



INSTITUTO SUPERIOR MINERO
METALURGICO DE MOA
DR. ANTONIO NUÑES JIMENEZ

Departamento de Geología

Facultad: Geología y Minas

Trabajo de Diploma

En opción al Título de

Ingeniero Geólogo

**TEMA: RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO A ESCALA 1:25 000
DEL SECTOR LAS CUEVAS, PROVINCIA DE HOLGUÍN**

Autor: Gabriel Salazar Carbonell

Tutores: Ing. Iván Barea Pérez

Dr. José Nicolás Muñoz Gómez

Dr. María Margarita Hernández

**Moa, 2014
"Año 56 de la Revolución"**



DEDICATORIA:

Quiero dedicar este trabajo en primer lugar a mi familia y en especial mis padres, mi hermana y mi abuela que son los que siempre han estado a mi lado, a mi tía Zuzel a la cual estoy y estaré siempre agradecido por todo lo que ha hecho por mí, a mis compañeros, profesores y amigos, ya que todos estos han contribuido en mi formación como profesional y como hombre.

AGRADECIMIENTOS:

La confección de este trabajo de diploma es el resultado de la influencia de muchas personas, las cuales han contribuido incondicionalmente a mi formación como persona y como profesional.

Quiero agradecerle a mi familia y en especial a mis padres por darme su apoyo y por confiar en mí.

Deseo agradecerle a alguien muy especial, por todo lo que ha hecho por mí, a mi tía Zuzel.

Quiero agradecerle a mi tutor el Ing. Iván Barea Pérez por su ayuda y por brindarme todo su conocimiento de forma incondicional.

Quiero agradecerles a los profesores Dr. José Nicolás Muñoz Gómez, Dr. María Margarita Hernández y al Dr. Gerardo Orosco Melgar por ser un ejemplo a seguir para todo profesional.

Quiero agradecerle a mis compañeros de aula por haber tenido la oportunidad de compartir 5 años de mi vida con ellos.

Quiero agradecerle en especial a Uswatte Liyanage Perera Ránura por habernos ayudado en tantas ocasiones.

Agradezco a mis amistades que siempre han estado presentes tanto en los buenos momentos como en los malos.

Gracias a todos los que de una forma u otra han contribuido con mi formación y a los que no, también gracias.

RESUMEN

El presente trabajo de diploma titulado `` Reconocimiento geológico a escala 1: 25 000 del sector Las Cuevas, provincia de Holguín`` tuvo como objetivo fundamental el cartografiado de la región. Para ello la investigación se dividió en tres etapas, la primera etapa estuvo dirigida a la recopilación de las investigaciones realizadas con anterioridad, una segunda etapa en la cual se realizó el cartografiado de las formaciones presentes en el área y una última etapa donde se procesaron e interpretaron los resultados obtenidos.

De los análisis realizados a las muestras se determinó la influencia de los procesos metamórficos asociados con la Fm Loma Blanca, además se identificaron rocas de la serie TTG las cuales no habían sido representadas en ediciones anteriores del mapa geológico regional. Como minerales meníferos fueron identificados magnetita, calcopirita, pirita, esfalerita, electrúm (?) y bornita, siendo el sector más prospectivo para futuras exploraciones el área NE de la zona de estudio

SUMMARY:

This research named "Reconocimiento geológico a escala 1: 25 000 del sector Las Cuevas, provincia de Holguín" had as first goal a cartographic study of Las Cuevas área. Research was divided in three level, in the first level bibliography study was done, in the second level field work and recognised was done and in the last level it was analyzed and interpreted the principal result of the investigation.

From principal sample analysed of the investigation was posible to define the relationship between metamorphic process and Loma Blanca Formation as part of the Kretasic Volcanic Arc. Furthermore it were identified TTG rock (Trohngemite-tonalite-plagiogranite) not mapped until now or other edition of Cuba geological map. It were identified ore mineral like magnetite, calcopirite, pirite, esfalerite, electrum (?) y bornite that made the North-East sector more perspective area for mineral exploration study.

