratigrafía correspondiente al área de estudio ubicada en la zona este de la Isla, que si cuenta con cartografía geológica a escala 1:50000.

En el área de estudio, correspondiente a la región centro oriental de La Hispaniola (este de la Cordillera Central y Cordillera Oriental), afloran rocas de diferentes tipos: rocas magmáticas y vulcano-sedimentarias, predominantemente originadas en arco de islas. Las calizas cretácicas, conjuntamente con las rocas vulcano-sedimentarias, son las más antiguas; existen también rocas intrusivas como Tonalitas y Riódacitas del Cretácico Superior. Del Terciario se localizan rocas vulcano-sedimentarias y sedimentarias como calizas, limos, areniscas y conglomerados.

La Cordillera Central (ver Figura 8) contiene la mayor cantidad de rocas volcánicas y metamórficas. La Formación Duarte o Complejo Duarte es un conjunto de unidades metamórficas que configuran el flanco septentrional de la cordillera. La presencia de este conjunto de unidades metamórficas en el centro de la isla se ha relacionado con la génesis primitiva (Pre-Cretácico superior) de su evolución. Dentro de la

isla se destaca, a modo de eje central, las rocas ultramáficas o cinturón peridotítico (Peridotita Serpentinizada), que tradicionalmente se ha identificado con una paleosutura.

Al NE del Complejo Duarte, y en prolongación del mismo afloran respectivamente los esquistos de Maimón y el Complejo Río Verde. Estas unidades, y más específicamente la primera, se atribuyen al Cretácico inferior por correlación con la bien datada Formación Los Ranchos en la zona del depósito de oro de Pueblo Viejo, la cual está formada por sedimentos volcanoclásticos, con cuerpos de queratófidos de cuarzo, dacita, tobas y andesitas. Sobre ella descansan la Caliza Hatillo y la Formación Las Lagunas.

La Cordillera Oriental es el bloque más extenso de rocas cretácicas (875 km² según Lebrón M.C. y Perfit M.R., 1994) de la aglomeración de terrenos que componen La Hispaniola (Mann P. et al., 1991). El límite occidental es el cabalgamiento NW-SE de Hatillo que separa las rocas poco deformadas de la Cordillera Oriental de la banda de rocas de edad equivalente, pero fuertemente deformadas y con peridotita serpentinizada (Peridotita de Loma Caribe), del Cinturón Intermedio (Bowin C., 1966). El límite norte rectilíneo son las fallas E-W de la Bahía de Samaná, que prolongan la cuenca del Cibao de La Hispaniola Central, donde se han acumulado un espesor considerable de sedimentos neógenos. Hacia el sur y hacia el este, la Cordillera Oriental termina enterrada bajo la plataforma de carbonatos plio-cuaternarios de la Llanura Costera del Caribe.

La mayor parte del espesor de la corteza de la Cordillera Oriental la forman varios kilómetros de rocas generadas en el Cretácico por acumulación de magma y sedimentos sobre la zona de subducción, en un arco de islas volcánico (Bowin C., 1975). Estas rocas incluyen lavas y rocas volcanoclásticas, cubiertas por calizas de edad cretácico inferior, epiclastitas y otras rocas sedimentarias de edad cretácica superior y granitoides intrusivos (plutones de El Valle y de Sabana Grande de Boyá).

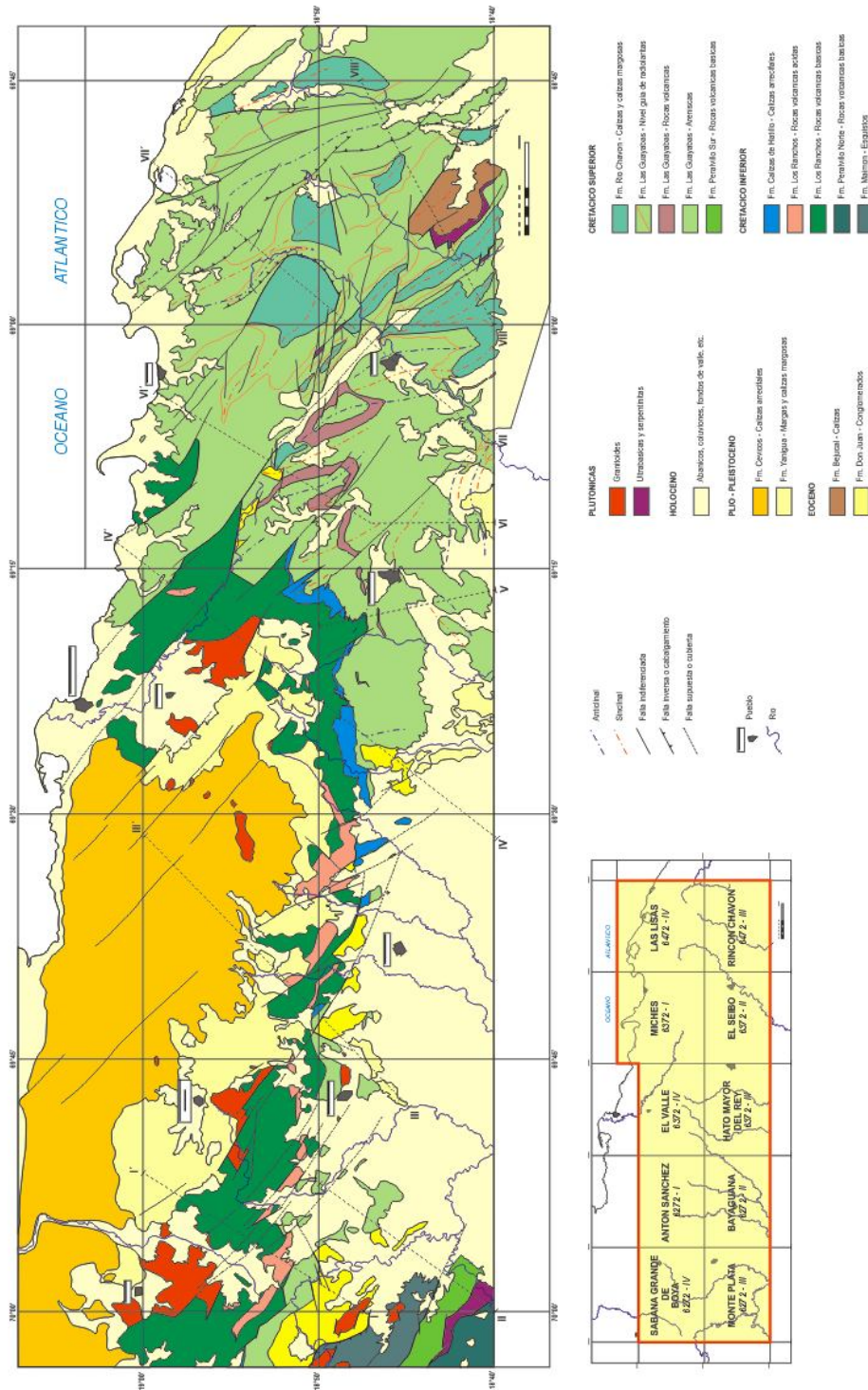


Figura 8. Mapa Geológico de la Cordillera Oriental dominicana. Tomado de la memoria explicativa de la hoja geológica de El Valle, 6372-IV.

Las series terciarias discordantes están dominadas por sedimentos detríticos y carbonáticos con una proporción de componentes de origen volcánico menor que las series cretácicas. El Paleógeno forma afloramientos discontinuos, mientras que el Neógeno, está representado por una plataforma de carbonatos que se extiende desde la bahía de Samaná hasta la costa del Caribe, y que desde su depósito, ha sido arqueada como un anticlinorio.

4.3.1 Formación Los Ranchos, Cretácico Inferior.

La Formación Los Ranchos comprende una potente secuencia de rocas volcánicas y volcanoclásticas de características geoquímicas variadas, intruida por batolitos tonalíticos, plutones gabro-dioríticos y diques máficos. De forma general, se pueden diferenciar tres sub-conjuntos principales en la formación:

4.3.1.1 *Miembro Inferior*

Reconocido principalmente en las Hojas de Sabana Grande de Boyá y de El Valle, compuesto principalmente de brechas piroclásticas poligénicas, en las cuales se intercalan frecuentes niveles de lavas básicas (basaltos, menos frecuentemente andesitas), así como horizontes volcanoclásticos finos, bien estratificados. Las brechas que afloran, generalmente, son de muy variada granulometría, textura y composición. La potencia de este conjunto es superior a 1500 m., las zonas más profundas están en contacto con las intrusiones tonalíticas.

4.3.1.2 *Miembro Intermedio*

Bien individualizado en las Hojas de Sabana Grande de Boyá, Bayaguana, Antón Sánchez, y en menor medida en las de Hato Mayor y El Valle. Está compuesto por lavas ácidas, dacíticas y riodacíticas, a las que se asocian productos piroclásticos tobáceos y epiclastitas, predominantemente ácidos. Esta unidad, es de espesor variable según los sectores; lenticular en la Hoja de El Valle, puede alcanzar más de 1000 m en ciertas zonas de las Hojas de Sabana Grande de Boyá y

Bayaguana. Presenta una cobertura vegetal muy particular que es muy característica dada la naturaleza y el color (generalmente de tonos beige-amarillentos a rosáceos) de las rocas que la componen, producto de su riqueza silíceas.

4.3.1.3 Miembro Superior:

Compuesto por productos piroclásticos andesíticos, principalmente brechas y aglomerados monogénicos, pero también con intervalos masivos más o menos importantes de andesitas y de basaltos porfídicos. Estos últimos, están bien definidos en la Hoja de Bayaguana (El Pan de Azúcar), así como en la Hoja de Hato Mayor y en el ángulo SE de la Hoja de El Valle, justo bajo la cobertura discordante de la Formación Caliza de Hatillo.

4.3.2 Formación Las Guayabas y Miembros Relacionados, Cretácico Superior

La Formación Las Guayabas se compone de una sucesión monótona de areniscas y areniscas feldespáticas, de color oscuro, y pelitas dispuestas en capas plano paralelas, centimétricas a métricas, limitadas por superficies bien marcadas. Es frecuente la laminación paralela de decantación, menos frecuente la secuencia de Bouma incompleta, con granoclasificación y laminación ripple, y relativamente raras las barras, flutes, las estructuras de carga y la bioturbación. La parte inferior de la formación presenta pliegues de slump, fallas extensivas sinsedimentarias, y un oliston métrico de calizas albienses de la Formación Hatillo, y coladas de cantos y bloques entre 10-30 cm de diámetro, máximo 100 cm de rocas volcánicas porfídicas, adicionalmente intercaladas con lutitas silíceas, tobas y calizas pelágicas.

La parte media alta se caracteriza por un incremento del espesor de los cuerpos arenosos intercalados entre facies finas y por la presencia de conglomerados y brechas, en cuerpos laxos de gran continuidad lateral.

4.3.2.1 *Miembro de Conglomerados de El Cujano (Formación Las Guayabas, Coniaciense)*

El Miembro Cujano consiste en más de 200 metros de conglomerados, con estratificación masiva y poca continuidad lateral. Los cantos flotan desorganizados en una matriz con alteración sericítica y serpentinitica, con un clivaje penetrativo de superficie axial, intruidos por diques de gabro fino (Monthel, 2004b). Bourdon (1985), describe cantos de lavas básicas, gabros, piroxenitas y rocas ultrabásicas con anfíboles metamórficos. La poca continuidad lateral y el gran espesor de estos cuerpos sugieren el relleno de incisiones en el talud submarino.

Los conglomerados del Miembro El Cujano se interpretan como turbiditas densas que provienen de un área fuente rica en arena y cantos. Posiblemente derivan de un abanico deltaico colgado sobre el talud.

El Miembro El Cujano se atribuye al Coniaciense por su relación lateral con niveles de calizas detríticas, situadas por debajo del cuerpo principal del conglomerado y que contienen las especies de ammonites *Peroniceras moureti* de Grossouvre y *Peroniceras* sp. cf. *Tridorsatum* (Bourdon et al. 1983, 1984; Bourdon, 1985) características de la parte inferior del Coniaciense en el Caribe y el Golfo de México.

4.3.2.2 *Miembro de Areniscas de Hato Mayor (Formación las Guayabas, Santoniense)*

Su definición formal es propuesta por García-Senz, J. et al., 2007. La Localidad tipo es una cantera de áridos, próxima al pueblo de Hato Mayor del Rey. Las áreas de mayor espesor se localizan al sureste de Hato Mayor (1400 m), y en la línea de lomas elevadas que se extiende desde el pueblo de Las Lisas hacia el sur (1450 m).

Bourdon (1985)		Mann y Lebrón (1991)		García-Senz et al. (2007)	
Flysch calcáreo de La Mina	Areniscas calcáreas maastrichtianas	Fm Río Mana	Fm La Mina	Fm de Calizas de Loma de Anglada	Maastrichtiense
	Calizas maastrichtianas	Fm Loma de Anglada			
Serie detrítica del Coniaciense inferior	Serie calcárea y volcanodetrítica	Fm Bejucalito	Fm Las Guayabas	Fm de Calizas de Río Chavón	Campaniense
	Calizas	Fm Río Chavón			
	Intercalación silícea	Mb Arroyo La Yabana		Mb de lutitas de Las Auyamas	Santoniense
	Serie volcano-detrítica y volcánica	Fm Río Cuarón		Fm de Silexitas de Arroyo La Yabana	
Conglomerado de rocas ultrabásicas		Fm El Cujano	Mb de Areniscas de Hato Mayor	Coniaciense	
(Unidad del Oro)	(Unidad del Seibo)	Mb Loma La Vega	Mb de Volcánicos de Loma La Vega		
			Mb de Conglom. de El Cujano	Cenomaniense - Turoniense	
				Albiense	
Fm de Calizas de Hatillo					

Figura 9. Nomenclatura estratigráfica usada por distintos autores para describir la sucesión del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental. Modificado de García-Senz, J. et al., 2007. Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, 118 (2): 269-292, ISSN: 0366-0176

Típicamente consiste en una mezcla mal clasificada (raramente con granoclasificación o estratificación cruzada) de arenisca gruesa, grava angulosa y brechas centimétricas, que pueden incluir cantos blandos de lutitas deformadas dispuestas en capas gruesas amalgamadas separadas por bases suaves incluidas. Los clastos son de rocas efusivas: basalto y lavas con textura microlítica o porfídica; de rocas intrusivas: dolerita, gabro con olivino, granodiorita, y de rocas sedimentarias: silexita de radiolarios, micrita silicificada con foraminíferos planctónicos, calizas micríticas oscuras. La matriz está constituida por granos angulosos y fragmentos monocristalinos de feldespatos, cristales de piroxeno, olivino y clorita, siendo el cuarzo poco frecuente y la magnetita rara. El cemento es microcristalino, silicificado o filosilicificado. Se interpretan como depósitos de corriente de turbidez, de alta densidad en las partes proximales de los lóbulos de abanicos submarinos, provenientes de un sustrato volcánico e intrusivo, y en menor medida de una plataforma de carbonatos⁸.

⁸ García-Senz, J. et al., 2007. Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, 118 (2): 269-292, ISSN: 0366-0176

4.3.2.3 *Miembro de Vulcanitas de Loma La Vega (Formación Las Guayabas, Coniaciense)*

Corresponde a un episodio volcánico de composición traquítica, paraconcordante con las turbiditas de la Formación Las Guayabas. La localidad tipo propuesta por Lebron y Mann (1991) es la Loma La Vega (Hoja de El Seibo) modelada en un nivel resistente de lavas de 625 metros de espesor.

El Miembro Loma La Vega se compone en su localidad tipo de flujos de lavas traquíticas, brechas volcánicas, y tobas vitroclásticas (Bourdon, 1985; Lebrón, 1989; Lebrón y Perfit, 1993). Un muestreo más extenso (Monthel, 2004^a, García-Senz, 2004^a, Díaz de Neira, 2004) indica una composición variable entre basaltos plagioclásicos traquíticos de grano muy fino, basaltos con olivino, orto y clinopiroxeno y flujos basalto-andesíticos con plagioclasa porfídicos. Las lavas son generalmente masivas, en ocasiones con disyunción columnar y porfídicas con cristales de feldespato potásico rosa-anaranjado en láminas de tamaño milimétrico a centimétrico. Se han reconocido también facies autoclásticas y otras masivas subvolcánicas del tipo diques de alimentación y sills.

Las tobas forman afloramientos masivos de color beige rosáceo, en una matriz poco coherente, sensible a la alteración supergénica. Varían desde muy finas a finas, sin estructura visible, formadas por feldespatos, sericita y microfisuras tardías con óxidos de Manganeso. Las brechas son poligénicas, con elementos angulosos, no soldados, de andesita porfídica con fenocristales de feldespato rosa o gris blanco. Los sedimentos con fauna de mar abierto que rodean las tobas y la existencia de estructuras en almohadilla en lavas sugieren un vulcanismo submarino (Monthel, 2004).

La edad radiométrica de 84.3_ 17.9 Ma. (Lebron y Perfit, 1994), calculada por las proporciones de $^{86}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ está centrada en el Santoniense, aunque el rango de error se extiende entre el Albiense Superior y el Maastrichtiense. En un trabajo más reciente, Garcia-Senz, J. et al., 2007, le atribuye una edad Coniaciense por que

subyace areniscas de la Formación Las Guayabas datadas como Santoniense.⁹

4.3.3 Formación Yanigua, Plioceno-Pleistoceno

Varios autores han realizado trabajos que describen la estratigrafía de la región de los Haitises, reconociendo a la Formación Yanigua. Brouwer S.B. y Brouwer P.A. (1980), describen cuatro unidades superpuestas, de base a techo: conglomerado basal, Formación Yanigua (que alberga el ámbar y el lignito), caliza de Cevicos y caliza de Los Haitises. Iturralde Vinent M.A. (2001), en un nuevo estudio sobre la geología del ámbar en el ámbito caribeño, considera que el conglomerado basal constituye en realidad intercalaciones dentro de la Formación Yanigua, sugiriendo otro tanto para las calizas de la Formación Cevicos, por lo que simplifica el esquema estratigráfico que queda reducido a dos unidades: la Formación Yanigua y la Formación Los Haitises, dispuesta sobre la anterior.

La Formación Yanigua es propuesta como un conjunto margoso que alberga pequeñas masas de lignito y ámbar, en el que se intercalan niveles carbonatados de orden métrico, así como conglomerados, más frecuentes hacia la base (Iturralde Vinent M.A., 2001). No existe unanimidad en cuanto a su edad: Brouwer S.B. y Brouwer P.A. (1980) enmarcan la Formación Yanigua en el Mioceno; Toloczyki M. y Ramírez I. (1991) la atribuyen al Mioceno Superior-Plioceno; por último, Iturralde Vinent M.A. (2001), propone el Mioceno Inferior-Medio. Más recientemente, durante la realización del Proyecto de cartografía geotemática de la República Dominicana (2004), se asigna la Formación Yanigua al Plioceno-Pleistoceno siguiendo como criterio el hallazgo de asociaciones faunísticas características del Plioceno dentro de la Formación. La Formación Yanigua se interpreta en un contexto marino-lagunar de baja energía.

⁹ García-Senz, J. et al., 2007. Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, 118 (2): 269-292, ISSN: 0366-0176

4.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Los bordes de las placas Norteamericana y del Caribe, así como los paleo-bordes (rama norte del orógeno caribeño) se intersectan en la Isla de La Hispaniola. Por lo tanto este es un sitio privilegiado para las evidencias de deformaciones tectónicas resultantes de los movimientos relativos a estas placas (Bourgeois et. Al 1980).

La geología de las superficies, las interpretaciones de fotografías aéreas y las investigaciones sísmicas indican que nos encontramos ante un rico inventario estructural, representando la tectónica de estrechamiento, así como los “strike slip movements” elementos importantes en la conformación de las estructuras. Los movimientos tectónicos son en gran parte muy recientes e incluso en muchas zonas de las cuencas no han finalizado. De acuerdo con ello han de clasificarse las capas estructurales elevadas reconocidas o las posiciones de captación en anticlinales, estratos elevados monoclinales, etc. ligados a desplazamientos normales o fallas oblicuas inversas como configuraciones geológicas estructurales recientes (mioceno-plioceno reciente).

4.4.1 Recuento de Fallas Geológicas.

Este es un recuento de las fallas geológicas más importantes de la República Dominicana (ver Figura 10), teniendo en cuenta que predomina el estilo tectónico compresivo; son las fallas de Rumbo y las de tipo Inverso las que predominan en Dominicana, siendo las fallas normales poco comunes en este territorio, aunque si aparecen algunas.

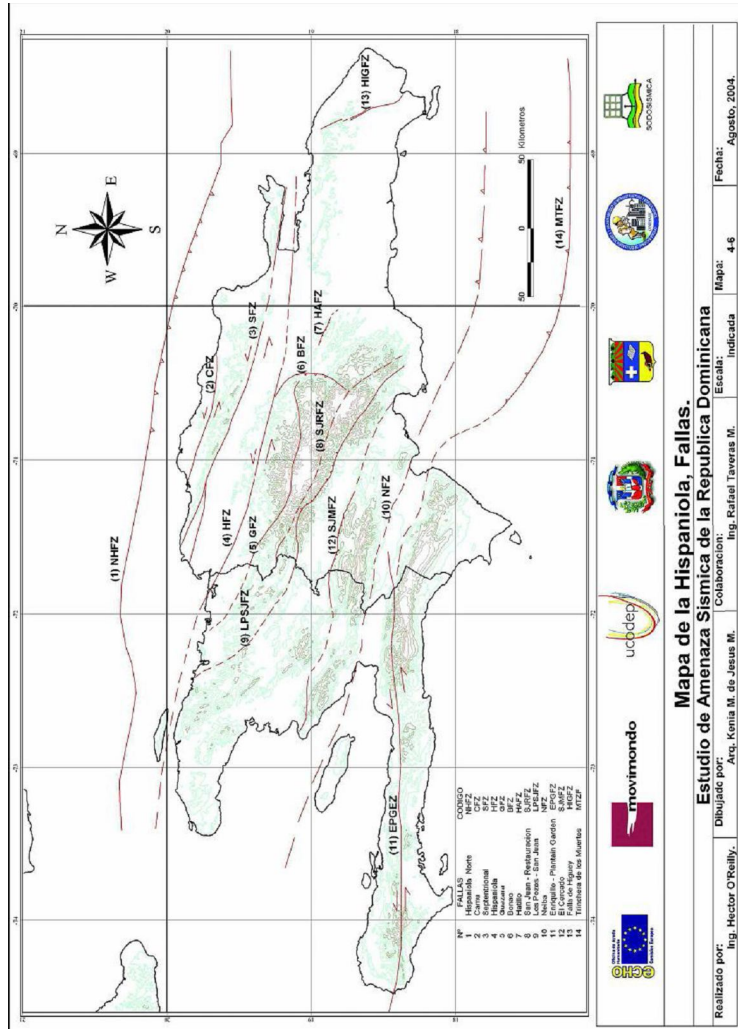


Figura 10. Mapa de las principales fallas de la Hispaniola. Tomado de Héctor O'Reilly et al. Estudio de Amenaza Sísmica de la República Dominicana (2004)

No	Falla	Código	Tipo	Buzamiento	Observaciones	Sismos máximos posibles	
						Ms	Mw
1	Norte de la Hispaniola	NHFZ	Inversa, subducción	10 S	Límite de placas, subducción	8	6.5
2	Camú	CFZ	Transcurrente Sinistral	90 (N?)	Norte de cordillera Septentrional	7.9	5.8
3	Septentrional	SFZ	Transcurrente Sinistral	90 (N?)	Sur de cordillera Septentrional	8.1	7.1
4	Hispaniola	HFZ	Transcurrente Sinistral	90 (N?)	Norte de cordillera Central	8	6.2
5	Guázaras	GFZ	Transcurrente Sinistral ?	S ?	Cordillera Central. Manabao-Jarabacoa. Facetas trapezoidales, roca tectonizada en márgenes	7.9/8.0	6.0/6.2
6	Bonao	BFZ	Transcurrente ? Inversa ?	W ?	Cordillera Central.	7.8	5.4
7	Hatillo	HAFZ	Inversa, cabalgamiento	15? S		7.7	4.9
8	San José Ocoa – Restauración	SJRFZ	Transcurrente ? Inversa ?	N ?		8.0/7.9/6.9	6.2/6.0/5.3
9	Los Pozos - San Juan	LPSJFZ	Inversa	N		7.9/8.0	6.0/6.2
10	Neiba	NFZ	Inversa ?	S		7.9	6.1
11	Enriquillo – Plantain Garden	EPGFZ	Transcurrente / Inversa ?	N ?		8	6.5
12	El Cercado – San Juan	SJMFZ	Transcurrente			7.9/7.9/8.1	5.9/5.5/5.3
13	Higley – Yabón	HIFZ	Inversa ?	N		7.9	5.5
14	Muertos	MTFZ	inversa	N		8	6.3
15	Bahoruco	BNFZ	Transcurrente / Inversa	S ¿	Evidencia local de cabalgamiento R.LI	7.9	5.7

Tabla 1. Nombre y nomenclatura de las principales fallas en la Hispaniola. Tomado de Héctor O'Reilly, et al. Estudio de Amenaza Sísmica de la República Dominicana (2004)

4.4.2 Falla del Norte de la Hispaniola (NHFZ)

Esta falla corresponde al límite de subducción de la placa de Norteamérica por debajo de la placa del Caribe y se evidencia por la fosa oceánica que corre a lo largo del norte de la isla. En la actualidad se considera que la interacción de ambas placas tiene un movimiento oblicuo que se descompone en movimiento de subducción, absorbido por esta zona de falla, y movimiento transcurrente sinistral, absorbido por los sistemas de falla semejantes a los de la Falla Septentrional y Enriquillo. La actividad de esta zona de falla está asociada a sismos de profundidad media a profunda, cuyos epicentros suelen ocurrir del lado de la Placa del Caribe. Se considera que la subducción es de ángulo bajo (aprox. 10° s).

4.4.3 Zona de Falla Camú (CFZ)

Corre en sentido WNW-ESE en las cercanías de la base de la Cordillera Septentrional, en el lado norte. Se considera una falla transcurrente sinistral con alto ángulo de buzamiento, y por tanto, capaz de absorber parte de la componente transcurrente del movimiento oblicuo entre las placas, aunque su longitud es mucho menor que la Septentrional. Está considerada como una falla potencialmente activa.

4.4.4 Zona de Falla Septentrional (SFZ)

La Zona de Falla Septentrional es la mayor estructura en tierra del contacto de las Placas Norteamérica-Caribe en la República Dominicana, y junto a la Zona de Falla de Motagua en Guatemala, constituyen las dos Zonas de exposición Sub-aéreas más grandes de los 3200 kilómetros de longitud de la Zona de Contacto. Recorre el norte de la República Dominicana desde Samaná hasta Montecristi en sentido WNW-ESE y marca el límite de la Cordillera Septentrional con el valle del Cibao, formando un prominente escarpe en los sedimentos cuaternarios superficiales que cubren el Valle; se considera una falla transcurrente sinistral con alto ángulo de buzamiento, posiblemente hacia el norte.

Es la zona de falla más estudiada de la Hispaniola, los resultados geológicos y paleosísmicos indican que su último movimiento ocurrió hace unos 800 años, pudiendo tener acumulación de deformación elástica del orden de 8 metros. Se considera una falla activa

4.4.5 Falla de la Hispaniola (HFZ)

Corre en sentido WNW-ESE por la parte baja del flanco norte de la Cordillera Central, cerca del límite con el valle del Cibao. Se considera una falla transcurrente sinistral con alto ángulo de buzamiento, pero ha sido catalogada como probablemente inactiva.

4.4.6 Falla de la Guazara (GFZ)

Corre en sentido WNW-ESE por la parte central de la Cordillera Central. Se considera una falla transcurrente sinistral con alto ángulo de buzamiento. Las evidencias de campo muestran alto tectonismo en las rocas adyacentes, así como facetas triangulares en las laderas, sugiriendo con ello que sea potencialmente activa.

4.4.7 Falla de Hatillo (HAFZ)

Es una falla de cabalgamiento con trazo ligeramente curvo cóncavo hacia el NE y buzamiento hacia el SW.

4.4.8 Falla Los Pozos – San Juan (LPSJFZ)

Corre en sentido WNW-ESE por la parte baja del flanco sur de la Cordillera Central, cerca del límite con el valle de San Juan. Se considera una falla inversa con buzamiento hacia el norte. Su trazo es discontinuo y al igual que las anteriores, más que por una sola falla, está definida por un sistema de fallas.

4.4.9 Falla de Neyba (NFZ)

Corre en sentido WNW-ESE y marca el límite sur de la sierra de Neyba y la Hoya de Enriquillo. Se considera una falla transcurrente.



4.4.10 Falla de Higüey-Yabón (HIGFZ)

La falla Higüey corre en sentido NNW-SSE en la parte este de la isla, desde la llanura costera del Caribe hasta las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental. A partir de allí puede estar asociada a la falla de Yabón, que corta sedimentos volcánicos de la Cordillera Oriental hasta cerca del límite sur de la bahía de Samaná.

5 METODOLOGÍA

La metodología que se planteó fue estratégica para el desarrollo de los objetivos generales y específicos de este proyecto, optimizando las herramientas a disposición y el tiempo pactado. Esta metodología se desarrolló en grupos de 2 personas y se divide en las siguientes etapas:

5.1 COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA.

En esta etapa se realizó un estudio de la información geológica existente; disponible en la empresa, así como en las bases geológicas del país; esto permitió generar un conocimiento preliminar de la Isla, mostrando de esta forma un panorama general de la misma, en cuanto a estudios geológicos se refiere.

Esta información se discutió, frente al conocimiento previo y las experiencias del personal de Geología y Materias Primas de Cemex República Dominicana, tomando en consideración los objetivos estratégicos de la compañía, tanto para delimitar las áreas en las que se enfocó la exploración de campo, como para priorizar los yacimientos de mayor interés.

5.2 DELIMITACIÓN DE ÁREAS A PROSPECTAR.

Esta etapa se realizó con el fin de establecer las áreas objeto de la prospección. Los criterios tenidos en cuenta para la delimitación de estas áreas fueron:

- Cercanía a la planta de procesamiento de San Pedro de Macorís.
- Formaciones geológicas y/o litologías asociadas a los recursos a prospectar.
- Áreas que no sean de reservas naturales y/o protegidas por el estado.

Conforme a las anteriores definiciones, las áreas seleccionadas están incluidas dentro de trece (13) hojas topográficas escala 1:50000, en dos zonas bien diferenciadas que comprenden el sector centro-este del país, y extremo norte-oeste en la frontera con Haití.

5.3 PROSPECCIÓN Y TOMA DE MUESTRAS.

En esta etapa se realizó un recorrido y reconocimiento de las áreas de estudio, muestreando las unidades litológicas consideradas de interés, identificadas previamente durante la etapa de “compilación y análisis de la información geológica”. Toda la información se colectó bajo los estándares establecidos en el proyecto.

5.4 IDENTIFICACIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS Y SELECCIÓN PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Esta etapa se desarrolló en forma simultánea a la etapa anterior, consistió en una descripción e identificación a nivel macroscópico de las muestras, donde se determinó su litología y se seleccionó según criterios establecidos, las muestras más atractivas para realizar los correspondientes análisis de laboratorio. Los criterios establecidos para esta selección fueron:

- Puzolanas: tamaño de grano, presencia de sílice amorfa, tipo de roca (volcanosedimentarias, dolomías).
- Mineral de hierro: alta oxidación, tipo de roca (rocas ultramáficas, arcillas rojas producto de meteorización de estas últimas).

5.5 ANÁLISIS DE LABORATORIO

En esta etapa se realizaron las pruebas de laboratorio correspondientes a las muestras seleccionadas en la etapa anterior (ver tabla 2), siendo

las muestras identificadas y seleccionadas para sus análisis, estos se desarrollaron paralelamente; conforme al avance del proyecto.

Las pruebas de laboratorio aplicadas a las muestras, según el tipo de recurso mineral a evaluar, fueron:

RECURSO A EVALUAR	TIPO DE PRUEBAS
Puzolanas	Fluorescencia y Difracción Rx.
	Índice de Puzolanidad
Mineral de Hierro	Fluorescencia Rx.
Lignito	Calorimetría

Tabla 2. Pruebas de laboratorio según el material a evaluar.

Con la Fluorescencia Rx. se determina la composición química de las muestras; en el caso del mineral de hierro se determinó el porcentaje de óxido de hierro presente en las muestras; mientras para las puzolanas, la preponderancia de sílice y alúmina; con el índice de Puzolanidad se buscó determinar las prestaciones hidráulicas de la muestra, sustituyendo una porción de cemento por el material puzolánico finamente molido para determinar resistencia a la compresión a distintas edades de fraguado (1,7,14 y 28 días) y porcentajes de sustitución (10, 20,30 y 35%), y la calorimetría se utilizó para medir el poder calorífico del lignito.

5.6 DELIMITACIÓN DE ÁREAS PARA EXPLORACIÓN

Esta etapa se desarrolló a medida que se obtenían los resultados de las pruebas de laboratorio, estos resultados se analizaron con el personal de la Gerencia de Materias Primas; seleccionando de esta forma las áreas donde se encontraron las muestras con los resultados más interesantes; para desarrollar en ellas la etapa exploratoria, con la finalidad de definir la extensión del depósito mineral y su viabilidad técnica, así como económica.



5.7 EXPLORACIÓN

Esta etapa se enfocó en un reconocimiento detallado del depósito descubierto en la fase prospectiva. En esta se delinearon las dimensiones aproximadas de este depósito. Se llevó a cabo un muestreo más detallado, para definir características litológicas, variaciones composicionales y texturales. Se cartografió el depósito, con la información obtenida durante el muestreo de superficie.

6 ANTECEDENTES

En este capítulo se presenta de una manera muy general un resumen de los principales estudios (artículos, libros, tesis y textos) realizados y encontrados durante la etapa de “Recopilación y revisión de información geológica”.

Cabe resaltar que las investigaciones sobre la existencia de puzolanas y mineral de hierro que hasta la fecha se han realizado en la República Dominicana, son escasas o de carácter confidencial, por lo que los estudios citados y que se tienen como referencia a continuación, muestran información geológica general de la isla, además de estudios cartográficos a diferentes escalas y otros realizados por CEMEX Dominicana, que guardan relación directa con el objetivo principal de este proyecto

6.1 ESTUDIOS ANTERIORES

Las primeras observaciones geológicas y trabajo sistemáticos de geología en la Isla se remontan a finales del siglo XIX y a la primera mitad del siglo XX. Así, autores como Gabb (1881), Vaughan at.alt. (1921), y Weyl (1941) realizaron a lo largo de las principales carreteras y pistas, estudios geológicos, que no son plasmados en cartografías amplias. Koschmann y Gordon (1950) presentan el primer trabajo con un mapa de la región central, que se constituye en la primera referencia de interés en esta zona. Años después, aparecen varias publicaciones sobre la geología de La Hispaniola (Douglas R.C., 1961; Blesch R.R., 1966) que culminan en la tesis doctoral de Bowin C. (1966), y su publicación posterior de 1975. Al final de esta etapa se conoce mejor el Cinturón Intermedio de la Cordillera Oriental, como muestra la cartografía de síntesis de Bowin C. (1975), donde la geología de esta zona se compone de un Cretácico indiferenciado, un Terciario reciente y afloramientos puntuales de rocas ígneas; y reduciendo la estructura medidas dispersas de orientaciones y a la traza cartográfica de dos fallas principales.

Bourdon L. (1985), añade un detalle considerable al conocimiento de la Cordillera Oriental, principalmente en los aspectos estratigráficos, paleontológicos y en la petrología de las rocas ígneas. Incluyendo en su Tesis un mapa geológico 1:100.000, en el que presenta las formaciones más significativas, que posteriormente fue reproducido con pocos cambios en nuevas cartografías publicadas (1991). La Dirección General de Minería elaboró el Léxico Estratigráfico Nacional (1985), con objeto de integrar los diferentes nombres dados a las formaciones en los distintos trabajos; en el año 1987 las tesis de Mercier de Lepinay, y sobre todo de Boisseau, significaron un nuevo avance en el conocimiento geológico de la zona centro de la isla (Cinturón Intermedio).

En lo que concierne a las cartografías geológicas de síntesis, se cita la realizada por la Organización de Estados Americanos a escala 1:250.000 (Blesch, 1966); hay que añadir la elaborada a la misma escala, pero con un detalle y calidad superiores, por la Dirección General de Minería y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (DGM-BGR 1991).

Junto con las anteriores, la cartografía de síntesis más notable de la isla, es la que acompaña a la recopilación de artículos que integran el volumen especial (262) para la Sociedad Geológica de América de Mann et al., (1991a), que supone una auténtica puesta al día de los conocimientos geológicos acerca de La Hispaniola, y por tanto, un documento básico para trabajos posteriores.

En esta última recopilación de artículos cabe destacar, entre otros, los de: Draper y Lewis (1991), Lewis y Jiménez (1991) y Kesler et al. (1991 b), sobre las unidades metamórficas de Duarte y Maimón; el de Kesler et al. (1991 c) sobre la edad y las características de las intrusiones granitoides; y los de Russell y Kesler (1991) y Kesler et al. (1991 a) sobre la Formación Los Ranchos.

Recientemente hay que destacar los trabajos de Draper et al (1995 y 1996) y Draper y Gutiérrez (1997), que con criterios estructurales modernos, definen la estructura de los esquistos de Maimón como una



zona de cizalla y proponen un nuevo modelo evolutivo para la región; o los de Lapierre et al (1997 y 1999), y Sinton et al. (1997) que aportan nuevas conclusiones, con implicaciones geodinámicas, sobre las características geoquímicas y las dataciones de las formaciones Duarte y Siete Cabezas, respectivamente.

Entre los trabajos geológicos más relevantes en el área de estudio, correspondiente a la Cordillera Oriental, se encuentran la ya mencionada síntesis de Blesch (1966), la tesis de L. Bourdon (1985), con el primer trabajo cartográfico relevante de la zona, que supuso un avance considerable en su conocimiento, y los trabajos de Lebron y Perfit (1993 y 1994) sobre aspectos estratigráficos y geoquímicos de diversas formaciones de la cordillera.

La referencia más reciente corresponde a los trabajos realizados dentro del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyectos C y L, ejecutados en los periodos 1997-2000, y 2004-2007 respectivamente, incluido en el Programa SYSMIN de desarrollo geológico minero y financiado por la Unión Europea. 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. (INYPSA), ha sido el responsable de la ejecución, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG) y la supervisión de la Dirección General de Minería (DGM).

7 COMPILACIÓN, ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA Y DELIMITACIÓN DE ÁREAS A PROSPECTAR.

Se revisaron durante esta etapa las memorias de las 16 hojas geológicas de interés, y se discutió la información sobre las posibles áreas objetivo con el personal de geología de CEMEX Dominicana, teniendo como referente la experiencia previamente adquirida por ellos en la mina de puzolana Luisa Prieta con respecto a las formaciones y las diferentes litologías que las conforman. Al final de la etapa se decidió, junto con el equipo de geólogos de CEMEX Dominicana, concentrar el trabajo de prospección en 13 planchas topográficas como se muestra en la tabla 3:

Plancha Topográfica	Minerales
Antón Sánchez	Puzolana
Bánica	Carbón
Bayaguana	Puzolana
El Seibo	Puzolana
El Valle	Puzolana y Carbón
Hatillo	Puzolana
Hato Mayor del Rey	Puzolana
Las Lisas	Puzolana
Miches	Puzolana
Rincón Chavón	Puzolana
Sabana de la Mar	Puzolana
Villa Altagracia	Mineral de Hierro
Villa Mella	Mineral de Hierro

Tabla3. Planchas topográficas etapa de prospección.

8 PROSPECCIÓN Y MUESTREO

Se realizó un primer paso que consistió en un reconocimiento de las áreas de estudio, donde se afianzó la información presente en los mapas topográficos escala 1:50000, reconociendo las diferentes vías de acceso, junto a las distintas expresiones geomorfológicas presentes en las mismas.

Posteriormente, se desarrolló una fase de campo en grupos de dos personas, en la que se realizaron jornadas de toma de datos y muestras en diferentes puntos, cubriendo las áreas de estudio limitadas a la porción de territorio ubicado dentro de trece hojas topográficas.

La toma de datos de localización geográfica en cada punto o estación, se realizó con un equipo GPS marca Garmin etrex Legend. La descripción litológica, los datos estructurales, la situación geológica regional, la situación estructural, además de la descripción geográfica, geomorfológica y del corte o afloramiento, se consignaron digitalmente de acuerdo con el formato de libreta de campo sugerido por el Geólogo PhD. Luis Carlos Mantilla (Archivo Anexo 1).