ÍNDICE

DEDICATORIA:	I
AGRADECIMIENTOS:	II
RESUMEN	III
SUMMARY:	IV
ÍNDICE	V
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
1.1 INTRODUCCIÓN	7
1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
1.3 CLIMA	8
1.4 RELIEVE	9
1.5 VEGETACIÓN.....	9
1.6 HIDROGRAFÍA	9
1.7 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	10
1.8 CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS	11
1.9 GEOLOGÍA REGIONAL.....	12
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN	20
INTRODUCCIÓN	20
2.1 ETAPA PRELIMINAR	20
2.2 ETAPA EXPERIMENTAL	21
2.3 ETAPA FINAL.....	26
CAPITULO III: CARTOGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
3.1 INTRODUCCIÓN	27
3.2 CARTOGRAFIADO DEL SECTOR LAS CUEVAS.....	28
3.3 ANÁLISIS TECTÓNICO DEL ÁREA	35
3.4 PETROGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
3.5 MINERAGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	49
3.6 APORTES A LA GEOLOGÍA DEL ÁREA.....	59
CONCLUSIONES:	61
RECOMENDACIONES:	62

BIBLIOGRAFÍA:.....63
ANEXOS:.....72

INTRODUCCIÓN

Los rasgos geológicos de Cuba han sido ampliamente estudiados por diferentes investigadores, con los más disímiles objetivos y escalas. Los primeros trabajos geológicos realizados en nuestro país estuvieron estrechamente ligados a la búsqueda de cobre y en menor medida a la búsqueda de oro. Estos trabajos comienzan a tener una mayor importancia en el siglo XIX ya que son ejecutados principalmente por compañías norteamericanas. El siglo XX en su comienzo estuvo influenciado por el auge de la pequeña y mediana minería, lo que provocó el aumento de las investigaciones geológicas en el país. Luego del triunfo de la revolución cubana era necesario conocer con cuanto y con qué recursos contaba el país. Esta tarea al comienzo fue dirigida por el Banco Nacional, luego en el año 1976 se le dio comienzo al levantamiento geológico de todo el territorio cubano a escala 1:500 000. La región oriental del país fue cartografiada en las campañas ejecutadas por la brigada cubano-húngara en el año 1976. Muchas áreas de interés económico apenas cuentan con pequeños sectores documentados a escala 1:10 000 (Chaveco 1996). Por esta razón surge la problemática siguiente:

PROBLEMA

La ausencia de información geológica a escalas detalladas que abarque la totalidad de los sectores perspectivas en el área Las Cuevas, Holguín.

OBJETO DE ESTUDIO: las formaciones y estructuras geológicas del área de estudio

OBJETIVO: caracterizar las principales formaciones y estructuras geológicas del área de estudio.

Objetivos específicos:

- Caracterizar mineralógica y petrográficamente las rocas
- Definir las principales familias de grietas y sus orientaciones
- Mapear las manifestaciones de minerales metálicos del área de estudio

Hipótesis: Si se logra cartografiar a escala 1:25 000 el sector Las Cuevas se podrá elaborar el esquema geológico, lo cual permitirá un pronóstico más exacto de las áreas perspectivas de la región

Marco teórico conceptual

Desde la llegada de los españoles a Cuba surge un marcado interés por la implementación de la minería del oro y el cobre. Según evidencias arqueológicas en Holguín existieron numerosos asentamientos aborígenes, los cuales se vinculaban con la extracción del metal precioso. En el comienzo del siglo xx se incrementa el interés de los norteamericanos por los recursos mineros de nuestro país, lo que conllevó a que se comenzaran los estudios del distrito mineral de Holguín, aunque la documentación que se conserva de aquella época es muy escasa.

En 1909 (Manduley 1909) pertenecientes a la Dirección de Montes y Minas realiza el trabajo *“Plano original, en tela de la demarcación de la mina de cobre “Congreso”, situada en el área de Majibacoa, barrio San Agustín, municipio de Holguín”*.

(Abelspies 1919) desarrolla el *“Informe de una mina de cobre cerca de la costa sur de la provincia de Oriente y otro sobre unas minas de oro situadas en terrenos de Aguas Claras, Guajabales, barrio de Guabasiabo Oriente”* en el trabajo se exponen los estudios realizados de una mina de cobre cerca de la costa Sur de la provincia de Oriente, composición mineralógica, morfología y dimensiones de los cuerpos documentados, así como su buzamiento.

En el año 1940 (Mario. E 1940) desarrolla la investigación *“Numerosos reportes sobre los cotos mineros de Aguas Claras y Guajabales (El Tesoro, Agrupada, Nuevo Potosí, Reina Victoria, El Oro)”* es una recopilación de documentos válidos donde se explican las visitas a estas minas, extracciones de oro históricas, resultados de análisis químicos.

En el año 1957 se realiza una investigación por (Morón 1957) titulada *“Visita realizada al coto minero Santa Lucía: Minas Rita, Laura, Golden Circle y Fausto”* el documento es un breve informe acerca del recorrido realizado por las minas Rita, Laura, Golden Circle y Fausto.

El informe realizado por (Deschappelles 1958) con el título *“Informe sobre los minerales, terrenos y posibilidades de explotación del antiguo coto cuprífero de Guanabo, Holguín, Oriente”* se aborda sobre el coto cuprífero de Guanabo, antiguos trabajos mineros que se

llevaron a cabo en el coto, tipos de minerales y rocas existentes en dicha área, total de las exploraciones efectuadas durante el estudio.

En 1958 por medio de Francisco Morón et al se realiza el trabajo "*Datos generales sobre la mina Antigua y Sabana Vieja (cobre). Situada en el barrio La Palma municipio Holguín Oriente y Mina Teresita barrio San Agustín*" en el documento se recoge un breve informe que trata sobre el distrito Gibara al cual pertenece al coto Sabana Vieja, su historia, características de las rocas encajantes, cuerpos minerales, ubicación de la mina, filones mineralizados.

En 1958 Mario E Bajuelo y Francisco Morón en representación del Banco Nacional de Cuba realizaron el trabajo "*Breves informes sobre la mina "Rita" (Au) barrio de Bariay municipio Gibara, Oriente*". De forma general se recoge una visita realizada al área de la Mina Rita para tomar nuevas muestras (3) las cuales dieron resultados negativos para Oro.

(Morón 1959) En representación del Banco Nacional de Cuba lleva cabo el trabajo "*Resultados de análisis e informe sobre la mina de oro Hugo María, Aguas Claras, Holguín, Oriente*".

Ya en 1959 los especialistas en representación del Banco Nacional de Cuba elaboraron un "*Análisis de la Mina "Avelina- Esther en el informe sobre estudio mineragráfico muestra No. 3275*" en el documento se dan a conocer los resultados de cobre, plata y oro del análisis de muestras tomadas en la Mina Avelina Esther ubicada en el barrio de Melones, del municipio de Gibara (Bajuelo 1959).

En el año 1966 se realizó el informe titulado "*Informe acerca de los trabajos de Búsqueda y Exploración de oro realizados durante los años 1963 a 1965 en la zona de Holguín, Provincia de Oriente*" con el objetivo de realizar una búsqueda y exploración de oro en la zona de Holguín, provincia de Oriente (Nicolaev 1966).

En 1966 Vlastimil Svoboda y Luis Deschappelles realizan el "*Informe sobre las investigaciones preliminares del yacimiento "Tamarindo" Prov. Holguín. (Anteriormente coto cuprífero de Guanabo)* por el Instituto Cubano de Recursos Minerales donde se exponen en 76 páginas la documentación de 71 yacimientos y manifestaciones de minerales de hierro y cobre en la extensión de 84 km² ubicados entre Buenaventura y Las Parras.

Ya para 1972 fue realizada la investigación *“Geología del área Agrupada del yacimiento Aguas Claras, Holguín, Oriente”* donde se incluye la exploración detallada de la parte central del yacimiento Agrupada, la evaluación de las manifestaciones minerales de Oro-Holguín con la toma de muestras tecnológicas del yacimiento Florencia y la búsqueda de las zonas perspectivas (Hugo Merconchini Vega 1972).

En 1974 los investigadores mediante la dirección General de Geología y Geofísica llevan a cabo la investigación *“Formación geológica y minerales útiles de la parte central y noreste del anticlinorio Holguín. Informe sobre la Búsqueda y Levantamiento Geológico 1:50 000 realizado en 1970-1974”* cuyo objetivo era evaluar las perspectivas de esta región para oro, cromo y otros minerales útiles además de confeccionar el mapa geológico a escala 1: 50 000 (M. Kosak 1988).

En 1988 Enrique Garcés Leyva realizó la investigación *“Informe final sobre los resultados del Levantamiento Geológico Complejo y Búsquedas Acompañantes a escala 1: 50 000 en el Polígono IV CAME Holguín. 1983-1988”* pertenecientes a la Empresa Geológica de Santiago de Cuba con la finalidad de realizar el levantamiento geológico a escala 1:50 00 para crear la base geológica que permita la evaluación del territorio investigado respecto a los minerales detectados, así como la delimitación de los sectores para la ejecución de trabajos posteriores de búsqueda detallada.

Ya en 1989 se realiza la investigación *“Informe sobre los trabajos de Exploración realizados en el yacimiento de oro “Reina Victoria”. Prov. Holguín, perteneciente al coto minero Aguas Claras”* cuyo objetivo fue la evaluación de categoría industrial, de las reservas del yacimiento que fueron exploradas por los soviéticos y el I C R M en los años 63 al 65 y del 70 al 72. En este trabajo se realizan una serie de tareas encaminados a precisar las reservas del yacimiento mediante la aplicación del método de bloques geológicos (Font 1989).