El muestreo se realizó en la mayor parte de las estaciones, consistió en tomar muestras representativas de las litologías de interés presentes en el afloramiento, así mismo se tomaron fotografías de éstos. Para la extracción de las muestras se utilizó un martillo geológico, las muestras de roca recolectadas en campo se empacaron individualmente en bolsas plásticas transparentes, debidamente rotuladas, como se explica a continuación, en la Figura 11:

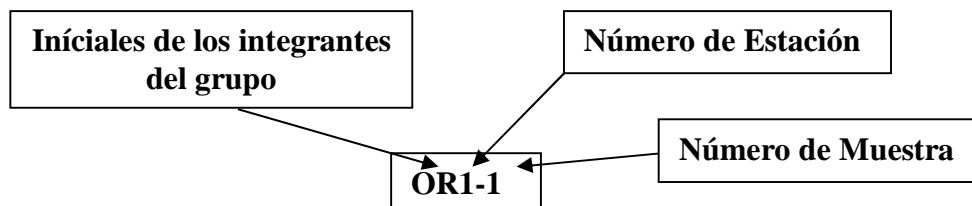


Figura 11. Nomenclatura del muestreo.

8.1 PROSPECCIÓN PUZOLANA

La prospección de Puzolana se centró en la Cordillera Oriental, sobre las hojas topográficas escala 1:50000 de: Rincón Chavón, Las Lisas, Miches, El Seibo, Hato Mayor del Rey, El Valle, Sabana de la Mar, Antón Sánchez, Bayaguana, y Hatillo.

En General el territorio es de media montaña con alturas comprendidas entre los 100 y 500 msnm y una elevación máxima de 736 msnm, cuenta con carreteras principales, secundarias y caminos, que en épocas de lluvia se hacen solo transitables en montura o a pie, y algunos aun en temporada seca son difíciles de transitar. Posee una vegetación de tipo bosque tropical, que aunada a las bajas pendientes, hacen muy difícil encontrar buenos afloramientos para descripción.

Se realizaron 168 estaciones con un total de 206 muestras recolectadas; estas estaciones están registradas dentro de la libreta de campo, así como en los mapas de recorridos y estaciones.

Los criterios tomados en cuenta para la prospección de puzolana son:

- Litologías volcanosedimentarias. Las puzolanas naturales más comunes son las tobas.
- Textura afanítica y/o baja presencia de cristales de cuarzo. La reactividad puzolánica se encuentra asociada a la sílice amorfa.
- Bajo peso específico. Las rocas piroclásticas presentan un bajo peso específico, debido al gran numero de burbujas de aire que atrapan al solidificarse.

La mayor parte de las muestras recolectadas son rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de la Formación Los Ranchos, así como Lutitas, areniscas y brechas de la Formación Las Guayabas, reconocidas dentro de la etapa de compilación y análisis de la información Geológica como las unidades de mayor interés. (Figuras 12 y 13).

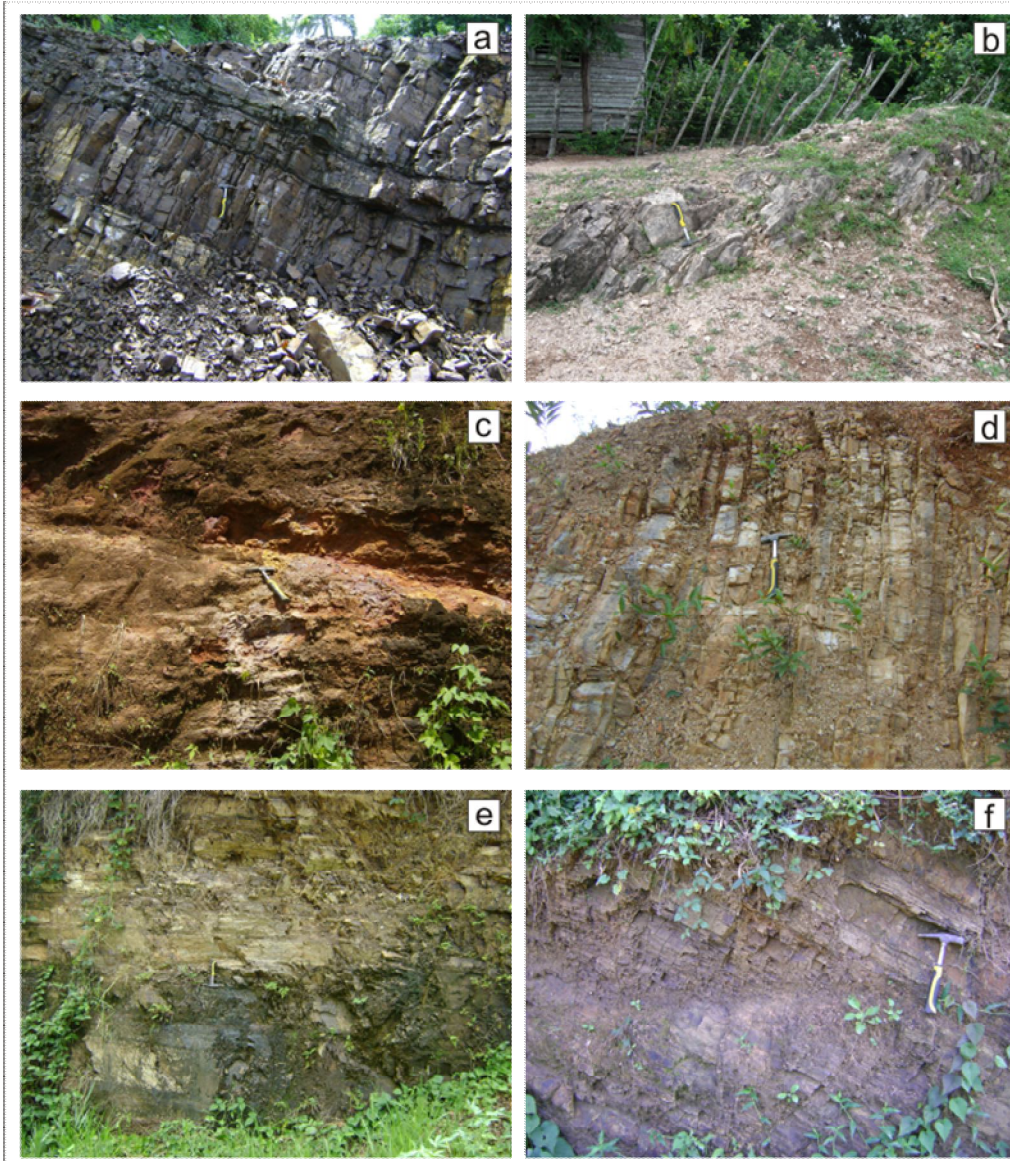


Figura 12. a) Sucesión de capas centimétricas de Tobas; b) Roca ígnea con fenocristales de feldespato potásico; (c) Afloramiento masivo de tobas color beige rosáceo, visiblemente alterado; (d) Estratos verticales de rocas volcánicas afaníticas; (e) Alternancias de Areniscas y lutitas bien estratificadas en capas centimétricas; (f) Capas bien estratificadas de Areniscas de grano muy fino con laminación plano paralela, intercaladas con pequeños niveles de Lutitas

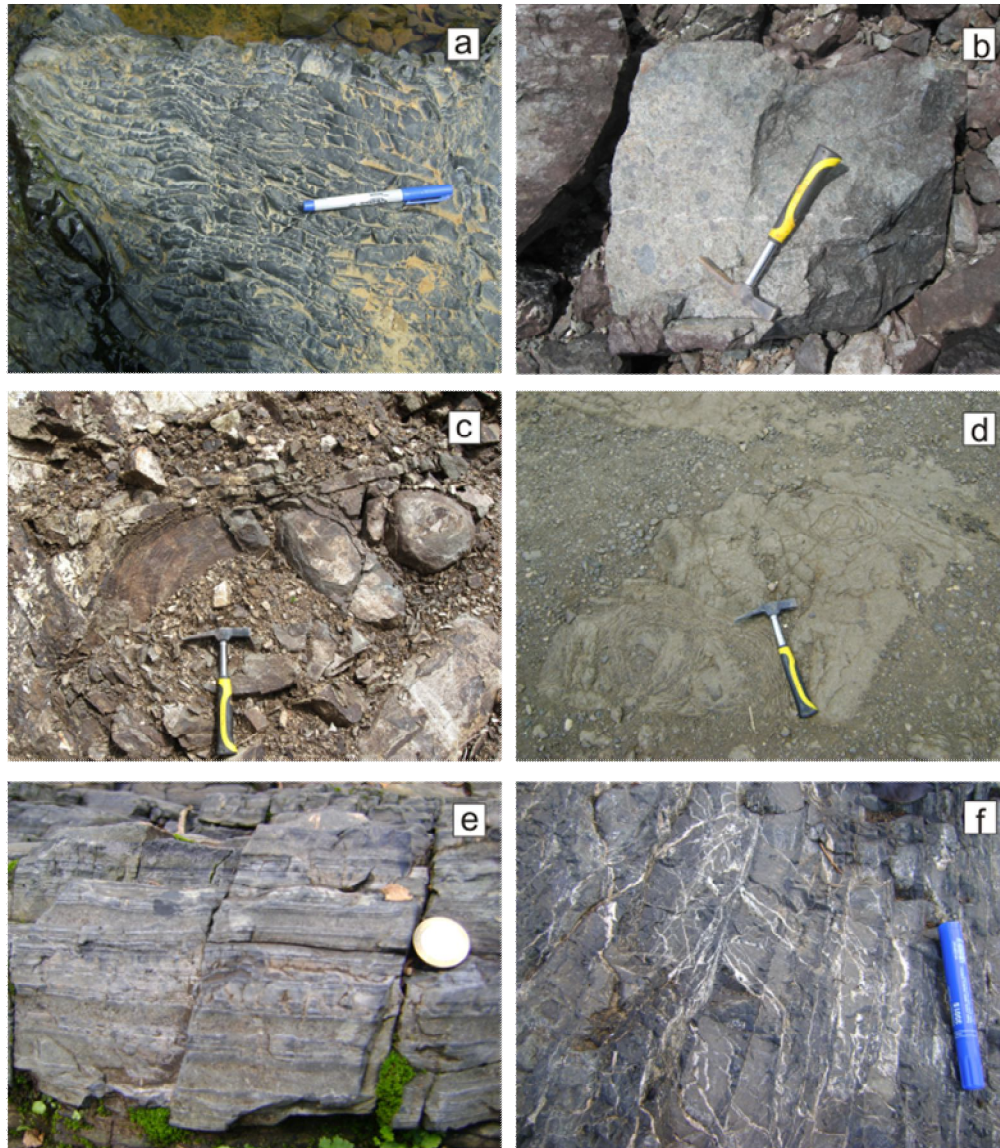


Figura 13. (a) Coladas de basalto con textura fluidal; (b) Brecha piroclástica, de matriz afanítica con clastos centimétricos de rocas volcánicas; (c y d) Detalle de la exfoliación concéntrica propia de las Areniscas de Las Guayabas; (e) Basalto con laminación paralela (f) Basaltos estratificados color negro altamente diaclasados y con venas irregulares de calcita

El trabajo de campo y recolección de muestras, se realizó en las trece hojas geológicas en la forma como se describe a continuación, para cada una de estas.

8.1.1 Antón Sánchez.

Se recorrió la esquina suroccidental de la plancha, ya que el resto de ésta corresponde al parque natural nacional de los Haitises. En esta zona la topografía es dominada por cerros, presenta una vegetación de pastizales, cocoteros, y población arborícola en los cursos de escorrentía.

Se levantaron 9 estaciones, con 15 muestras recolectadas, éstas corresponden a la Formación Los Ranchos. El muestreo de la estación RC26 se realizó sobre un cuerpo riodacítico, con intercalaciones de coladas y capas de material volcanoclástico; mientras que el de la estación RC27, se le realizó a un cuerpo basáltico con intercalaciones brechoides, éste cuerpo tiene una apariencia milonitizada. En la Figura 14 se observa el mapa de muestreo y recorridos.

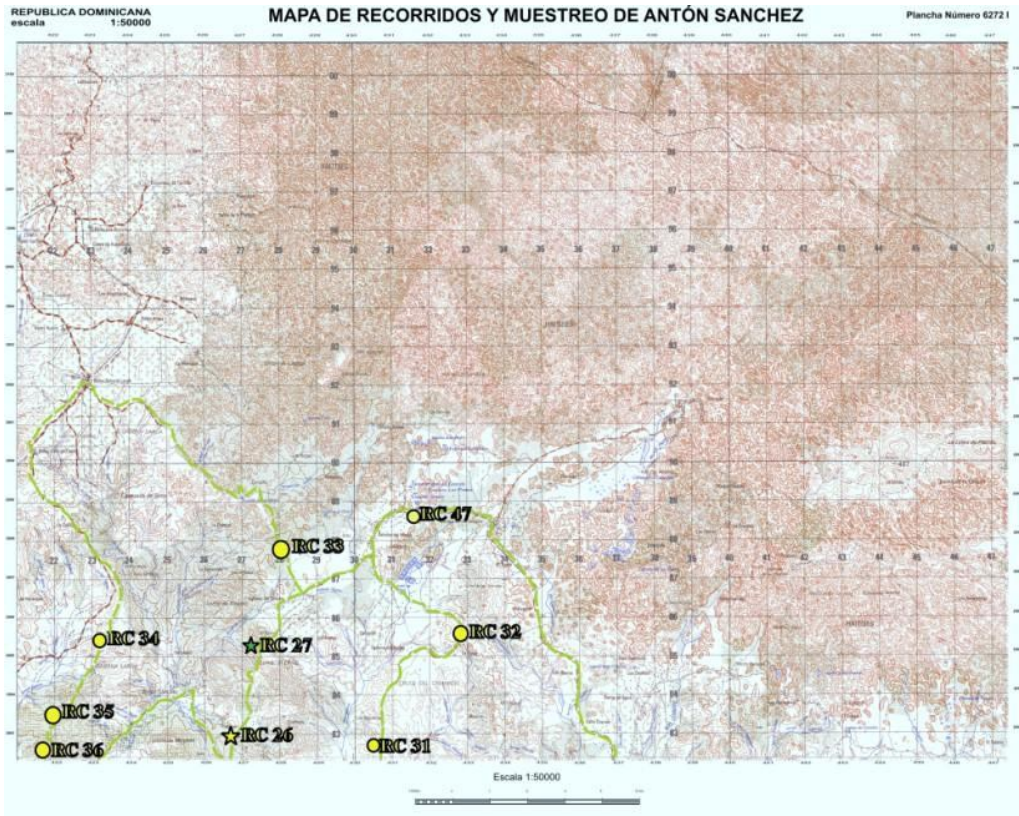


Figura 14. Mapa de recorridos y muestreo de Antón Sánchez.

8.1.2 Bayaguana

La prospección en esta plancha se desarrolló exclusivamente en la parte superior (ver Figura 15), con base en la información obtenida de la hoja geológica correspondiente a esta plancha. La región inferior corresponde principalmente a depósitos del cuaternario y del neógeno; la vegetación está compuesta por cultivos de frutas cítricas y algunos especímenes nativos en los bordes de los cursos de agua.

Se tomaron muestras de rocas pertenecientes a la Formación Los Ranchos de carácter basáltico de composición de básicas a intermedias, y del cuerpo basáltico con capas brechoides referido en la región de Antón Sánchez. Se levantaron 6 estaciones, se recolectaron 8 muestras, pero no se enviaron a laboratorio.

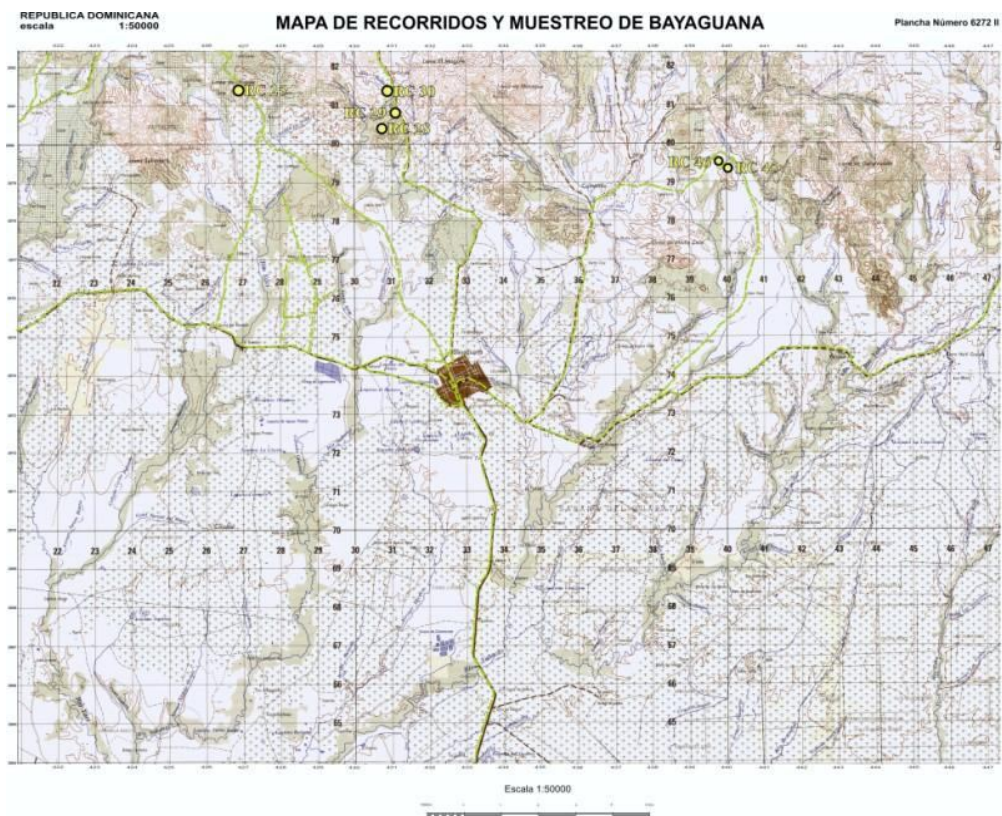


Figura 15. Mapa de recorridos y muestreo de Bayaguana.

8.1.3 Sabana de la Mar

Se recorrió la plancha casi en su totalidad, solo el borde occidental no se recorrió debido a que forma parte del Parque Natural Nacional de los Haitises. La topografía corresponde a una llanura costera en la región norte, un piedemonte hacia el sur y el occidente, donde se encuentran las estribaciones de la Cordillera Oriental y la Central respectivamente. Se observa que la región es rica en cultivos diversos (café, cacao, cítricos, cocoteros, pastos), tiene regiones especialmente en las zonas altas donde se puede aún observar el bosque nativo.

En esta plancha se levantaron 9 estaciones, con un total de 13 muestras recolectadas; de éstas, las que corresponden a las estaciones RC38, RC 40, RC41 y RC 42 (ver Figura 16), se enviaron al laboratorio. Estas muestras hacen parte de la Formación Las Guayabas, equivalen casi en su mayoría a rocas volcanosedimentarias, estratificadas, en capas decimétricas, en algunos puntos fuertemente fracturada, sus coloraciones varían de tonos cremas a tonos marrones casi violáceos; en algunos casos, como en la estación RC41, la roca equivale a un basalto, con planos de oxidación en las fracturas.

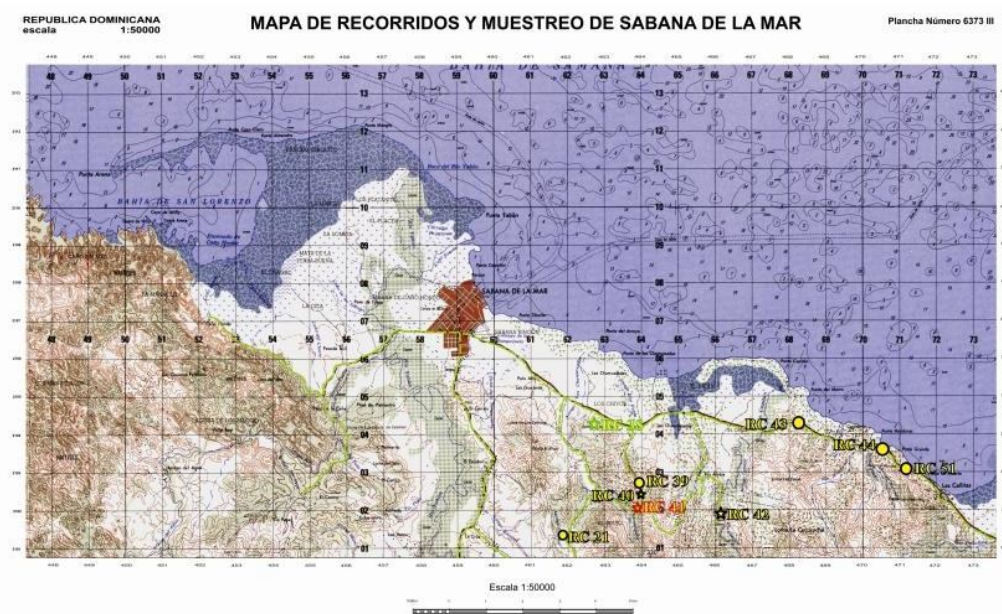


Figura 16. Mapa de recorridos y muestreo de Sabana de la Mar.

8.1.4 Miches

Esta plancha se encuentra ubicada topográficamente en la Cordillera Oriental, es una región montañosa, fértil, con cultivos de cacao, café, cocoteros, pastos para ganado, árboles frutales; pero poseen una pésima infraestructura vial, que en épocas de lluvia, les genera un inconveniente muy fuerte para sacar sus productos al mercado.

El muestreo se concentró en las zonas sur y oriente de la plancha, donde se hizo énfasis en las rocas de la Formación Las Guayabas, se encontraron rocas, volcanosedimentarias, ígneas, sedimentarias, correspondientes a tobas de grano grueso y fina, basaltos, y lutitas silíceas.

Se realizaron 31 estaciones (ver Figura 16), con un total de 31 muestras, de las cuales 28 se enviaron a laboratorio a sus respectivos análisis.

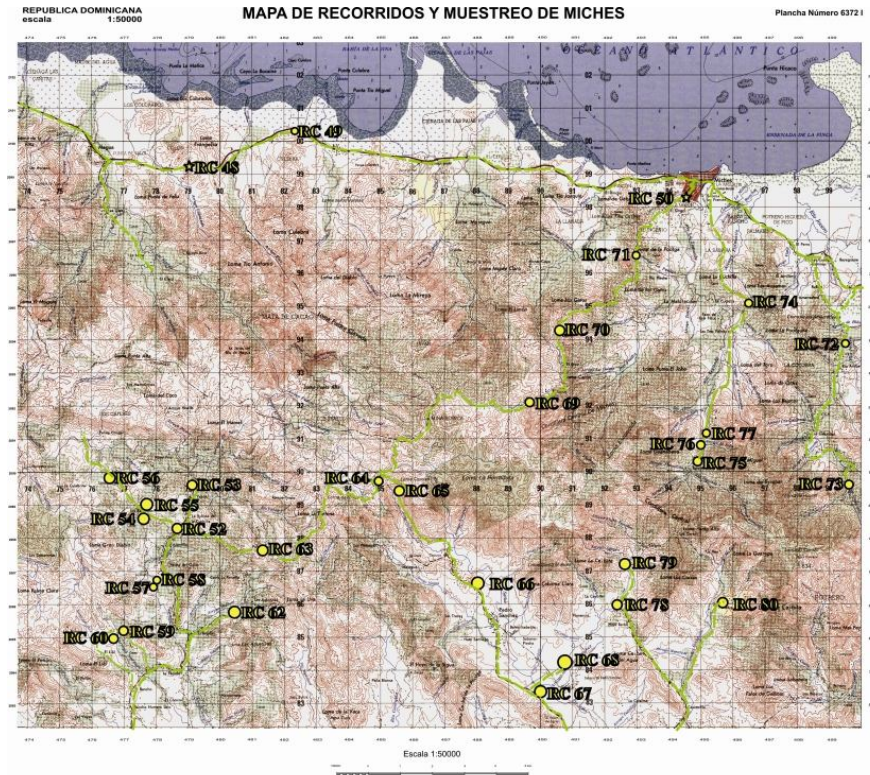


Figura 17. Mapa de recorridos y muestreo de Miches.

8.1.5 El Valle

Ubicada en la Cordillera Oriental, la región que corresponde a esta plancha se caracteriza por tener un relieve montañoso, precipitaciones altas, gran cantidad de cultivos cítricos y bosques en las riberas de los ríos. La región occidental corresponde al Parque Nacional los Haitises.

Se realizaron 20 estaciones (ver Figura 18), se recolectaron 24 muestras, y se enviaron al laboratorio 5. Todas estas estaciones se desarrollaron sobre rocas volcanosedimentarias de la Formación Los Ranchos.

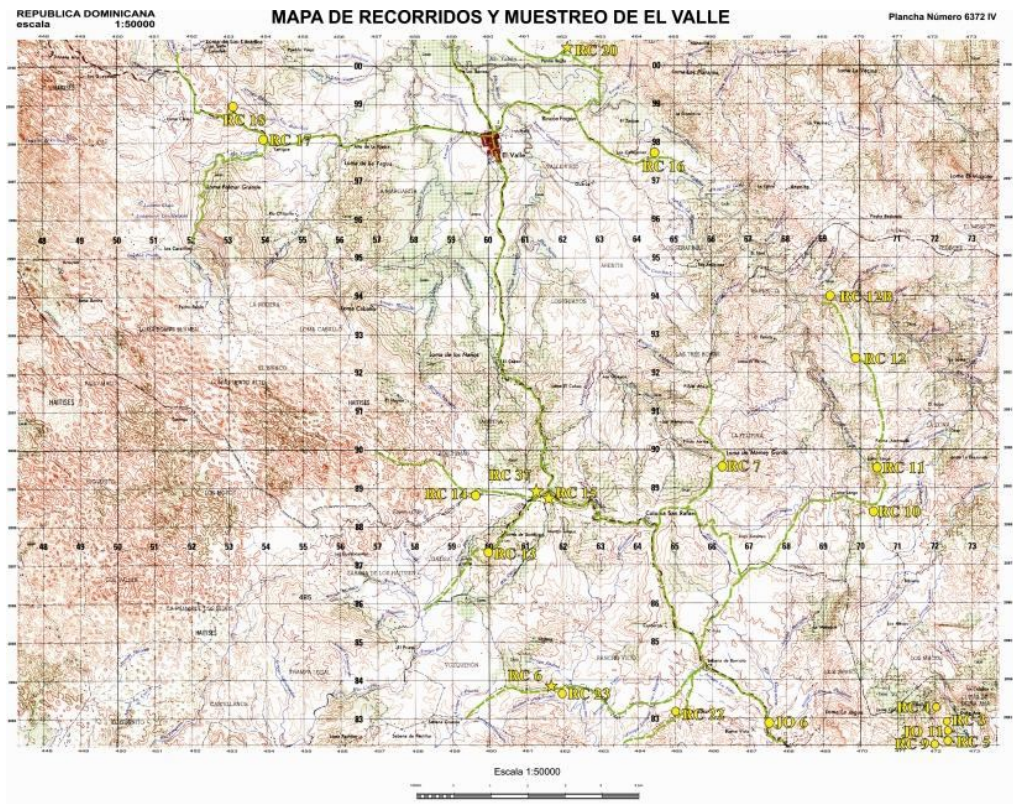


Figura 18. Mapa de recorridos y muestreo de El Valle.

8.1.6 Hatillo

Se recorrió la parte central de esta plancha (ver Figura 19), enfocando los recorridos a la Formación las Lagunas compuesta por areniscas, conglomerados de lapilli, tobas y limolitas principalmente. La topografía de la zona es relativamente baja, con algunas excepciones en sus extremos donde se destacan algunos rasgos como la loma Naviza al NW, la loma de la Cuaba al SW, la loma de las Cabimas y en el SE algunos relieves de menor relevancia como la lomas de los Cambrones, La Gallina y La Machorra.

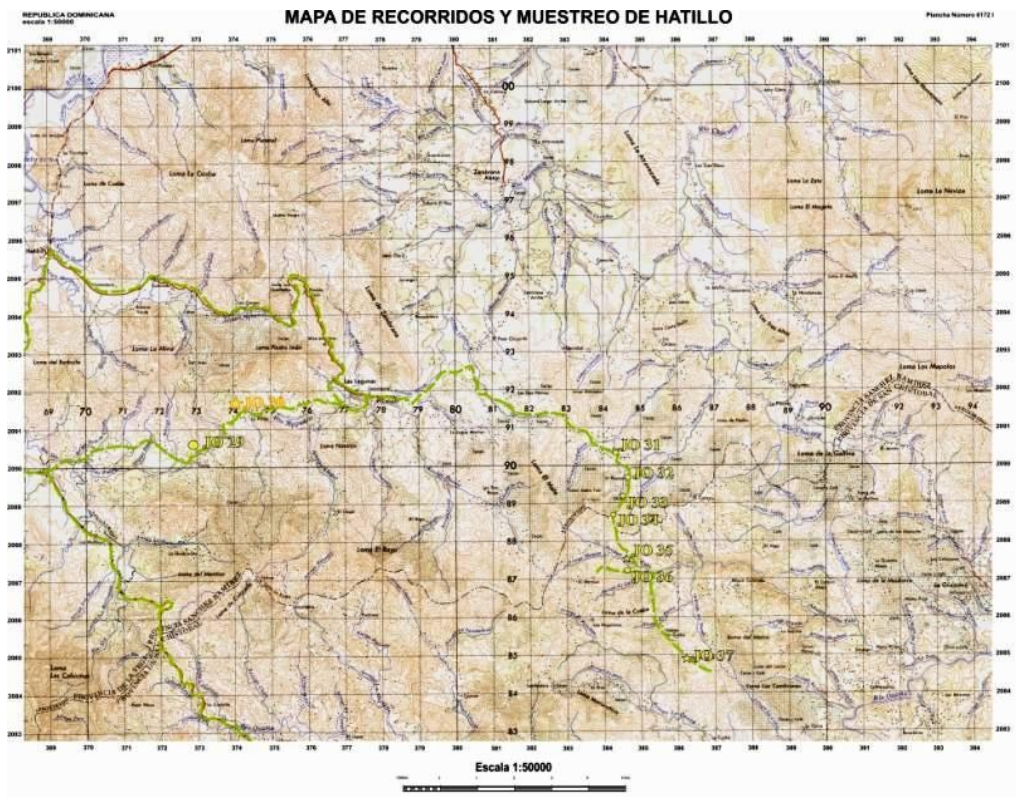


Figura 19. Mapa de Recorridos y Muestreo Hatillo.

8.1.8 Rincón Chavón

La Hoja de Rincón Chavón (ver Figura 21) se sitúa en la terminación SE de la Cordillera Oriental, próxima a la Llanura Costera del Caribe. Es un territorio de media montaña, con una altura máxima sobre el nivel del mar de 736 m, y mínima de 80 m, formado por rocas sedimentarias de edad Cretácica Superior y Terciario, localmente intruidas por Serpentinita y diques de Dolerita. Las formaciones cretácicas se componen de areniscas y areniscas conglomeráticas de procedencia volcánica, un nivel continuo de sílex y una intercalación de areniscas y calizas.

La estructura más peculiar es la intrusión de serpentinita de 10x3 km próxima al pueblo de Bejucal, limitada por fallas y cubierta por sedimentos del Paleoceno. La mayoría de estas estructuras se formaron en el Terciario y continúan activas en la actualidad.

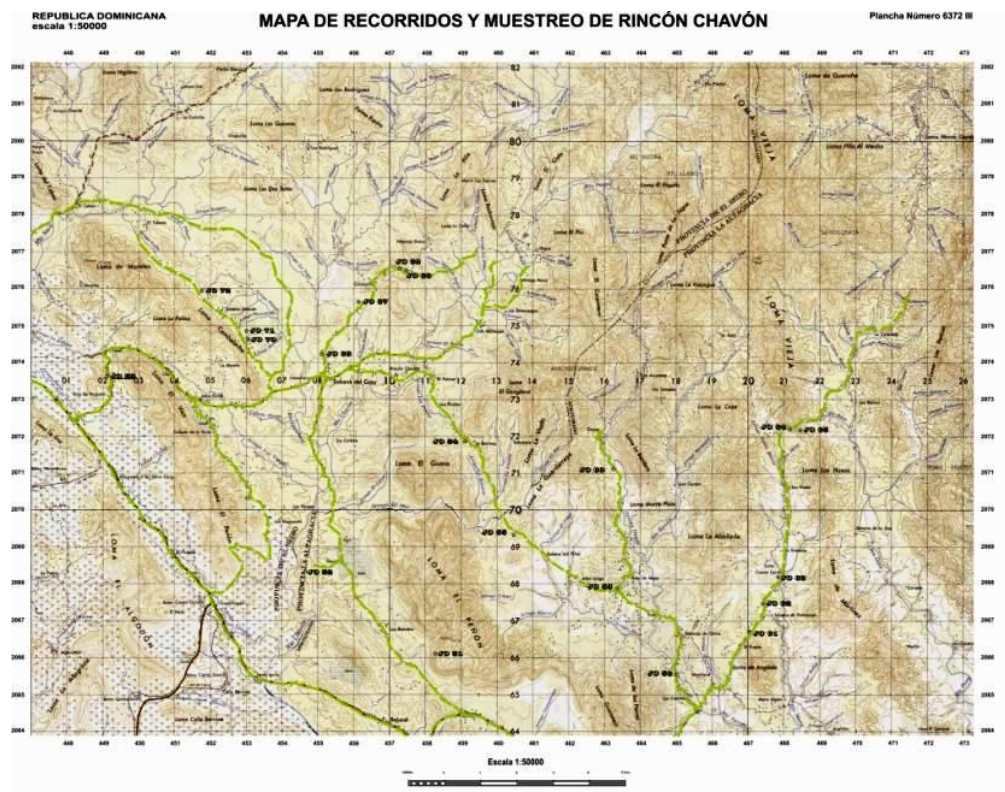


Figura 21. Mapa De Recorridos y Muestreo Rincón Chavón

El relieve se caracteriza por lomas alargadas, modeladas en bloques, limitados por fallas y en pliegues, dominando los relieves “invertidos” del tipo lomas en sinclinales, y valles en los anticlinales. Las terrazas fluviales se limitan a los valles de los ríos Chavón y Duey; los conos de deyección y depósitos aluviales-coluviales son las formas y depósitos más abundantes. La red de drenaje es de tipo dendrítico consecuente, con los principales ríos cortando las estructuras de norte a sur, aunque con zonas rectangulares impuestas por pliegues y fallas.

8.1.9 Hato Mayor del Rey

La Hoja de Hato Mayor del Rey (ver Figura 22), está situada en el centro-sur de la Cordillera Oriental, en el límite con la Llanura Costera del Caribe. Es un área con alta cobertura vegetal, con una altitud sobre el nivel de mar máxima de 442 m, en la Loma Peña Alta, y mínima de 50 m en el llano.

La estratigrafía consiste básicamente de basaltos, andesitas y riolitas (Formación Los Ranchos), y calizas (Formación Hatillo), de edad Cretácico Inferior. El Cretácico Superior está formado por areniscas volcano-sedimentarias (Formación Las Guayabas), que incluyen un Miembro de basaltos/andesitas. Estas rocas soportan una cobertura delgada y discordante de conglomerados paleógenos (Formación Don Juan) y de margo-calizas neógenas

El relieve de la cordillera se caracteriza por presentar lomas incididas por ríos de dirección N-S, la llanura por abanicos aluviales de baja pendiente y terrazas fluviales. La climatología es lluviosa, con un promedio anual de 1370.9 mm y una temperatura media de 26°C.

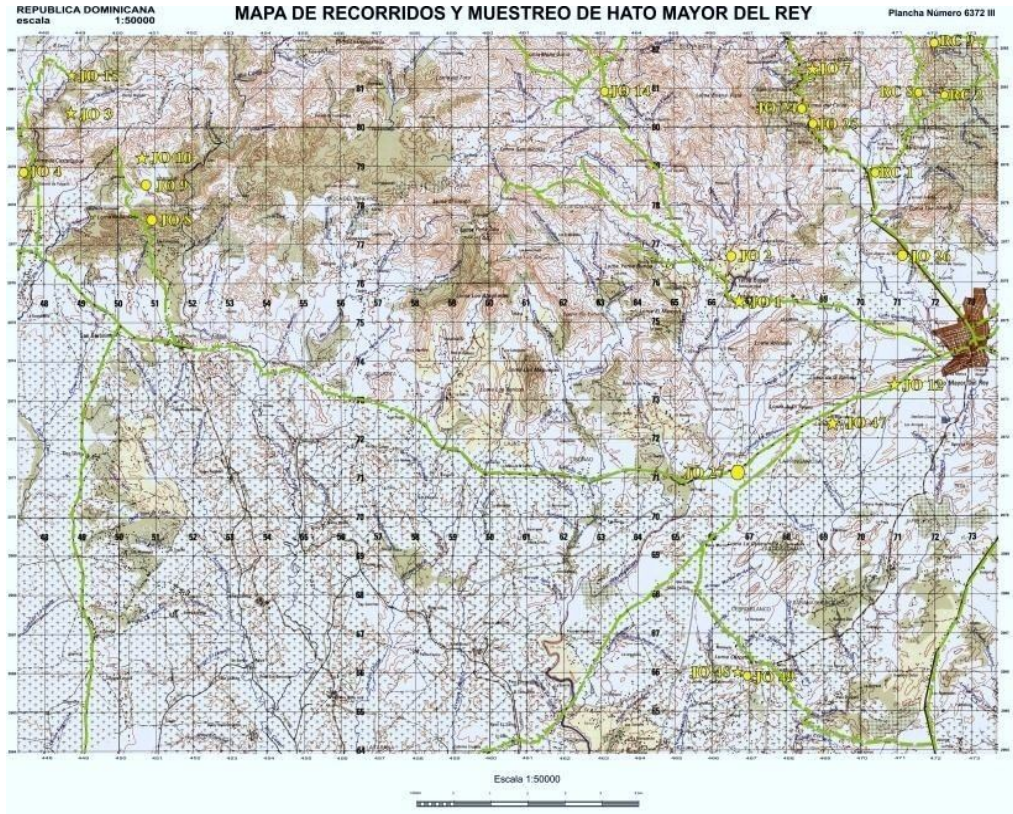


Figura 22. Mapa de recorridos y Muestreo de Hato Mayor del Rey

8.1.10 El Seibo

La Hoja El Seibo (ver Figura 23) está situada en la unión de la Cordillera Oriental Dominicana con la Llanura Costera del Caribe.

Es una región cuya Geología se encuentra constituida principalmente por terrenos del Cretácico Superior. Como la Formación Las Guayabas, mayoritariamente formadas por turbiditas detríticas sedimentarias, y en menor medida, calizas subyacentes de la Formación Río Chavón.

En la hoja del Seibo se realizaron diez estaciones, se recolectaron doce muestras, de las cuales ocho se enviaron a laboratorio para prueba de índice de puzolanidad, todas estas pertenecientes a la Formación las Guayabas.

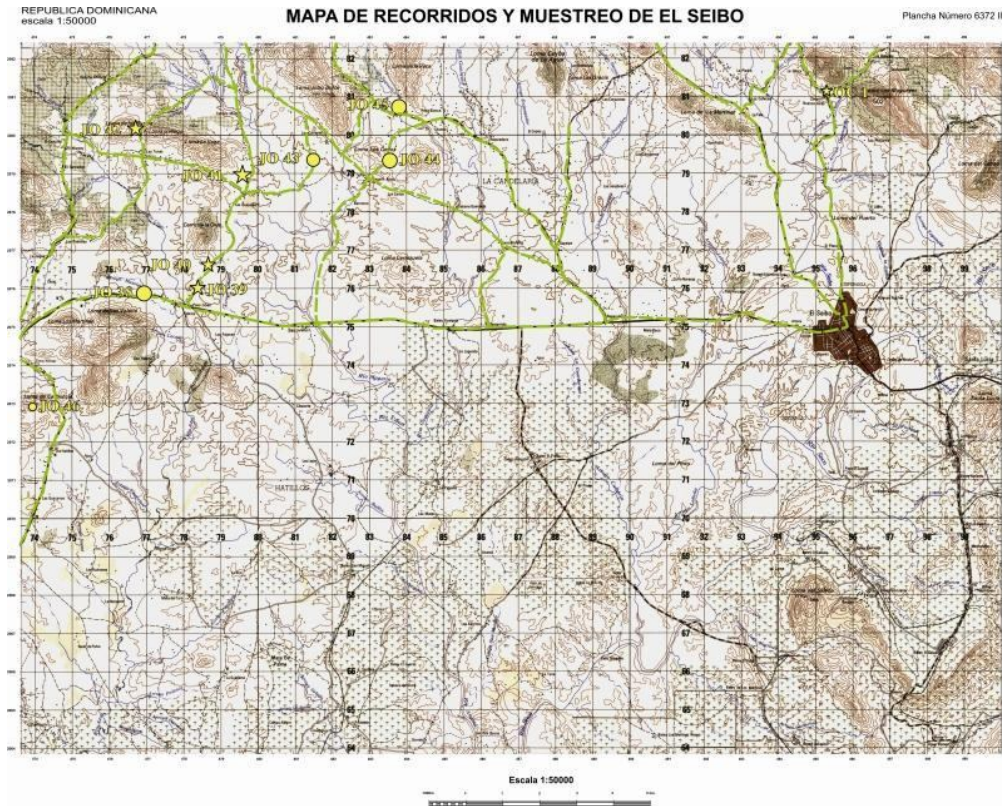


Figura 23. Mapa de recorridos y Muestreo de El Seibo.