En el año 1990 investigadores de la Empresa Minera de Santiago de Cuba a través de Boris Correa realizaron el informe titulado *“Informe sobre los resultados de la Búsqueda acompañantes escala 1:25 000 del área del complemento al proyecto Levantamiento Geológico escala 1:50 000 del Polígono IV Came Holguín”* con el fin de precisar la búsqueda orientativa en cada uno de los sectores (Cayo Muñoz, Los Güiros, Pedregosos, Los Haytes,

Los Alfonsos, Sabanilla, Vista Hermosa) para la mineralización polimetálica Pb, Zn, Cu, Ag y Au.

La Empresa Minera de Santiago de Cuba en 1991 a través de Boris Correa et al realiza una investigación titulada "*Informe sobre los resultados de la Prospección Preliminar oro placer Merquiades*" con la finalidad de demostrar la existencia de horizontes acuíferos en los sedimentos aluviales del río Gibara y justificar el pase a otros estadios más detallados.

En 1995 Martha Gutiérrez Herrero de la Empresa Geológica de Santiago de Cuba desarrolló el trabajo titulado "*T.T.P. Generalización de las investigaciones Geólogo- Tecnológicas sobre oro endógeno y de placeres en la región de Holguín*" donde se expone una síntesis y generalización bajo una metodología única, toda la información geólogo - tecnológico sobre las minas auríferas endógenas y de placeres en la región de Holguín.

Para el año 1996 la compañía australiana Rhodes Victoria S. A en los especialistas Ingrid Padilla Rodríguez y Alan Wolsteneroft realizan la investigación "*A technical report on the exploration programme carried out on the Holguín*" con el fin de realizar una exploración geológica sumaria en distintos sectores auríferos de la región Holguín como Agrupada, Las Cuevas, Holguinera, Main Power Line, Milagro, Monte Rojo, Nuevo Potosí, Reina Victoria .

En 1996 Higinio Olivera et de la Joutel Resources L.T.D realiza la investigación "*Report on the Tamarindo. Concession Las Tunas and Holguín provinces. West. Central Cuba*" cuya finalidad era aumentar el grado de conocimiento geológico del sector, para ello se ejecutaron una amplia variedad de trabajos.

Ya en 1998 St. David Clair Dunn de la compañía Rhodes Victoria S. A realiza el trabajo "*Report on 1998 Diamond Drilling and Geophysical programs on the monte Rojo showing, Holguín concession, Cuba*" para las áreas Monte Rojo, Nuevo Potosí, Reina Victoria y Tranqueras en las materias primas de cobre y oro. Cuyo objetivo esencial fue profundizar en el conocimiento geológico del sector Monte Rojo con perspectivas para cobre.

En 1996 Roberto Días Martínez realiza el trabajo *“Particularidades de Distribución del Oro, Platinoides y Otros Minerales Pesados En los Placeres Laterales del Norte de Cuba Oriental y Su Evaluación Perspectiva”*. El documento consiste en el estudio de los concentrados pesados de los depósitos laterales en el litoral norte de Cuba, se da a conocer que los sectores más perspectivas desde el punto de vista económico son: Playa Mejías, Desembocadura del Río Jaguaní, Dunas Costeras ubicadas al oeste de la desembocadura del Río Sagua de Tánamo.

En 1999 St. David Clair Dunn de la compañía Rhodes Victoria S. A realiza la investigación *“Report on the January, 1999 Diamond Drilling Program on the Monte Rojo showing, Holguín concession, Cuba”* el objetivo fue aumentar el grado de conocimiento geológico en algunas concesiones en Sancti Spíritus, la concesión NICROM y Vertientes - Najasa en Camagüey, concesiones Holguín, para cada concesión se definió el tipo genético de yacimiento así como características geológicas.

En el 2002 Yunior Hidalgo Trujillo y Luis Guerrero Céspedes realizan el trabajo *“caracterización Morfológica, Mineralógica y Macroquímica del oro detrítico de la región Sagua- Moa-Baracoa”* el cual se realizó con el objetivo de examinar la naturaleza del oro presente en las acumulaciones secundarias y residuales, mediante su caracterización textural-estructura y macroquímica interna de los granos de oro revelados.

En el 2003 Cesar Laurentino Saumel presenta el trabajo *“Caracterización Morfológica y Textural de las Partículas de Oro de los Yacimientos y Manifestaciones Minerales del Distrito Holguín”* este trabajo estaba encaminado a proponer una caracterización morfológica y textural del oro que permitirá establecer algunas particularidades geológicas sobre los tipos y estilos de la mineralización predominante en el distrito Holguín.

CAPITULO I: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1 Introducción

1.2 Ubicación del área de estudio

1.3 Clima

1.4 Relieve

1.5 Vegetación

1.6 Hidrografía

1.7 Aspectos económicos

1.8 Características tectónicas

1.9 Geología regional

1.1 Introducción

La isla de Cuba se encuentra ubicada en la porción más occidental del arco de islas del Caribe, esta región es muy compleja desde el punto de vista geológico. El archipiélago cubano limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con el Mar Caribe, al este con el cinturón plegado del Caribe, que abarca las Antillas Menores y Mayores y al oeste con el golfo de México. En este capítulo se abordarán algunos aspectos de interés del área de estudio tales como: ubicación geográfica, aspectos económicos de la región, clima, entre otros.

1.2 Ubicación del área de estudio

El área se encuentra ubicada en la parte noroccidental de la provincia de Holguín, está situada a unos 11 Km al SE del poblado de San Andrés y a unos 9 Km al NW del poblado de Holguín, colinda al NE con el embalse Cacoyogüin, enmarcada dentro de las coordenadas siguientes:

X_{\min} : 530 000 X_{\max} : 560 000; Y_{\min} : 240 000 Y_{\max} : 270 000 (Sistema Cónico Conforme de Lambert)

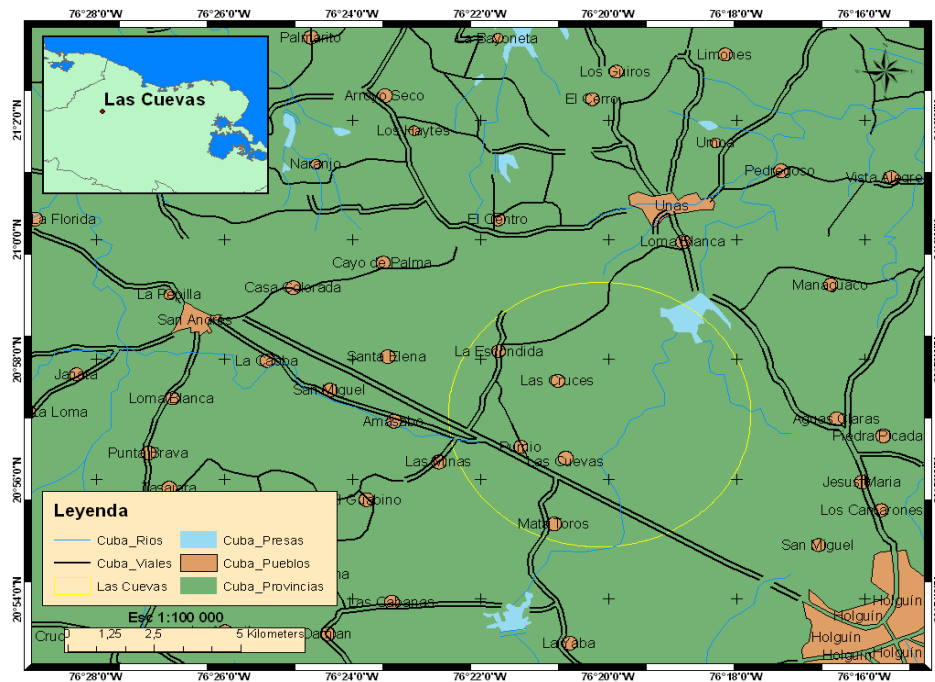


Figura. No 1.1: mapa de ubicación del sector Las Cuevas, provincia de Holguín.

1.3 Clima

El clima de la región es subtropical húmedo (Atlas Nacional de Cuba, 1992) se distinguen dos períodos bien marcados de distribución de las precipitaciones: un período seco que se extiende de Noviembre-Abril con precipitaciones de (200-400mm) y otro período húmedo que se extiende de Mayo-Octubre (600-800mm). Coincidiendo con el resto del país, el mes más seco es Febrero y el más húmedo es Junio.

El régimen de vientos en la región está conformado por vientos de moderada intensidad (9.15Km/h), y la dirección de los mismos es predominantemente de noreste. Casi todo el año soplan los vientos alisios provenientes de la periferia del anticiclón tropical oceánico de Los Azores-Bermudas, provocando que el mismo tenga en superficie una dirección Noroeste-Este fundamentalmente. La distribución de la frecuencia anual de la dirección e intensidad de los vientos durante el año muestra que al Sur es más notable, con un 0,41% (Atlas Nacional de Cuba, 1992).

La humedad relativa de la región es alta debido a la exposición marítima del territorio, influyendo en este aspecto las precipitaciones, las que son abundantes todo el año. Los meses que poseen los mayores valores se ubican de Noviembre –Abril alcanzándose las máximas de Diciembre a Enero (Atlas Nacional de Cuba, 1992).