8.2 PROSPECCIÓN MINERAL DE HIERRO

La prospección de Mineral de Hierro se realizó sobre las hojas topográficas escala 1:50000 de: Villa Altagracia y Villa Mella, estuvo localizada en las áreas libres, ya que la zona está ampliamente concesionada por compañías exploradoras de minerales metálicos y no metálicos. Se realizaron en total 6 estaciones y se recolectaron 6 muestras.

La hoja de Villa Altagracia (ver Figura 24), está dominada por fuertes relieves que la atraviesan diagonalmente formando las estribaciones surorientales de la Cordillera Central Dominicana, el territorio recorrido en el cuadrante SE de la hoja, se caracteriza por un bajo relieve, en su mayor parte llano destacándose algunas lomas de cotas moderadas de dirección NW-SE. Se levantaron 8 estaciones, de donde se tomaron 8

muestras y se enviaron a laboratorio 2. En la hoja de Villa Mella (ver Figura 25), se recorrió el cuadrante NW donde comienza una planicie que se extiende hasta la zona de Santo Domingo; se realizó una estación, con su respectiva muestra, la que no se envió a laboratorio.

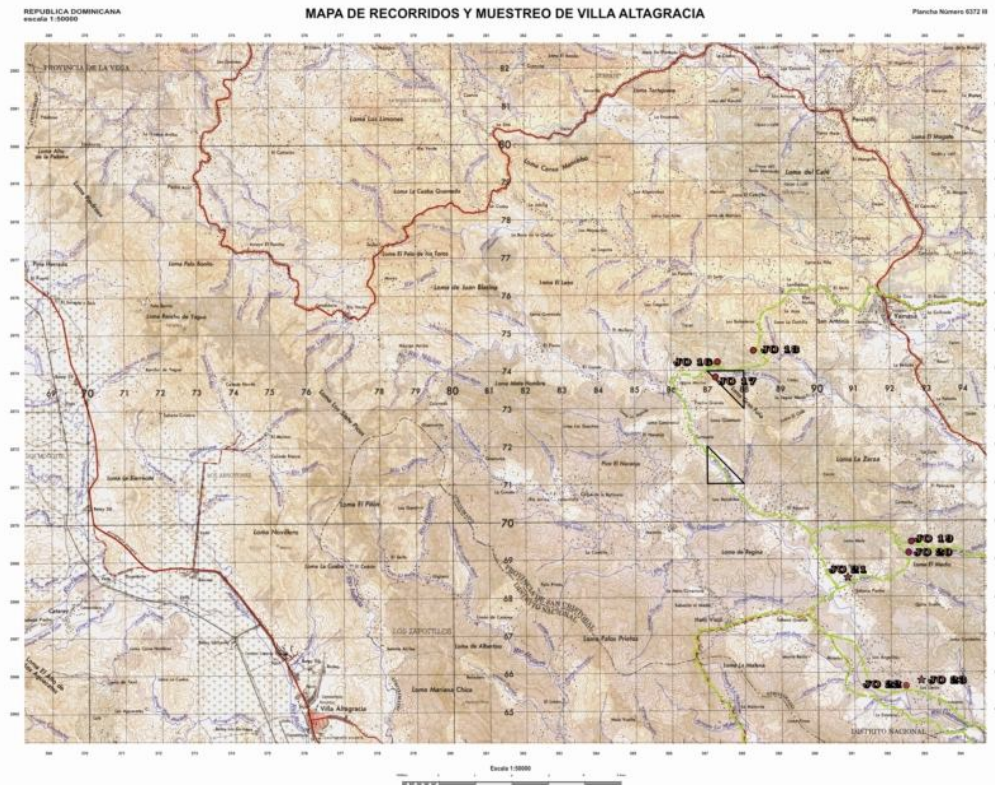


Figura 24. Mapa de recorridos y muestreo de Villa Altagracia.

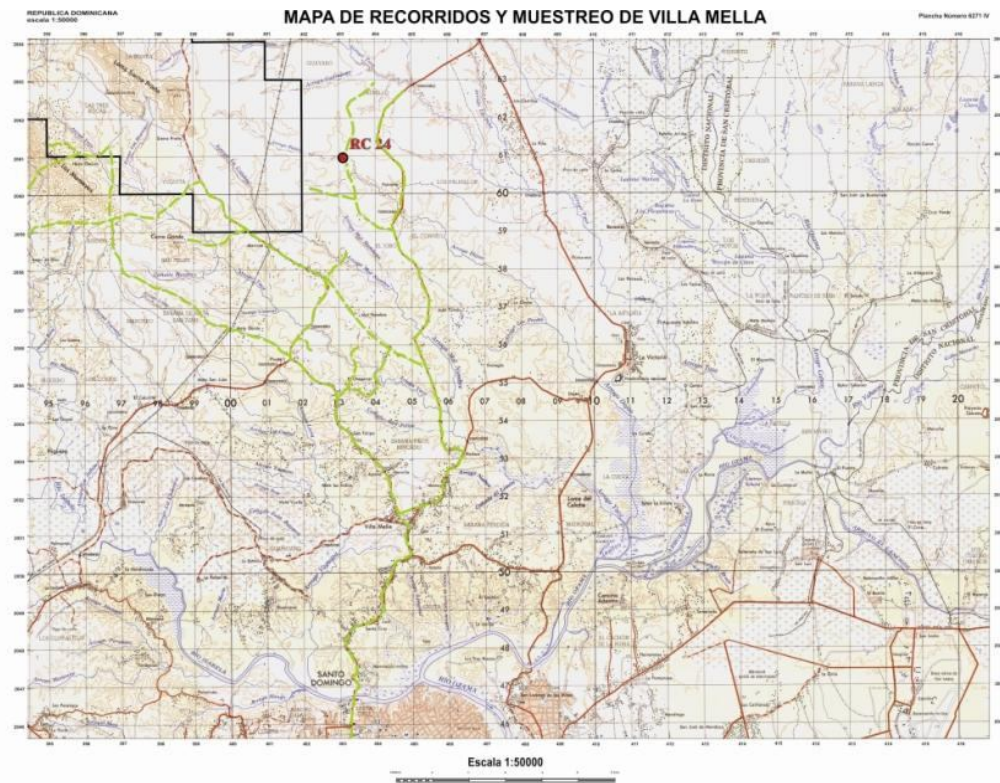


Figura 25. Mapa de recorridos y muestreo de Villa Mella.

Teniendo en cuenta el conocimiento que se tiene de la existencia de depósitos Lateríticos formados por la meteorización de las peridotitas serpentinizadas de la Formación Peridotitas de Loma Caribe, que afloran a lo largo del flanco este de la Cordillera Central, con una longitud de 95 Km., se recorrieron zonas próximas al contacto con las mismas, pero los afloramientos son escasos y los depósitos residuales de mineral de Hierro se encuentran prácticamente restringidos a las áreas concesionadas. Las muestras recolectadas corresponden a arcillas y muestras de suelo de colores rojizos. (Figura 26)

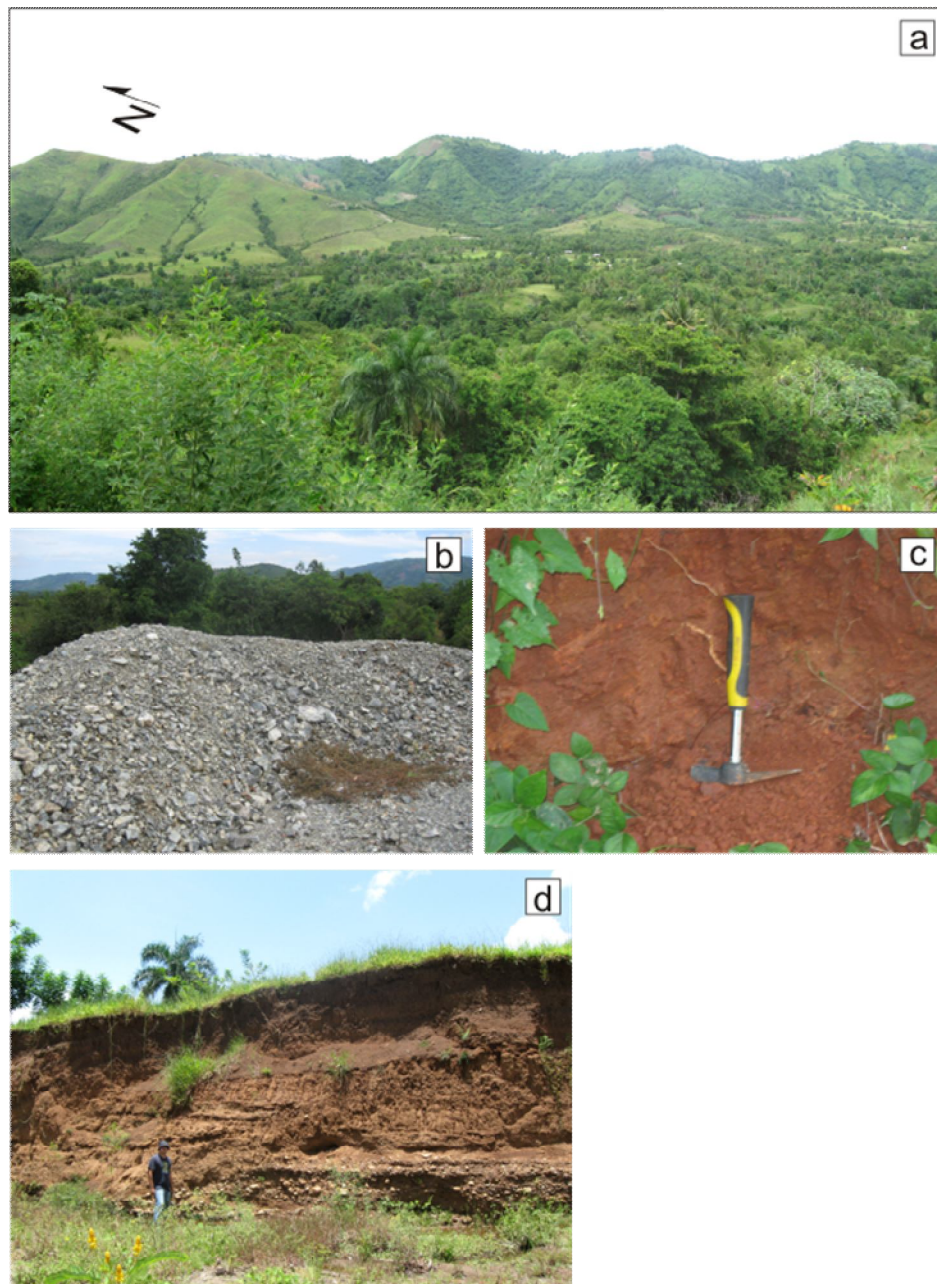


Figura 26. (a) Vista panorámica desde la Loma Cambronal del valle del Río Mayiga, donde destaca la geomorfología de bajos relieves y laderas de pendiente suave. En segundo plano la Loma Gran Fuña formada por peridotitas de Loma Caribe; (b) Pequeña escombrera de peridotitas utilizadas como material de relleno para caminos; (c) Suelo arcilloso de color rojo intenso (índice de la proporción de óxidos de hierro) ;(d) Horizonte de arcilla de colores castaños rojizos y rojos, con aparente contenido de óxidos de hierro, que suprayace un depósito aluvial conglomerático de espesor plurimétrico.

8.3 PROSPECCIÓN CARBÓN

La prospección de carbón se llevó a cabo sobre las hojas topográficas escala 1:50000 de: El Valle y Bánica, áreas donde se conocen indicios de la existencia de este recurso. Se hicieron 14 estaciones y se recolectaron 17 muestras en total.

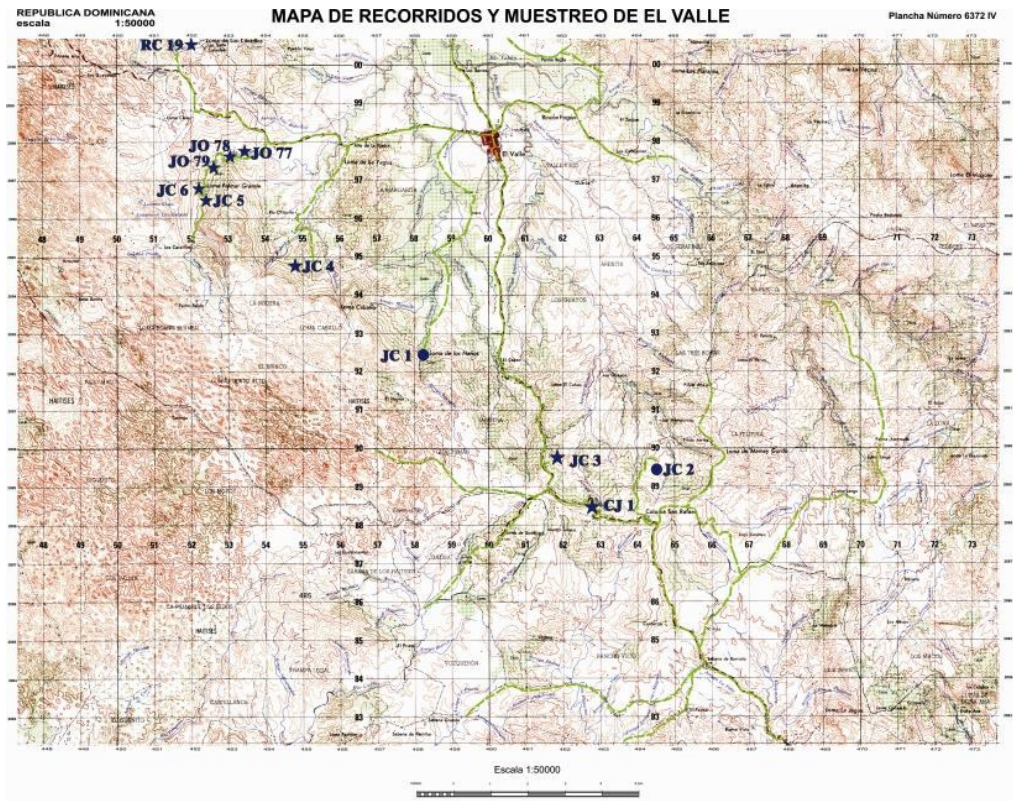


Figura 27. Mapa de recorridos y muestreo de Lignito en El Valle.

En la hoja topográfica de El Valle (ver Figura 27), el indicio más característico se encuentra en el Balneario del río Yanigua, donde se levanto una sección estratigráfica (ver archivo anexo 3), el cual está formado por estratos de lignito que varían de espesor entre diez y cuarenta centímetros, interestratificados con niveles de arcillas grises, con fragmentos carbonosos. Otros indicios, se localizan en el lecho del río Yanigua, en varios afloramientos como el que se muestra en la Figura 28. El lecho del río Yanigua da acceso a diferentes facies arenarcillosas dentro de las que están:

- En la zona del balneario se observan, bancos de arcilla siltosa, rica en pequeños fragmentos y conchas de fósiles de agua dulce, y otros de arcilla negra con Intercalaciones de lignito laminado
- Subiendo el río, se encuentran bancos de areniscas gruesas con cuarzo anguloso y Matriz arcillo-siltosa rica en materia orgánica y en neoformaciones de pirita-marcasita.



Figura 28. Contacto entre el lignito y los depósitos aluviales conglomeráticos, margen izquierdo aguas abajo

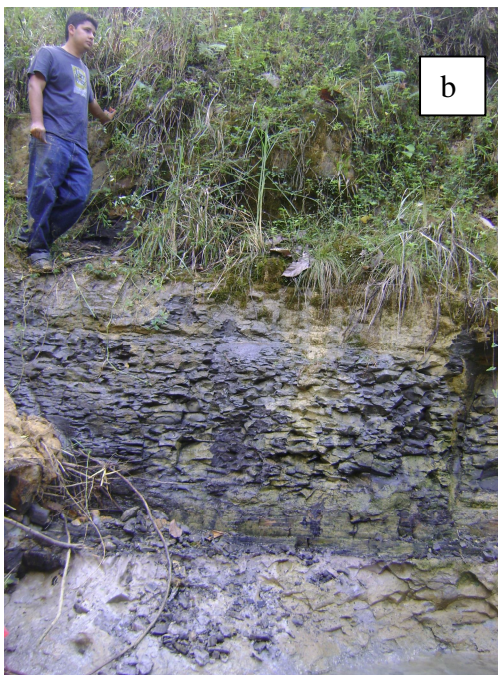


Figura 29. a) Arenisca con laminas carbonosas bien marcadas (Balneario Rio Yanigua); b) Base de la columna donde se aprecia la sucesión hacia el tope de: Lodolita gris, Lignito con laminación planoparalela (15 cm) y capa potente de arcilla gris-negra con alto contenido de materia orgánica; c) Capa de Lignito con su espesor máximo de 38 cm hacia el tope de la columna estratigráfica levantada en el sector.

En la hoja topográfica de Bánica (ver Figura 30), en el Arroyo Manteca y el Rio Tocino, se presentan pequeñas manifestaciones de lignito a modo de inclusiones y lentes dentro de depósitos de tipo aluvial; así

como capas de espesores mínimos de lodo carbonoso en la Rivera del Rio Artibonito.

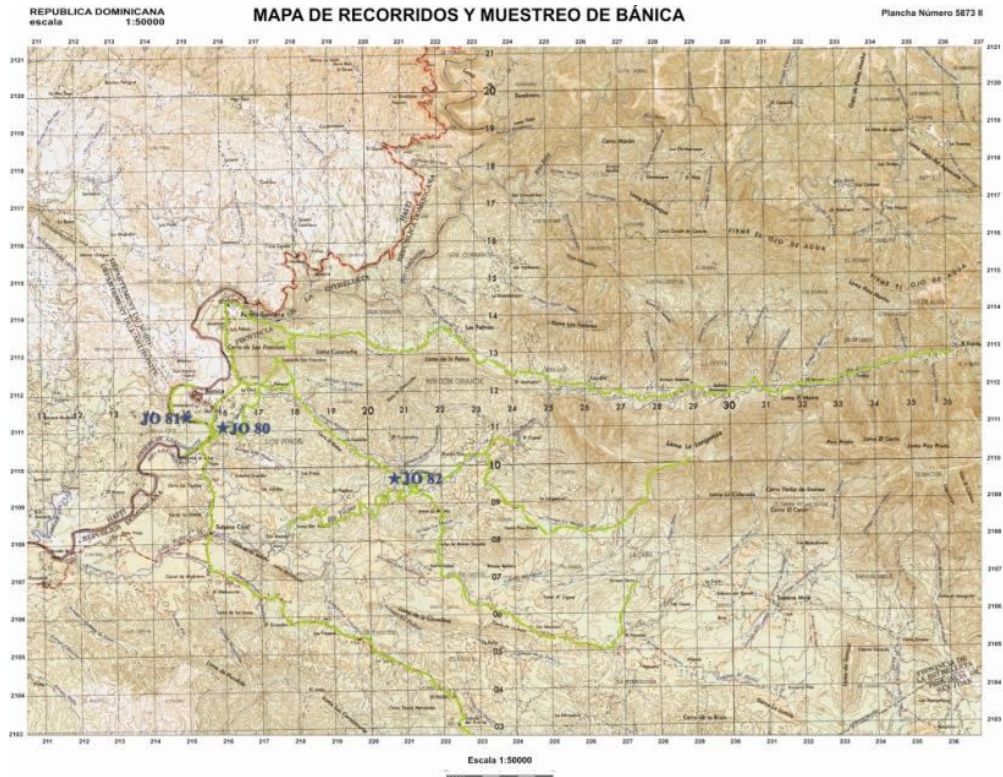


Figura 30. Mapa de recorridos y muestreo de Lignito en El Valle.

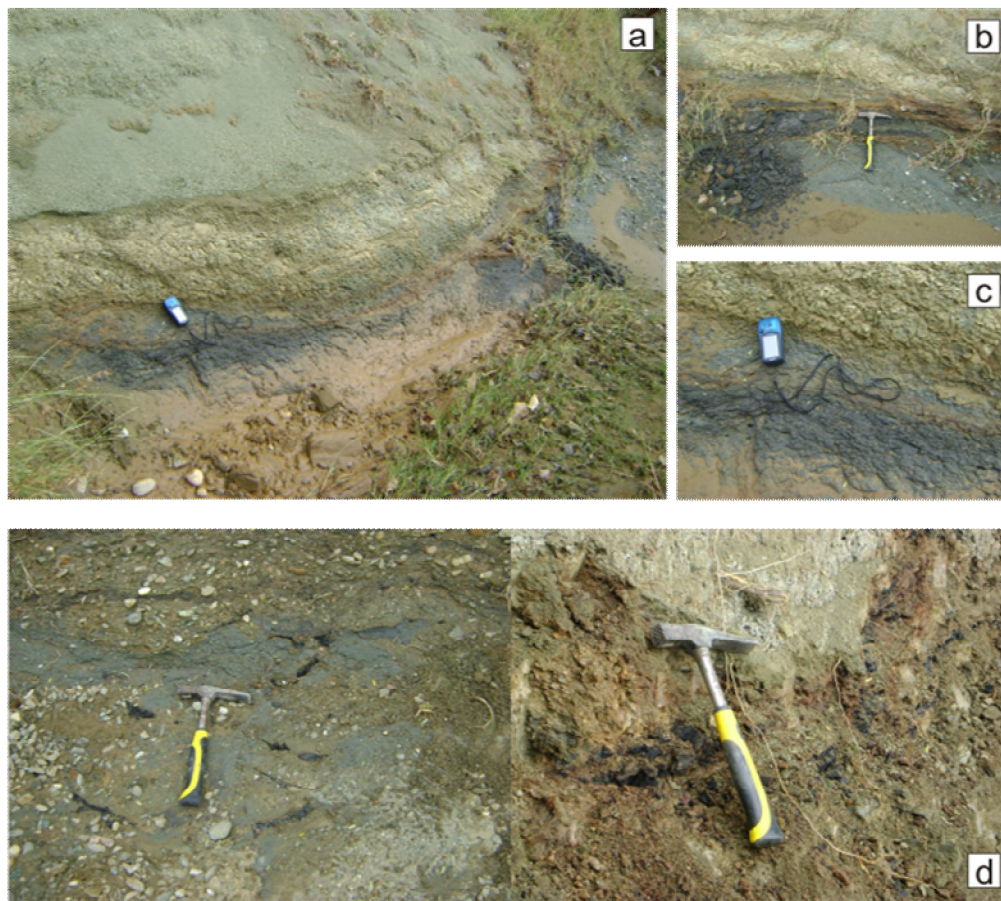


Figura 31 (a) Afloramiento con presencia de Lodo carbonoso en el lecho del Río Artibonito; (b y c) Detalle de la capa de lodo carbonoso; (d) Niveles lodosos donde se observa la presencia de fragmentos carbonosos.

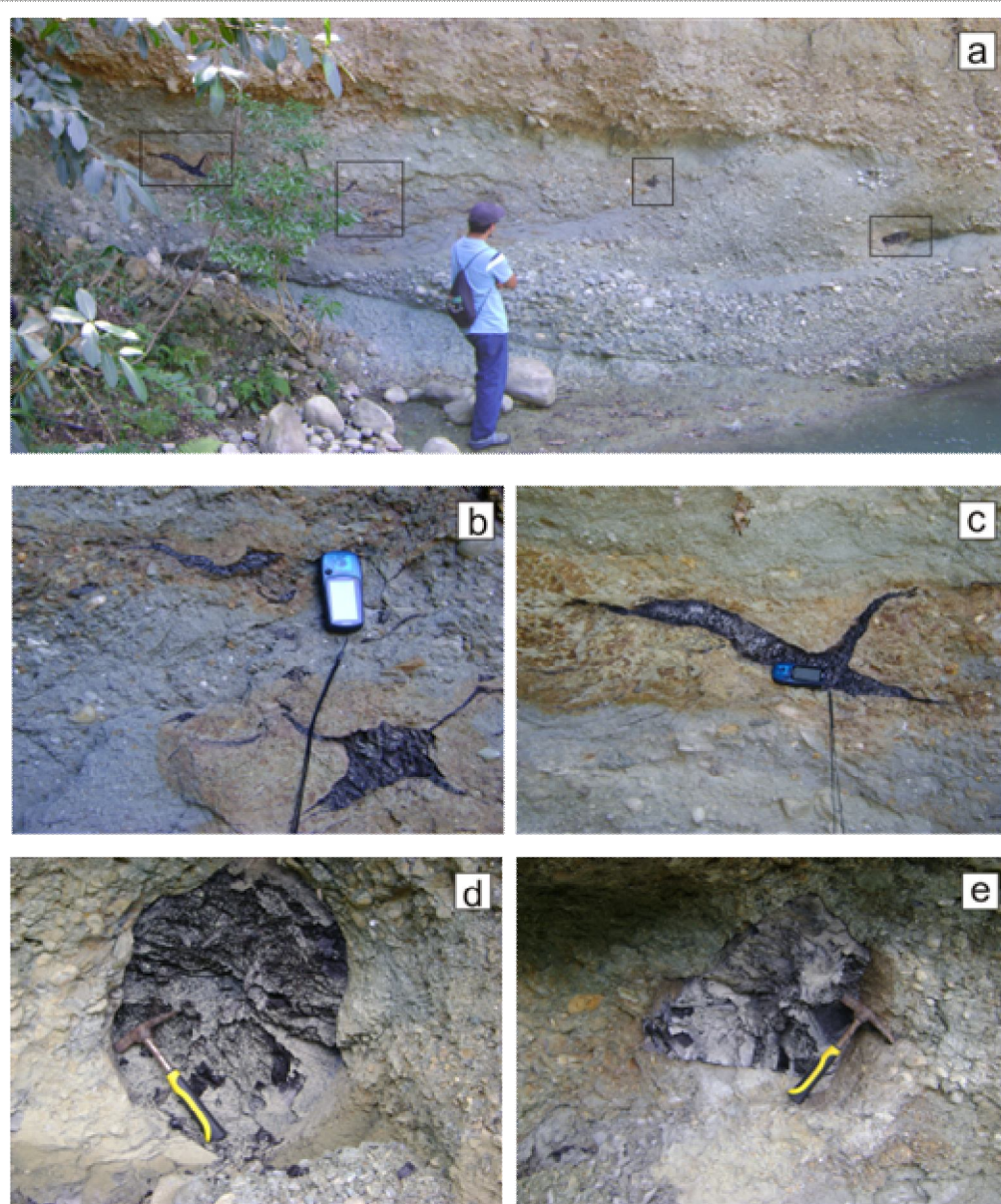


Figura 32. a) Conglomerado aluvial con lentes de Lignito de formas irregulares al borde del Río Tocino; (b y c) Detalle de los lentes de Lignito al margen del Río Tocino; (d y e) Fragmentos de Lignito contiguos en detalle, sobre el Arroyo Manteca.

Debido a que son fragmentos alóctonos de carbón (ver Figura 32) que han sido transportados por los ríos, se recorrieron aguas arriba los lechos de los mismos, en busca de Afloramientos in situ de carbón, sin tener éxito.

IDENTIFICACIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS Y SELECCIÓN PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Una vez se obtuvieron las muestras, estas se almacenaron en una oficina adecuada para este fin, donde se llevó a cabo la descripción macroscópica con lupa de mano, identificando las principales características presentes (color, textura, estructura, composición y clasificación); esta información se registró en el catálogo de muestras (Archivo Anexo 2) siguiendo el formato sugerido por el Geólogo PhD. Luis Carlos Mantilla.

Una vez descritas las muestras, se seleccionaron y se enviaron al laboratorio de la planta de CEMEX en San Pedro de Macorís. Aproximadamente 10 kilos de roca fueron necesarios enviar por cada una de las muestras a analizar; de las 229 muestras recolectadas, 105 se enviaron a laboratorio para los diferentes análisis, como se detalla a continuación en la tabla 4:

	ESTACIONES	MUESTRAS	LABORATORIOS
PUZOLANA	168	206	95
CARBÓN	14	17	17
HIERRO	6	6	2
TOTAL	171	229	105

Tabla 4. Relación de estaciones, muestras tomadas y enviadas al laboratorio

Las muestras fueron entregadas a un responsable del Laboratorio, y se ubicaron en una habitación adecuada para tal fin.

9 ANÁLISIS DE LABORATORIO.

El conjunto de muestras recolectadas en las fases de prospección se identificaron y clasificaron desde el punto de vista petrológico, a partir de la información macroscópica obtenida en campo; y se seleccionaron aquellas muestras representativas para posteriormente realizar los ensayos de Laboratorio, conforme a lo descrito anteriormente en la metodología. Los ensayos de Laboratorio incluyeron la determinación de las siguientes características¹⁰:

- Composición Química
- Actividad puzolánica con cemento Portland
- Poder calorífico
- Fases Cristalinas

9.1 FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Este análisis se realizó para conocer la composición de cada una de las muestras, especialmente para determinar el porcentaje de óxidos mayores (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) en cada una de las mismas.

La determinación de la composición química se llevó a cabo mediante ensayos de Fluorescencia de Rayos X (FRX). La espectrometría de FRX permite la detección de casi todos los elementos del sistema periódico en un amplio rango de concentraciones [desde partes por millón (ppm) hasta el 100%]. Pueden realizarse análisis cualitativos y cuantitativos, estos últimos cuando se dispone de adecuados patrones de calibración.

¹⁰ Los ensayos fueron realizados en el laboratorio propio que posee CEMEX Dominicana en su planta de San Pedro de Macorís, con excepción de la difracción RX que se enviaron las muestras al laboratorio central de CEMEX en Monterrey, México.

La técnica se basa en la excitación por radiación electromagnética de niveles energéticos profundos de los átomos que componen una muestra. La desexcitación de los átomos ionizados produce radiación característica de los elementos presentes en la muestra. La energía de esta radiación identifica los distintos componentes del material irradiado (análisis cualitativo) y su intensidad permite determinar sus concentraciones respectivas (análisis cuantitativo).

Los análisis de FRX se realizaron en el Laboratorio de CEMEX, en San Pedro de Macorís, para ello se elaboraron pastillas que fueron analizadas por medio de un equipo de Fluorescencia de Rayos X.

Los resultados obtenidos con el FRX se compararon contra las curvas patrón de arcilla y arena (ver tabla 5), para determinar a cuál de estas se asemeja la muestra; para nuestro caso particular, es de gran utilidad en el sentido en que nos permite saber, si alguna muestra que no dé, un rendimiento muy alto como puzolana, pueda servir en un futuro como sustituto de arcilla o arena en el proceso de producción del cemento.

CODIGO		IDENTIFICACIÓN									
J2-46.2 Muestra 2 (Leida curva arena)	M-1										
J2-46.2 Muestra 2 (Leida curva arcilla)	M-2										
J0-47.2 Muestra 3 (Leida curva arena)	M-3										
J0-47.2 Muestra 3 (Leida curva arcilla)	M-4										
J0-47.002 (Leida curva arena)	M-5										
J0-47.002 (Leida curva arcilla)	M-6										
J0-49-1 (Leida curva arena)	M-7										
J0-49-1 (Leida curva arcilla)	M-8										
ANÁLISIS QUÍMICO (Rs)		UNIDAD	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	
SiO ₂	Dióxido de Silicio	%	65.74	61.72	66.00	62.03	62.13	56.37	80.48	83.49	
Al ₂ O ₃	Oxido de Aluminio	%	12.42	14.30	12.80	14.75	10.32	11.64	10.88	12.35	
Fe ₂ O ₃	Oxido de Hierro	%	3.97	3.79	3.22	3.17	1.10	1.44	1.21	1.52	
CaO	Oxido de Calcio	%	2.31	2.31	2.22	2.22	6.75	6.55	-0.11	-0.01	
MgO	Oxido de Magnesio	%	1.31	0.85	1.95	1.22	0.90	0.61	0.78	0.54	
SO ₃	Anhidrido Sulforico	%	-	-	-	-	-	-	-	-	
Na ₂ O	Oxido de Sodio	%	1.34	1.12	0.77	0.66	1.89	1.58	-0.01	0.00	
K ₂ O	Oxido de Potasio	%	6.12	8.99	6.32	9.26	8.90	13.11	1.54	2.21	
	Pérdida por Ignición	%									
	Residuo Insoluble	%									
	Densidad sin compactar	Kg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Humedad	%	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SUMA	%	93.21	93.08	93.28	93.31	91.99	91.30	94.77	100.10	
CÁLCULOS DE MÓDULOS											
FSC	Factor de Saturación de Cal	%	1.15	1.20	1.10	1.15	3.61	3.80	-0.05	0.00	
MS	Módulo de Sílice	%	4.01	3.41	4.12	3.46	5.44	4.31	6.66	6.02	

Tabla 5. Análisis químico de las muestras para puzolana, donde se comparan contra la curva de arcilla y de arena

En la tabla 6 se muestran los resultados del análisis químico para el mineral de hierro, donde se observan los porcentajes de óxidos mayores, presentes en las muestras aportadas durante la etapa prospectiva; la empresa requiere que el porcentaje de óxido de hierro sea superior al 45%, para utilizar el material en el proceso de producción del cemento.

CODIGO	IDENTIFICACIÓN		MFE01	MFE02
MFE01	JO-23-01 MARCA 2B			
MFE02	JO-021-01			
ANALISIS QUIMICO (Rx.)		UNIDAD	curva Hierro	curva hierro
SiO ₂	Dióxido de Silíceo	%	43,86	43,76
Al ₂ O ₃	Oxido de Aluminio	%	21,22	19,03
Fe ₂ O ₃	Oxido de Hierro	%	18,34	18,16
CaO	Oxido de Calcio	%	0,13	0,38
MgO	Oxido de Magnesio	%	0,44	0,67
SO ₃	Anhídrido Sulfúrico	%	-	-
Na ₂ O	Oxido de Sodio	%	0,00	0,00
K ₂ O	Oxido de Potasio	%	0,25	3,01
	Perdida por Ignición	%	15,30	15,2
SUMA		%	99,54	100,21

CALCULOS DE MODULOS				
FSC	Factor de Saturación de Cal	%	0,07	0,18
MS	Módulo de Sílice	%	1,11	1,18
MA	Módulo de Alúmina	%	1,16	1,05

Tabla 6. Análisis químico de las muestras para mineral de hierro.

9.2 INDICE DE PUZOLANICIDAD

Como consecuencia de la definición de puzolanas, que incluye "aquellos materiales naturales o artificiales, ricos en sílice y alúmina, capaces de reaccionar con cal en presencia de agua y formar por esta reacción compuestos con propiedades cementicias", se conciben generalmente dos categorías de ensayos de laboratorio:

- Aquellos que tienden a caracterizar la existencia de la reacción puzolánica, poniendo en evidencia la formación de productos de hidratación específicos (silicatos y aluminatos de Calcio hidratados)
- Los que intentan probar que estos productos tienen influencia sobre las características físico-mecánicas del sedimento.

La segunda categoría de ensayos, dirigida a la última parte de la definición de puzolanas, es decir la capacidad de los materiales puzolánicos de formar productos con propiedades cementicias, fue la realizada en el Proyecto.

La determinación de la actividad puzolánica se llevó a cabo mediante un ensayo general normalizado por la ASTM, que determina el Índice de Actividad puzolánica o "Puzolanidad" con cemento Portland. Este consiste en la medición de la resistencia a la compresión simple, de probetas cúbicas conformadas por una mezcla de arena silícea con cemento Portland y material puzolánico, tras 28 días de curado en cámara húmeda.

Se determina el Índice de Puzolanidad (I_p), relacionando la resistencia a la compresión simple a 28 días de una mezcla patrón (arena silícea – cemento) y de las mezclas en la que parte del cemento es reemplazado por material puzolánico.

$$I_p = \text{RCS28 mortero con puzolana} / \text{RCS28 mortero patrón} * 100$$

Si el Índice de Puzolanidad supera el 75% los materiales agregados se consideran puzolánicos.

Este Ensayo se describe en mayor detalle en el Apéndice 1.

En la Tabla 7 se muestran los resultados a 28 días y con diferentes porcentajes de sustitución, del análisis de índice de puzolanidad.

Indicé de actividad puzolánica					
R28D					
	10%	20%	30%	35%	35%
GUANUMA	95,30	82,79	71,29	61,84	50,91
JO-015	94,27	87,16	71,42	63,64	56,30
RC-15-02	92,96	76,32	61,20	55,44	
RC-26-1A	91,28	77,10	66,79	59,94	59,01
RC-20-02	86,58	76,63	65,91	55,93	45,60
JO-003	93,09	84,82	69,01	65,54	57,87
JO-012	91,34	81,84	66,27	65,95	60,28
JO-07	90,16	84,43	81,16	69,22	67,67
RC-62-1		77,03	64,25	58,00	52,97
RC-61-2		72,01	69,25	64,95	53,26
RC-57-2		71,98	64,14	58,83	52,26
RC-61-1		81,88	71,57	63,47	58,55
RC-60-2		84,48	69,15	68,91	67,74
RC-51-2		72,92	60,65	57,62	54,88
RC-58-1		86,14	72,09	68,65	63,76
RC-55-1		67,74	61,12	57,36	45,74
RC-59-3		84,55	67,20	64,52	58,19
RC-59-1		74,10	60,00	54,51	52,44
RC-59-2		88,38	75,22	65,46	59,61
RC-54-1		73,35	68,24	60,03	55,37
RC-60-1		75,54	65,20	61,89	58,77
JO-28-01		65,37	57,21	50,57	35,01
JO-29-01		67,21	56,08	46,87	41,66
JO-50-01		69,40	58,08	54,39	33,30
JO-50-02		67,77	56,51	53,04	41,44
JO-50-03		74,05	68,38	61,81	45,99
JO-52-01		73,29	66,78	60,84	56,78
JO-52-02		86,77	69,21	63,26	56,51
JO-52-03		75,92	73,77	61,98	59,54
JO-52-04		73,48	66,56	61,41	57,97
JO-56-02		92,36	78,78	70,44	64,87
JO-56-03		83,42	76,38	67,13	35,72

JO-59-01		74,10	60,00	54,51	52,34
JO-59-02		88,38	75,22	65,46	59,61
JO-60-01		73,69	59,53	53,69	52,58
JO-61-01		90,56	77,59	69,91	56,23
JO-63-01		85,63	73,03	63,15	59,40
JO-64-01		87,80	70,46	60,03	52,69
JO-64-02		90,17	68,76	63,68	59,42
JO-64-03		78,27	61,26	53,95	52,04
JO-65-03		78,11	62,85	54,74	49,54
JO-66-01		75,21	61,31	56,39	49,56
JO-68-01		73,00	59,18	53,91	46,06
JO-70-01		75,49	61,53	54,70	47,97
JO-72-01		74,26	62,09	59,90	57,58
JO-72-02		77,37	66,24	61,06	55,27
JO-70-02		79,50	67,18	59,05	51,12
RC-79-1		76,08	67,25	59,19	48,52
RC-73-1		75,00	65,81	60,98	51,60
RC-69-1		78,11	64,41	57,21	46,40
RC-70-1		77,05	66,87	59,79	50,97
RC-71-1		79,08	67,16	56,12	48,41
RC-66-1		78,76	62,82	59,02	48,76
RC-64-1		72,72	63,85	55,49	45,79
RC-74-1		78,96	66,57	57,54	48,68
RC-67-1		76,32	62,52	57,12	54,11
RC-68-2		76,85	64,32	60,94	42,46
RC-77-1		79,45	68,06	59,92	46,51
RC-78-1		78,69	65,31	57,63	48,64
RC-80-1		74,54	66,30	58,16	48,66
RC-68-1		76,54	62,89	54,51	42,65
RC-65-1		79,08	70,19	61,45	57,09
JO-73-1		80,54	68,06	63,32	55,48
JO-73-2		73,28	67,46	62,89	48,98
JO-74-1		82,96	73,19	62,01	48,91
JO-74-2		77,36	62,03	57,44	55,61
JO-75-1		73,10	63,56	57,03	39,35
JO-76-1		76,06	60,47	58,72	40,94

OC-1-2	70,93	61,31	56,95	49,57
OC-1-1	82,21	65,73	60,08	54,06
RC-72-1	71,89	66,50	61,12	44,21
RC-48-01	83,95	76,80	62,66	48,05
RC-37-1	75,36	63,80	61,10	41,48
JO-47-2	94,46	88,07	80,80	74,17
JO-47-1	87,19	81,85	76,19	66,85
JO-40-1	86,65	74,24	70,74	65,27
JO-39-1	78,52	74,35	62,27	61,49
JO-35-1	72,93	65,25	61,47	50,99
JO-30-2	79,50	68,07	58,79	43,28
RC-50-1	79,71	68,44	60,05	53,78
RC-46-2	80,57	72,63	71,53	55,62
RC-45-1	73,07	61,00	53,53	42,93
RC-44-1	78,73	66,44	58,73	56,37
RC-42-1	77,55	66,39	64,18	55,98
RC-41-1	79,53	65,11	60,00	53,86
RC-06-02	76,08	67,32	61,35	60,33
RC-20-7	76,36	66,06	61,40	55,16
JO-42-1	83,16	76,12	64,45	58,28
JO-41-1	78,71	67,64	61,66	58,80
JO-37-1	74,45	63,45	59,19	50,25
JO-30-1	77,10	71,30	68,27	50,45
JO-010	82,76	65,25	61,47	50,99
RC-38-2	75,01	64,96	57,35	40,74
RC-06-03	78,08	68,56	64,85	50,74

Tabla 7. Índice puzolánico a 28 días con 4 porcentajes de sustitución (10%,20%, 30%, 35% y 35% con flujo)

Los Análisis detallados de cada una de las muestras consideradas como las de mayor actividad puzolánica se pueden observar en el anexo de este informe (ver archivo anexo 4).