La presión atmosférica durante el invierno se eleva, disminuyendo hasta alcanzar los mínimos valores en los meses de Mayo a Octubre. La presión media anual es de 1017.3 hp, siendo la media máxima mensual de 1022.2 hp en el mes de septiembre.

1.4 Relieve

El relieve de la región de estudio presenta diferentes formas condicionadas por la posición de Cuba en el arco insular de las Antillas, en la zona de interacción de la placa norteamericana y el Caribe por la influencia de las oscilaciones paleoclimáticas del cuaternario que determinaron la heterogeneidad y el desarrollo del relieve, entre estas heterogeneidades se encuentran: Llanuras, colinas, mesetas estratificadas, en general las cotas mínimas de estos sistemas oscilan entre 50-100 m y en las colinas de 200-300 m sobre el nivel del mar, también aparecen sistemas de horst y bloques con cotas de 250-300 m. La dirección predominante de estos sistemas es de este-oeste.

Las zonas montañosas actuales son regiones en las que han predominado durante un largo tiempo geológico los movimientos de ascenso, en ellas se encuentran las rocas más antiguas. Las zonas llanas se caracterizan por el predominio de los movimientos de descenso (Atlas Nacional de Cuba, 1992).

1.5 Vegetación

La vegetación predominante es de sabana (Notófilo), las partes más elevadas están constituidas por árboles y arbustos de mediana talla aislados. Abundan las plantas típicas y son muy comunes en la zona los Xeromorfos espinosos sobre serpentinitas (cuabal). Hacia las partes llanas, predomina una flora representada fundamentalmente por plantaciones agrícolas dentro de las que se encuentran: la caña de azúcar, plátano y árboles frutales (Atlas Nacional de Cuba, 1992).

1.6 Hidrografía

Las características del relieve y el régimen de precipitaciones han favorecido la formación de una densa red hidrográfica bastante desarrollada que corre la mayoría de los casos de sur a norte. Los ríos más importantes que se desarrollan en la región son: Cacoyogüin, Gibara, Bariay, Yabazón y Los Lirios; estos generalmente presentan una forma sinuosa y se alimentan por los afluentes existentes en la zona. Los caudales aumentan en los

meses lluviosos (Mayo-Octubre) y disminuyen en los meses secos (Noviembre–Abril) en ocasiones con manifestaciones intermitentes (Atlas Nacional de Cuba, 1992).

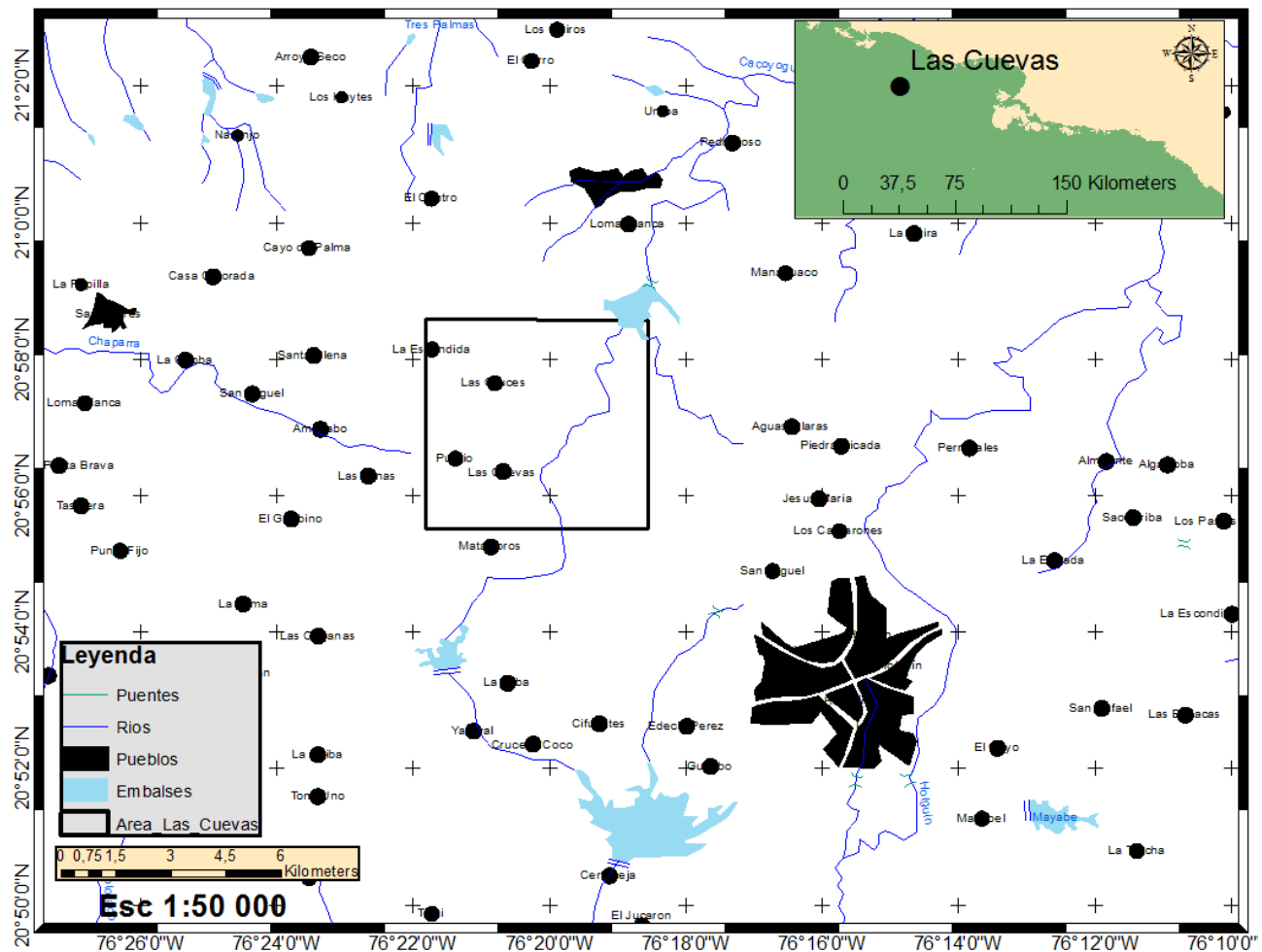


Figura. No 1.2 mapa de la red hidrográfica del sector Las Cuevas, provincia de Holguín.

1.7 Aspectos económicos de la zona de estudio

La gestión económica de la región se caracteriza por cerca de un centenar de empresas. En la actualidad, Holguín muestra logros palpables en todas las esferas socioeconómicas. Es una provincia que presenta un desarrollo agroindustrial y un polo de atracciones turísticas, sustentada fundamentalmente en cuatro sectores priorizados: el turismo, la producción niquelífera, la agroindustria azucarera y el sector agropecuario. El turismo es el sector más dinámico siguiendo la tendencia nacional.

La industria azucarera es la segunda en importancia en el plano económico del territorio, esta es decisiva en la dinámica de crecimiento. Del resto de los sectores entre los de

mayor peso en relación con el total provincial está el de la construcción, con un crecimiento ascendente, con resultados similares en las ramas de construcción y montaje, y la elaboración de proyecto para la construcción.

La región de estudio posee excelentes vías de comunicación, siendo la más rápida y directa el aeropuerto internacional ‘‘Frank País’’, a 13 km de la ciudad de Holguín. La terminal se encuentra a una hora ½ de vuelo de la capital del país. Está situada en las afueras de la ciudad y cerca de la autopista que la une con el resto del territorio nacional. Existen además vuelos directos desde varias capitales importantes del mundo como la de Holanda, Moscú, Italia, Alemania y otras ciudades conocidas. Una extensa red de carreteras secundarias comunica todos los municipios y lugares de interés de la provincia, entre la que se encuentre la carretera de primer orden que enlaza la capital provincial con la hermosa playa de Guardalavaca en el municipio de Banes.