9.3 PODER CALORÍFICO

El poder calorífico del carbón se determinó mediante un calorímetro (bomba calorimétrica adiabática). Para su determinación, se incinera una muestra de carbón previamente pesada, dentro del calorímetro, manteniendo el proceso bajo unas condiciones controladas según la ASTM Standards.

Este análisis da una medida del poder calorífico superior (PCS) porque todo el calor generado lo recibe el calorímetro, ya que el vapor de agua que resulta, se condensa entregando su energía de evaporación. En el poder calorífico neto (PCN), se asume que el vapor de agua generado por las reacciones no se condensa en el sistema de combustión y por ende este calor latente no se recupera.

En las tablas 8 y 9 se muestran los resultados de las pruebas de calorimetría, para diferentes muestras de lignito y arcillas carbonosas.

Muestra	Poder Calorífico (Cal/g)	Descripción
JO-77-1	2795	Capa lignito laminado (20 cm) en la sección del Balneario de Yanigua
JO-77-2	4.022	Arcilla color gris masiva, que suprayace la capa de lignito en el Balneario de Yanigua
JO-77-3	1121	Lignito laminado bastante oscuro
JO-77-4	0	Arcilla color gris con fragmentos carbonosos, base de la sección del balneario de Yanigua
JO-77-5	274.5	Arcilla gris negra, meteorizada
JO-78-1	4038	Lignito laminado color negro, alterado
JO-79-1	6098	Lignito bastante masivo bajo el nivel del agua
JO-79-2	815.8	Arcilla gris negra masiva

Tabla 8. Resultados de poder calorífico y descripción de muestras de Lignito, de la columna que se levanto en el balneario del rio Yanigua

Referencia	Poder calorífico (PC) Cal/g	Humedad %	SO3
JO80-1	5.711	16,44	-33
JO81-1	296	10,18	-86
JO82-1	441	16,85	-0,78
JC4-1	515	19,17	12
JC5-1	4.632	16,68	0,94
JC3-1	882	16,26	1,27
JC6-1	1.124	15,44	0,76
RC19-1	5.368	480	25,44
RC19-2	7.255	521	6,96

Tabla 9. Resultados de poder calorífico de las muestras de Lignito del Valle y Bánica.

9.4 ANÁLISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Con la prueba de difracción de rayos X se busca determinar las diferentes fases minerales cristalinas y amorfas, ya que el índice puzolánico de un material presenta una relación inversamente proporcional con el grado de cristalización que éste pueda presentar.

Posteriormente a la prospección, y de tener los resultados de índice puzolánicos de todas las muestras de esta fase, se decidió enviar cuatro muestras para ser analizadas con difracción de rayos X, teniendo en cuenta su buen desempeño, sabiendo que las propiedades puzolánicas de cualquier material dependen principalmente de su estructura interna y composición mineralógica.

Las muestras se enviaron al laboratorio central de CEMEX en Monterrey, México (ver archivo anexo 5).

La tabla 10, muestra como tres de las cuatro muestras enviadas a México, presentan una composición mayor al 70% en cuanto a la suma de los principales óxidos (SiO₂, AL₂O₃, Fe₂O₃) conforme lo indica la norma ASTM C 618-05.

MUESTRA	SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃
JO-47-02	72.9
JO-60-02	74.3
JO-56-02	50.4
RC-58-01	76.5

Tabla 10 Suma de los óxidos mayores en cada muestra de puzolana

	ANÁLISIS QUÍMICO	UNIDAD	JO-47-2	JO-60-2	JO-56-2	RC-58-1
SiO ₂	Dióxido de Silicio	%	54.7	59.1	36.8	50.2
Al ₂ O ₃	Oxido de Aluminio	%	13.7	9.7	8.1	16.4
Fe ₂ O ₃	Oxido de Hierro	%	4.5	5.5	5.4	9.9
CaO	Oxido de Calcio	%	8.2	10.4	24.5	5.7
MgO	Oxido de Magnesio	%	1.9	2.1	1.2	4.1
SO ₃	Anhídrido sulfúrico	%	0.13	0.20	0.06	0.09
Na ₂ O	Oxido de Sodio	%	1.83	2.66	0.72	6.49
K ₂ O	Oxido de Potasio	%	3.98	0.76	1.41	1.39
TiO ₂	Oxido de Titanio	%	0.54	0.39	0.37	0.65
P ₂ O ₅	Pentóxido de Fósforo	%	0.20	0.16	0.12	0.20
Mn ₂ O ₃	Oxido de Manganeseo	%	0.17	0.15	0.10	0.16
ZrO	Oxido de Zirconio	%				0.007
Rb	Rubidio	%	0.011			
Ba	Bario	%	0.267	0.240	0.171	0.096
SrO	Oxido de Estroncio	%	0.151	0.110	0.017	0.020
V ₂ O ₅	Pentóxido de Vanadio	%			0.054	0.081
Pxlgn	Pérdida por Ignición(950C)	%	9.7	8.4	21.0	4.5
	SUMA	%	100	100	100	100

Tabla 11. Composición química

A partir de difracción de rayos X se obtuvo también el porcentaje de cada uno de los óxidos y minerales de cada una de las muestras, así como su pérdida por ignición (tabla 11).

Aunque tres de las muestras tienen altos contenidos de SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ es importante también conocer las fases minerales (ver tabla

12), que se pueden observar en cada material así como su estructura interna de modo que posteriormente se puedan comparar con las resistencias obtenidas de los morteros.

MUESTRA	JO-47-02	JO-60-02	JO-56-02	RC-58-01
FASE	CUARZO CALCITA ANORTITA HYALOPHANE ALMANDITE ALUMINIUM CLINOPTILOLITE	CUARZO CALCITA ALBITA ALUMINIUM FAYALITE MUSCOBITA	CUARZO ALMANDITA LEUCITA CALCITA ALBITA HISINGERITE	ANALCIME ALBITA ESSENEITE MONTICELLITE MICROCLINA

Tabla12. Fases minerales de más muestras

En cada una de la muestras se debe analizar el tipo de estructura que posee teniendo en cuenta en este caso que sea amorfa, ya que una estructura cristalina tiene poca reactividad puzolánica.

Como se observa en las graficas 33, 34, 35 y 36 ninguna de las muestras tiene una estructura amorfa, sin embargo tampoco presentan una estructura cristalina por lo que podríamos hablar de una estructura intermedia.

Hablando particularmente las muestras JO47-02 Y JO58-01, presentan la estructura más cercana a una muestra amorfa, mientras las muestras JO60-02 Y JO56-02, presentan una estructura que se asemeja más a la cristalina, lo cual se confirma con las pruebas de puzolanidad realizadas en los laboratorios de la planta de CEMEX, en San Pedro de Macorís, donde se observa que las muestras JO47-02 Y JO58-01, presentan un mayor índice de puzolanidad que las muestras JO60-02 Y JO56-02.

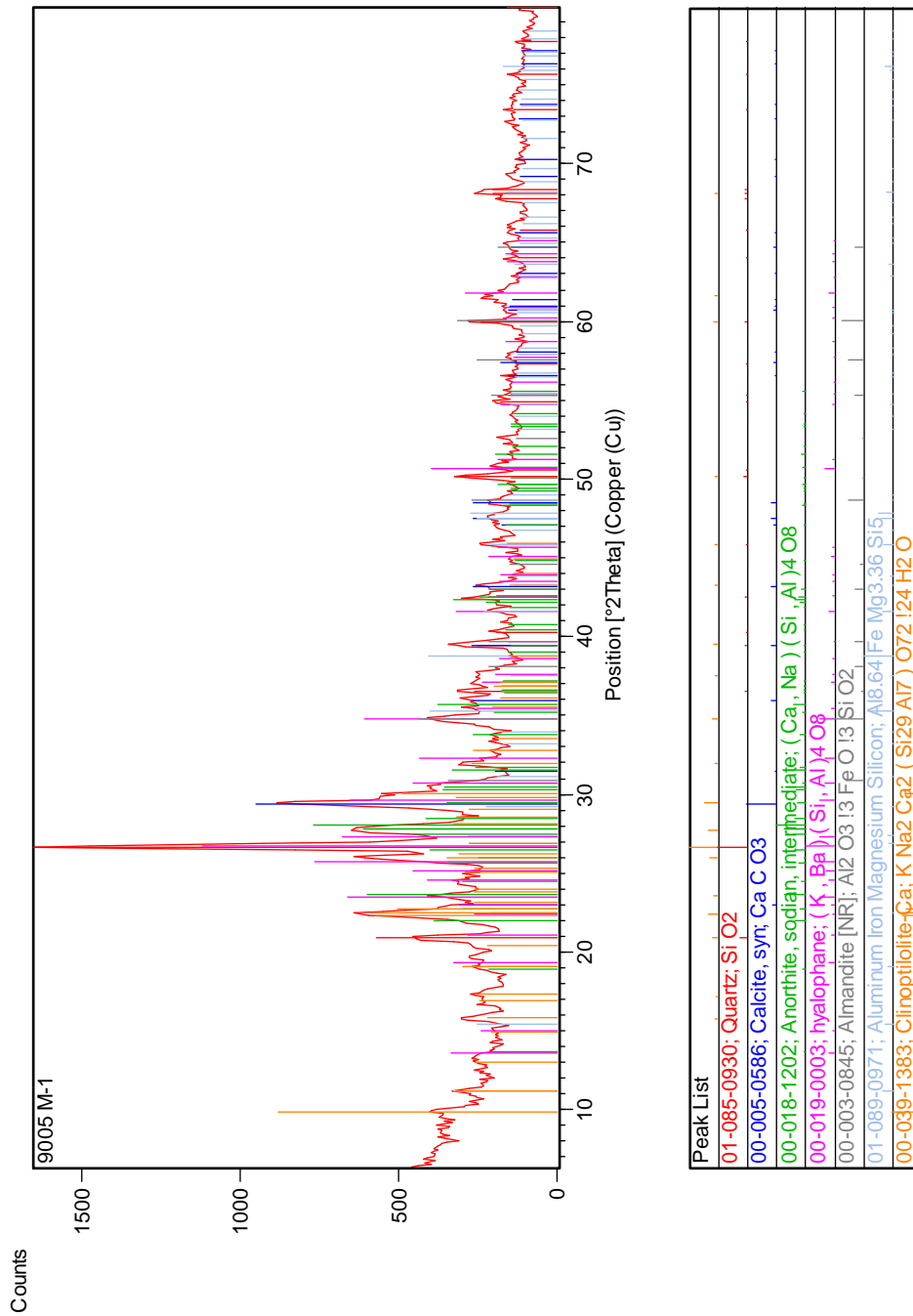


Figura 33. Espectro de DRX de la muestra JO47-02.

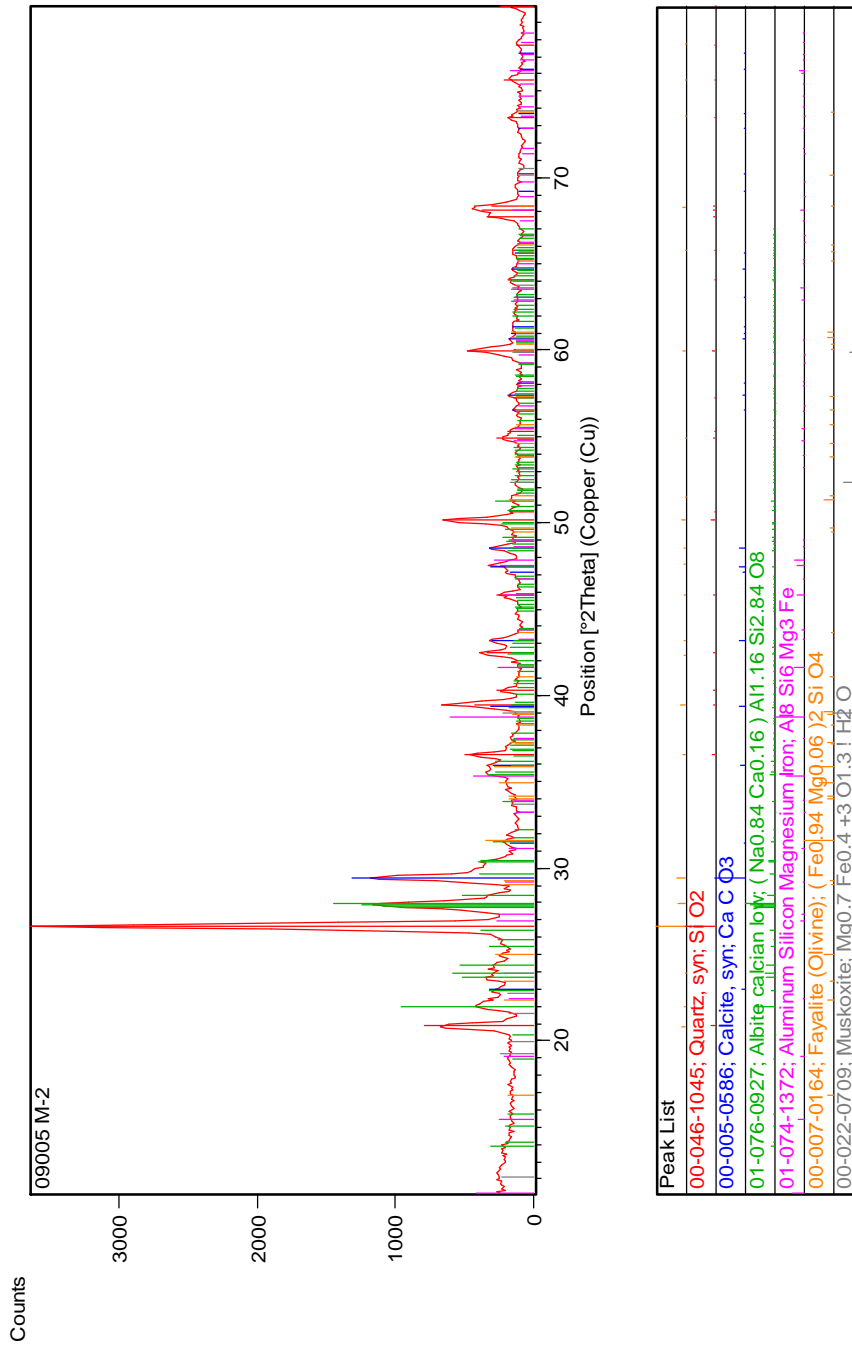


Figura 34. Espectro de DRX de la muestra JO60-02.

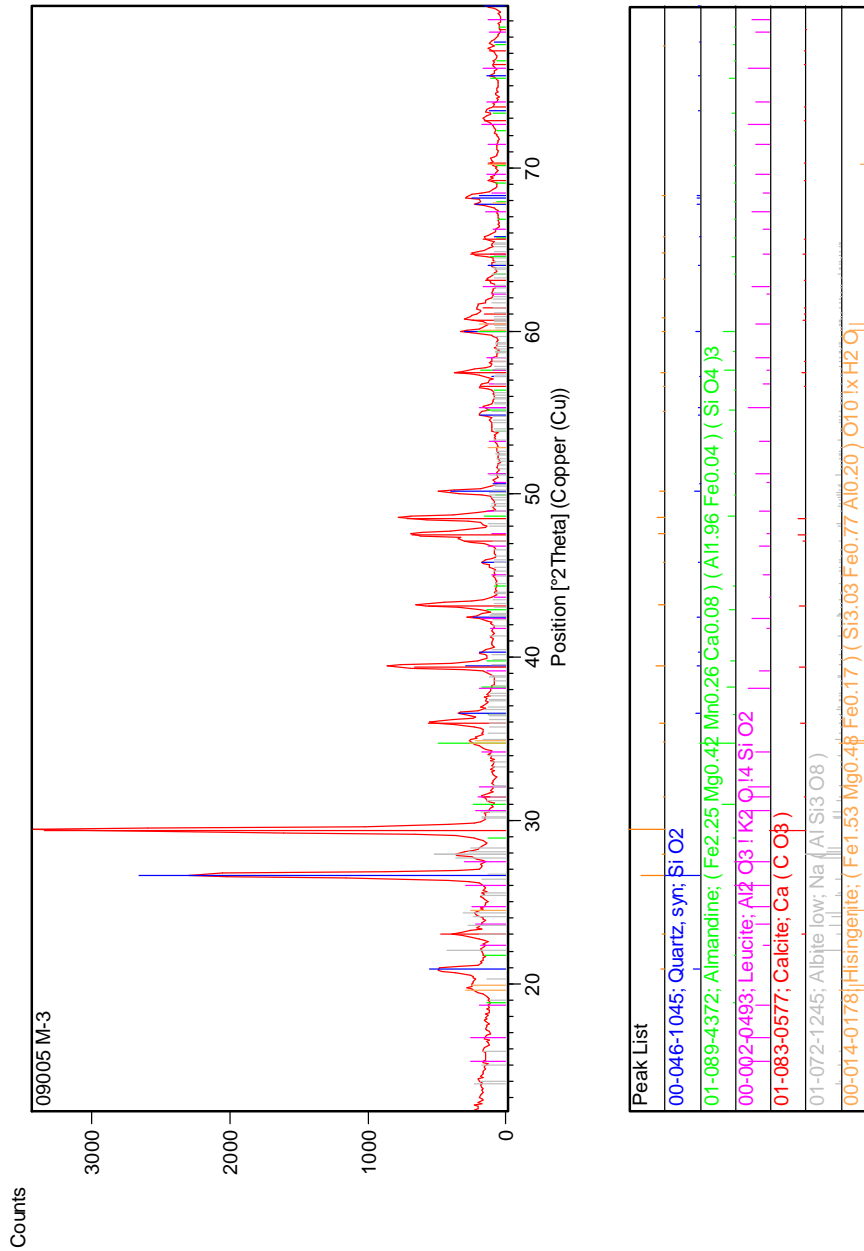


Figura 35. Espectro de DRX de la muestra JO56-02.

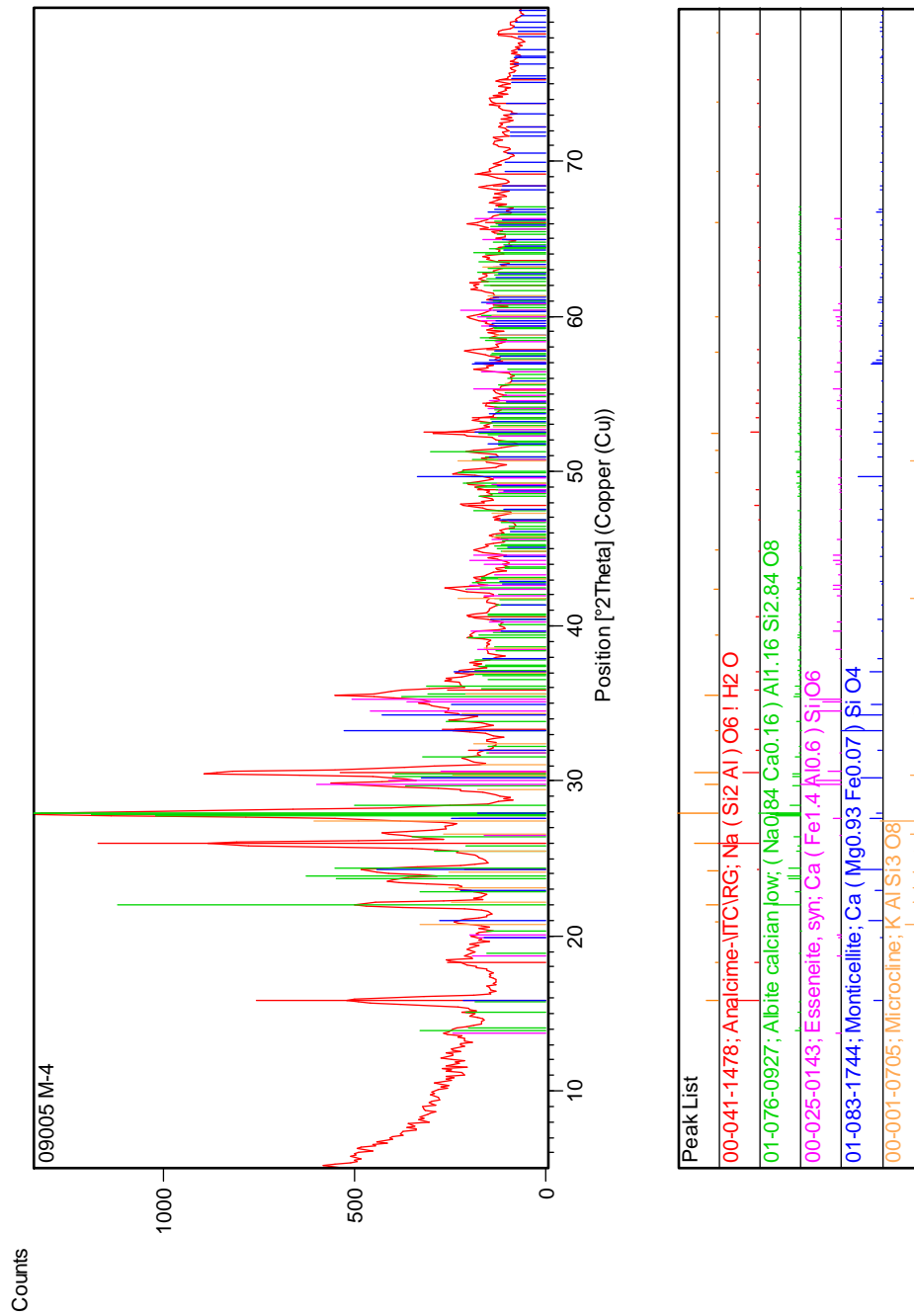


Figura 36. Espectro de DRX de la muestra JO58-01.

10 DELIMITACIÓN DE ÁREAS PARA EXPLORACIÓN

Los resultados de los análisis se discutieron con el personal de geología y de laboratorio, y se seleccionaron las muestras que presentaron los mejores indicios para la etapa de exploración.

Las muestras tomadas en los afloramientos JO-7, JO-40, JO47, JO56, RC-58, y RC-60, mostraron un índice actividad puzolánica importante y una composición química dentro del promedio para las puzolanas como se muestra en la tabla 13, y la Figura 37, que las hace interesantes desde el punto de vista geológico, para una posterior etapa de exploración, que permita caracterizar las condiciones reales del yacimiento.

Debido a la no actualización del mapa de concesiones, durante el desarrollo del proyecto, se reconoció que los afloramientos RC-58, RC-60 Y JO-56, ubicados en la hoja topográfica de Miches, se encuentran en áreas de reciente concesión, así mismo el afloramiento JO-47, se localiza en una cantera activa a la izquierda de la carretera que desde Hato Mayor del Rey conduce al pueblo de El Puerto, por lo que la exploración se concentró a dos (2) áreas, correspondientes a las Hojas topográficas de Hato Mayor del Rey (Afloramiento JO-7) y El Seibo (Afloramiento JO-40).

	20%	30%	35%	35%
JO-47-2	94,46	88,07	80,80	74,17
JO-01	90,91	81,99	75,25	69,57
RC-60-2	84,48	69,15	68,91	67,74
JO-07	84,43	81,16	69,22	67,67
JO-47-1	87,19	81,85	76,19	66,85
JO-40-1	86,65	74,24	70,74	65,27
JO-56-02	92,36	78,78	70,44	64,87
RC-58-1	86,14	72,09	68,65	63,76

Tabla13. Muestras con mayor índice de actividad puzolánica, a 28 días, con porcentajes de sustitución, de 20%, 30%, 35% y 35% buscando flujo constante (última columna)

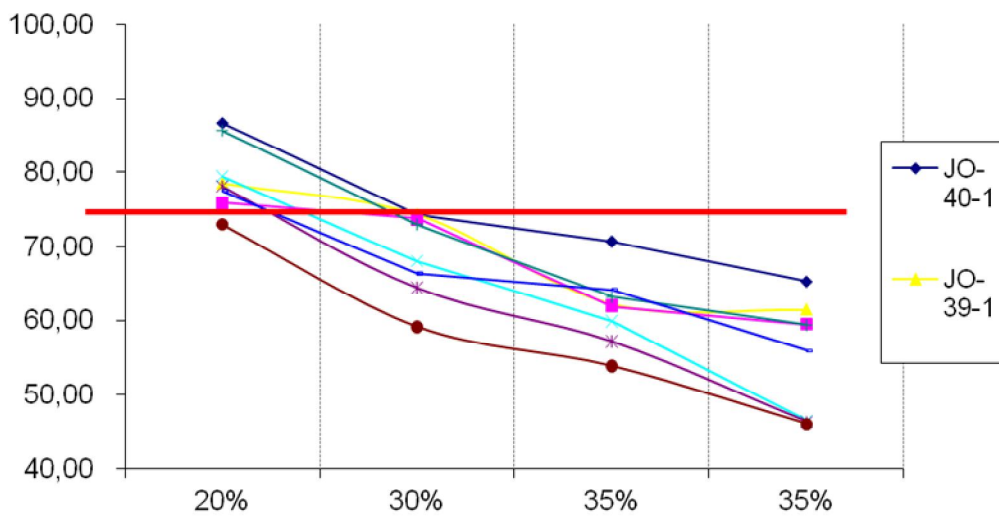


Figura 37. Grafico de índice de puzolanidad a 28 días de las mejores muestras.

Aun así, debido a los buenos resultados de la estación JO47, y a que se encuentra una cantera en operación en el área, se decidió hacer un estudio de costos para comparar una posible compra de material con los costos de operación de la mina de puzolana Luisa Prieta; este estudio preliminar mostró una reducción cercana al 50% por tonelada utilizada en la producción del cemento, reflejándose en un ahorro de aproximadamente de US\$2'000.000 anuales, con el porcentaje de sustitución presupuesto para el 2009. En la tabla 14 se muestran los consumos históricos de puzolana en la planta de San Pedro de Macorís.

AÑO	CLINKER (%)	PUZOLANA (%)
2005	88,2	0
2006	85,6	0
2007	84,5	1
2008	80,7	6,2
2009 (Presupuesto)	78,26	9,71

Tabla 14. Histórico de porcentaje de sustitución de clinker por puzolana

EXPLORACIÓN

La etapa de exploración se llevó a cabo, en su fase inicial, sobre las zonas que presentaron mejores resultados en la etapa de prospección, es decir aquellas zonas cuyas muestras arrojaron mejores resultados en el laboratorio, que no se encuentran concesionadas y que además muestran grandes posibilidades en cuanto a la ocurrencia de un yacimiento económicamente explotable.

En este sentido la primera fase de exploración se concentró en las puzolanas, teniendo en cuenta que para el mineral de hierro los afloramientos son limitados, además de que las muestras recolectadas y analizadas químicamente, presentaron bajos porcentajes de óxido de hierro, así mismo los afloramientos de carbón encontrados se presentan en capas de espesores mínimos y están localizados en áreas concesionadas.

Esta etapa se enfocó en un reconocimiento detallado de las áreas donde se encuentran localizados los afloramientos de interés, identificados en la fase prospectiva de acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio. Estas áreas se encuentran ubicadas en las planchas de Hato Mayor del Rey y del Seibo, que además de mostrar las mejores condiciones en cuanto a litología se refiere, se encuentran a una distancia corta de la planta de CEMEX en San Pedro de Macorís, aproximadamente 50 kilómetros, lo que implica una reducción de costos en comparación de los 100 kilómetros que separan a la mina Luisa Prieta de la Planta, además de que las vías están en mejores condiciones en las nuevas áreas.

De estas dos áreas, la que se encuentra en la plancha de Hato Mayor del Rey corresponde a una antigua concesión de la compañía (concesión Guabaro), y es allí donde se llevó a cabo el muestreo superficial (Figura 38) más detallado, y donde teniendo en cuenta la información obtenida durante este muestreo, se cartografiaron los depósitos de interés (Figura 39). La zona que se encuentra ubicada en la plancha del Seibo, se delimitó y se hizo sobre ella una petición de

reserva, en esta se realizó un muestreo superficial preliminar (Figura 40), para confirmar los resultados obtenidos en la etapa prospectiva. Las muestras, tanto de la concesión Guabaro como los de la zona del Seibo, se encuentran en el laboratorio en espera de ser analizadas.

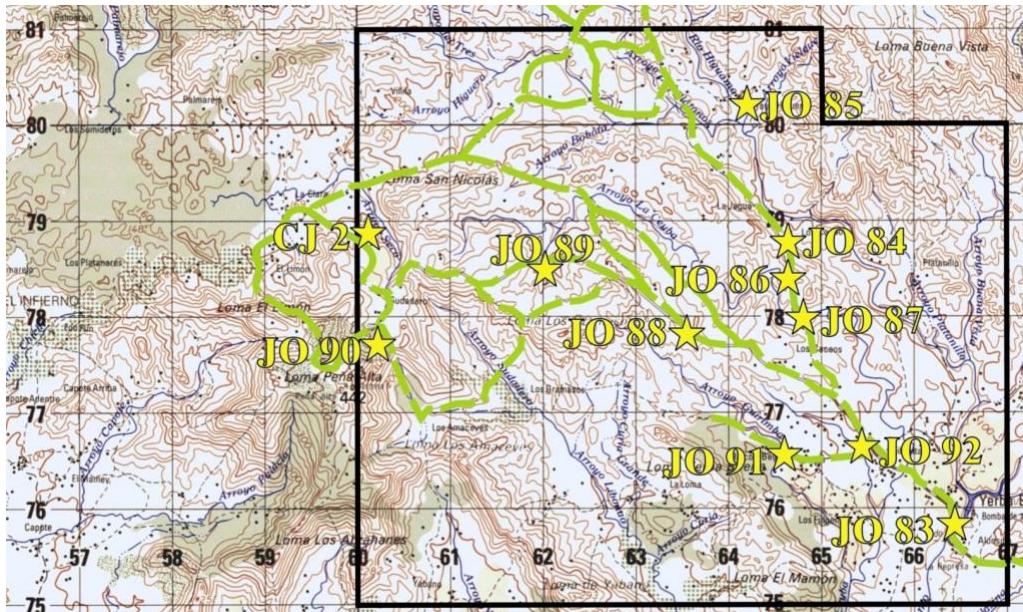


Figura 38. Mapa de recorridos y muestreo etapa de exploración concesión Guabaro.

El muestreo superficial detallado preliminar en la concesión Guabaro, muestra un claro predominio de rocas volcanosedimentarias, con intercalaciones de cuerpos basálticos, riolíticos y andesíticos, estratificados, en capas centimétricas, que en los afloramientos muestra un espesor mayor a los 2 metros, con un rumbo predominantemente NW y una tendencia de buzamiento hacia SW.

El muestreo desarrollado en la región del Seibo, se enfatizó en la loma La Cerezuela, ya que esta presenta la misma litología de la cantera en explotación en Hato Mayor del Rey.

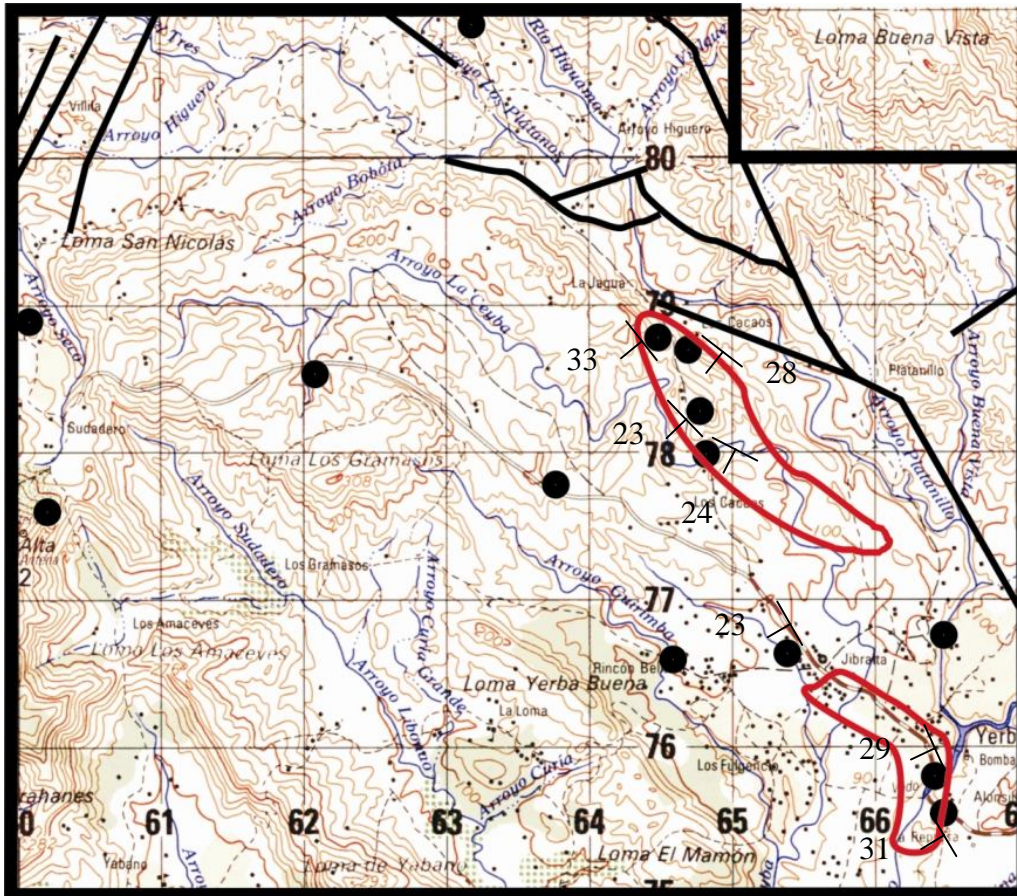


Figura 39. Depósitos de puzolana, concesión Guabaro. Los puntos indican los lugares de muestreo

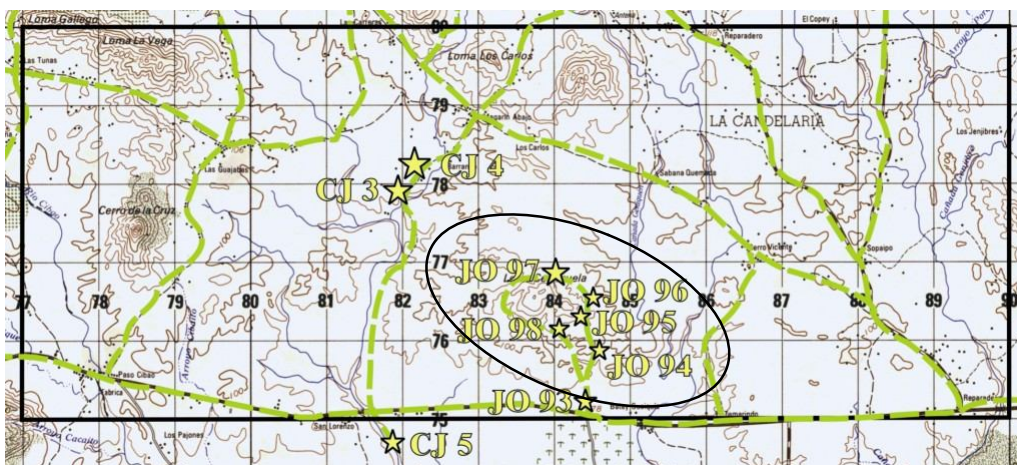


Figura 40. Mapa de recorridos y muestreo, etapa de exploración, El Seibo. El círculo encierra el área de la loma La Carrezuela

CONCLUSIONES

En la etapa de prospección de Carbón, Mineral de Hierro y Puzolana, se recorrieron 13 hojas topográficas escala 1:50000 obteniéndose los mejores resultados en la puzolana, siendo descartados para una etapa de exploración los recursos de Carbón y mineral de Hierro, debido a sus pequeñas manifestaciones y ausencia de los mismos

Los indicios de Carbón encontrados en las Hojas Topográficas escala 1:50000 de El Valle y Bánica, no se consideran de gran interés dentro del proyecto, debido a que se limitan a capas de espesores mínimos (max.38 cm), sin una continuidad definida y fragmentos de lignito en depósitos aluviales sobre arroyos y ríos, por lo que se descartó este recurso para una etapa detallada de exploración.

La Prospección sistemática desarrollada en las hojas topográficas de Villa Altigracia y Villa Mella, zona centro de la República Dominicana, permitió determinar que las manifestaciones de mineral de Hierro en las áreas que se encuentran libres son prácticamente nulas, siendo este recurso limitado a áreas concesionadas, por lo que se descartó desarrollar una etapa exploratoria de este recurso.

La Etapa de Exploración dentro del proyecto estuvo enfocada en Las puzolanas, reconociéndose dos áreas de interés: la primera corresponde a la concesión el Guabaro ubicada en la región conocida como Yerbabuena, en el sector NE de la hoja de Hato Mayor del Rey, y la segunda se encuentra en la sector de Magarín, región central de la hoja topográfica El Seibo; donde se realizaron muestreos detallados de las formaciones los Ranchos y las Guayabas.

De acuerdo con los resultados de Laboratorio obtenidos de la resistencia a la compresión a la edad de 28 días, con 35% de sustitución de cemento; las muestras de mejor reactividad puzolánica fueron: JO7, JO40, JO47, JO56, RC58 y RC60, cumpliendo con lo establecido en la norma ASTM C 618 para ser considerado material puzolánico.



Los Resultados del análisis de Difracción de Rayos X (DRX), muestran que las muestras JO-47 y RC-58 presentan una estructura semi amorfa, considerándose los materiales con mas reactividad puzolánica. Las muestras RC-60, JO-56, a pesar de no tener una estructura amorfa tan evidente, también poseen una reactividad puzolánica importante.

RECOMENDACIONES

Desarrollar geológicamente la Concesión Guabaro y Realizar un programa de Perforación exploratoria de 80x80, que permita conocer detalladamente la estructura geológica de los cuerpos a explotar, así como una correcta cuantificación de las reservas.

Profundizar la Investigación en el área concesionada de la Hoja de El Seibo, en orden de posibilitar el establecimiento de una cartografía geológica con mayor detalle, y un mejor delineamiento de los cuerpos de interés.

Revisar los resultados de los análisis químicos de las muestras que no alcanzaron los estándares requeridos para considerarse puzolana centrándose en los porcentajes de Sílice y Alúmina, con el fin de identificar aquellas muestras que puedan usarse como agregados.

Desarrollar un estudio de costos para determinar la viabilidad de una explotación de tipo artesanal del Lignito del Valle.



BIBLIOGRAFIA

BOURGOIS, J. et al. (1980): Datos geológicos nuevos acerca de la región de Puerto Plata (República Dominicana).- 9th Carib. Geol. Conf. Mem.: 633-636; Santo Domingo.

Diaz Albaro, Hernaiz Pedro, 2004. Mapa geológico plancha G272-I Anton Sanchez escala 1:50000. Santo Domingo.

Diaz Albaro, Hernaiz Pedro, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G272-I Anton Sanchez escala 1:50000. Santo Domingo.

Garcia Jesus, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6272-III Rincon Chavon escala 1:50000. Santo Domingo.

García Jesús, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6372-III Hato Mayor de Rey escala 1:50000. Santo Domingo.

Garcia Jesus, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6272-III Rincon Chavon escala 1:50000. Santo Domingo.

García Jesús, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6372-III Hato Mayor de Rey escala 1:50000. Santo Domingo.

Hernaiz Pedro, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6272-III Monte Plata escala 1:50000. Santo Domingo.

Hernaiz Pedro, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6372-I Miches escala 1:50000. Santo Domingo.

Hernaiz Pedro, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6272-III Monte Plata escala 1:50000. Santo Domingo.



Hernaiz Pedro, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6372-I Miches escala 1:50000. Santo Domingo.

Hernaiz Pedro, Drape Grenville, 2004. Mapa geológico plancha G6172-II Villa Altagracia escala 1:50000. Santo Domingo.

Hernaiz Pedro, Drape Grenville, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6172-II Villa Altagracia escala 1:50000. Santo Domingo.

Martín Marcelino, Canales Luisa, 2004. Mapa geológico plancha G6172-I Hatillo escala 1:50000. Santo Domingo.

Martín Marcelino, Canales Luisa, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6172-I Hatillo escala 1:50000. Santo Domingo.

Martin Marcelino, Gomez J Antonio, 2004. Mapa geológico plancha G6172-IV Bonao escala 1:50000. Santo Domingo.

Martin Marcelino, Gómez J Antonio, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6172-IV Bonao escala 1:50000. Santo Domingo.

Mollat Harmut, Wacner Bernhard, Cepek Pavel.2004, Mapa Geológico de la republica Dominicana Geologisches jahrbuch.101p. Hannover.

Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6272-II Bayaguana escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6372-III El Seibo escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6372-IV Valle escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Mapa geológico plancha G6472-IV Las Lisas escala 1:50000. Santo Domingo.



Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6272-II Bayaguana escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6372-III El Seibo escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6372-IV Valle escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Ardevol Luis, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6472-IV Las Lisas escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Nadeje Nicole, 2004 Mapa geológico plancha G6272-IV Sabana Grande de boya escala 1:50000. Santo Domingo.

Monthel Jaques, Nadeje Nicole, 2004. Texto explicativo Mapa geológico plancha G6272-IV Sabana Grande de boya escala 1:50000. Santo Domingo.

Pindell J., Draper G. (1991): Stratigraphy and geological history of the Puerto Plata area, northern Dominican Republic. Geological Society of America Special Paper, 262.

Quintana Crespo Enrique. 2005. Relación entre las propiedades geotécnicas y los componentes Puzolanicos de los sedimentos pampeanos. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.

Anexo 1.

Libreta de Campo.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	CÓDIGO DE LA MUESTRA	DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA	SITUACIÓN GEOLÓGICA GENERAL	SITUACIÓN ESTRUCTURAL	DESCRIPCIÓN CORTE
JO1		Carretera Hato Mayor a Yerbabuena sobre el puente	Zona bastante llana, no se observan lomas o montañas, solo se aprecia un pequeño talud donde se encuentran afloramientos	Conglomerados de rocas volcánicas	Afloramiento altamente diaclasado	Afloramiento al margen derecho de la carretera, sobre la pared y el piso se ve una litología con colores que van desde grises violáceos, cafés y beige claros, presenta una estratificación plano paralela, el tamaño de grano es muy fino por lo que se puede tratar de un precipitado silíceo se observa también la presencia de algunos nodulos

JO2	JO-002-01	Bajando 100 metros hasta el Arroyo Platanillo por un carreteable a la derecha de la via principal, aproximadamente 100 m despues de Yerbabuena	La zona presenta una vegetacion muy espesa y es de dificil acceso, el nivel del agua en el arroyo se encuentra bajo	Coladas de andesita con fenocristales de plagioclasa	Ningun rasgo estructural se observa	Afloramiento roca volcanica sobre con colores verdes y grises bastante con fenocristales feldespatos K de una matriz afanitica. El afloramiento se encuentra a lo largo de la orilla del Arroyo
JO3		Al norte de la vereda Magarin cerca de 4 Km, junto al Arroyo Naricero	La zona presenta vegetacion muy espesa y las vias no se encuentran en muy buen estado, la geomorfologia es de pendientes moderadas a bajas, y la presencia de afloramientos es muy poca	Fm de los Ranchos. Tobas	Ningun rasgo estructural se observa	La espesa vegetacion oculta la zona dificil de localizacion de afloramientos, se observa un pequeño afloramiento a un lado de la carretera, la roca presenta muy alta oxidacion por lo que se puede destapar bastante para poder sacar muestra relativamente fresca, la roca es sedimentaria de color gris pero con tonos rojizos debido al grado de oxidacion
JO4	JO-004-01	Por la carretera que se desprende de la via del Puerto hacia El Copey , a mano derecha cruzando la Sabana de Pulgarin, al E de la Loma de Castellanos		Formacion Los Ranchos: Basaltos sin estratificacion y aglomerados	Ningun rasgo estructural se observa	
JO5						

JO6	JO-006-01, JO-006-02	Carretera que va de Hato Mayor al Valle bajo un puente	Zona relativamente llana con vegetacion abundante	Brechas estratificadas de rocas volcanicas basicas y Basaltos estratificados	Basaltos altamente diaclasados sin una direccion aparente	En el afloramiento pueden observarse de litologia, la inferior presenta volcanicas altamente meteorizadas presencia de fragmentos liticos mal calibrados 3 cm ademas se observan clastos que alcanzan los 30 cm en la parte superior pueden observarse andesitas de color verde con fragmentos rojizos por oxidacion pueden observarse fragmentos subordinados de color muy fino y algunos dendritas de pirita en el contacto de las unidades es irregular esta ultima esta diaclasada aun cuando presentan una coloracion preferencial
JO7	JO-007-01 JO-007-02	Carreteable que se desprende hacia el NE de la via principal que conduce de Hato Mayor al Valle, en el sector conocido por las personas del sector como Lomita Sucia	Loma de gran pendiente, y vegetacion abundante	Formacion Los Ranchos: Brechas estratificadas de rocas volcanicas basicas y calizas y basaltos estratificados	La litologia de la roca volcanosedimentaria se encuentra diaclasada	En este afloramiento se observan dos litologias la primera corresponde a brechas color gris con matriz afanitica y cristales de pirita y calcita de 1-5 mm la litologia que se observa se encuentra en el contacto corresponde a una matriz muy fina de color gris a verdosos que se encuentra diaclasada posiblemente un tipo volcanosedimentario existe una relacion del contacto entre

JO8	JO-08-01	Entrando por un desvio al norte de el pueblo el Puerto hasta llegar a una finca donde no es accesible el camino para vehiculos,caminando aproximadamente 2 km por el unico camino de la zona hasta que se observa un afloramiento, hacia la derecha del camino, bastante extenso y de color blanco en una loma de gran pendiente (ver fotos)	la zona presenta altas pendientes y tiene una vegetacion muy espesa	Capas delgadas de areniscas granoclasificadas laminadas alternando con lutitas siliceas y calizas (Caliza Hatillo)	estructura masiva altamente diaclasada	Afloramiento aproximadamente 10 metros la roca es muy dura de color claro, presenta fracturas de rocas embebidas altamente diaclasada
JO9	JO-09-01 JO-09-02	Entrando por un desvio al norte de el pueblo el Puerto hasta llegar a una finca donde no es accesible el camino para vehiculos,caminando aproximadamente 3 km por el unico camino de la zona	La zona presenta altas pendientes y tiene una vegetacion muy espesa	Formacion Las Guayabas: Tobas de grano grueso y Brechas	Ningun rasgo estructural se observa	Afloramiento aproximadamente 10 metros al borde de la quebrada se observan litologias con color irregular la primera cristalina con un alto contenido de cuarzo tambien se observa roca masiva con textura muy fina se pueden observar algunos cristales diseminados y estas tambien se pueden observar brechas volcanicas

JO10	JO-10-01	Entrando por un desvio al norte de el pueblo el Puerto hasta llegar a una finca donde no es accesible el camino para vehiculos, caminando aproximadamente 3 km por el unico camino de la zona aproximadamente 500 metros antes de la estacion JO8	La zona presenta altas pendientes y tiene una vegetacion muy espesa	Formacion Las Guayabas: Tobas de grano grueso y Brechas	Ningun rasgo estructural se observa	No es un afloramiento, en este situ, se encuentra una muestra de color rojizo, presenta una textura rugosa, alta porosidad, ademas es muy lamosa, se encuentran variadas formas de este tipo indicativas del afloramiento, cerca, existe un indicador de esta muestra de material con reactividad puzolanica
JO11	JO-11-01 JO-11-02	Afloramiento de 15 m de alto por 30 de ancho se encuentra en Doña Ana adentro hacia Loma del Consuelo por la carretera principal	La zona presenta pendientes moderadas a bajas	Formacion Las Guayabas. Areniscas, Grauvacas y lutitas en capas delgadas plano paralelas	Altamente diaclasadas	Se pueden observar varios tipos de rocas la muestra de color rojizo muestra un tipo de roca potente con un diaclasamiento irregular, una roca con estructura verdosos, a diferencia de la anterior se puede observar algunos pequeños cristales de fragmentos de cuarzo de milimetricos con una matriz: al parecer trata de areniscas consolidadas de color rojo fino a muy

JO12	JO-12-01 JO-12-02	Sobre la carretera que va de de Hato Mayor hacia el Puerto aproximadamente 2 km despues del cruce para ir a Yerbabuena	la zona es relativamente plana	Calizas bioclasticas	Presenta diaclasas en direccion contraria a la estratificacion	Afloramiento aproximadamente alto y 4 de ancho observa una roca dura con estratificación plano paralela y se parte de m tabular se pu observar concre también lent material muy fino beige, la composición la roca no se observar a simple debido a que es probablemente precipitado s
JO13	JO-13-01 JO-13-02	Sobre la via que va de Hato Mayor hacia Yerbabuena	la zona es relativamente plana, con vias de acceso en regular estado	Calizas Bioclasticas	Presenta diaclasas en direccion contraria a la estratificacion	Afloramiento de potentes con estratificación paralela, en la podemos observar aspecto masivo de tonos gris verdosos, de gran con presencia de sobre los plan estratificación presentan algunas laminas de calcita tope se observa potente de aproximadamente 1.5m, esta litología encuentra intercalada una mas afanítica capas decimetricas bandeamiento n

JO14	JO-14-01	Por la carretera que va de Yerbabuena hacia la Loma Moña Gorra en la vereda del mismo nombre	La zona es relativamente montañosa con pendientes medias, en general un paisaje bastante llano	Fm los ranchos. Brechas estratificadas de rocas volcanicas basicas y calizas y basaltos estratificados	Altamente diaclasadas	Sobre el margen de la carretera se lo que podrian ser material de grano fino tamaño cer colores beige diaclasamiento extienden a lo largo m por dicho m
JO15	JO-15-01	Sobre la via del Puerto a Castellanos aproximadamente a 20 metros despues de un riachuelo que atraviesa la carretera	La zona es relativamente montañosa con pendientes medias	Fm de Los Ranchos. Tobas	No presenta rasgos estructurales definidos	La roca aflora s piso de una ca bastante mala altamente meteo presenta termin curvas por el ac agua, hay que con el fin de sa buena muestra, l de color beige ca y corresponde a de grano fi
JO16	JO-16-01	Por la carretera que va de Yamasa a Mata Bestia, en esta ultima vereda junto al Arroyo La Leonora	Zona con geomorfologia irregular, con escarpes medianos a ambos lados del cauce del arroyo	Formacion Peralvillo Sur:Basaltos, diabasas y niveles volcanoclasticos	El afloramiento esta cubierto por vegetacion, y no se distinguen rasgos estructurales notables	Afloramiento de p dimensiones, de tamaño de gra apreciable, c gisaceos a ve masivasa, con rojizos por oxid esta cubierto vegetacio
JO17	JO-17-01	Por la carretera que va de Yamasa a Mata Bestia, en esta ultima vereda junto al Arroyo La Leonora, 200 m aproximadamente en direccion SE de la estacion anterior	Se mantiene una geomorfologia irregular, con escarpes medios, abundante vegetacion y humedad por su cercania al Arroyo	Formacion Peralvillo Sur:Basaltos, diabasas y niveles volcanoclasticos	Ningun rasgo estructural predominante	Afloramiento o masiva con tonos claros y rojos a oxidacion, con ta grano fino, te afanitica y min maficos, el aflor tambien hay pres abundante veg

JO18	JO-18-01	En el margen derecho de la carretera que va de Yamasa a Mata Bestia aproximadamente 200 m antes de llegar a esta vereda	Zona con geomorfología irregular, con pendientes medias, la carretera se encuentra en estado aceptable	Formación Peralvillo Sur: Basaltos, diabasas y niveles volcanoclasticos	Afloramiento altamente diaclasado; situación general en esta litología	Afloramiento de color gris claro y beige con tonos cafés por oxidación de material fino, bloques masivos y altamente diaclasados, son Volcanosedimentarios. Tobas, el afloramiento está rodeado de vegetación.
JO19	JO-19-01	Por un desvío hacia el este de la carretera que va de Sabana Grande hacia la vereda Camaron, el desvío sigue el cauce del arroyo Mata Bestia		Peridotitas de loma caribe. Peridotitas y peridotitas serpentinizadas	afloramiento altamente diaclasado	El afloramiento es aproximadamente alto, altamente meteorizado. Peridotitas y serpentinitas, estas peridotitas también altamente meteorizadas con color rojo.
JO20	JO-20-01	Por un desvío hacia el este de la carretera que va de Sabana Grande hacia la vereda Camaron, el desvío sigue el cauce del arroyo Mata Bestia		Peridotitas de loma caribe. Peridotitas y peridotitas serpentinizadas	afloramiento altamente diaclasado	El afloramiento es aproximadamente alto, altamente meteorizado. Peridotitas metamorfizadas. Se observa básicamente reemplazamiento de minerales originales por minerales fibrosos como el grupo de las serpentinitas y clorita. A las peridotitas se agregan arcillas color café, también meteorizadas.
JO21	JO-21-01	Por la carretera que va de Sabana Grande hacia Loma El Medio cerca al arroyo Piedra		Complejo Río Verde. Metabasaltos, metagabros y metadiabasas, generalmente miloníticos	Ningún rasgo estructural predominante	Afloramiento por el lado izquierdo de la carretera, junto a la carretera, arcilla bastante abundante y vegetación.

JO22	JO-22-01	Por lo carretera que va de Sabana Grande hacia El Mirador, siguiendo por el carreteable que va hasta el caserío Los Lanos:junto al Río Guanuma		Complejo Río Verde. Metabasaltos, metagabrosy metadiabasas, generalmente miloníticos	Ningun rasgo estructural predominante	Afloramiento b grande, junto Presenta colore cafes, y esta as material arcilloso consolidada
JO23	JO-23-01	SEMBRADO DE PLATANOS		Complejo Río Verde. Metabasaltos, metagabrosy metadiabasas, generalmente miloníticos	Ningun rasgo estructural predominante	
JO24	JO-24-01 JO-24-02	Via Hato Mayor al Valle localidad el Nueve, sobre la izquierda de la carretera se observa una cantera de caliza abandonada (la maquinaria aun se encuentra en el lugar)	Zona con geomorfología irregular, con pendientes relativamente altas y con una vegetación muy densa	Fm los ranchos. Brechas estratificadas de rocas volcánicas básicas y basaltos estratificados	Ningun rasgo estructural predominante	Se observa afloramiento aproximadamente metros de alto p ancho predomi calizas sin amb alejarse hacia la del afloramiento encontramos pequeños afloramientos 1.5 por 4 de ancho podemos observar material volcánico sedimentario con claro alto meteorizado concreciones y s por este camino izquierda aflora parecer es lo bastante consolidado rojizo

JO25	JO-25-01	Via de Hato Mayor al Valle aproximadamente 200 m antes de la estacion 24 hacia la derecha de la carretera aproximadamente 50 m	Zona con geomorfologia irregular, con pendientes relativamente altas y con una vegetacion muy densa	Fm los ranchos. Brechas estratificadas de rocas volcanicas basicas y calizas y basaltos estratificados	Ningun rasgo estructural predominante	Afloramiento bastante grande, es una canchales que parecen para material de relleno con tonos verdes variando a grises se observan fragmentos de liticos de 1 a 2 cm embebidos en un material de textura porfirica la parte superior de la canchales van de 20
JO26	JO-26-01	Via Hato Mayor al Valle margen izquierdo de la carretera en una canchales de la que se extrae probablemente material de relleno aproximadamente 2 km despues de Hato Mayor	Zona con geomorfologia irregular, con pendientes medias y con una vegetacion densa	Fm los ranchos. Brechas estratificadas de rocas volcanicas basicas y calizas y basaltos estratificados	Afloramiento altamente diaclasado	Afloramiento bastante grande de alto por 20 de metros se observa material sedimentario con un precipitado muy fino que presenta una foliacion paralela y se puede observar la presencia de concreciones que en diametro desmenuzadas hasta 1.5 m con un color verdoso y una textura fina
JO27	JO-27-01	Carretera de Hato Mayor al Puerto	Zona bastante llana, con vegetacion a ambos lados de la via principal	Fm los ranchos. Brechas estratificadas de rocas volcanicas basicas y calizas y basaltos estratificados	altamente diaclasado	se mantiene la estructura correspondiente a la estacion 2 correspondiente a rocas volcanicas
JO28	JO-28-01	Por la carretera Maimon hacia Cotui, sobre el margen derecho, 30 m antes de llegar a una estacion de gas	La zona es llana con pequeños taludes destapados por la construccion de una carretera	Fm Maimon. Rocas volcanicas y volcanosedimentarias, predominantemente acidas con esquistosidad y milonitizacion	Aunque los esquistos presentan una foliacion marcada, esta es muy variable en el afloramiento	Afloramiento bastante grande de alto por 80 m de Rocas esquistosas que presentan un grado de deformacion metamorfica presentandose lentejonares de color verde con

						muy marcada al dentro de otros e bastante alte (caolinitizados) d cremas.
JO29	JO-29-01	Por la carretera Maimon hacia Cotui, esta vez sobre el margen izquierdo	Zona llana, con algunos taludes de pendiente media donde se observan Afloramientos y escasa vegetacion	Fm Maimon. Rocas volcanicas y volcanosdimentarias, predominatemen te acidas con esquistosidad y milonitizacion	El afloramiento presenta esquistosidad marcada	Afloramiento b grande de esquis talud de 8 m de m de anch aproximadame tonos verdes cor metalico y algun de cuarzo n localizadas, la fo tambien muy ma presentan una direccion de buz
JO30	JO-30-01 JO-30-02 JO-30-03	Por la carretera Maimon hacia Cotui, sobre el margen izquierdo	Grandes taludes a ambos lados de la via con pendientes moderadas a altas, vegetacion arborea escasa	Fm. Las Lagunas. Areniscas y Conglomerados de Lapillis y tobas, calizas detriticas oscuras. Limolitas	El afloramiento presenta Esquistosidad	Afloramiento b grande con predo Esquistos Cu feldespaticos d distinguen a sim los cristales qu tamaño centim tiene una foliaci (esquistosida) presentan en l izquierda del afl ocupando 2/3 p mismo, ademas contacto irregular de material muy colores cafes cl una distribucion en la parte dere afloramiento, es litologia parece colores cremas, no es muy abu

JO31	JO-31-01	Carretera en mal estado que se desprende de la via Maimon-Cotui, hacia la derecha pasando por la vereda La Cueva	Laa zona presenta pendientes relativamente altas con escasa vegetacion	Fm. Las Lagunas. Areniscas y Conglomerados de Lapillis y tobas, calizas detriticas oscuras. Limolitas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento que presenta en una zona de 2 m de alto extendido sobre una zona de 3 m, de grano fino de colores cafes con fragmentos de Cuarzo facilmente apreciados, no se observa una estratificación
JO32	JO-32-01 JO-32-02	Siguiendo por la misma carretera que se desprende de la via Maimon-Cotui adelante de la estacion JO31 cerca de 1Km	Laa zona presenta pendientes relativamente altas con escasa vegetacion	Fm. Las Lagunas. Areniscas y Conglomerados de Lapillis y tobas, calizas detriticas oscuras. Limolitas	Afloramiento altamente diaclasado y plegamiento muy local	Afloramiento al derecho de la carretera sobre una pequeña zona donde predominan areniscas de granos finos de colores cafes claros que estan altamente diaclasadas y donde se distingue estratificación tambien se observan cuerpos de roca cristalina de colores verdes con tonos porfiriticos, en un afloramiento, pero se distingue bien la geometria, el afloramiento presenta un plegamiento minimo y las diaclasas tienen direccion preferencial alguna en la base del mismo se observa la presencia de shale violaceo sin continuidad
JO33	JO-33-01	Por la carretera que se desprende de la via Maimon-Cotui en el sector conocido como El Mate	Laa zona presenta pendientes altas y escasa vegetacion, se distinguen algunas matas de platano	Fm. Las Lagunas. Areniscas y Conglomerados de Lapillis y tobas, calizas detriticas oscuras. Limolitas	Afloramiento altamente diaclasado y deformado	Afloramiento de alto por 5 m de arena arenisca de granos finos altamente deformada y diaclasada que se extiende tambien al extremo de la carretera contacto neto con material tamaño de arena de colores beige a

						tambien se pudo una vena de cuarzo espesor de 10 cm cm de larg
JO34	JO-34-01	Sobre la carretera que se desprende a la derecha de la via Maimon- Cotui, siguiendo mas adelante del sector El Mate	Pendientes altas con abundante vegetacion, el camino es bueno	Fm. Las Lagunas. Areniscas y Conglomerados de Lapillis y tobas, calizas detriticas oscuras. Limolitas	Afloramiento diaclasado	Afloramiento de de Arenisca de g fino de tonos café a violaceos, m presenta diaclasas y esta cubierta vegetacion
JO35	JO-35-01	Por la via que va hacia El Memiso por el sector conocido como El Mate	Pendientes altas , vegetacion a ambos lados de la via	Fm Don Juan . Conglomerados predominanteme nte, limos y areniscas	Afloramiento diaclasado	Afloramiento s carretera de Tobas de tono gris ve altamente diaclas variaciones de c largo de la car
JO36	JO-36-01	Por la carretera de La Cueva hacia dentro sobre un pequeño rio de nombre desconocido	Geomorfologia accidentada con pendientes medias	Fm Peralvillo Norte. Tobas y coladas predominanteme nte andesiticas	Ningun rasgo estructural predominante	Rocas igneas d grises oscuros, , bastante dura direcciones de medianame fracturadas co aparente estrati Es totalmente af el color gris va tonalidad

JO37	JO-37-01	Sobre la misma via de La Cueva, siguiendo por la estacion JO36 bastante lejos, aproximadamente 4 Km	Geomorfologia accidentada con pendientes medias	Fm Peralvillo Norte. Tobas y coladas predominantemente andesiticas	Ningun rasgo estructural predominante	Afloramiento sobre el margen izquierdo de la carretera. con colores violaceos y grises, ser en bastante meteorizado en algunos sectores, se ve una impresion de caolinitizado: en algunos se alcanzan a distinguir cristales de cuarzo (mm), en algunos presenta foliacion poco peso especifico parece ser una alterada grano fino bastante
JO38	JO-38-01	Via Hato Mayor - El Seibo en el margen derecho de la carretera, bajo un puente	La zona es bastante llana y abunda la vegetacion	Fm Las Guayabas. Facies indiferenciadas, Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento granítico se extiende aproximadamente por el margen izquierdo del arroyo. Se observa Brecha volcánica con colores grises y cafés, de una matriz porfídica, con un tamaño moderadamente fino. Clastos que varían de 1 a 6 cms, se observan algunas venas de mica sin dirección preferencial. Además se distinguen lentes de gran tamaño de una roca masiva con textura afanítica y claros también, se encuentran diaclasas en algunos casos se puede observar lentes mucho más pequeños, elongados y distribuidos al azar. En la brecha, esta litología parece ser bastante

JO39	JO-39-01	Por el Paso Cibao, en la carretera que se desprende hacia la izquierda y que conduce a la vereda Las Guajabas	La zona es bastante llana y abunda la vegetación	Fm Las Guayabas. Facies indiferenciadas, Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento por sobre la carretera, una pequeña pared en el lado izquierdo del camino, al alto, se observa una litología de grano muy fino, crema claro, esta litología es masiva en la parte superior del afloramiento y se presenta en mas delgadas litologías en la base, no presenta alteración alguna en los alrededores esta litología por amplia vegetación.
JO40	JO-40-01	Siguiendo la carretera a Las Guajabas, aproximadamente 300 m mas adelante de la Estación anterior	La zona es bastante llana y abunda la vegetación	Fm Las Guayabas. Facies indiferenciadas, Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Estratificación aparente	Afloramiento por sobre la carretera, una pequeña pared en el lado izquierdo del camino, al alto, se observa una litología de color gris oscuro, a diferencia de la litología anterior no se distinguen cristales a simple vista, esta litología presenta una estratificación clara y su continuidad es menor a los 10 m.
JO41	JO-41-01	Por la vía que conduce de Las Guajabas a Cañada Mata	Geomorfología bastante accidentada, con pendientes medias	Fm. Las Guayabas. Mb. Loma de Vega, Lavas, brechas piroclásticas y Tobas andesíticas y/o basálticas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento por sobre una casa, una litología totalmente masiva de color café claro, litología afanítica y fenocrística, Feldespato K, en poca cantidad.
JO42	JO-42-01	En la localidad Las Tunas, por un carreteable a mano izquierda de la escuela de dicha localidad	Geomorfología bastante accidentada, con pendientes medias	Fm. Las Guayabas. Mb. Loma de Vega, Lavas, brechas piroclásticas y Tobas andesíticas y/o basálticas	Ningun rasgo estructural medible	El afloramiento se encuentra sobre una pared en el lado izquierdo, se observa una litología de color crema a grises claros, masiva, no se observan cristales a simple vista, al por

						trata de una t
JO43	JO-43-01 JO-43-02	Por la carretera que va de Las Guajabas a Magarin Abajo	La zona es bastante llana y abunda la vegetacion	Fm Las Guayabas. Facies indiferenciadas, Arenisacs y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Ningun rasgo estructural medible	Afloraminito gran x 4 m de arenis grano muy fino calibda, en capa a 40 cms intercal lutitas de colores rojizos, hacia la presenta una v textural a arenis grano medio abundantes mi maficos que le tono verde
JO44	JO-44-01	Loma Los Carlos	Zona con pendientes moderadas	Fm. Las Guayabas. Mb. Loma de Vega, Lavas, brechas piroclasticas y Tobas andesiticas y/o basalticas	Diaclasas	Afloraminito a izquierdo de la o de roca ignea, d de color café, rojizos bastante con presencia n cristales de felo potasico rosa-an de tamaños milin centimetrico
JO45		Por la carretera que conduce a Peña Blanca, 700 m antes de llegar a dicha localidad	Zona con pendientes moderadas	Fm Las Guayabas. Facies indiferenciadas, Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Ningun rasgo estructural medible	Afloraminito s izquierad de la vi m aproximadam Areniscas extra de colores grise bastante masi capas de 10 c arenisca va texturalmente d muy fina hacia

JO46	JO-46-01 JO-46-02 JO-46-03 JO-46-04	Cantera desvío a la izquierda antes de llegar a Hato Mayor, Mina Los Polancos	La zona es bastante llana y abunda la vegetación	Fm Las Guayabas. Mb Hato Mayor. Brechas poligenicas y areniscas gruesas.	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento de dimensiones de 4 m, distinguen 4 m de roca diferente predominantemente encuentra un tono gris verdoso venas de calcita algunos casos esta se encuentra en su superficie textura afanítica algunas partes se observan cristales minerales maficos mm a 1 cm, lateralmente esta se encuentra un contacto neto de brecha volcánica estratos inferiores espesores menores totalmente afanítica donde no se observan ningun cristal, y en la base aparece afanítica con brillo de colores verdosos algunos tonos rojos oxidación se muestra su superficie
JO47	JO-47-01 JO-47-02 JO-47-03	Cantera via Hato Mayor - El Puerto a mano izquierda	La zona es bastante llana	Formación Las Guayabas. Miembro de Areniscas de Hato Mayor .Areniscas conglomeráticas en capas gruesas amalgamadas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramientos grandes, con tonos grises a totalmente afanítica presencia de algunas bandas mas oscuras se diferencian claramente en algunas áreas aprecia bastante fracturada, estas son de tipo conglomerado tambien en algunos sectores se encuentran

						alterada.
JO48	JO-48-01	Mina Higuerito, camino al Batey Casa Colorada	La zona es bastante llana	Formación Las Guayabas. Miembro de Areniscas de Hato Mayor .Areniscas conglomeráticas en capas gruesas amalgamadas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento de color gris, meteorizado de tamaño lodo , fracturada, al par y/o lodolita s
JO49	JO-49-01	Saliendo de la Mina Higuerito	La zona es bastante llana	Formación Las Guayabas. Miembro de Areniscas de Hato Mayor .Areniscas conglomeráticas en capas gruesas amalgamadas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento s carretera don observa la misr afanítica, de la anterior, algo meteoriza

JO50	JO-50-01 JO-50-02 JO-50-03	En el pueblo El Cedro, 100 m adelante del cruce del puente caído	La zona es bastante llana, con algunos pequeños cortes sobre la carretera	Fm Las Guayabas. Facies indiferenciadas, Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Afloramiento altamente diaclasado y deformado	Pequeña canchales en el margen izquierdo de Roca de color verdosos, afaníticos, algunos colores por meteorización presentan Texturas afaníticas de color y grises hacia la parte superior este afloramiento, h texturalmente al versen granos arena media, litologías se encuentran bastante meteorizadas diaclasadas afloramiento parcialmente afectado por un local, donde se observan estratos verticales en contacto neto con una de menor buzamiento también se puede observar varias fragmentos de cuarzo que atraviesan la mayor parte del afloramiento
JO51	JO-51-01 JO-51-02 JO-51-03 JO-51-04	En el sector conocido como El Bejucal, en la cantera Los Guineos	La zona presenta áreas bastante montañosas	Fm Bejucal. Calizas masivas con algas Rojas y corales	Ningun rasgo estructural medible	Cantera de grandes dimensiones de Caliza de colores bastante masiva, vitreo, en algunos sectores de color violáceos, bastante diaclasados, y en algunos casos calcita cristalina. En un sector de la cantera se observan fragmentos de corte de Rocas esquistosidad minerales como serpentina y

JO52	JO-52- 01 JO-52-02 JO-52-03 JO-52-04		La zona presenta gran variacion en su geomorfologia , con pendientes medias predominantemente	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas	Afloramiento altamente diaclasado	Afloramiento de aprox. de est. verticalizados y de Rocas de tonos beige a cremas texturalmente desafaníticas a de grano fino, intercalando algunas partes por tonos rojizos meteorizados
JO53		Por la carretera que se desprende a la izquierda de la via Santa Lucia en la localidad Alto de Peguero	Zona de pendientes medias a altas	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas	Afloramiento altamente diaclasado	Afloramiento grande una pared de Rocas de 5x12 aprox., con intercalación de areniscas en delgadas basaltas meteorizadas, la encuentra diaclasada su mayor parte
JO54		En la Localidad "La Barrera"	Zona de pendientes medias a altas	Fm Loma de Gauno. Areniscas y brechas en depositos desorganizados	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento al derecho dela via de 5x12 aprox., de areniscas de grano fino a mediano estratificadas de tonos grises a ocre con espesores de capas hasta 50 cm intercaladas con lutitas de tonos oscuros, el afloramiento esta cubierto en parte por vegetación

JO55		Por la via que conduce a " La Barrena" 4 Km mas adelante	Zona de pendientes medias a bajas	Rocas Ulterabasicas y serpentinitas	Afloramiento bastante deformado	<p>Afloramiento a los lados de la via de las rocas igneas donde de la derecha e izquierda se ve afloramiento de diferentes litologias variando de Rocas metamorficas de tipo faneriticas de colores verdes con alto porcentaje de minerales mica y algunos fragmentos de roca de material que varian en su distribucion, esta se encuentra en un estado fallado con una roca totalmente alterada con foliacion bien marcada compuesta por material metamorfico predominantemente mica material metamorfico tipicamente serpiente tambien se observan venas de calcita que atraviesan la litologia. Esta litologia encuentra bastante deformada al parecer por un estado de deformacion consecuencia de fallamiento</p>
------	--	--	-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	--

JO56	JO-56-01 JO-56-02 JO-56-03		Zona de pendientes medias a bajas	Fm Las Guayabas. Areniscas y lutitas en capas delgadas planoparalelas, con intercalaciones de conglomerados y Rocas Volcanicas	Afloramiento diaclasado	Afloramiento a derecho de la vía, donde se presenta gran variación litológica de derecha a izquierda se observa Lodolite de colores cafés o amarillos estratificadas, que parten en folios nodulares, en conjunto con areniscas de grano grueso, color claro, bastante masiva, poca extensión. Posteriormente se encuentra calizas de colores grises y blancas masivas, diaclasadas de tal manera que se parte en grandes bloques junto a estas calizas se encuentra areniscas de grano fino y concreciones calcáreas finalmente aparecen nuevos afloramientos.
JO57	JO-57-01		La zona es bastante llana		Afloramiento diaclasado	Afloramiento por el borde derecho de la carretera de material afanítico, masivo, colores cremas, diaclasado por meteorización.
JO58	JO-58-01	Siguiendo por el cruce de Jovina, 500 m mas adelante del caserío Los Cerritos, despues de cruzar un pequeño rio	La zona es bastante llana	Fm Loma de Gauno. Areniscas y brechas en depositos desorganizados	Ningun rasgo estructural medible	Pared de Roca de material color gris, de caliza masiva, con vermiculita calcita en gran parte afloramiento.

JO59	JO-59-01 JO-59-02	En el sector conocido como Hato de Mana, en un pequeño corte sobre a una loma de nombre desconocido	Zona de pendientes bajas	Fm Loma de Gauno. Areniscas y brechas en depositos desorganizados	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento de dimensiones, de muy afanítico b masivo, de co variados accio meteorizacion y extension lateral. en capas de es centimetricos h base del aflorami el nivel superior conglomerera Predominan lo rojizos a lo lan afloramier
JO60	JO-60-01 JO-60-02	Sobre la via que conduce a " Las Auyamas" en el flanco oeste de La Loma La Bandera	La zona presenta areas bastante montañosas	Fm Las Guayabas. Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento a lados de la carre donde al lado de encuentra aren colores violetas izquierdo aflora ignea cristalina gris oscuro : se basalto con c cristalizada en s
JO61	JO-61-01	Siguiendo por el cruce de Jovina, sobre la via que lleva a la Localidad "El Puerto" 400 m adelante del mismo	Zona relativamente llana con algunas pendientes altas	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento s carretera de aren grano fino a grueso beige, intercala presentan en pe capas de 2 a 5 c Areniscas de gr presentan lamin las de grano gr presentan mas
JO62		Siguiendo por la carretera que conduce a la localidad de El Puerto 1 Km mas adelante de la estacion anterior	Zona relativamente llana	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones	Ningun rasgo estructural medible	Se observan las intercalacion areniscas sol carretera, descri anterior esta

				de calizas		
JO63	JO-63-01	Siguiendo por la carretera que lleva a la Estancia sobre el costado este de la Loma Cuesta Caribe	Zona relativamente llana con algunas pendientes altas	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento adelante de un puente sobre la carretera se encuentra una zona bastante oscura de roca ignea volcanica, que se trata de colada que se observa bastante dura. Y esta distribuida de manera irregular
JO64	JO-64-01 JO-64-02 JO-64-03	Sobre la carretera que atraviesa la Loma Vieja y la Loma Los Husos	La zona presenta areas bastante montañosas	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento en la falda de una loma se observan dos tipos de roca una totalmente arenosa masiva que varía de colores grises a amarillos otra litología que encuentra alterada que parece ser
JO65	JO-65-01 JO-65-02 JO-65-03	En el mismo sector correspondiente a la carretera entre las lomas Vieja y Los Husos a 300 m aprox. de la estacion anterior	La zona presenta areas bastante montañosas	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento bastante grande con litología variada, en donde predomina una roca de colores grises a amarillos con textura afanítica masiva, atravesada por muchas venas de calizas considerada como un tipo de calizas en contacto con roca alterada que se encuentra tanto en grano fino o en grano grueso roca alterada, por lo que una textura arenosa existe una tercera litología con variaciones de textura en donde puede dar una apariencia clara del tipo de

						es??
JO66	JO-66-01	En la localidad Sabana del Cuey, por la via que se desprende a mano izquierda en direccion norte	Zona relativamente llana	Fm Las Guayabas. Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Afloramiento diacalado	Afloramiento p sobre la carretera muy fina dond aprecian gran cristales, es de grises claros a o bastante masi encuentra un diacalado
JO67	JO-67-01	En la carretera que conduce de Sabana del Cuey a Caciquillo 1 Km aprox. despues de la estacion anterior	Zona relativamente llana	Fm Las Guayabas. Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Afloramiento diacalado	Afloramiento gra lado derecho carretera de aren su mayor p diacalados, en centimetricas de cafes pardos, intercalan en a sectores con r mas fino, don aprecia en men el tamaño de
JO68	JO-68-01 JO-68-02	1 Km despues de la Localidad Caciquillo, siguiendo por la carretera que va a Naranjo Dulce	Zona con pendientes medias	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento gr caliza gris bas masiva con crist de calcita en su suprayacida por color café claro a masiva en lo que ser una Toba. La encuentra interca arenisca de gran fino

JO69	JO-69-01 JO-69-02	En el sector conocida como Loma de Los Lirios, a 200 m de la estación anterior	Zona con pendientes medias	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento a la sobre la misma estación anterior afanítica color bastante mas parecer caliza ? con espesores de cms con variación color a tonos beige, intercalación arenisca de gra
JO70	JO-70-01 JO-70-02	Por la carretera que conduce a Sabana del Cuey, siguiendo el primer desvío a la izquierda por el borde este de la Loma de Cambalache	Zona Llana con altas pendientes a un lado	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento sobre carretera de roca clara masiva en centimétricas, al Toba , intercalación material fino met tamaño lodo en posiblemente un
JO-71		Siguiendo por el mismo desvío antes de Sabana del Cuey, 200 m adelante de la anterior estación	Zona Llana con altas pendientes a un lado	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Afloramiento diaclasado	Afloramiento gran estratos verticales enfrentados a es menor buzaminet de material afan tonos beige masivas en ca aprox. de 5
JO72	JO-72-01 JO-72-02	Siguiendo por el mismo desvío antes de Sabana del Cuey, 1 Km adelante de la anterior estación	Zona Llana con altas pendientes a un lado	Fm Rio Chavon . Calizas detriticas y calizas margosas con intercalaciones de areniscas y lutitas	Afloramiento diaclasado	Afloramiento gran donde sacan mat relleno, se observ estratos verticales con predominio litología afanítica gris bastante ma brillo sedoso el m encuentra bas diaclasac

J073	JO-73-1 JO-73-2	Por la carretera Miches-El Cedro antes de llegar a este ultimo pueblo un poco mas adelante de un pequeño puente	Zona de bajas pendientes	Fm Las Guayabas. Facies indiferenciadas, Areniscas y Lutitas en capas delgadas planoparalelas	Afloramiento diacalado	Afloramiento gra izquierad de la material fino , observa tamaño colores claros, con alguno se meteorizados, en menor propo cruzando la ca diagonalmer afloramiento pri encuentra Roca muy fina , diac preferencialment direccion, y de grises
J074	JO-74-1 JO-74-2					Afloramiento pequeño corte a derecho de la car roca de colores rojizos, diacalado fina no se observ de gran
J075	JO-75-1					Afloramiento p sobre zanjas o observan a amb de la carretera material fino de que varian entre beiges claros, dia
J076	JO-76-1	Por la via Miches - El Cedro, sobre un camino en mal estado que se desprende a mano derecha de la localidad conocida como El Hato	Zonas con pendientes bajas a medias	Fm. Las Guayabas. Miembro Las Auyamas. Areniscas y Limolitas carbonatadas con intercalaciones de calizas	Afloramiento diacalado	Afloramiento ju riachuelo de n desconocido, c colores cafes a claros, afani diacalada, alte poco por la hu

JO77	JO-77-1 JO-77-2 JO-77-3 JO-77-4 JO-77-5	Balneario del Rio Yanigua	Zona con bajas pendientes	Los Haitises. Formacion Yanigua. Margas con limos , lignito e intercalaciones de calizas margosas	Estratos horizontales	Afloramiento al l un rio que form cascada, de es tabulares de liq espesores que v cms a 40cms en sectores, est encuentra hacia del afloramient estratificado de negros oscuros, tope se va torna lodoso de colo oscuro y en for lenticular, practi todo el lignit encuentra hori junto con el carbonoso alca espesor tota aproximadament en la base se en en contacto neto color gris que p pequeños fragm carbon, en la p superior se enc areniscas de gran en contacto con lodoso de fo lenticulares. En lecho del rio se c fragmentos de c diversos tam
JO78	JO-78-1	Rio Yanigua	Zona con bajas pendientes	Los Haitises. Formacion Yanigua. Margas con limos , lignito e intercalaciones de calizas margosas	Ningun rasgo estructural medible	Manto de Lignit cms de espes contacto con lo hacia la base y parecer se trat lente de carbon presenta en for horizontal, l estratificado en tabulares, su c

						bastante oscura encuentra de masiva
JO79	JO-79-1 JO-79-2	Rio Yanigua	Zona de bajas pendientes, a borde del Rio	Los Haitises. Formacion Yanigua. Margas con limos , lignito e intercalaciones de calizas margasas	Ningun rasgo estructural medible	de una pequeña carbon de aprox en contacto sup un lodo violaceo cms de espesor. de lodo color gr cms tambie posterioremen encuentra un potente de aren grano grueso b masiva, el carbon base se encue contacto con l colores violetas con pequeños fra de carbon y mas base se encue color gris per contacto se en bajo el nivel del la parte izquier Afloramiento encuentra otro carbon de espes cms en contacto color gris a vio mencionado en tope, y en un p Hoyo que forma m del aflorami encunetra un r carbon mas cris masivo, cuyo es se observa po encuentra bajo e

						agua
JO-80	JO-80-1	Al SE del municipio de Banica, en inmediaciones del Arroyo Manteca	Zona de pendientes bajas, con pequeños cortes a ambos lados del arroyo		Ningun rasgo estructural medible	Pequeños depósitos de lignito a manera de inclusiones de tipo arenoso al borde del Arroyo Manteca, al pasar el río el lignito fue arrastrado por el cauce del río y depositado junto con el agua.
JO-81	JO-81-1 JO-81-2	Al sur de Banica en la rivera del Río Atibonito	Zona de bajas pendientes, con algunos escarpes pronunciados en la rivera del Río		Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento al borde del Río Atibonito, donde se aprecia una pequeña zona de espesor variable entre 10 y 15 cms aproximadamente. El lodo carbonoso negro no muy oscuro en algunas partes está en contacto superficial con el lodo color café claro. Presenta fragmentos nodular, y contacto con lodo gris.

						verdoso. También observan pequeñas de lignito dentro de lodo gris verdoso.
JO-82	JO-82-01	En el sector conocido como Las Cañitas, al borde del Río Tocino	Zona de bajas pendientes		Ningun rasgo estructural medible	Pequeñas vetas de carbón de forma irregular, de arenisca de gran tamaño que a su vez se encuentran en forma de lentejuelas de un depósito conglomerático con una barranca al lado del Río
JO-83	JO-83-01 JO-83-02 JO-83-03	Sobre la vía que conduce a Yerbabuena en el sector de La Represa	Zona de bajas pendientes	Miembro de Vulcanitas de Loma La Vega de la Formación Las Guayabas. Lavas, brechas y cineritas de basalto olivínico-piroxénico	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento a un lado de un pequeño puente sobre el río de Basaltos estratificados al río, diaclasados de color negro con vetas irregulares de color rojo en contacto con brechas de matriz afanítica, clastos y fragmentos líticos de tamaño centimétrico, distribución común.

JO-84	JO-84-01 JO-84-02		Zona de pendientes medias a bajas	Formación Las Guayabas. Capas delgadas de areniscas granoclasificadas y laminadas, lutitas silíceas y calizas		Afloramiento g... estratificado en... planoparalelas en... y alrededor de... espesor. Las... centimétricas... colores grises a... de tamaño de gr... fino con lamir... planoparalela, la... de mayor espes... grano medio-g... bastante mas... presentan una e... concentrica tipica... catalogarse como
JO-85						
JO-86	JO-86-01		Zona de pendientes medias a bajas	Formación Las Guayabas. Capas delgadas de areniscas granoclasificadas y laminadas, lutitas silíceas y calizas		Afloramiento pe... margen derech... carretera de R... colores grises a... grano muy y... estratificada... laminacion plano... masiva y un poco... por su exposic... humeda
JO-87	JO-87-01		Zona de pendientes medias a bajas	Formación Las Guayabas. Capas delgadas de areniscas granoclasificadas y laminadas, lutitas silíceas y calizas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento s... rivers de un pe... Arroyo de Roc... varian entre c... verdes claros y... bastante fin... masivas, de po... decimétrica... estratificadas, p... una laminacion... paralela bien cl... menor propo... ondulosa, estas... pueden clasifica... arenisca... volcanoclastica

						contacto irregular mismas se en basalto negro, b duro con diaclas irregular
JO-88	JO-88-01 JO-88-02 JO-88-03		Zona de pendientes medias a bajas	Formación de Areniscas de Las Guayabas. Areniscas en capas delgadas, brechas y lutitas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramientos b grandes a la dere carretera en lo parecer era una cantera, En afloramiento encuentran estr en capas regular paralelas, interca , areniscas de g fino de colores verdosos en centimetricas laminacion plano y ondulosa y con texturales de ma en algunos secto observa la pres grano, con aren grano medio en mayor potencia, alrededor de lo bastante masiva exfoliacion con

JO-89	JO-89-01		Zona de pendientes medias a bajas	Formación de Areniscas de Las Guayabas. Areniscas en capas delgadas, brechas y lutitas	Diacalasamiento Irregular	Afloramiento al l... un pequeño Ar... Areniscas estra... de tamaño de gr... fino, en banc... potencia decime... laminacion plan... clara, intercala... pequeños nive... Lutita, el afloram... encuentra diaci... meteoriza
JO-90	JO-90-01 JO-90-02		Zona con pendientes medias a altas , en la Ladera de la Loma Peña Alta	Formación de Areniscas de Las Guayabas. Areniscas en capas delgadas, brechas y lutitas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento de... Arenisca de gran... fino de colores... verdosos, en ca... potencia decime... laminacion plana... a ondulosa y ex... concentrica, en... superior del aflo... se aprecia una... bastante afani... colores cremas... con lamina... planoparalela y... concoidea, que s... clasificar como... silicea el afloram... encuentra en... meteorizado y cu... vegetacion, por l... se identifica clara... contacto entre... litologias

JO-91	JO-91-01 JO-91-02		Zona de pendientes medias a bajas	Formación de Areniscas de Las Guayabas. Areniscas en capas delgadas, brechas y lutitas	Diacalasamiento Irregular	Afloramiento de de colores verdes de grano muy fino estratificadas e centimétricas laminación planosa ondulosa, diaclasas 5 m se localiza en el pequeño Arroyo encuentran colorido basalto de color bastante masivo direcciones de laminación , ondulosa clara bandas de color cremas.
JO-92	JO-92-01		Zona de pendientes medias a bajas	Formación de Areniscas de Las Guayabas. Areniscas en capas delgadas, brechas y lutitas	Diacalasamiento Irregular	Afloramiento de de grano fino-medio colores grises claros estratificadas e centimétricas que 1 a 10 cm, con laminación planoparalela marcada, intercaladas pequeños niveles Lutitas, el afloramiento encuentra meter diaclasas
JO-93	JO-93-1		Zona bastante llana, con un paisaje de geoformas suaves	Fm Las Guayabas. Mb Hato Mayor. Brechas poligénicas y areniscas gruesas	Diacalasamiento preferencial en una dirección	Afloramiento de volcánicas estratificadas de colores verdosos grisáceos con cristalina afanítica se distinguen a cristales milimétricos color verde oscuro es bastante presenta diaclasas

JO-94	JO-94-1		Zona de pendientes moderadas a altas , en la ladera de un pequeño Cerro	Fm Las Guayabas. Mb Hato Mayor. Brechas poligénicas y areniscas gruesas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento de masivo con nura fisura y diaclasas. Roca volcanica color afanítica de color con alteracion superficial que le da tonos rojizos bastante masiva.
JO-95	JO-95-1		Zona de pendientes moderadas a altas , en la ladera de un pequeño Cerro	Fm Las Guayabas. Mb Hato Mayor. Brechas poligénicas y areniscas gruesas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento de roca volcanica con color afanítica color rojizo fenocristales de Feldespato, fragmentos de basalto y clastos de tamaño muy variable milimétrico a centimétrico se encuentra en bloques masiva, y tiene una variacion textural.
JO-96	JO-96-1		Zona de pendientes moderadas a altas , en la ladera de un pequeño Cerro	Fm Las Guayabas. Mb Hato Mayor. Brechas poligénicas y areniscas gruesas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramientos de roca bastante masiva con formas irregulares presencia de fisuras de distribucion irregular. Roca volcanica de color cremas claros, de color afanítica.
JO-97	JO-97-1		Zona de pendiente alta en la Loma La Cerrezuela	Fm Las Guayabas. Mb Hato Mayor. Brechas poligénicas y areniscas gruesas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramientos de roca a lo ancho del Cerro. Roca volcanica totalmente afanítica estratificada, de color beige-amarillos con laminación planoparalela, alterada por condiciones de humedad.

JO-98	JO-98-1 JO-98-2		Zona de pendientes moderadas a altas , en la ladera de un pequeño Cerro	Fm Las Guayabas. Mb Hato Mayor. Brechas poligénicas y areniscas gruesas	Ningun rasgo estructural medible	Afloramiento g masivo de Roca cristalina afanitosos grises verdosos con una gran variedad de tonos de verde. El grado de verosidad afanítica en algunos sectores y con presencia de laminación planoparalela, una serie de fracturas irregulares y oscuras superficiales por alteración.
ALL1		Via Miches - El Seibo				Afloramiento de volcanosedimentario grano tamaño ceniciento perteneciente a la formación los Ríos. Se observan rocas de color crema claro, verdosos, con niveles oscuros, presente en un grado medio de meteorización.
RC1		Via Hato Mayor - El Valle, en el desvío hacia Machado				punto de orientación geográfica
RC2	RC2-1	Via que conduce del caserío de Machado al cercado, paraje arroyo seco				se observa la roca a la izquierda de la vía. El afloramiento presenta rocas con formas nodulares, fracturadas.
RC3	RC3-1	Via paraje Doña Ana adentro hacia la loma de Consuelo	paisaje formado por suaves pendientes, y algunas lomas			Se observan rocas volcánicas, tamaños variados con tonos verdosos y lateraciones de color violáceo. La roca presenta un aspecto nodular y fracturado.

RC4	RC4-1	Via Doña Ana - loma de Consuelo, 500 metros mas delante de la estacion RC3				Afloramiento de silicea de grano la capa tiene un espesor aproximadamente en planos colores violáceos oxidación
RC5	RC5-1	Via Doña Ana adentro-Machado	ubicados en la parte superior de una loma			se observa una material de re compuesto por presumiblemente basáltico, compactas, de color negruzcos, la RC5-2 es tomada parte inferior afloramiento, la la parte superior
	RC5-2					
RC6	RC6-1	Vía Sabana de Barriolo a Sabana Grande	Cantera donde se extrae material para relleno de carreteras	Fm. Los Ranchos, lavas básicas a intermedias, con niveles de rocas volcánicas	fracturado, con estratificación	se observa afloramiento de metros de ancho material de color oscuro, bastante meteorizado y fr que presenta estratificación, se puede comprobar coladas de lavas cruzada por ven material de tonos claros, mas comúnmente igualmente fracturada textura afanítica este afloramiento encuentra una depresión donde se observan rocas características basálticas cristalinas, con fracturamiento

	RC6-2					
	RC6-3					
RC7		localidad la piñita		Fm. Los Ranchos, predominio de brechas volcánicas		se observan cristalinidad de tipodacita
RC8	RC8-1	Sobre el paraje la peña de machado, en doña ana afuera		Conglomerados de rocas volcánicas		se observan a un de la carretera afloramiento de poco consolidados detritos a mano conglomerado (1 otras con apariencia roca sedimentaria 2).
	RC8-2					
RC9	RC9-1	Vía que conduce de la localidad doña ana adentro a la localidad de consuelo. (al limite norte de de la plancha de Hato Mayor)	el area es un conjunto de lomas con pendientes suaves, cubiertas de pastos con presencia de arbole frutales.			Se observa afloramiento de café, con fracturamiento que dibuja figuras circulares, donde pueden apreciarse se observan venas color blanco de que se emplazan espacios dejados por fracturas
RC10	RC10-1	Loma Larga				punto de contacto se observan rocas volcánicas indiferenciadas bandas rojizas
RC11	RC11-1	Loma Larga, sobre un carreteable que conduce al rio Yabón				Se observan porfídicas, con afanítica y fenocrístos de cuarzo, en ciertos del afloramiento se observan zonas de cristales de tamaño fino, con relicto

						material má
RC12	RC12-1	en la misma Vía al Río Yabon que la estación anterior metros más adelante en el paraje el Jobo	zona de pendientes suaves			se observa un cristalina con cristales aproximadamente
RC12B	RC12B-1	sobre la misma vía después del Jobo sobre el margen izquierdo aguas abajo sobre el río Yabón				se observan basálticas de color oscuro, masivas venillas de color
RC13	RC13-1	Mango Limpio, metros después de la entrada a la granja citrícola de la finca Barceló				se observan porfídicas de colores verdosos fuertes fracturada, con fragmentos de pirita (RC13-1); niveles de rocas de crema, muy alta (RC13-2); rocas volcánicas con brechoide (RC13-3); tonos grises, fue fracturada
	RC13-2					
	RC13-3					
RC14	RC14-1	la vía que conduce de Mango Limpio a el Hoyon	terreno plano con algunas lomas de baja elevación con pendientes moderadas, vegetación compuesta por pastos y algunos árboles frutales.	Fm cevicos, calizas margosas y arrecifales		Se observan conchas de roca calcárea, presencia de fósiles, conchas, talasinas, gusanos, presentados en amarillos claros

RC15	RC15-1	Vía a Mango Limpio, 100 metros adelante de la entrada que conduce de la carretera Hato Mayor - El Valle a la localidad de Mango Limpio	talud al costado izquierdo de la vía, en dirección a Mango Limpio.			afloramiento de de apariencia consolidada, de crema claro, presencia de efervescencia ácido clorhídrico, parecer por disolcalizas.
RC16	RC16-1	sobre el río Yabón en el paraje los callejones (según mapa Geológico), en el camino que conduce a la finca de Samuel Herrera (según la comunidad)	orilla del río Yabón			se observan al río rocas de tipo en cuerpos sobresalen de
RC17	RC17-1	en la vía que conduce del Valle a Yanigua, en esta última localidad	zonas de pendientes altas, ubicados en la parte superior, en una antigua cantera de material de relleno	Fm los Ranchos, rocas volcánicas y volcanoclásticas con algo de metamorfismo		se observa afloramiento de tipo volcán fuertemente fracturada presenta variación tamaño de grano desde fanerítica muy fino a af
	RC17-2					
	RC17-3					
RC18	RC18-1	400 metros delante de la última estación en dirección norte hacia la loma de los cucaillos (mapa geológico), margen izquierdo de la vía		Fm cevicos		se observa afloramiento de calcáreas de ton claro con fragmentos conchas

RC19	RC19-1	paraje siete cañadas en la loma de los cucaillos, en la finca de paulino, según la información brindada por la comunidad	en la zona se observan una serie de lomos redondeados cruzados por arroyos, vegetación compuesta, pastos y arboles.			se observan una pozos artesanales utilizados para explotación de asociado a una litología de colores grises de grano fino a muy fino (litología se observan mantos de carbón de 30 cm de espesor, los mineros prefieren alcanzar un espesor hasta 130 cm), referencias RC19-1 y RC19-2
	RC19-2					
RC20	RC20-1	Yaqueta, 400 metros adelante en el primer desvío				se observan dos tipos de roca volcánica en la parte superior un tipo de color gris con cristales de grano fino a grueso es atraído por magnetita (RC20-1); hacia la inferior una roca de color gris con cristales muy finos que presentan atracción magnética (RC20-2)
	RC20-2					
RC21	RC21-1	vía que comunica Yaqueta con sabana de la mar, 600 metros de la última estación				se observan dos tipos de roca volcánica en la parte superior un tipo de color gris con cristales de grano fino a grueso es atraído por magnetita (RC21-1); hacia la inferior una roca de color gris con cristales muy finos que presentan atracción magnética (RC21-2)
	RC21-2					

RC22	RC22-1	Finca el palmar, por el camino 100 metros hacia el sur despues del arroyo el palmar				se observan rocas de color claro muy a se observan cristales de plagioclasa alta
RC23	RC23-1	Vía Sabana de Barriolo a Sabana Grande, unos 500 metros antes de la estacion 6	vijando en direccion oeste, se observa un talud de unos 2 metros de altura al costado izquierdo de la vía, al costado derecho se observa una pendiente suave.			
	RC23-2					
	RC23-3					
RC24	RC24-1	Sector que se conoce como el palmillo por la via principal a la izquierda. Sentido S-N.	Esta zona es muy llana, pocas inclinaciones en el terreno.			Rocas rojizas de muy fino, al pedregal arcillolitas con manchas violetas
RC25	RC25-1	Via que conduce de la localidad el BomBon a la localidad el platanal	Un talud, que se hizo para la via esta justamente donde termina lo llano y empieza la cuesta.			Material igneo, porfirítico, afanítico, estos son blancos y porfiríticos alterados, fuertemente diaclasados, se observan venas de cuarzo que cortan el afloramiento. Varía de 1 a 5 cm
	RC25-2					
RC26	RC26-1A	Lugar conocido como la loma de platanal, unos 500m antes del caserio el Platanal	Se observa una loma alargada de unos 5 metros de alto desde la carretera	Fm. Los Ranchos, unidad riódacítica superior, Alternancia de coladas y términos volcanoclásticos riódacíticos bien estratificados.	afloramiento fuertemente diaclasado, perteneciente a un posible stock	Esta roca es material igneo porfirítico-afanítico, algunos niveles masivos muy diaclasados, presenta variación en su tamaño de cristales

	RC26-1B					
	RC26-2					
RC27	RC27-1	Sobre la misma via de la estacion anterior, 1800m en direccion norte del caserio el platanal.	pendientes suaves, con inclinacion de 45° aprox.	Fm. Los Ranchos. Unidad Basáltica intermedia. (¿Mb. La Naviza?). Basaltos masivos espilitizados con intercalaciones locales de niveles brechoides		Afloramiento de rocas igneas cortadas por un material de un material con predominio de tonalítico muy a
	RC27-2					
	RC27-3					
RC28	RC28-1	En la finca, citricos tropicales. Jurisdiccion de Bayaguana	Talud provocado por la explotacion de una cantera, pendientes un poco inclinadas.			Rocas igneas volcánicas porfiriticas, de colores grises claros, donde se observan cristales de producto de laterita y feldespatos.
RC29	RC29-1	Sobre la via Mata Santiago a Hidalgo	Talud sobre la carretera, pendientes muy suaves.			Cuerpo igneo de color marron claro, con manchas oscuras que parecen de oxidacion. Se observan cristales pequeños claros de alteracion, la roca es muy fracturada.
RC30	RC30-1	Sobre la via Mata Santiago a Hidalgo 400m adelante de la estacion anterior en el mismo sentido	ladera de suaves pendientes			Material al parecer de origen explosivo, colores crema y violaceo, se observan como burbujas p

RC31	RC31-1	Sobre la via Mata Santiago a Hidalgo 500m aprox de la estacion anterior en el mismo sentido	ladera de suaves pendientes			Roca de color oscuro, al parecer material piroclastico
RC32	RC32-1	Lugar conocido como la loma.	Talud de donde se extrae material.			Roca de color claro, al parecer composicion calcarea, se observa mas rojas en zona por meteorizacion
RC33	RC33-1	Via a la laguna de los Macos	Ladera de pendientes suaves.			Roca de color claro, de composicion calcarea
RC34	RC34-1	Carretera nueva Samaná km 54 de la autopista Las Americas	taludes de pendiente fuerte, en una altura de 40m			Rocas Basalticas gris oscuro, al parecer lavas basalticas con venillas blancas que cortan material
	RC34-2					
RC35	RC35-1	Carretera a Samana a 1 km de la estacion anterior hacia las Americas	taludes de pendiente fuerte, en una altura de 40m			Se observa un afloramiento masivo de color violaceo, al parecer un tipo de lodo siliceo, con lavas de color gris oscuro
RC36		Sobre la misma via, km 43-44 hacia las Americas.	taludes de pendiente fuerte, en una altura de 40m			Se observan lavas gruesas que van desde un espesor de 30, 50 hasta 1m de espesor
RC37		Via que conduce de la carretera Hatomayor-El Valle hacia la localidad de Mango Limpio.	se observa un talud de 4 metros de altura por 20 metros de ancho, cubierto por enredaderas			afloramiento con lavas por rocas de color gris oscuro masivas, de composicion conglomeratica, con lavas conglomeraticas, es conglomerado, el afloramiento se encuentra saturado de hidrosulfuros

RC38	RC38-1	Via que conduce de Sabana de la Mar a Miches, 300 metros despues del hotel lomas lindas, se observa una cantera en la loma de los chivos	se observa una planicie, con lomas de suaves pendientes, con vegetacion arborea de tamaño medio			afloramieto con por rocas de origen altamente fracturado donde se pueden ver tres variaciones de color en la roca que corresponden a afloramiento, variaciones se dan en forma aleatoria
	RC38-2					
	RC38-3					
RC39						
RC40						
RC41						
RC42			planicie con algunas lomas pequeñas, con sembrado de cocoteros y pastizales			se observa afloramiento con bloques de alto por 4 metros de ancho, donde se encuentran rocas altamente fracturadas con colores de crema, marron, la roca es gris.
RC43	RC43-1	via que conduce de Sabana de la Mar a Miches				afloramieto de rocas de alto por 10 metros de ancho, con rocas basalticas medianas fracturadas de color verdoso con color de meteorización de competencia

RC44	RC44-1	via que conduce de Sabana de la Mar a Miches, en direccion a Miches tres kilometros delante de la estacion anterior				se observa afloramiento con tonos verdosos variaciones textu el tamaño de gr van desde rocas hasta faneríticas fino a medio. igneas posible correspondientes se observa co fracturamie
RC45	RC45-1	300 metros del arroyo el coco sentido oeste - este	laderas de suaves pendientes con pequeñas lomas de poca altura			se observa un m tonos de color cr manchas roja oxidacion, se en pequeños crist cuarzo de tamaño un milimet
RC46	RC46-1	proyecto minero el rebaño, 300 metros despues de la estacion anterior	terreno con lomas de pendientes suaves			afloramiento ubi una cantera abar las rocas presen coloracion entr crema cla medianame diaclasadas, cort venas de cuar espesores de centimetro
	RC46-2					
RC47	RC47-1	via sabana al medio a sabana de los javieres				se observa una color crema con p de talasiono
RC48	RC48-1	Via que conduce de Magua a Miches	zona con predominio de lomas de mediana altura con pendientes suaves a moderadas			se observa afloramiento de 5 de ancho, qu encuentra al bor carretera, se obs roca de color gr masiva con algu de foliacion, e parecido a una aprecia algo met

RC49	RC49-1	sobre la via que conduce de Magua a Miches, 800 metros delante de la estacion anterior				el afloramiento constituido por u cortada por la ca de tonos verdos masivo, diaclas un ligero metam presenta venas o de 3 a 5 centime observa algo a
RC50		en las afueras de miches, sobre la carretera que conduce al Seibo				sobre un talud, sobre la margen de la carretera direccion al se observan rocas o terrosos, con diaclasamie meteorizadas. l parte superior de observa que se sacando ma posiblemente pa carretera
RC51	RC51-1	Sobre la via Sabana de la Mar a Miches, un kilometro antes de Cañitas	Pendientes suaves que caen hacia la zona de playa.			se observa e afloramiento dos diferentes. Una r de color verdoso se observan c redondeados mineral altera parecer esta li intruye una roca crema, mas clar material intrusiv roca caja pre minerales de tam fino, las dos ro observan alter
	RC51-2					

RC52	RC52-1	en la localidad conocida como vicentillo, en la bifurcacion hacia el Yabon y Limoncillo	casco urbano de vicentillo			en el talud se observa afloramiento de unos 2 metros de ancho y 1 metro de alto, compuesto por granodiorita alterada con algunos cristales de cuarzo, adem de anfiboles y feldespatos alterados
RC53	RC53-1	siguiendo la ruta del tour del cacao, camino que lleva de vicentillo a la localidad el Yabon	region de colinas con pendientes moderadas			sobre la margen derecha de la via se observa afloramiento de 2 metros de ancho y 3 metros de alto conformado por calizas de color gris masivas
RC54	RC54-1	via que conduce de la localidad de Vicentillo hacia Limoncillo				se observa un talud de dimensiones de 2 metros de ancho con 3 metros de alto, relacionable con deposito de volcanosedimentos, cristales de cuarzo, feldespatos; de color marron fuerte alterado
RC55	RC55-1	via que conduce de la localidad de Vicentillo hacia Limoncillo, unos 10 metros antes del cruce hacia la localidad de La Pocilga				se observa afloramiento correspondiente al hecho al realizar posee dimensiones de unos 10 metros de ancho por unos 2 metros de alto compuesto por rocas de aspecto de lutita fuertemente fracturada de color marron, con sensibilidad al magnetismo, se encuentra oxidada y un poco alterada, por fragmentos angulosos

RC56	RC56-1	via que conduce de Limoncillo a Palma Conga, 500 metros mas adelante de la escuela del Limoncillo				el afloramiento encuentra sobre donde se observa de tono gris verde encuentra cortadas venillas de cuarzo se observan los cristales de plagioclasa y feldespato alterado
RC57	RC57-1	sector conocido como palma de gallo				se observa afloramiento de calizas mas compactas de color con cristales de
	RC57-2					
RC58	RC58-1	en el curso del rio la Campana, seccion palma de gallo				se observa el rio ignea de color grano fino a mediano presenta modificado diaclasamiento venillas de cuarzo
RC59	RC59-1	sector suroeste de la plancha de Miches, seccion Rancho 2, 500 metros delante de la escuela Rancho 2				se observa una canchales de material para relleno de carreteras, las rocas de color marron con variaciones a violaceos, son matriz afanítica, en fragmentos de las dimensiones de cantera son 200 metros
	RC59-2					
	RC59-3					
RC60	RC60-1	via que conduce de la seccion Rancho 2 a la seccion del Liál	Región conformada por colinas, cruzada por arroyos y cubierta por vegetacion arborea			el afloramiento encuentra en una canchales de material de relleno de carreteras, dimensiones de 30 metros de ancho y 30 metros de profundidad presenta una pe

						moderada, se en alterada y frac
	RC60-2					
RC61	RC61-1	Via Hatomayor - Vicentillo, sitio conocido como arroyo de la puerta				Se observa a ca la via canteras de para relleno de c la roca que se ob masiva, con fra diaclasas, se ob capas inclinad algunas partes se de color verdos tamaño de grano y con venas de
	RC61-2					
RC62	RC62-1	Via el Cercado - el Bejucal, un kilometro despues del Bejucal				Cantera aban material fino, af fracturado, de marron claro apariencia de
RC63	RC63-1	Via Vicentillo - Paloseco				Se observa un tectonizado, fra con venas de presenta color verdes, gris marrones, las r afaníticas, corres basaltos, con va texturales, inter entre si

RC64	RC64-1	Vía el Seibo - Miches, seccion el Limón	zona conformada por cadenas montañosas, vegetacion de pastizales (ganaderia) con algunos arboles de mediana altura (5 metros)			se observa afloramiento de dimensiones de metros de ancho y 4 metros de altura talud al lado derecho de la carretera, lo conforman rocas de tonos marrones con abundancia de areniscas, se encuentran fracturas, presenta algunas concreciones, por rumbo aproximado N60W con un buzamiento al SW; la roca presenta un tamaño de grano grueso encuentra meteorizada y cubierta de vegetación (pastos y enredaderas)
RC65	RC65-1	sobre la vía El Seibo - Miches, en la loma Cocuyo				Talud en el margen oriental de la carretera la roca se observa fragmentada y verdosa, material corresponde a un tipo de roca que se observa estratificada
RC66	RC66-1	sobre la vía El Seibo - Miches, 800 metros antes del cruce de Majagua				Cantera al borde de la carretera dimensiones de 100 x 100 x 10 metros se observa material fragmentado en capas de 1 a 2 metros de espesor, es un tipo de roca volcánica sedimentaria de grano fino a mediano totalmente afanítica con variaciones de color debido a alteración
RC67		Sobre la vía el Seibo - Pedro Sanchez				A borde de la carretera izquierdo (sección Miches) se observan lomas de unos 6 metros de altura con laderas que aumentan su pendiente hacia el tope, se

						rocas de colores quizá por el gr alteración, afan observan dend pirolusita
RC68	RC68-1	Vía El Seibo - Sabana de Pedro Sanchez				se observan ro estratificac planoparalela, es son afaníticas o café claro, al pa deposito volcanosedimen observan altera observan venas o de hasta 10 c espesor
	RC68-2					
RC69	RC69-1	Vía que conduce del municipio de Pedro Sanchez a Miches, en la zona conocida como Mina Blanca	region cordillerana, cordillera central de Miches			Se observa afloramiento corresponde a cubierto por hier observan los pl estratificación d de froma lateral, de color naranja violaceo por mete esta compuesta p de grano fin eencuentra ox humeda, facil ripeable
RC70	RC70-1	vía que conduce de Pedro Sanchez a Miches, sección El Morro	región ubicada en la cordillera central de Miches			se observa un color gris a c cubierto en pa vegetación (p helechos, enred se aprecia un medianamente fr con apare estratificación, macizas, de ro apariencia afa

						presenta fracturas de tipo concoi observa que el m ha utilizado com de carreter
RC71	RC71-1	Vía que conduce de Pedro Sanchez a Miches en la sección Loma de la Pocilga	Region Montañosa con una vegetación abundante, con presencia de cocoteros			En la margen izq la vía se obser excavación de un metros de una tonos cremas a con presenc oxidación, fuer fracturadas, no s estratificación, te a muy fina, se fr en angulo
RC72	RC72-1	via cuatro caminos - Cabima	región con lomas pequeñas de mediana pendiente			se observa un afanítica de c cremas, violace se observa alt incluso se apreci blancos al parec la roca es livia probable tob afloramiento se aparenteme estratificado, en 20 a 30 cms se por niveles de blanco.
RC73	RC73-1	sitio conocido como los 2 rios, en la via de cuatro caminos a cabima				Rocas afaníticos crema claro, ro según el gra alteración vari livianas, en cap paralelas

RC74	RC74-1	sobre la via Miches - Arroyo Santiago, en la loma de Macao				Afloramiento de de ancho por 4 m alto, con rocas a de color crema según el grado de alteración, es liviana y se asemeja a las rocas de la estación ant...
RC75	RC75-1	sobre la via Miches - Arroyo Santiago, en la orilla del río Yegua				Rocas de color masiva, cuarzo compacta, aflora río en capas de estratificadas, se buzamiento hacia algunos metros se observan las rocas con un buzamiento al norte, al paralelo anticlinal
RC76	RC76-1	Vía Miches - Arroyo Santiago				Afloramiento al lado de la carretera, tal como las rocas de color ca bastante meteorizadas, se aprecian humedad y afanítica, corresponde a una roca volcanosedimentaria
RC77	RC77-1	Vía Miches - Arroyo Santiago				Roca de colores desde rojo a color liviano, alterada, se asemeja a un tipo de roca que se observa en el afloramiento de la zona
RC78	RC78-1	Vía Caciquillo - Higo Barbu				se observa afloramiento de rocas que encuentra en el afloramiento en la orilla del río encuentra fracturas y alterado
RC79	RC79-1	via que conduce de Higo Barbu a Largen	zona semi boscosa, con pendientes moderadas			Al costado izquierdo de la vía se observan rocas de color café con estratificación diaclasadas, de bloques friables; el afloramiento tiene 2 metros de

						10 metros de altura. Se encuentra cubierta por vegetación.
RC80	RC80-1					<p>aflorescencias en la carretera con colores que van desde el blanco hasta el rojo. claro, se observa una estructura estratificada por fracturamiento, en algunas zonas se observan fragmentos redondeados que presenta bajo el afloramiento.</p>
OC1	OC1-1	<p>via que conduce del Municipio del Seibo a Caciquillo. Ubicado al margen izquierdo en una cantera abandonada</p>	<p>Región predominantemente de colinas, con vegetación de pastos con poblaciones arborícolas en los cursos de los ríos, pendientes moderadas.</p>			<p>Afloramiento de aproximadamente 3 metros de alto, 3 metros de fondo y 50 metros de ancho, claramente estratificado, buzamiento pronunciado. Muestra predominantemente de colores grises, cremas, con bandeamiento, con espesores de unos centímetros a centímetros estratos de 1.5 metros intercalada con un material lodoso en forma de bloques. En algunos sectores presentan variaciones en una estructura granosoportulaca brechificada, por lo que el rumbo NE con buzamiento</p>

Anexo 2.

Catálogo de Muestras.

<u>CODIGO DE LA MUESTRA</u>	<u>TIPO DE ROCA</u>	<u>COLOR</u>	<u>TEXTURA</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>COMPOSICION</u>	<u>CLASIFICACIÓN</u>
JO-02-01	IGNEA	Dusky green 5 G 3/2 CON TONOS ROSADOS	FANERITICA	roca masiva de color verde claro con tonos rosas dados por su contenido de feldespato potasico, se encuentra claramente alterada, se observan algunos cristales de cuarzo, tambien se pueden observar venas de calcita	CUARZO, FELDESPATO POTASICO, MINERALES MAFICOS	ANDESITA
JO-03-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Pale pink 5 RP 8/2	AFANITICA	roca de color gris claro de material muy fino tamaño ceniza, con alto grado de meteorizacion que le da un tono rojizo	MATERIAL MUY FINO: CENIZAS	TOBA
JO-04-01	IGNEA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	AFANITICA	roca masiva que presenta una pseudoestratificacion , altamente diaclasada de una manera irregular tambien presenta venas muy delgadas sin una organizacion aparente, en algunos planos de diaclasamiento se puede observar una mineralizacion de tipo drusa	NO SE PUEDE OBSERVAR	BASALTO
JO-06-01	IGNEA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	PORFIDITICA	brecha volcanica con piroxenos, fragmentos liticos mal calibrados de 1-3 cm de colores cafes , y clastos de basaltos verdesy oscuros de tamaño que oscilan entre los 10 y 30 cm	PIROXENO, CUARZO, MAFICOS. FRAGMENTOS LITICOS. CLASTOS DE BASALTOS	BRECHA VOLCANICA

JO-06-02	IGNEA	Moderate yellowish green 10 GY 6/4	AFANITICA	muestra de material volcanico masivo con textura vesicular presenta fracturas por solidificacion	NO SE PUEDE OBSERVAR	BASALTO
JO-07-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	roca de color gris violaceo con variacion a tonos verdes, se presenta de manera tabular, presenta atraccion magnetica su textura es afanitica	NO SE PUEDE APRECIAR	TOBA
JO-07-02	IGNEA	Medium gray N 5	PORFIDITICA	roca masiva color gris claro de matriz afanitica de material mafico con cristales de 1 - 5 mm de piroxenos y calcita presenta buen sorting	MATRIZ AFANITICA CON CRISTALES DE CARBONATO Y PIROXENOS PRINCIPALMENTE, ADEMÁS MAFICOS SUBORDINADOS	BRECHA VOLCANICA
JO-08-01	SEDIMENTARIA	Medium gray N 5		roca muy masiva gris clara con litoclastos asociados la muestra presenta una alta dureza	CARBONATO DE CALCIO	CALIZA
JO-09-01	IGNEA	Grayish yellow 5 Y 8/4	FANERITICA	roca masiva con una matrix fina de color crema con fenocristales de cuarzo el cuarzo presentan formas angulares y estan distribuidos homogeneamente el tamaño de los fenocristales varia entre 1-3mm	ALTO CONTENIDO DE CUARZO	
JO-09-02	IGNEA	Dusky blue green 5 BG 3/2 5	AFANITICA	roca masiva la textura de la roca no permite determinar la composicion pero se pueden observar zonas con cristales de pirita diseminados	NO SE PUEDE OBSERVAR	BASALTO

JO-10-01	VOCANO- SEDIMENTARIA	Munsell true white N 9.5	AFANITICA	muestra de roca de material muy fino tamaño ceniza presenta en el exterior una textura rugosa pd: muestra rodada	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-11-01	IGNEA	Dusky yellow green 5 GY 5/2	FANERITICA DE GRANO FINO	roca masiva con una matriz cristalina fina con cristales verdes y fragmentos liticos de color rojizo enbebidos, se pueden observar algunos tonos rojizos debido a la oxidacion de algunos minerales y presenta atraccion magnetica	CUARZO ANFIBOLES FRAGMENTOS LITICOS	BRECHA
JO-11-02	IGNEA	Very dusky red purple 5 RP 2/2	AFANITICA	roca masiva con diaclasas sin una direccion preferencial se pueden observar unos crstales muy finos diseminados de una manera irregular	NO SE PUEDE OBSERVAR	
JO-12-01	VOLCANO- CEDIEMNTARIA	Grayish yellow 5 Y 8/4 CON LAMINAS DE COLR Dusky blue green 5 BG 3/2	ESTRUCTURA AMORFA	masiva se parten de manera tabular presenta una estratificasion plano paralela y presenta lentes de material muy fino color beige claro tambien se pueden observar concreciones	SILICEA	LODO SILICEO??
JO-12-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2	ESTRUCTURA AMORFA	roca masiva de material afanitico se parten de manera tabular tambien se pueden observar concreciones	CUARZO	
JO-13-01	IGNEA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	FANERITICA	roca de color verde grano soportada tamaño de grano medio con estratificacion plano paralela y cemento calcareo y con laminas de calcita sobre los planos de estratificacion la muestra presenta una alta dureza	CUARZO PLAGIOCLASA Y ANFIBOLES	

JO-13-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Medium gray N 5	AMORFA	roca de material muy fino con estructura masiva se parte de manera tabular presenta estratificacion, sobre los planos de estratificacion se puede observar una alteracion de color verdoso y unas laminas de caco3. se pueden observar lo que parecen ser masas esferoidales (nodulos) de un material igneo que se clasifico como riolita	SILICEA	TOBA
JO-14-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Grayish yellow 5 Y 8/4	AFANITICA	muestra de material volcanico de color crema con textura afanitica con estratificacion plana ondulada , la roca es bastante dura y se rompe en superficies ondulosas	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-15-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Munsell true white N 9.5	AFANITICA	roca de color gris claro con poco peso y de material muy fino presenta un grado medio de porosidad	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA???
JO-16-01	VOLCANO SEDIMENTARIA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	AFANITICA	roca de tonos grises a verdes ,masiva, bastante dura, constituida por material muy fino en el que no se distinguen cristales	NO SE PUEDE OBSERVAR	FRAGMENTO VOLCANO SEDIMENTARIO NO DIFERENCIADO
JO-17-01	IGNEA	Moderate yellowish green 10 GY 6/4	AFANITICA	roca de textura afanitica , color verde de grano fino, pesada y resistente, se compone principalmente de minerales maficos	NO SE PUEDE OBSERVAR	BASALTO
JO-18-01	VOLCANO SEDIMENTARIA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	AFANITICA	roca de color gris, textura afanitica, altamente diaclasada, en formas tabulares , constituida por material muy fino	NO SE PUEDE OBSERVAR	FRAGMENTO VOLCANO SEDIMENTARIO NO DIFERENCIADO

JO-19-01	SEDIMENTO NO CONSOLIDADO-SUELO	Dusky brown 5 YR 2/2	NINGUNA	material no consolidado con fragmentos de peridotita (suelo)	NINGUNA	SEDIMENTO NO CONSOLIDADO
JO-20-01	IGNEA	Dusky green 5 G 3/2	FANERITICA	roca formada principalmete por minerales oscuros, textura faneritica, con serpentizacion	PIROXENOS, SERPENTINA	PERIDOTITA
JO-21-01	SEDIMENTARIA	Moderate reddish brown 10 R 4/6	NINGUNA	arcilla color rojo intenso	NO SE PUEDE APRECIAR	ARCILLOLITA
JO-22-01	SEDIMENTO NO CONSOLIDADO-SUELO		NINGUNA	muestra de suelo color cafe	NINGUNA	SEDIMENTO NO CONSOLIDADO
JO-23-01	SEDIMENTARIA	Moderate reddish brown 10 R 4/6	NINGUNA	arcilla color rojo intenso	NINGUNA	ARCILLOLITA
JO-24-01				roca de color crema de grano fino con estratificacion plano ondulosa se presenta a manera de concreciones se observa un grado medio de diaclasamiento son oxidacion en los planos y un grado de meteorizacion medio		
JO-24-02				muestra de color rojo grano soportada con una estructura masiva el tamaño de grano es limo		
JO-25-01	IGNEA		PORFIDITICA	rocas de tonos verdes claros variando a grises, con clastos, fragmentos de rocas enbebidos en una matriz, estos fragmentos tienen tamaños que varian entre 1 cm a 5 cm, y en la parte superior del afloramiento llegan hasta 20 y 30 cm		BRECHA VOLCANICA

JO-26-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	roca de color gris oscuro de grano muy fino con estratificacion palmo ondulosa se presenta a manera de concreciones se observa un grado medio de diaclasamiento son oxidacion en los planos y un grado de meteorizacion medio	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINOO
JO-27-01	VOLCANO SEDIMENTARIA	Dusky yellow green 5 GY 5/2	AFANITICA	muestra de material volcanico de color gris con textura faneritica la muestra es grano soportada con tamaño de grano medio con estratificacion plana ondulada se observa , la roca es bastante dura y se rompe en superficies tabulares	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO MEDIO
JO-28-01	METAMORFICA	Mod. greenish yellow 10 Y 7/4	ESQUISTOSA	roca de color amarillo terroso con una esquistocidad marcada, su composicion es cuarzo feldeespatica y presenta una alto grado de alteracion y medianamente neteorizada	CUARZO- FELDESPATIC O	ESQUISTO CUARZO- FELDESPATICO
JO-28-02	METAMORFICA	Dusky green 5 G 3/2	ESQUISTOSA	roca de color verdoso con tonos rojizos debido a al oxidacion con una esquistocidad marcada, su presenta un alto contenido de mica biota y presenta una alto grado de alteracion y medianamente meteorizada	MICASEO	ESQUISTO MICASEO
JO-29-01	METAMORFICA	Grayish yellow 5 Y 8/4	PIZARROSIDAD	roca color cema con brillo sedoso pesenta pizarrosidad con grano muy fino grado de alteracion media	CUARZO FELDESPATIC O	PIZARRA
JO-30-01	METAMORFICA	BLANCO		muestra de color blanco de material arcilloso	CAOLIN	CAOLIN
JO-30-02		Pale red 5 R 6/2	AFANITICA	roca de color rosado crema de material muy fino tamaño ceniza, con alto grado de meteorizacion y de alteracion		TOBA

JO-30-03	METAMORFICA	White N 9	PORFIDITICA	roca con una matriz de material fino de color blanco compuesto principalmente de cuarzo de feldespato y plagioclasa tambien se observan cistales de cuarzo diseminados iregularmente a manera de clastos amorfos y tambien a manera de venas. la roca presenta una textura esquistosa	CUARZO FELDESPATO PLAGIOCLASA CAOLIN COMO PRODUCTO DE ALTERACION DEL FESDELPATO	ESQUISTO CUARZO- FELDESAPTICO
JO-31-01	SEDIMENTARIA	Mod. greenish yellow 10 Y 7/4	grano soportada	arenisca grano soportada con un buen calibrado tamaño de grano fino, se observan venillas de cuarzo	cuarzo minerales arcillosos	arenisca de grano fino
JO-32-01	SEDIMENTARIA	Mod. greenish yellow 10 Y 7/5	grano soportada	arenisca grano soportada con un calibrado regular ya que presenta variaciones de textura tamaño de grano fino y en algunas partes muy fino, presenta laminas de calcita sobre los planos de diaclasamiento	cuarzo minerales arcillosos	arenisca
JO-32-02	IGNEA	Dusky blue green 5 BG 3/2	FANERITICA	roca ignea faneritica masiva, cristalina de color verdoso dado por su composicion de minerales maficos	cuarzo y minerales maficos pequeños que no se alcanzan a distinguir	diorita
JO-33-01	sedimentaria	Dusky yellow green 5 GY 5/2	grano soportada	arenisca grano soportada con un buen calibrado de grano muy fino esta altamente diaclasada y presenta venas de cuarzo y esta bastante plegada		arenisca de grano muy fino
JO-34-01	SEDIMENTARIA	Dusky yellow green 5 GY 5/3	grano soportado	arenisca grano soportada con un buen calibrado de grano muy fino esta altamente diaclasada y presenta venas de cuarzo		arenisca de grano muy fino

JO-35-01	VOLCANO SEDIMENTARIA	Dusky green 5 G 3/2	MASIVA	roca de material muy fino tamaño ceniza presenta un alto grado de meteorización y se presenta de manera tabular	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-36-01	IGNEA	Black N 1	MASIVA CON RASGOS DE FLUJO	roca de color gris oscuro , masiva , bastante dura, con rasgos de flujo, en algunos sectores se encuentra medianamente diaclasada, es totalmente afanítica; una colada	NO SE PUEDE OBSERVAR	COLADA
JO-37-01	VOLCANO SEDIMENTARIA	Pale pink 5 RP 8/2	AFANITICA	roca de color gris claro de material muy fino meteorizada con tonos rojizos, con bajo peso, material piroclástico, porosidad media	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-38-01	VOLCANO SEDIMENTARIA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	muestra volcánica de color gris con textura afanítica con estratificación plana ondulada algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superficies onduladas también presenta laminación de color blanco	NO SE PUEDE OBSERVAR	BASALTO
JO-39-01	SEDIMENTARIA	Moderate orange pink 5 YR 8/4	grano soportado	arenisca de grano muy fino, de colores beige, cremas , masiva, grano soportada, buen calibre, diaclasada	NO SE PUEDE OBSERVAR	ARENISCA
JO-40-01	SEDIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2		roca masiva, no se le observa tamaño de grano. es de color gris y se encuentra ligeramente diaclasada y se rompe en superficies tabulares	NO SE PUEDE OBSERVAR	LUTITA
JO-41-01	IGNEA	Pale red 5 R 6/2	PORFIDITICA	roca ignea de matriz afanítica con cristales tabulares de feldespato k de 5 mm	feldespato K	PORFIDO FELDESPATICO

JO-42-01	VOLCANO SEDIMENTARIA	Dusky brown 5 YR 2/2	AFANITICA	roca masiva con textura afanitica, un poco oxidada, tambien se encuentra diacalada el material es de origen volcanico	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-43-01	SEDIMENTARIA	Grayish purple 5 P 4/2	lodo soportada	roca estratificada de colores violaceos masiva, grano soportada con tamaño de grano muy fino	NO SE PUEDE OBSERVAR	ARENISCA DE GRANO MUY FINO
JO-43-02	SEDIMENTARIA	Dusky yellow green 5 GY 5/2	grano soportado	arenisca , masiva, moderadamente calibrada, grano soportada, muy heterogenea, con presencia de minerales maficos que le dan coloracion verde	cuarzo, feldespato y minerales maficos, micas	ARENISCA DE GRANO MEDIO
JO-44-01	IGNEA	Pale red 5 R 6/2	PORFIDITICA	roca ignea de matriz afanitica con cristales tabulares de feldespato k de 5 mm, se encuentra bastante alterada	feldespato K	PORFIDO FELDESPATICO
JO-46-01	IGNEA	Moderate yellowish green 10 GY 6/4	FANERITICA	roca de tono gris verdoso , con venas de calcita y en algunos casos laminas de calcita cristalizada en superficie, tiene textura porfiditica en algunos sectores s eobservan minerales maficos rdondeados de tamaños de 5 mm maximo		RIOLITA
JO-46-02	IGNEA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	roca de tono gris oscuro , con venas de calcita y en algunos casos capas de calcita cristalizada en superficie, esta diacalada y fracturada		basalto
JO-46-03	IGNEA	Dusky yellow green	porfiditica	roca color verdoso presenta cristales de minerales maficos enbebidos en una matriz muy fina tambien se observan enclaves de material afanitico color gris claro. los cristales son subangulres y van desde 2 a		BRECHA VOLCANICA

				6cm, los enclaves llegan tener hasta 20 cm		
JO-46-04	IGNEA	Dusky green 5 G 3/2		muestra volcanica de color negro con textura afanitica con estratificacion plana ondulada algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas tambien presenta laminacion de color mas claro		BASALTO
JO-47-01	IGNEA	Moderate yellowish green 10 GY 6/4	AFANITICA	muestra volcanica de tono gris verdoso , con venas de calcita y en algunos casos laminas de calcita cristalizada en superficie, se observan bandas de color mas oscuro su textura es afanitica		BASALTO
JO-47-02	IGNEA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	muestra de material volcanico de color gris verdoso con textura afanitica con estratificacion plana ondulada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas se observan algunos laminas de color mas oscuro		BASALTO
JO-47-03		Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	muestra de material volcanico de color gris oscuro con textura afanitica con estratificacion plana ondulada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas se observan algunos laminas de color mas oscuro		BASALTO

JO-48-01	VOLCANO SEDIMENTARIO	Moderate orange pink	AFANITICA	muestra de material volcanico de color crema con textura afanitica con estratificacion plana ondulada se observa laminacion paralela a los planos de estratificacion , la roca es bastante dura y se rompe en superficies tabulares		TOBA
JO-49-01	VOLCANO SEDIMENTARIO	Moderate orange pink	AFANITICA	roca de color crema con tonos rojisos debido a oxidacion con poco peso y de material afanitico, presenta un alto grado de alteracion		TOBA
JO-50-01	VOLCANO SEDIMENTARIO	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	roca de tonos verdes claros a amarillos,estratificada, masiva, diaclasada, meteorizada en algunos sectores, presenta fractura concoidea	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-50-02	VOLCANO SEDIMENTARIO	Grayish yellow 5 Y 8/4	AFANITICA	roca de tonos grises a verdes estratificada,masiva, diaclasada, con un pequeño grado de alteracion, presenta fractura concoidea	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-50-03	VOLCANO SEDIMENTARIO	Grayish olive 10 Y 4/2	FANERITICA, DE GRANO FINO	roca de grano fino , estratificada, con laminacion, alterada y meteorizada	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA DE GRANO FINO
JO-51-01	SEDIMENTARIA	Munsell true white N 9.5		caliza masiva de color gris claro, se presenta estratificada	CARBONATO DE CALCIO	CALIZA
JO-51-02	IGNEA	Moderate yellowish green 10 GY 6/4	FANERITICA	roca formada principalmete por minerales oscuros,textura faneritica,con serpentizacion	PIROXENOS, SERPENTINA	PERIDOTITA

JO-51-03	IGNEA	Very dusky red purple 5 RP 2/2	FANERITICA	roca metanorfica alterada, que presenta foliacion aparente y grado de oxidacion alta		XXXX
JO-51-04	SEDIMENTARIA	Moderate reddish brown 10 R 4/6	NINGUNA	muestra no consolidada de material arcilloso color rojo intenso debido a su alto grado de oxidacion		SEDIMENTO NO CONSOLIDADO
JO-52-01	VOLCANO SEDIMENTARIO	Very pale orange 10 YR 8/2	AFANITICA	muestra de material volcanico de color gris con textura afanitica con estratificacion plana ondulada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas se observan alguns laminas de color mas oscuro	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-52-02	VOLCANO SEDIMENTARIO	Munsell true white N 9.5	AFANITICA	muestra de material volcanico de color gris claro con textura afanitica con estratificacion plana ondulada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas se observan alguns laminas de color mas oscuro	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-52-03	VOLCANO SEDIMENTARIO	Moderate orange pink 5 YR 8/4	FANERITICA	muestra de material volcanico de color gris claro con textura faneritica con estratificacion plana ondulada , la roca es bastante dura es grano soportada con tamaño de grano fino	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA DE GRANO FINO
JO-52-04	VOLCANO SEDIMENTARIO	Pale red 5 R 6/2	AFANITICA	roca masiva, afanitica, en estratos verticales, un poco oxidada, con laminacion y fractura concoidea	NO SE PUEDE OBSERVAR	TOBA
JO-56-01	SEDIMENTARIO	Blackish red 5 R 2/2	lodo soportada	la roca tiene tonos cafes rojizos y se presenta a manera de nodulos y su estructure es lodo soportada	NO SE PUEDE OBSERVAR	LODOLITA

JO-56-02	SEDIMENTARIO	Very pale green 10 G 8/2		roca de color gris de material precipitado silíceo con una estructura masiva presenta algunas venas de calcita	CARBONATO DE CALCIO	CALIZA
JO-56-03	VOLCANO-SEDIMENTARIO	Very pale green 10 G 8/2	GRANO SOPORTADA	la roca tiene color gris terroso con grano fino y parece presentar poco peso con respecto a su volumen	MATERIAL VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINO
JO-57-01				roca masiva con colores cafes crema de material afanítica, en estratos con estratificación plano paralela, un poco oxidada, con laminación y fractura concoidea		
JO-58-01	SEDIMENTARIA	Very dusky red purple 5 RP 2/2		roca de color gris oscuro de material precipitado silíceo con una estructura masiva presenta algunas venas de calcita el material se rompe en superficies tabulares	CARBONATO DE CALCIO	CALIZA
JO-59-01	VOLCANO-SEDIMENTARIA	Pale red 5 R 6/2	AFANITICA	roca masiva con colores crema de material afanítica, en estratos con estratificación plano paralela, un poco oxidada, con laminación y fractura concoidea	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-59-02	VOLCANO-SEDIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2	AFANITICA	roca masiva con colores oscuro de material afanítica, en estratos con estratificación plano paralela, un poco oxidada, con laminación y fractura concoidea	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-60-01	VOLCANICA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	roca masiva de color verde oliva con material afanítico, presenta venillas de calcita y esta altamente diaclasada		BASALTO
JO-60-02	SEDIMENTARIA	Grayish olive 10 Y 4/2	GRANO SOPORTADA	arenisca de grano fino con estructura granosoportada presenta estratificación plano paralela y se observa la presencia de concreciones de material mas fino		ARENISCA DE GRANO FINO

JO-61-01	SEDIMENTARIA	Mod. greenish yellow 10 Y 7/4	GRANO SOPORTADA	arenisca de grano fino con estructura granosoportada presenta estratificacion plano paralela altamente alterada		ARENISCA DE GRANO FINO
JO-63-01	VOLCANICO	Dusky blue green 5 BG 3/2	AFANITICO	roca masiva de color gris oscuro con material afanitico, presenta alto grado de diaclasamiento y se rompe en superficies tabulares		BASALTO
JO-64-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Grayish yellow 5 Y 8/4	AFANITICO	roca masiva con colores crema de material afanitico, en estratos con estratificacion plano paralela, un poco oxidada, con laminacion y fractura concoidea	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-64-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Grayish yellow 5 Y 8/4	GRANO SOPORTADA	roca con colores crema de material fino, en estratos con estratificacion plano paralela, un poco oxidada, con laminacion y fractura concoidea	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-64-03	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2	AFANITICA	roca masiva con colores grises de material afanitico, estratos con estratificacion plano paralela, un poco oxidada, con laminacion y fractura concoidea	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-65-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Mod. greenish yellow 10 Y 7/4	GRANO SOPORTADA	roca masiva con colores crema de material fino, un poco oxidada y con un grado alto de meteorizacion	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINO
JO-65-02	IGNEA	Grayish olive 10 Y 4/2	GRANO SOPORTADA	muestra de material volcanico de color gris con textura faneritica la muestra es grano soportada con tamaño de grano fino con estratificacion plana ondulada se observa laminacion paralela a los planos de estratificacion, la roca es bastante dura y se rompe en superficies tabulares	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINO

JO-65-03	VOLCANICA	Medium gray N 5	GRANO SOPORTADA	roca masiva con colores grisese material muy fino, un poco oxidada y con un grado medio de alteracion y altamente fracturada	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO MUY FINO
JO-66-01	VOLCANICA	Dark greenish gray 5 GY 4/1		roca masiva con colores cafes de material afanitico, estratos con estratificacion plano paralela, un poco oxidada, con fractura concoidea	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-67-01	SEDIMENTARIA	Grayish olive 10 Y 4/2	GRANO SOPORTADA	arenisca de grano fino con estructura granosoportada presenta estratificacion plano paralela con un grado de alteracion medio		ARENISCA DE GRANO FINO
JO-68-01	SEDIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2		roca de color grisos oscuro de material precipitado calcareo con una estructura masiva presenta algunas venas de calcita	CARBONATO DE CALCIO	CALIZA
JO-68-02	VOLCANO - SEDEIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2	AFANITICA	roca masiva con colores grises de material afanitico, estratos con estratificacion plano paralela, un poco oxidada, con fractura concoidea y un alto grado de fracturacion	MATERIAL VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINO
JO-69-01	VOLCANO - SEDEIMENTARIA	Grayish olive 10 Y 4/2	GRANO SOPORTADA	muestra de material volcanico de color gris con textura faneritica la muestra es grano soportada con tamaño de grano medio con estratificacion plana ondulada se observa , la roca es bastante dura y se rompe en superficies tabulares tambien presenta venas de calcita en diferentes direcciones	MATERIAL VOLCANICO	TOBA DE GRANO MEDIO
JO-69-02	SEDIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2		roca de color grisos oscuro de material precipitado calcareo con una estratificacion plano paralela presenta algunas venas de calcita	CARBONATO DE CALCIO	CALIZA

JO-70-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Black N 1	AFANITICA	roca masiva con colores grise oscuro de material afanitico, estratos con estratificacion plano paralela, un poco oxidada, con fractura concoidea	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-70-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Medium gray N 5	AFANITICA	muestra de material volcanico de color gris con textura afanitica con estratificacion plana ondulada se observa , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-72-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dusky blue green 5 BG 3/2	AFANITICA	roca con colores grise oscuro de material afanitico, estratos con estratificacion plano casi verticales paralela, un poco oxidada, con fractura concoidea	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-72-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	roca con colores cremas claros de material afanitico, estratos con estratificacion plano casi verticales paralela, un poco oxidada, con fractura concoidea	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-73-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Moderate orange pink 5 YR 8/4	GRANO SOPORTADA	roca de colores cremas claros de grano muy fino con estratificacion palno paralela, presenta laminacion en la misma direccion del plano de estratificacion tambien se observa un grado medio de diaclasamiento son oxidacion en los planos y un grado de meteorizacion medio	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-73-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Moderate orange pink 5 YR 8/4	GRANO SOPORTADA	roca de colores cremas claros de grano fino con estratificacion palno paralela, presenta laminacion en la misma direccion del plano de estratificacion tambien se observa un grado medio de diaclasamiento son oxidacion en los planos	MATERIAL VOLCANICO	TOBA

JO-74-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Pale red 5 R 6/2	GRANO SOPORTADA	roca de colores cema claros de material muy fino con bajo peso y porosidad media, el material presenta un grado bajo de oxidacion lo cual le da un tono rosado tambien se observa laminacion el la misma direccion de la estratificacion que es pano paralela.	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-74-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Moderate reddish brown 10 R 4/6	AFANITICA	roca de colores cema claros de materialafanitico con bajo peso y porosidad media, el material presenta un grado medio de oxidacion lo cual le da un tono rojoso tambien se observa laminacion el la misma direccion de la estratificacion que es pano paralela. la roca se encuantra altamente fracturada lo que impide tomar una muestra de buen tamaño	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-75-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA		AFANITICA	roca de colores grises claros de materialafanitico con bajo peso y porosidad media, la estratificacion es plano paralela. la roca se encuantra altamente fracturada lo que impide tomar una muestra de buen tamaño	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-76-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Moderate orange pink 5 YR 8/4	AFANITICA	roca de colores cema claros de material muy fino con bajo peso y porosidad media, la estratificacion que es pano paralela.	MATERIAL VOLCANICO	TOBA
JO-77-01	SEDIMENTARIA	Black N 1		muestra de carbon presenta laminacion y sobre los planos de aminacion se observa la presencia de azufre la muestra esta altamente fracturada y presenta brillo vitreo	CARBON	CARBON MINERAL

JO-77-02	SEDIMENTARIA	Medium gray N 5	LODO	roca sedimentaria de color gris claro con estructura lodosortada y con presencia de fragmentos calcareos distriuidos de una anera iregular		LODOLITA
JO-77-03	SEDIMENTARIA	Black N 1	LIMO	muestra de shale carbonoso altamente meteorizado se opbservan pequeños cristales aciculares sobre los palanos de laminacion tambien se observa la presencia de azufre en el muestra	CARBON	SHALE CARBONOSO
JO-77-04	SEDIMENTARIA	Black N 1	LODO	roca sedimentaria de color gris claro con estructura lodosortada y con presencia de fragmentos de materia organica distribuidos en la parte superior correspondiente a un contacto con una capa de carbon	CARBON	LODOLITA
JO-77-05	SEDIMENTARIA	Medium gray N 5	LODO	muestra de shale altamente meteorizado y oxidado se opbservan pequeños cristales de sobre los palanos de laminacion tambien se observa la presencia de azufre en el muestra	CARBON	SHALE
JO-78-01	SEDIMENTARIA	Black N 1		muestra de carbon presenta laminacion y sobre los planos de aminacion se observa la presencia de azufre la muestra esta altamente fracturada y presenta brillo vitreo	CARBON	CARBON MINERAL
JO-79-01	SEDIMENTARIA	Black N 1		muestra de carbon bastante compacto y con brillo vitreo, la muestra se fracturo una vez que el agua que tenia en su interior se evaporo	CARBON	CARBON MINERAL
JO-79-02	SEDIMENTARIA	Black N 1		shale carbonoso medianamente compacto y	CARBON	SHALE CARBONOSO

JO-80-01	MINERAL	Black N 1		muestra de carbon bastante compacto y con brillo vitreo, la muestra se fracturo una vez que el agua que tenia en su interior se evaporo	CARBON	CARBON MINERAL
JO-81-01	MINERAL	Black N 1		muestra de carbon bastante compacto y con brillo vitreo, la muestra se fracturo una vez que el agua que tenia en su interior se evaporo	CARBON	CARBON MINERAL
JO-82-01	MINERAL	Black N 1		shale carbonoso medianamente compacto bastante oxidado y meteorizado	CARBON	CARBON MINERAL
JO-83-01	IGNEA	Black N 1	AFANITICA	muestra volcanica de color negro con textura afanitica con estratificacion plana ondulada con un busamiento casi vertical algo plegada y medianamente diaclasada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas		BASALTO
JO-83-02	IGNEA	Dusky blue green 5 BG 3/2	PORFIDITICA	brecha con matriz cristalina muy fina con cristales de piroxenos, fragmentos liticos mal calibrados de 1-3 cm de colores cafes , y clastos de basaltos verdesy oscuros de tamaño que oscilan entre los 10 y 30 cm	PIROXENO, CUARZO, MAFICOS. FRAGMENTOS LITICOS. CLASTOS DE BASALTOS	BRECHA
JO-83-03	IGNEA	Mod. greenish yellow 10 Y 7/4	AFANITICA	muestra volcanica de color crema oscuro con textura afanitica con estratificacion plana ondulada altamente diaclasada , la roca esta muy meteorizada		BASALTO

JO-84-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dusky green 5 G 3/2	GRANOSOPORTADA	roca de color verde grano soportada tamaño de grano medio con estratificación plano paralela y cemento calcareo y con laminas de calcita sobre los planos de estratificación la muestra presenta una alta dureza	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO MEDIO
JO-84-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	GRANOSOPORTADA	roca de color gris grano soportada con tamaño de grano muy fino con estratificación plano paralela y con presencia de concreciones la muestra presenta un grado medio de lateración	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINO
JO-86-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Mod. greenish yellow 10 Y 7/4	GRANOSOPORTADA	roca de color gris grano soportada con tamaño de grano muy fino con estratificación plano paralela y también se observa laminación la muestra presenta un grado medio de alteración y esta medianamente oxidada	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINO
JO-87-01	IGNEA	Black N 1	AFANITICA	muestra volcánica de color negro con textura afanítica con estratificación plana ondulada con un buzamiento casi vertical algo plegada presenta laminación y esta medianamente diaclasada, la roca es bastante dura y se rompe en superficies onduladas también se observa algunas laminas de calcita y venas de cuarzo		BASALTO
JO-88-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	GRANOSOPORTADA	roca de color gris con matriz afanítica y con variaciones de textura a manera de parches semirredondados con tamaño de grano muy fino con estratificación plano ondulada y	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA

				con presencia de concreciones la muestra presenta un grado medio de alteracion tambien		
JO-88-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Medium gray N 5	GRANOSOPORTADA	roca de color gris claro grano soportada tamaño de grano medio con estratificacion plano ondulosa y cemento siliceo y con laminas de calcita sobre los planos de estratificacion la muestra presenta una alta dureza	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-88-03	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Olive gray 5 Y 3/2	GRANOSOPORTADA	roca de color verde oliva de material afanítico con estratificacion plana ondulsa altamente meteorizada y fracturada, se observa oxidacion sobre los planos de estratificacion y tambien la presencia de calcos de carga	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-89-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Olive gray 5 Y 3/2	GRANOSOPORTADA	roca de color verde oliva grano soportada con tamaño de grano fino con estratificacion plana ondulosa altamente diaclasada y fracturada se observa laminas de cuarzo en algunos planos de diaclasamiento	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA DE GRANO FINO
JO-90-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Dark yellowish brown 10 YR 4/2	GRANOSOPORTADA	muestra de material volcanico de color crema con textura afanítica con estratificacion plana ondulada se observa laminacion paralela a los planos de estratificacion , la roca es bastante dura y se rompe en superficies ondulosas	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA

JO-90-02	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Grayish olive 10 Y 4/2	GRANOSOPORTADA	roca de color verde oliva grano soportada con tamaño de grano fino con estratificación plana ondulosa altamente diaclasada y fracturada se observan laminas de cuarzo en algunos planos de diaclasamiento	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-91-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Grayish olive 10 Y 4/2	GRANOSOPORTADA	roca de color verde oliva grano soportada con tamaño de grano muy fino con estratificación plana ondulosa altamente diaclasada y fracturada	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-91-02	IGNEA	Munsell true black N 0.5	AFANITICA	muestra volcanica de color negro con textura afanítica con estratificación plana ondulada algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superficies onduladas tambien presenta laminacion de color blanco		BASALTO
JO-92-01	VOLCANO- SEDIMENTARIA	Grayish olive 10 Y 4/2	GRANOSOPORTADA	roca de color verde oliva grano soportada con tamaño de grano muy fino con estratificación plana paralela altamente meteorizada y diaclasada tambien presenta un grado medio de oxidacion	SEDIMENTO VOLCANICO	TOBA
JO-93-01		Dusky green 5 G 3/2		muestra de material volcanico de color verdoso con textura afanítica con estratificación plana ondulada algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superficies irregulares		
JO-94-01	IGNEA	Grayish olive 10 Y 4/2	AFANITICA	muestra volcanica de color verde con textura afanítica muy masiva algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superficies onduladas		BASALTO

JO-95-01	IGNEA	Dusky green 5 G 3/2	PORFIDITICA	roca con cristales de mineral mafico embebidos es una matriz cristalina mas fina los cristales estan subredondeados y mal calibrados y su tamaño oscila entre de 1-8mm		BRECHA
JO-96-01		Dusky yellow green 5 GY 5/2		muestra volcanica de color gris claro con tamaño de grano fino con estratificacion masiva, la roca es bastante dura y se rompe en superfcies irregulares		
JO-97-07	IGNEA	Dark greenish gray 5 GY 4/1	AFANITICA	muestra volcanica de color gris con textura afanitica con estratificacion plana ondulada algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas tambien presenta laminacion de color blanco		BASALTO
JO-98-01		Dusky green 5 G 3/2		muestra de material volcanico de color verdoso con textura afanitica con estratificacion plana ondulada algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies irregulares		
JO-98-02	IGNEA	Dusky green 5 G 3/2	AFANITICA	muestra de material volcanico de color gris verdoso con textura afanitica con estratificacion plana ondulada algo plegada , la roca es bastante dura y se rompe en superfcies ondulosas se observan alguns laminas de color mas oscuro		BASALTO
RC2-1	Ígnea	Dark Greenish Gray 5 GY 4/1	Afanitica	masiva	principalmente silice	
RC3-1	Ígnea	Grayish olive 10 Y 4/2	Faneritica, de grano fino, hipocristalina	masiva con concreciones		

RC4-1	Ígnea	Dark Greenish Gray 5 GY 4/1	Afanítica	masiva, con presencia de calcita por disolución, fractura concoidea		
RC5-1	Ígnea	Dusky green 5 G 3/2	afanítica	masiva, fractura concoidea, con algunas venillas de calcita por disolución		
RC5-2	crystalina	Dusky green 5 G 3/2	afanítica, con presencia de algunos minerales orientados, que muestran unas bandas de color rojizo brillante	maciza		
RC6-1	Ígnea	Dusky green 5 G 3/2	afanítica, hipocrystalina, presenta una leve orientación de sus minerales, se observan algunos cristales de hasta 2 mm de plagioclasa, y de anfíboles.	maciza		
RC6-2		Dark Greenish Gray 5 GY 4/1	afanítica	maciza, con fractura concoide	100% sílice	
RC6-3	Ígnea	Dusky green 5 G 3/2	afanítica, hipocrystalina, presenta una leve orientación de sus minerales, se observan algunos cristales de hasta 2 mm de plagioclasa, y de anfíboles.	maciza		
RC8-1	?					

RC8-2	sedimentaria	Dusky Brown 5 YR 2/2	granos de tamaño arena fina, bien clasificados, redondeados, esféricos.	masiva, grano soportada, presenta calcita por disolución, poco competente		arenisca
RC9-1	?					
RC10-1	?					
RC11-1	Ígnea	Grayish olive 10 Y 4/2	porfídica, matriz afanítica de color verdoso, presenta cristales mayores de 1 cm, pero en promedio de 5 mm, los cristales se encuentran alterados y en disposición caótica; presenta zonas donde los cristales apenas alcanzan el mm de diámetro	masiva		Anfiboles 40%, plagioclasa 30%, cuarzo 30%
RC12-1	Ígnea	Dusky yellow green 5 GY 5/2	presenta cristales menores a 1 mm, de moderado a fuertemente alterados, de coloraciones verdosas, se pueden reconocer algunos cristales de cuarzo, y de lo que parece ser anfíbol, se observan poros	masiva, presenta bandas de oxidación		Toba

RC13-1	Alteración	Grayish olive	principalmente silice, presenta cristales de pirita diseminados, embebidos en una masa terrosa de color blanco, al parecer plagioclasa; fuertemente oxidada	masiva, presenta bandas de oxidación	silice	
RC13-2	Ígnea	white	Fanerítica, de grano fino, hipocristalina, con la plagioclasa fuertemente alterada a caolin, presenta pirolusita	masiva		Diorita
RC13-3	Ígnea	Dusky green	Afanítica	masiva, brechificada, fuertemente fracturada, fracturas rellenas de plagioclasa alterada		colada de lava
RC14-1	sedimentaria calcárea	Grayish yellow	clastos tamaño grava	conformada por conchas de bivalvos, corales, etc, presenta poco lodo, y cemento calcareo, grano soportada		caliza fosilífera
RC16-1	Ígnea	Grayish yellow	fanerítica, holocristalina, con distribución caótica en la muestra, algunos cristales se encuentran aplastados, alargados y alterados	se observan lentes de plagioclasa, óxidos		diorita
RC17-1	Ígnea	Grayish yellow	cristales tamaño arena fina, bastante alterada, presencia de poros, bajo peso			toba fina
RC17-2	Ígnea	white	afanítica	moderadamente fracturada, presenta algunas bandas de oxidación	silice	Toba
RC17-3	Ígnea	Dusky yellow green	afanítica	cristalina, con fracturas irregulares, con tendencia		

				concoidea		
RC19-1	sedimentaria	Black				lignito
RC19-2	sedimentaria	Black				lignito
RC19-3	Ígnea	Medium gray	crisales de tamaño arena muy fina, se silicificada	masiva, con algunas fracturas, se encuentra asociado a las capas de carbon, presenta olor a sulfuros, posiblemente por disolucion		
RC18-1						caliza
RC20-1	Ígnea	Grayish yellow	crisales de tamaño arena muy fina, se observa una matriz cristalina afanítica al parecer de silice	masiva, con fracturas en planos		
RC20-2	Ígnea	Dusky yellow green	Afanitica	presenta algunas fracturas irregulares, rellenas por bandas muy delgadas de oxidos		Volcano sedimentaria
RC21-1	Ignea	Dusky yellow green	faneritica, se observan crisales gruesos de color verde claro, al parecer producto de la alteracion de plagioclasa	masiva, con microfracturas en donde se observa alguna oxidacion.	Silice y Plagioclasa	
RC21-2	Ignea	white	Afanatica	masiva, con planos de microfactura	silice	
RC22-1	Ignea	Grayish yellow	Faneritica, se observan crisales gruesos de color blanco de caolin, debido al alto grado de alteracion del feldespatos.	Masiva, facilmente disgregable debido al alto grado de alteracion.	silice y feldespatos	

RC23-1	sedimentaria	Dark yellowish brown	granos de tamaño lodo, bien sorteada.	masiva, parece lodo desecado, por las microgrietas, aparecen fragmentos de carbon dentro de esta lodolita.		
RC24-1		Moderate reddish brown	Cristales de grano fino	masiva, con manchas al parecer de alteracion, de color crema claro		
RC25-1	Ígnea	Dark yellowish brown	porfidítica, matriz afanítica de color marron oscuro a negro, con cristales de tonos crema de plagioclasa fuertemente alterados, se observan algunos cristales de colores oscuros posiblemente anfiboles	masiva, fracturada, fuertemente alterada		
RC25-2	Ignea	Olive gray	cristales finos, varia la tonalidad de colores crema marron claro, verdoso hasta algo blanco, este blanco corresponde a pequeños cristales de cuarzo alargados que cortan el material verde, al parecer anfibolitico que predomina en la muestra	masiva, muy meteorizada en algunos sectores que le dan una coloracion marron-claro	silice	
RC26-1A	IGNEA	Dark greenish gray	cristales de tamaño fino a muy fino, se observan algunos cristales de micas y cuarzo muy pequeños	masiva con fracturamiento moderado, meteorizada, con planos de oxidacion en las fracturas	silice	
RC26-1B	IGNEA	Grayish yellow	afanítica, con oxidos en la superficie	presenta pseudoestratificacion, fracturas, alterada en las fracturas	silice y feldespatos	riodacita

RC26-2	sedimentaria	gris oscuro	fina, tamaño lodo	masiva, maciza, con fragmentos de material con remplazamiento por calcita	calcita	lodolita calcarea
RC27-1						
RC27-2	Ignea	Mod. greenish yellow	venas de cuarzo que varian desde 1 hasta 3cm, color blanco lechoso que cortan un material verdoso	masiva, los niveles de cuarzo varian de espesor, se observan alteraciones que producen un color rojizo.	cuarzo	
RC27-3	Ignea	Grayish olive	faneritica, tiene cristales de anfiboles, piroxenos, plagioclasa que le dan un tono verdoso.	masiva, corresponde a un xenolito		xenolito
RC28-1	Ignea	Grayish yellow	porfiditca, se observan cristales blancos o porfidos producidos por alteracion del fedespato asi como granos de cuarzo	masiva		
RC29-1	Ignea	Dark yellowish brown	Afanitica	masiva, muy fracturada y meteorizada	silicea	
RC30-1	Ignea	Grayish yellow	se observan hoyos, al parecer debido a su origen explosivo, son como burbujas que forman poros en su matriz, se presenta variedad de colores verde-blanco violeta, al parecer por la alteracion.	masiva, aunque muy meteorizada		

RC31-1	Ignea	Grayish olive	porfiritica, cristales blancos de grano grueso producidos por la alteracion del feldespato. Dentro de una matriz verdosa.	masiva, muy alterada	feldespato y otros	
RC32-1	Calcareo	Grayish yellow	caliza al parecer arrecifal , se observan conchas y pequeños gusanos	masiva con formas angulares y hoyos de disolucion		
RC33-1	Calcareo	Grayish yellow	caliza al parecer arrecifal , se observan conchas y pequeños gusanos	masiva con formas angulares y hoyos de disolucion		
RC34-1	Ignea	Grayish olive	afanítica, se observan venillas de cuarzo y algunos rastros de oxidacion	masiva, con terminaciones angulares muy compacta		lava basaltica
RC34-2	Ignea	Dusky yellow green	porfiritica, cristales blancos de grano grueso producidos por la alteracion del feldespato. Dentro de una matriz verdosa.	masiva, muy alterada y fracturada		
RC35-1	Ignea	Dusky blue green	fanerítica, cristales de tamaño fino y grueso, subangulares, al parecer de anfíboles y cuarzo	masiva		brecha
RC35-2	Ignea	Very dusky red purple	afanítica	masiva, se parte en planos cuasi rectos.		
RC36-1	Ignea	Medium gray	afanítica, con rastros de meteorización supergénica	masiva		

RC37-1		gris verdoso oscuro	afanítica	masiva	minerales arcillosos	
RC38-1	Ignea	Mod. greenish yellow	afanítica-porfídica	Masiva, se parte dejando fractura concoide y bordes angulosos, se observan pequeños cristales de cuarzo y micas.	cuarzo, micas anfíboles.	
RC38-2	Ignea	Mod. greenish yellow	fanerítica de grano fino.	masiva, fuertemente alterada, con bandas de oxidación		
RC38-3	Ignea	Black	Fanerítica de grano muy fino, holocristalina,	masiva, diaclasada, presenta bandas de oxidación		
RC39-1	Ignea	Black	afanítica	masiva, cruzada por venas de cuarzo, diaclasada		
RC40-1	Ignea	Grayish yellow	afanítica	Masiva, bastante diaclasada, se torna oscura en algunas zonas por la meteorización supergénica.	silice	
RC41-1	Ignea	Black	fanerítica de grano muy fino, holocristalina,	masiva, presenta planos de oxidación asociados a los planos de diaclasamiento	minerales maficos, cuarzo	basalto
RC42-1	volcano-sedimentaria	Dark yellowish orange	tamaño de grano fino	masiva, con fracturamiento fuertemente alterada		toba
RC43-1						
RC44-1	Ignea	White	Afanítica	Masiva, muy compacta y pesada no se observan cristales, varia a colores verdosos por la alteración de la roca.	Silice	
RC45-1	Ignea	Very pale orange	afanítica-porfídica	Roca bastante alterada, se observan algunos cristales de cuarzo dentro de esta matriz fina producto de la meteorización donde también aparecen manchas rojas debido a esta alteración..	Cuarzo, feldspatos.	
RC46-1		Munsell true white			cuarzo	vena de cuarzo

RC46-2	Ignea	Very pale orange	fanerítica de grano medio a fino	masiva, fuertemente alterada a minerales arcillosos, presenta pirolusita	cuarzo	silicificación
RC47-1	Sedimentaria- Calcareo	Grayish yellow	Fragmentos fósiles, thalassinoides, conchas.	Masiva, afectada por meteorización se observa carbonato de calcio precipitado y cristalizado.		Caliza
RC48-1	Metamorfica	Medium gray	afanítica	Se observa la foliación de esta roca, planos paralelos, de cristales muy finos no se aprecian minerales presentes, cambios ligeros de color por la meteorización en ciertas zonas de la muestra		pizarra o filita
RC49-1	Ignea	Medium gray	afanítica-porfirítica	masiva, con rastros de meteorización, se observan pequeños cristales de cuarzo, así como venas de cuarzo muy delgadas.	cuarzo, feldespatos y anfíboles	
RC50-1	Volcano- Sedimentaria	gris oscuro, colores de alteración terrosos	afanítica a fanerítica de grano fino	masiva, se observa alguna laminación		toba
RC51-1	Ignea	Dark greenish gray	Porfirítica	Masiva, compacta, se observan cristales de anfíboles, tiene alteración y se observan cristales grandes de plagioclasa y feldespato en alteración.	Cuarzo feldespatos, anfíboles plagioclasa.	
RC51-2	Ignea	Moderate yellowish green	Afanítica	Masiva, muy silicificada el color varía producto de la alteración, la roca parece ser una toba. Tiene algunas zonas muy oxidadas	Silice	
RC52-1	Ignea	Moderate yellowish green	Poifirica.	Roca que tiene muy alterados sus cristales de feldespatos y plagioclasa, la roca se disgrega fácilmente y es poco compacta.	Feldespatos plagioclasa, anfíboles.	

RC53-1	Sedimentaria	White	Cristalina	Masiva, muy compacta con venillas de calcita, reacciona fuertemente con el HCl		Caliza
RC54-1	Volcano-sedimentaria.	Dark yellowish brown	Porfirítica-afanítica	Roca de depósito volcanosedimentario, con cristales variados en tamaño y composición, con calcio diseminado que reacciona con el HCl, poco compacta y muy alterada.		Volcanosedimentaria.
RC55-1	Ignea	Dusky brown	Afanítica	Roca muy compacta, no se diferencian sus cristales, se parte angularmente y se observa muy silicificada.	silice	Toba
RC56-1	Ignea	Dusky green	Fanerítica	Compuesta por cristales de tamaños pequeños pero variados, piroclastos, es una roca volcanosedimentaria de grano tipo lapilli, esta alterada en algunas zonas donde se observa plagioclasa alterada.	Cuarzo, feldespatos plagioclasa y anfíboles.	piroclasto
RC57-1	Sedimentaria	White	Cristalina	Masiva, muy compacta con cristales de calcita dentro de su estructura, reacciona con el HCl		Caliza
RC57-2	Ignea	Dark greenish gray	Afanítica	Masiva, muy compacta, con rastros de alteración, varía el color verdoso, gris rojizo, tiene venillas de cuarzo y sus cristales son muy finos.	cuarzo, feldespatos y anfíboles	
RC58-1	Ignea	Dark greenish gray	Afanítica	Masiva, muy compacta se parte angularmente posee oxidaciones que cambian el color a más oscuro cristales muy finos. Al parecer es una lava basáltica.		basalto
RC59-1	Ignea	Dark yellowish brown	Afanítica	Masiva, muy oxidada por interacción con el agua, se observan pequeños lentes planos paralelos que varían de color, marrón claro y oscuro en algunas zonas, no se distinguen	Silice	

				minerales facilmente.		
RC59-2	Ignea	Dark greenish gray	Afanitica	Masiva, muy meteorizada, tiene pequeñas grietas rellenas de calcita, se observan algunos cristales pequeños alterados de plagioclasa.	silice, feldespatos	
RC59-3	Ignea	Dark greenish gray	Afanitica	Muy fracturada y alterada, se observan pequeños cristales intercalados con el material que predomina en niveles pequeños.	Silice, feldespatos	
RC60-1	Ignea	White	Afanitica	Roca alterada por meteorización, muy silicea con microfacturas y terminaciones angulosas.	Silice	
RC60-2	Ignea	Medium gray	Afanitica	Masiva, muy silicea, con microfacturas rellenas de calcita	Silice	
RC61-1	Ignea	Dusky yellow green	Afanitica	Masiva, muy compacta se observa muy silicificada, presenta cambios de color por alteración así como pequeñas venillas de calcita,	Anfiboles, silice, feldespatos.	
RC61-2	Ignea	Dusky yellow green	Afanitica	Roca alterada por meteorización, muy silicea con microfacturas y terminaciones angulosas, verdosa y con venas de calcita.	Anfiboles, silice feldespatos.	
RC62-1	Ignea	Dark yellowish brown	Afanitica	Roca masiva, muy compacta y bastante silicea, tiene pequeñas fracturas.	silice	
RC63-1	Sedimentaria	Medium gray	Afanitica	Roca masiva, compacta , presenta venillas de calcita y rastros de oxidación.		Caliza
RC64-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Masiva, afectada por meteorización, presenta adheridos granos de arcilla producto de la erosión, sobre la	Silice	

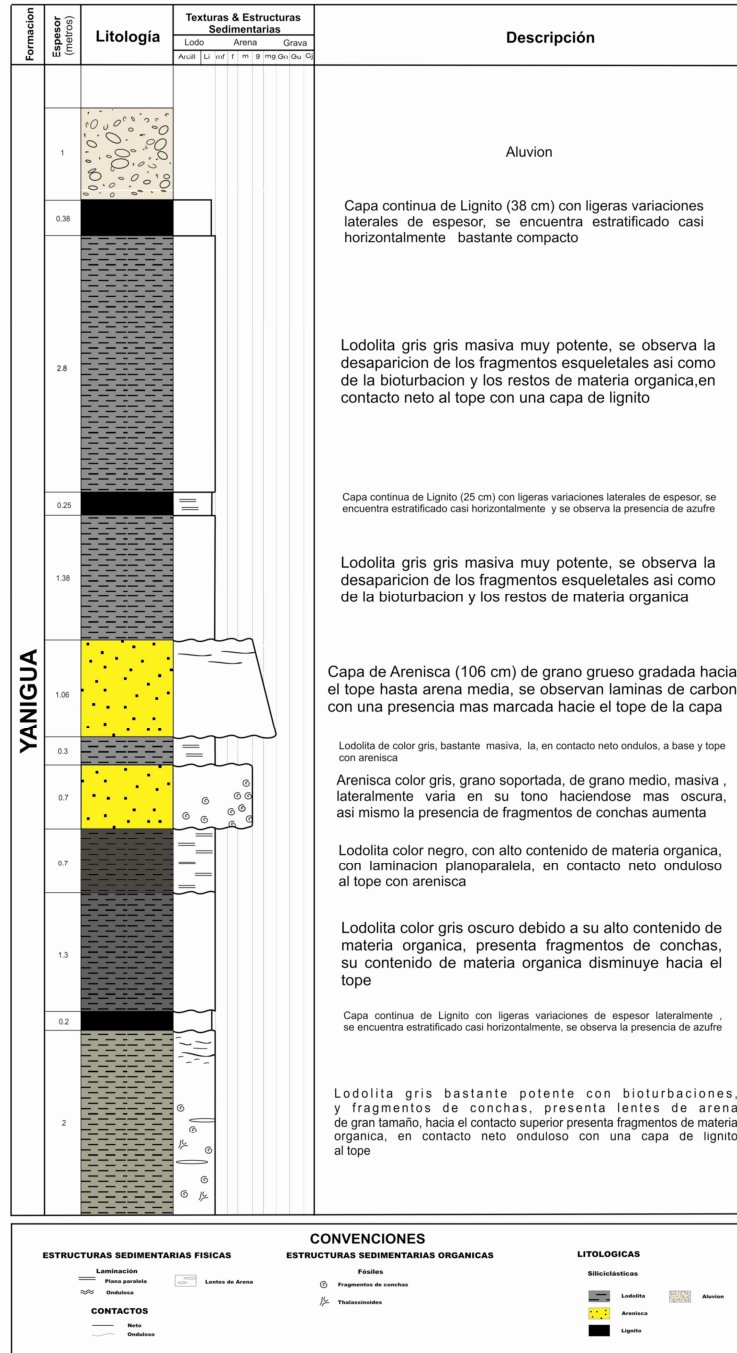
				roca compacta que es mas silicea.		
RC65-1	Ignea	Dark greenish gray	Afanitica	Roca masiva y compacta, con algunas microfracturas en donde se observa oxidacion, se observan pequeños cristales de plagioclasa.	silice y feldespatos	
RC66-1	Ignea	Dark greenish gray	Afanitica	Roca masiva, muy compacta, se observan bordes angulares, bastante silicea y afanitica.	Silice	
RC67-1	Ignea	Moderate orange pink	Afanitica	Roca bastante alterada, se observan algunos cristales de feldespato dentro de esta matriz fina, de colores rojizos, producto de la meteorizacion donde tambien aparecen dendritas de mineral pirolusita..		
RC68-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica porfiritica	Roca volcanosedimentaria, se observan granos finos de flujos piroclasticos, que se alcanzan a diferenciar, de color café claro y algunas zonas mas oscuras por oxidacion.	Feldespatos, silice	
Rc68-2	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca liviana, masiva y muy afanitica de color café claro, volcanosedimentaria, al parecer una toba.	Silice	
RC69-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca liviana, alterada por meterorizacion, se observa fracturas rellenas de material arcilloso, esta roca es de origen volcanosedimentario, posiblemente una toba	Silice	
RC70-1	Ignea	Dark greenish gray	Afanitica	Roca muy compacta, masiva de color gris oscura, no se aprecian cristales, se observan pequeños lentes de un material mas claro de forma paralela.	Silice	

RC71-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca liviana, color crema claro muy afanitica, masiva se observa cierta laminacion paralela, de origen volcanosedimentario.		Toba
RC72-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca muy Liviana, color crema claro, se observa alterada por algunos tono rojizos que se aprecian, de origen volcanosedimentario.		Toba
RC73-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca liviana, color crema claro, con alteracion que se manifiesta en su coloracion rojiza y en su bajo peso.		Toba
RC74-1	Ignea	Dark yellowish brown	Afanitica	Roca bastante meterorizada, muy lodosa de color café, presenta pequeñas fracturas que la hacen disgregar facilmente, de origen volcanosedimentario		Toba
RC75-1	Ignea	Dark greenish gray	Afanitica	Roca masiva, muy compacta y bastante silicificada, de color gris oscuro, se alcanza a observar pequeños cristales de cuarzo.	Silice	Arenisca de grano muy fino
RC77-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca muy Liviana, color crema claro, se observa muy alterada por meteorizacion, algunos tono rojizos que se aprecian, de origen volcanosedimentario.		Toba
RC78-1	Ignea	Dark greenish gray	Afanitica	Roca masiva, muy compacta, se observan bordes angulares y pequeños lentes arcillosos de color mas claro, bastante silicea y afanitica.	silice	Lutita silicea
RC79-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca muy Liviana, compacta, se observa blanca en algunas zonas debido a la alteracion de algunos minerales, de origen volcanosedimentario.	silice	Lutita silicea

RC80-1	Ignea	Grayish yellow	Afanitica	Roca alterada, muy afanitica, varía de colores blanco, amarillo y café de origen volcanosedimentario.	Silice	Lutita silicea
---------------	-------	----------------	-----------	---	--------	----------------

Anexo 3.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA BALNEARIO DEL RIO YANIGUA



ESC: 1:40

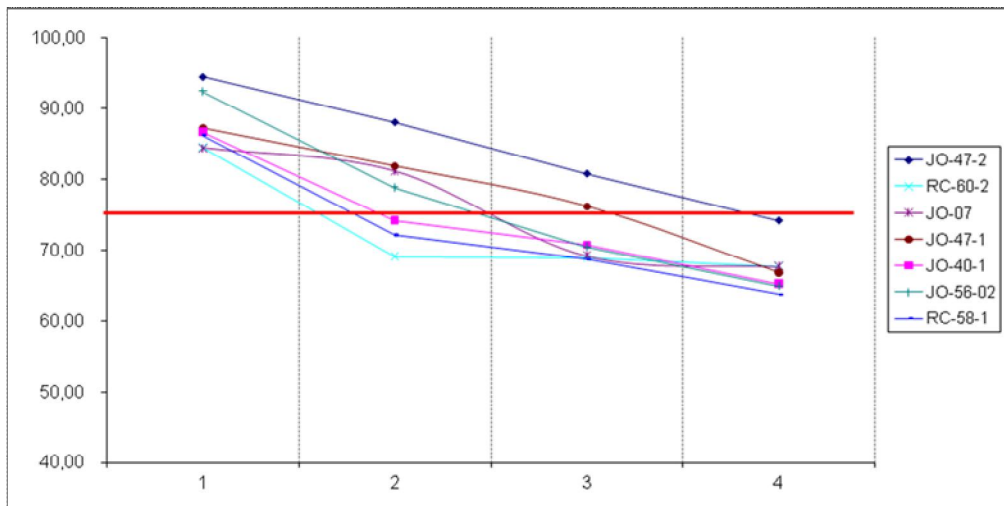
Anexo 4.

Índice de actividad puzolánica R28D

	20%	30%	35%	35%
JO-47-2	94.46	88.07	80.80	74.17
RC-60-2	84.48	69.15	68.91	67.74
JO-07	84.43	81.16	69.22	67.67
JO-47-1	87.19	81.85	76.19	66.85
JO-40-1	86.65	74.24	70.74	65.27
JO-56-02	92.36	78.78	70.44	64.87
RC-58-1	86.14	72.09	68.65	63.76
JO-39-1	78.52	74.35	62.27	61.49
RC-06-02	76.08	67.32	61.35	60.33
JO-012	81.84	66.27	65.95	60.28
RC-59-2	88.38	75.22	65.46	59.61
JO-59-02	88.38	75.22	65.46	59.61
JO-52-03	75.92	73.77	61.98	59.54
JO-64-02	90.17	68.76	63.68	59.42
JO-63-01	85.63	73.03	63.15	59.40
RC-26-1A	77.10	66.79	59.94	59.01
JO-41-1	78.71	67.64	61.66	58.80
RC-60-1	75.54	65.20	61.89	58.77
RC-61-1	81.88	71.57	63.47	58.55
JO-42-1	83.16	76.12	64.45	58.28
RC-59-3	84.55	67.20	64.52	58.19
JO-52-04	73.48	66.56	61.41	57.97
JO-003	84.82	69.01	65.54	57.87
JO-72-01	74.26	62.09	59.90	57.58
RC-65-1	79.08	70.19	61.45	57.09
JO-52-01	73.29	66.78	60.84	56.78
JO-52-02	86.77	69.21	63.26	56.51
RC-44-1	78.73	66.44	58.73	56.37
JO-015	87.16	71.42	63.64	56.30
JO-61-01	90.56	77.59	69.91	56.23
RC-42-1	77.55	66.39	64.18	55.98
RC-46-2	80.57	72.63	71.53	55.62
JO-74-2	77.36	62.03	57.44	55.61
JO-73-1	80.54	68.06	63.32	55.48
RC-54-1	73.35	68.24	60.03	55.37
JO-72-02	77.37	66.24	61.06	55.27

RC-20-7	76.36	66.06	61.40	55.16
RC-51-2	72.92	60.65	57.62	54.88
RC-67-1	76.32	62.52	57.12	54.11
OC-1-1	82.21	65.73	60.08	54.06
RC-41-1	79.53	65.11	60.00	53.86
RC-50-1	79.71	68.44	60.05	53.78
RC-61-2	72.01	69.25	64.95	53.26
RC-62-1	77.03	64.25	58.00	52.97
JO-64-01	87.80	70.46	60.03	52.69
JO-60-01	73.69	59.53	53.69	52.58
RC-59-1	74.10	60.00	54.51	52.44
JO-59-01	74.10	60.00	54.51	52.34
RC-57-2	71.98	64.14	58.83	52.26
JO-64-03	78.27	61.26	53.95	52.04
RC-73-1	75.00	65.81	60.98	51.60
JO-70-02	79.50	67.18	59.05	51.12
JO-35-1	72.93	65.25	61.47	50.99
JO-010	82.76	65.25	61.47	50.99
RC-70-1	77.05	66.87	59.79	50.97
RC-06-03	78.08	68.56	64.85	50.74
JO-30-1	77.10	71.30	68.27	50.45
JO-37-1	74.45	63.45	59.19	50.25
OC-1-2	70.93	61.31	56.95	49.57
JO-66-01	75.21	61.31	56.39	49.56
JO-65-03	78.11	62.85	54.74	49.54
JO-73-2	73.28	67.46	62.89	48.98
JO-74-1	82.96	73.19	62.01	48.91
RC-66-1	78.76	62.82	59.02	48.76
RC-74-1	78.96	66.57	57.54	48.68
RC-80-1	74.54	66.30	58.16	48.66
RC-78-1	78.69	65.31	57.63	48.64
RC-79-1	76.08	67.25	59.19	48.52
RC-71-1	79.08	67.16	56.12	48.41
RC-48-01	83.95	76.80	62.66	48.05
JO-70-01	75.49	61.53	54.70	47.97
RC-77-1	79.45	68.06	59.92	46.51
RC-69-1	78.11	64.41	57.21	46.40
JO-68-01	73.00	59.18	53.91	46.06
JO-50-03	74.05	68.38	61.81	45.99
RC-64-1	72.72	63.85	55.49	45.79
RC-55-1	67.74	61.12	57.36	45.74
RC-20-02	76.63	65.91	55.93	45.60
RC-72-1	71.89	66.50	61.12	44.21
JO-30-2	79.50	68.07	58.79	43.28

RC-45-1	73.07	61.00	53.53	42.93
RC-68-1	76.54	62.89	54.51	42.65
RC-68-2	76.85	64.32	60.94	42.46
JO-29-01	67.21	56.08	46.87	41.66
RC-37-1	75.36	63.80	61.10	41.48
JO-50-02	67.77	56.51	53.04	41.44
JO-76-1	76.06	60.47	58.72	40.94
RC-38-2	75.01	64.96	57.35	40.74
JO-75-1	73.10	63.56	57.03	39.35
JO-56-03	83.42	76.38	67.13	35.72
JO-28-01	65.37	57.21	50.57	35.01
JO-50-01	69.40	58.08	54.39	33.30
RC-15-02	76.32	61.20	55.44	



Comentario:
 Las muestras de mejor desempeño son:
 JO-47-2
 RC-60-2
 JO-07
 JO-47-1
 JO-40-1
 JO-56-02
 RC-58-1

ANEXO 5

Difracción RX Puzolanas.



**Laboratorio
Central**

VICEPRESIDENCIA TÉCNICA Y OPERACIONES MÉXICO
INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS



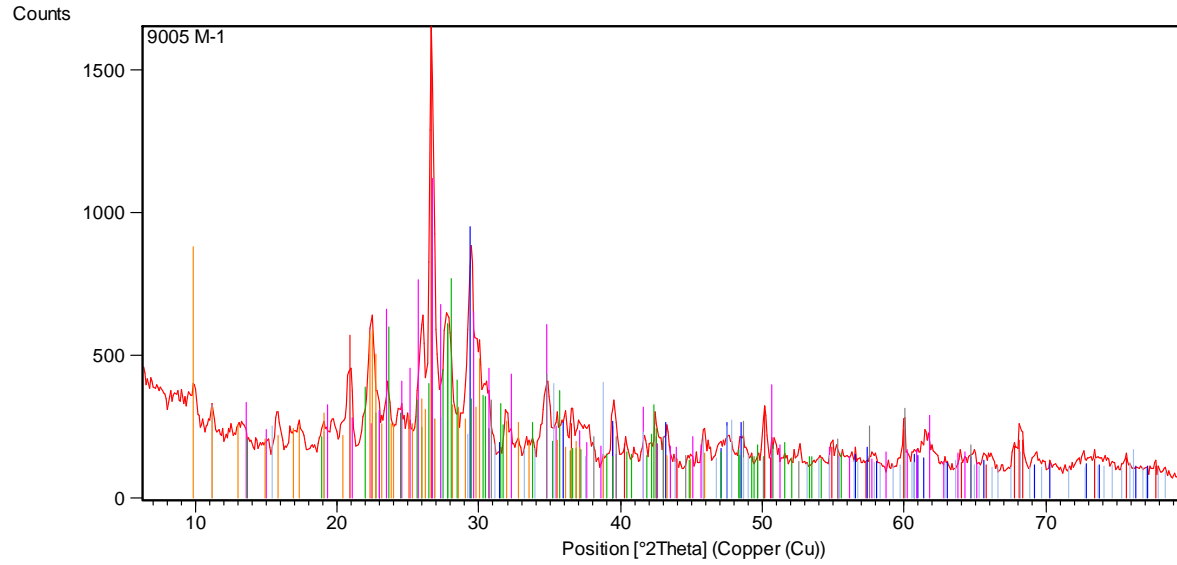
Independencia 1150, Col. Cementos
Monterrey, N.L., Tel. 8305 15 00

Solicitud No.: 9005

DATOS GENERALES										
Nombre:	Elizabeth Rodriguez			Fecha de recepción de la muestra:	lunes, 05 de enero de 2009					
Área:	Planta República Dominicana			Fecha de reporte:	miércoles, 14 de enero de 2009					
IDENTIFICACIONES										
M-1	M-1 JO-47-2 MALLA 9.3									
M-2	M-2 RC-60-2 MALLA 9.6									
M-3	M-3 JO-56-02 MALLA 7.3									
M-4	M-4 RC-58-1 MALLA 9.7									
M-5										
M-6										
MÉTODO	ANÁLISIS QUÍMICO	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	OBSERVACION	
MAQ-07	SiO ₂ Dioxido de Silicio	%	54.7	59.1	36.8	50.2				
MAQ-07	Al ₂ O ₃ Oxido de Aluminio	%	13.7	9.7	8.1	16.4				
MAQ-07	Fe ₂ O ₃ Oxido de Hierro	%	4.5	5.5	5.4	9.9				
MAQ-07	CaO Oxido de Calcio	%	8.2	10.4	24.5	5.7				
MAQ-07	MgO Oxido de Magnesio	%	1.9	2.1	1.2	4.1				
MAQ-07	SO ₃ Anhídrido sulfúrico	%	0.13	0.20	0.06	0.09				
MAQ-07	Na ₂ O Oxido de Sodio	%	1.83	2.66	0.72	6.49				
MAQ-07	K ₂ O Oxido de Potasio	%	3.98	0.76	1.41	1.39				
MAQ-07	TiO ₂ Oxido de Titanio	%	0.54	0.39	0.37	0.65				
MAQ-07	P ₂ O ₅ Pentóxido de Fósforo	%	0.20	0.16	0.12	0.20				
MAQ-07	Mn ₂ O ₃ Oxido de Manganeso	%	0.17	0.15	0.10	0.16				
MAQ-07	ZrO Óxido de Zirconio	%				0.007				
MAQ-07	Rb Rubidio	%	0.011							
MAQ-07	Ba Bario	%	0.267	0.240	0.171	0.096				
MAQ-07	SrO Óxido de Estroncio	%	0.151	0.110	0.017	0.020				
MAQ-07	V ₂ O ₅ Pentóxido de Vanadio	%			0.054	0.081				
MAQ-04	PxIgn Pérdida por Ignición(950C)	%	9.7	8.4	21.0	4.5				
	SUMA	%	100	100	100	100				
OBSERVACIONES:										
El análisis se obtuvo mediante una calibración SEMIQ, por lo que el análisis semicuantitativo obtenido, podrá diferir del resultado exacto.										
NOTA 1: La simbología dentro del análisis químico significa lo siguiente: << = trazas del elemento (concentraciones menores al 0,01%) NOTA 2: Alcalis Equivalentes = Na ₂ O + (0.658*K ₂ O) Significado de la simbología utilizada en el reporte del análisis mineralógico: ++++ = abundante; +++ = regular; ++ = poco; += trazas; - =nada.										
Este informe no puede ser alterado ni reproducido parcial o totalmente sin la autorización previa del laboratorio y se refiere exclusivamente a las muestras probadas. El tiempo máximo de residencia de las muestras en el almacén del laboratorio, posterior a la prueba, es de 30 días.										
Analista:	L. Q. I. Juan Miguel Gómez			Revisó:	L. C. Q. Claudia Karime Díaz					
Este reporte fue firmado electrónicamente por:	L. C. Q. Claudia Karime Díaz			Hoja	1	de	1			

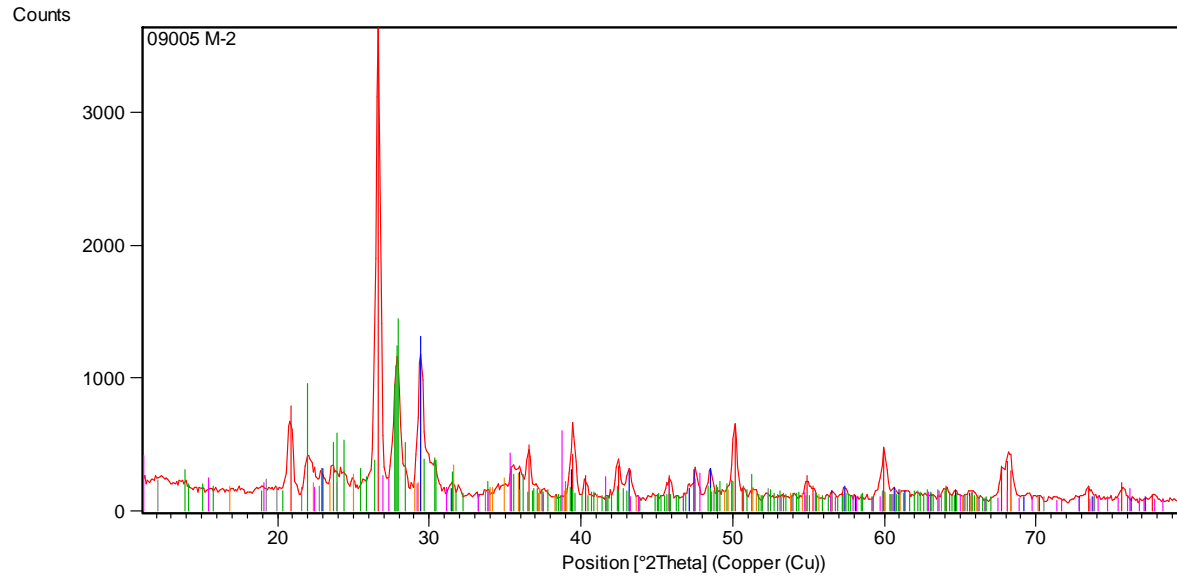
REP-RX-03 A02

JO47-2



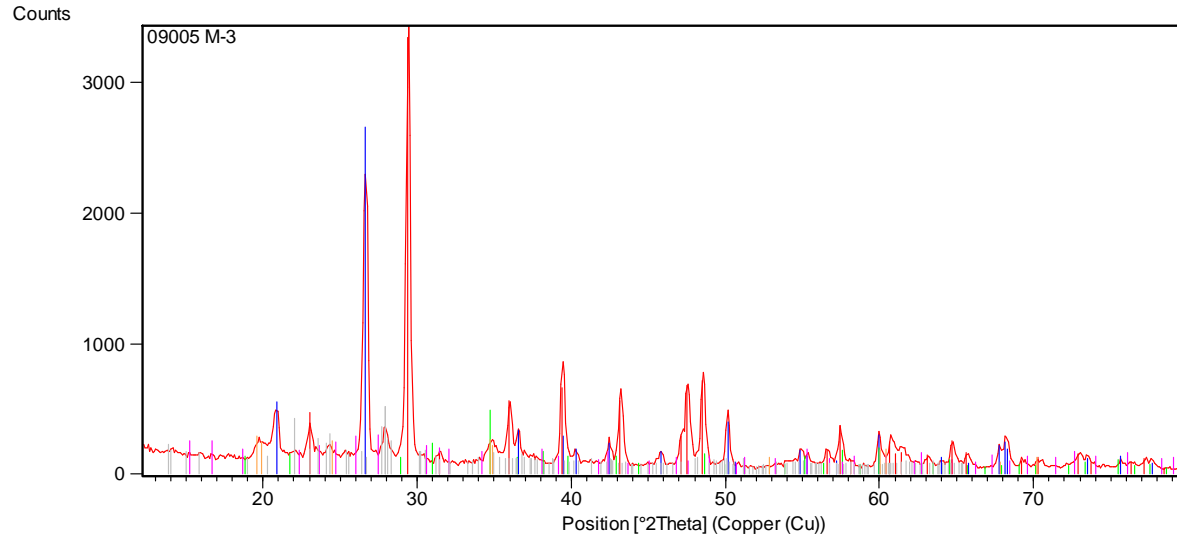
Peak List
01-085-0930; Quartz; Si O ₂
00-005-0586; Calcite, syn; Ca C O ₃
00-018-1202; Anorthite, sodian, intermediate; (Ca, Na) (Si, Al) ₄ O ₈
00-019-0003; hyalophane; (K, Ba) ₂ (Si, Al) ₄ O ₈
00-003-0845; Almandite [NR]; Al ₂ O ₃ ! ₃ Fe O ! ₃ Si O ₂
01-089-0971; Aluminum Iron Magnesium Silicon; Al _{8.64} Fe Mg _{3.36} Si ₅
00-039-1383; Clinoptilolite-Ca; K Na ₂ Ca ₂ (Si ₂₉ Al ₇) O ₇₂ ! ₂₄ H ₂ O

RC60-2



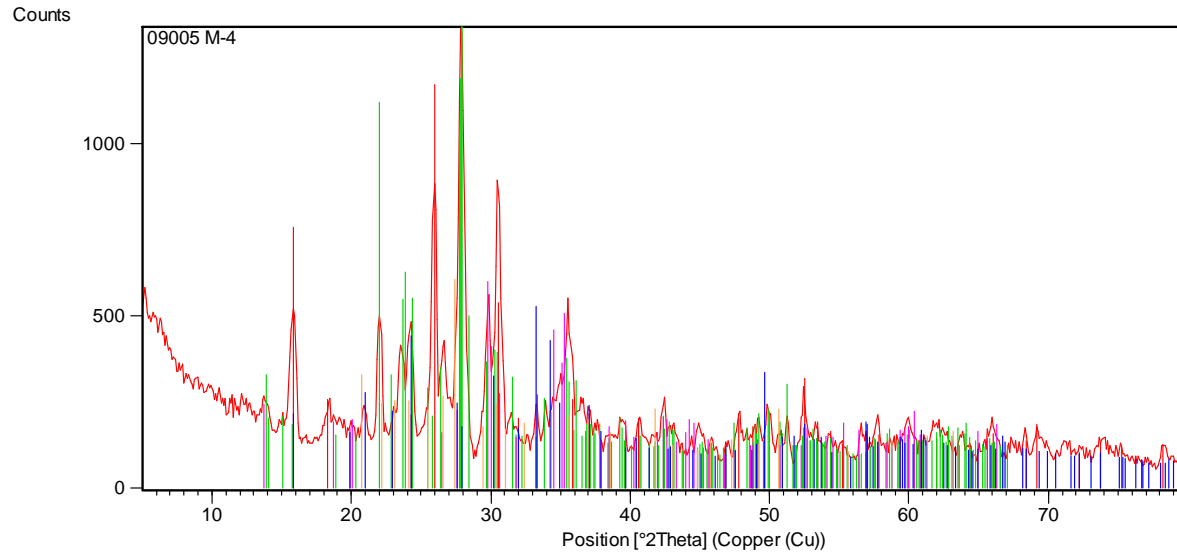
Peak List
00-046-1045; Quartz, syn; Si O ₂
00-005-0586; Calcite, syn; Ca C O ₃
01-076-0927; Albite calcian loy; (Na _{0.84} Ca _{0.16}) Al _{1.16} Si _{2.84} O ₈
01-074-1372; Aluminum Silicon Magnesium Iron; Al ₈ Si ₆ Mg ₃ Fe
00-007-0164; Fayalite (Olivine); (Fe _{0.94} Mg _{0.06}) ₂ Si O ₄
00-022-0709; Muskoxite; Mg _{0.7} Fe _{0.4} +3 O _{1.3} ! H ₂ O

JO56-2



Peak List
00-046-1045; Quartz, syn; Si O ₂
01-089-4372; Almandine; (Fe _{2.25} Mg _{0.42} Mn _{0.26} Ca _{0.08}) (Al _{1.96} Fe _{0.04}) (Si O ₄) ₃
00-002-0493; Leucite; Al ₂ O ₃ ! K ₂ O ! ₄ Si O ₂
01-083-0577; Calcite; Ca (C O ₃)
01-072-1245; Albite low; Na (Al Si ₃ O ₈)
00-014-0178; Hisingerite; (Fe _{1.53} Mg _{0.48} Fe _{0.17}) (Si _{3.03} Fe _{0.77} Al _{0.20}) O ₁₀ !x H ₂ O

RC58-1



Peak List
00-041-1478; Analcime-ITC\RG; Na (Si2 Al) O6 ! H2 O
01-076-0927; Albite calcian low; (Na0.84 Ca0.16) Al1.16 Si2.84 O8
00-025-0143; Esseneite, syn; Ca (Fe1.4 Al0.6) Si O6
01-083-1744; Monticellite; Ca (Mg0.93 Fe0.07) Si O4
00-001-0705; Microcline; K Al Si3 O8

Anexo 6

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PUZOLANIDAD

Los Análisis para los cementos Hidráulicos se rigen por última versión del Annual Book of ASTM Standard Volumen 04.01 Cement; Lime; Gypsum, donde se especifica el procedimiento para la determinación del Índice de Puzolanidad.

Realizándose el Ensayo correspondiente conforme con los requerimientos internacionales de la ASTM designaciones: C 595 “Standard Specification for Blended Hydraulic Cements” y C 109/C 109M “Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. Or [50-mm] Cube Specimens)”, utilizándose material puzolánico en cuatro porcentajes de sustitución (10, 20,30 y 35 %).

Método de Ensayo

Procedimiento

Triturado

La primera etapa dentro del procedimiento es la etapa de trituración (ver Figura 41) y molienda primaria, donde las muestras de roca colectadas se fragmentan a tamaños menores de 5 cm, utilizando martillos u maquinaria específica, y las piezas más grandes de roca se pasan por la trituradora para obtener una distribución de tamaño uniforme de la muestra.



Figura 41. Trituradora utilizada en la preparación de las muestras

Secado

Las muestras contienen un porcentaje variable de humedad, por lo que una vez reducido el tamaño original de la roca a pedazos por la trituradora, el material se seca en un horno a 110°C por 24 horas (ver figura 42).

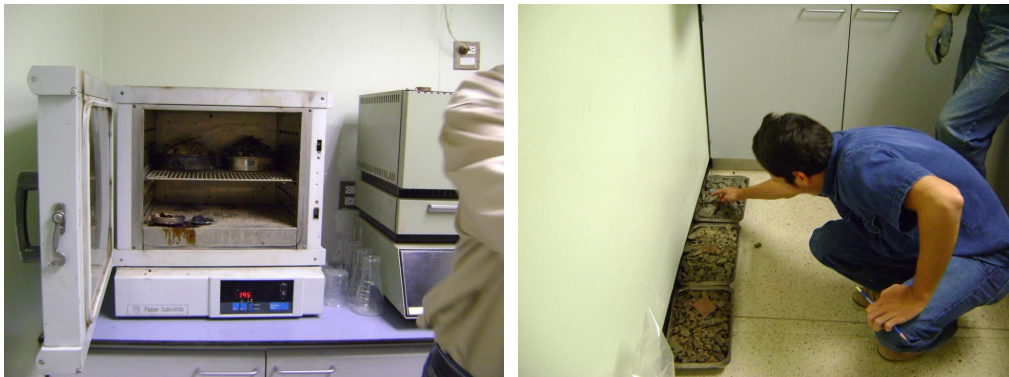


Figura 42. secado de las muestras

Pulverización

La Pulverización (Figura 43), consiste en moler las muestras hasta llegar a un tamaño de partícula inferior a 75 μ (malla 200), este proceso se lleva a cabo por medio de un pulverizador de anillos, el cual

incorpora un mecanismo motorizado vibratorio acoplado a un rotor excéntrico que hace girar el contenedor y sus componentes (anillos y un disco de acero con aleación de cromo endurecido.) a una velocidad y distancia precisa para máxima eficiencia de pulverizado.



Figura 43. Pulverizador de anillos

Tamizado

Es muy importante que la muestra se encuentre finamente dividida ya que solo de esta forma la sílice se puede combinar con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento Portland para formar silicatos de calcio estables, los cuales tienen propiedades cementantes. Siguiendo esto y tomando en cuenta que la fineza es una propiedad muy importante en el cemento se realiza el tamizado en malla 200 (75 μm) (figura 44), siendo separado el material ligeramente más grueso y finalmente por malla 325 (45 μm) donde se busca una fineza que cumpla con los parámetros establecidos por la norma ASTM C 430, es decir, que el porcentaje de material que pase por la malla se encuentre cerca del rango 92.9% y 97.1%.



Figura 44. Tamizado

Preparación

La proporción en masa de los materiales para elaborar el mortero estándar debe ser de una parte de cemento por 2.75 partes de arena gradada. Se debe usar una relación agua-cemento de 0,485 para todos los cementos Portland. Las cantidades necesarias de materiales que deben mezclarse al mismo tiempo para elaborar seis y nueve cubos de mortero se describen en la tabla 15.

Cubos	Cemento	Arena	Agua ml	Otro (para flujo de 110 ± 5)
	gr	gr	Portland (0.485)	
6	500	1375	242	
9	740	2035	359	

Tabla 15. Composición



Figura 45. Mezcladora en funcionamiento durante la etapa de preparación del mortero

Una vez definidas las proporciones de los materiales, se procede a elaborar la pasta en el mezclador mecánico (figura 45), de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Se coloca la paleta y el recipiente seco en posición de mezclado, luego se vierte el agua considerada para la prueba y se agrega el cemento.
- Se mezcla a velocidad baja durante 30 s, adicionándose lentamente la cantidad de arena durante este periodo, con el mezclador en funcionamiento.
- Se detiene la mezcladora y enseguida se cambia a velocidad rápida durante 30 s más, tiempo después del cual se detiene definitivamente.
- Se deja reposar la mezcla durante 90 s, durante los primeros 15 s de este intervalo, rápidamente se debe raspar el mortero adherido al recipiente, inmediatamente después se tapa el recipiente hasta completar los 90 s del periodo de reposo.
- Finalmente se completa el procedimiento mezclando a velocidad alta durante 60 s, después de los cuales el mortero está preparado

Montaje de los cubos

La preparación de los cubos se inicia dentro de un tiempo no mayor a 150 s, desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. En todos los compartimentos cúbicos se coloca una capa de mortero de aproximadamente 25 mm compactándola con el pisón o compactador 32 veces en unos 10 s, esta compactación se aplica en 4 ciclos de 8 golpes cada uno, tal como se muestra en la Figura 46.

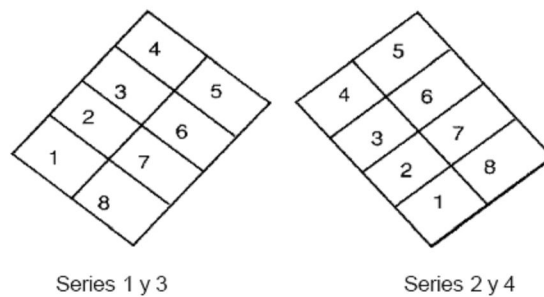


Figura 46. Orden de compactación durante el moldeo de los cubos

Cada ciclo se aplica en dirección perpendicular con respecto al anterior, y se deben completar los 4 en cada compartimento antes de continuar con el siguiente. Cuando se completa la compactación de la primera capa en todos los compartimentos cúbicos, se llenan los mismos con una segunda capa que se compacta tal como se hace con la primera.

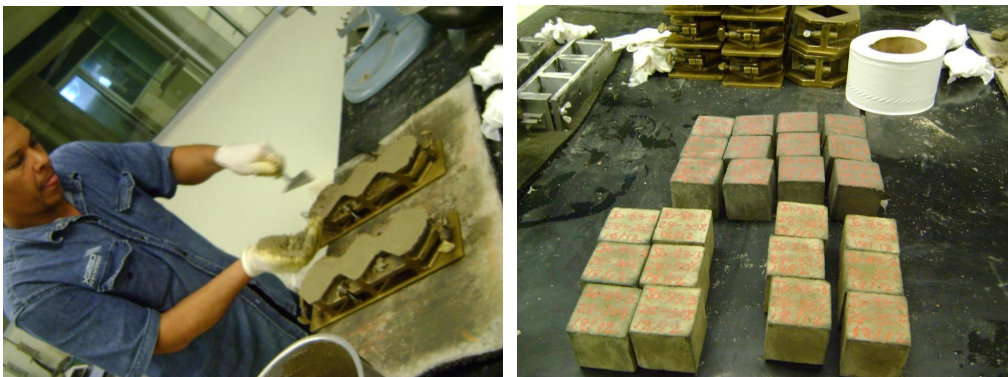


Figura 47. Montaje de los cubos en su última parte

Durante la compactación de la segunda capa, al completar cada ciclo y antes de iniciar el siguiente, se reintegra al compartimiento el mortero

que sobresale del mismo. La superficie de los cubos debe ser alisada con el lado plano del palustre, luego se enrasa el mortero con el tope del compartimento empleando el palustre sostenido casi perpendicularmente, con un movimiento de vaivén a lo largo de la longitud del molde (ver figura 47).

Determinación de Flujo

Para establecer la fluidez del mortero, se utiliza una mesa de caída o de flujo, y se realiza de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se seca cuidadosamente la mesa de caídas y se coloca su molde en el centro de la misma.
- Se usa una cuchara para colocar una capa de mortero de alrededor de 25 mm de espesor en el molde y compactar 20 veces con el compactador, la presión de compactación debe ser la suficiente para asegurar un llenado uniforme del molde.
- Se llena el molde con el mortero y se compacta de igual manera que la primera capa, se enrasa el mortero con la parte superior del molde, empleando el palustre.
- Se limpia la mesa teniendo especial cuidado en eliminar el agua alrededor de la orilla del molde de la mesa de caída.
- Se levanta el molde un minuto después de la operación de mezclado, inmediatamente se debe dejar caer la mesa de caídas desde un altura de 12.7 mm, 10 veces en 6 s.

El Flujo es el aumento resultante en el diámetro promedio de la masa de mortero, determinado con calibradores, medido por lo menos en 4 diámetros a intervalo equidistante y expresado como un porcentaje del diámetro original. Se elaboran morteros con diferentes porcentajes de agua hasta obtener el Flujo especificado, la cantidad de agua deberá ser tal, que produzca una fluidez de 110 ± 5 (ver figura 48).



Figura 48. Mesa de caída

Curado

Inmediatamente después de terminada la elaboración de los cubos, estos deben colocarse dentro del cuarto de curado o cámara húmeda (figura 49) durante 20 h a 24 h, con las caras superiores de las probetas expuestas al aire húmedo, pero protegidas contra la eventual caída de gotas de agua. Si las probetas se retiran de los moldes antes de las 24 h, deben dejarse en la cámara húmeda hasta que se complete este tiempo. Los cubos que no van a ser ensayadas a las 24 h, deben sumergirse en agua limpia y saturada con cal dentro de tanques contruidos de material no corrosivo. El agua de almacenamiento debe cambiarse frecuentemente para que siempre esté limpia y saturada con cal.



Figura 49. Tanque de almacenamiento de los cubos en el cuarto de curado

Determinación de la Resistencia a la compresión

Todos los cubos correspondientes a una determinada edad de ensayo se romperán dentro de la tolerancia permisible indicada en la Norma como se indica en la tabla 16.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	± 0.5 h
3 días	± 1 h
7 días	± 3 h
28 días	± 12 h

Tabla 16. Tolerancia permisible para rompimientos de cubos prueba de resistencia a la compresión

Las superficies de los cubos deben secarse y los granos de arena sueltos o las incrustaciones, deben retirarse de las caras que van a estar en contacto con las placas de la máquina de ensayo; se debe comprobar, que las caras de los cubos estén perfectamente planas, en caso de que tengan una curvatura apreciable deben rasparse hasta obtener superficies planas y si esto no es posible se deben desechar los cubos.

La carga se aplica a dos de las caras del cubo que estaban en contacto con las superficies planas del molde (figura 50). El cubo se coloca

cuidadosamente en la placa inferior de la máquina de compresión, centrándolo respecto a la placa superior de la misma para evitar fracturas oblicuas ocasionadas por el movimiento lateral de una de las placas al aplicar la carga. No se deben utilizar materiales amortiguadores entre los cubos y las placas.

En cubos cuya carga máxima esperada sea inferior a 1400 Kg, se ajusta la velocidad de aplicación de la carga, de manera que esta se aplique ininterrumpidamente hasta la ruptura del cubo, a una velocidad tal que la carga máxima se logre en un tiempo mayor a 20 s y menor de 80 s. No podrá hacerse ningún ajuste a los controles de la máquina de compresión cuando un cubo ceda con rapidez antes de la ruptura.



Figura 50. Proceso de ruptura de un cubo en la Máquina de compresión

En cubos cuya carga máxima esperada sea superior a 1400 Kg, se aplica una carga inicial, a cualquier velocidad conveniente, hasta el 50% de la carga máxima esperada y posteriormente se ajusta la velocidad de aplicación de la carga remanente, de manera que esta se aplique ininterrumpidamente hasta la ruptura del cubo.

Calculo

Se calcula y reporta como resultado de la prueba, la Resistencia promedio obtenida de un grupo de cubos elaborados de la misma muestra y probados a la misma edad.

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de compresión en el momento de la ruptura y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:

$$Fm = P/A$$

Donde:

Fm = Resistencia a la compresión psi o [Mpa]

P = Carga máxima lbf o [N] y

A = Área de la sección transversal del cubo in² o [mm²]