1.8 CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS

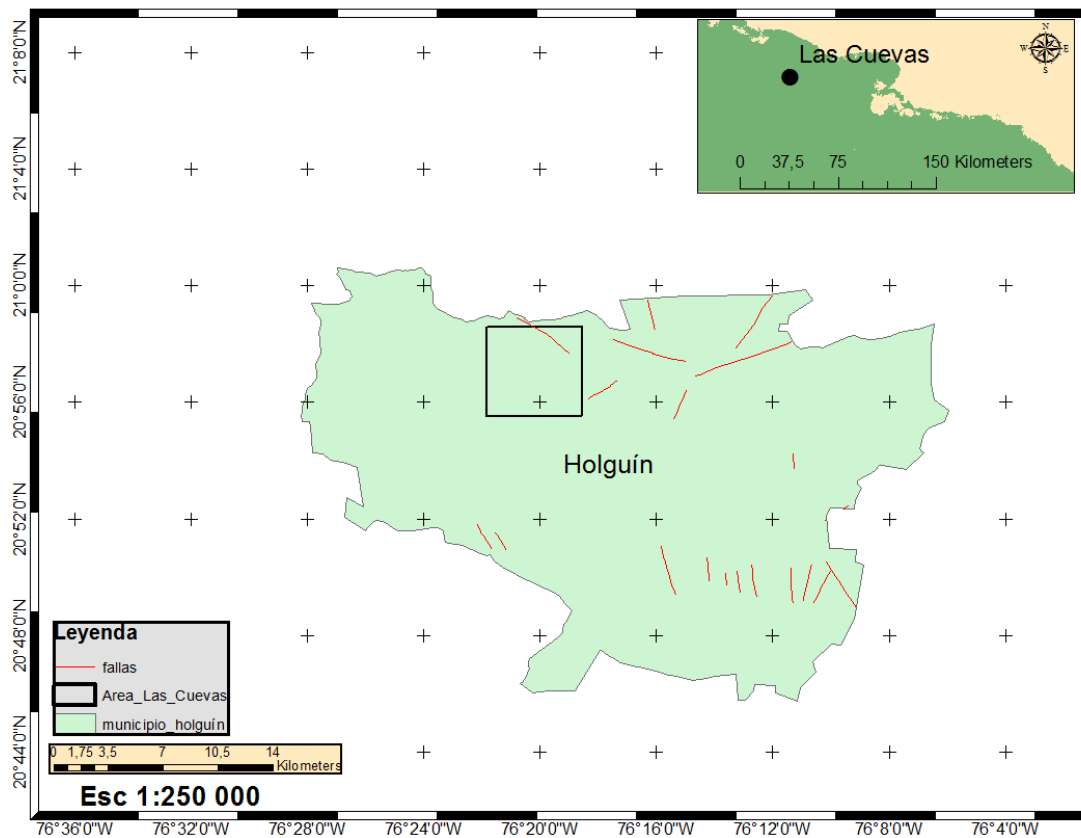


Figura.1.3 Esquema tectónico del municipio Holguín

Esta región se caracteriza por su actividad tectónica actual, vinculada a la última etapa de evolución geólogo–tectónica de la isla, en la cual permanecen con un grado de actividad significativo los movimientos verticales y horizontales. La génesis de estos movimientos está vinculada con su ubicación en las proximidades de la zona de fallas Bartlett–Caimán, principal estructura tectónica activa de este territorio, al tiempo que constituye el límite transformante entre las placas litosféricas Caribeña y Norteamericana. Por las investigaciones sismotectónicas de la región, se comprobó que los movimientos recientes, condicionaron la desarticulación del territorio en un sistema de bloques tectónicos con un régimen peculiar de desarrollo, teniendo los límites de los bloques por lo general una naturaleza disyuntiva, destacándose en la región nororiental, los bloques Holguín, Mayarí-Moa-Baracoa y la cuenca Cauto–Nipe.

Las fallas transversales de dirección preferentemente NW-SE forman un sistema perpendicular al rumbo de los sobrecorrimientos escamosos, suavemente arqueados hacia el norte. Aparte de este sistema radial de fallas transversales se observan fallas con direcciones diagonales pero son de segundo o tercer orden. (Kosak 1988).

1.9 GEOLOGÍA REGIONAL

La constitución geológica de Cuba es una de las más complejas de la región del Caribe-Antillas, y quizás por esta misma razón y por sus riquezas naturales, ha sido objeto de investigaciones durante más de un centenar de años, comenzando por Alejandro de Humboldt, afinales del siglo pasado (Iturralde-Vinent, 1998)

En Cuba se pueden reconocer dos niveles estructurales principales: el sustrato plegado y el neoaútóctono. El sustrato plegado está constituido por distintos tipos de terrenos que constituyen fragmentos de la placa de Norteamérica, del Caribe y, posiblemente del pacífico. Estos terrenos son tanto de naturaleza continental como oceánica, incluye rocas que se datan desde el Neoproterozoico hasta el Eoceno superior. El neoaútóctono está representado por las rocas y estructuras originadas a partir del Eoceno Superior, que se desarrollan básicamente en el mismo lugar que hoy ocupa el territorio de Cuba, ya formando parte del margen pasivo meridional de la placa norteamericana (Iturralde-Vinent, 1998).

Teniendo en cuenta los trabajos realizados por la brigada cubano húngara durante el levantamiento geológico a escala 1:500 000 en el año 1976, los cuales fueron publicados en la revista minería y geología del año 1988 con título: (Desarrollo estructural del arco insular volcánico-cretácico en la región de Holguín). En este trabajo (M. Kosak 1988) planteo que la geología de la zona de estudio se caracteriza principalmente por presentar formaciones de dos asociaciones estructuro formacionales.

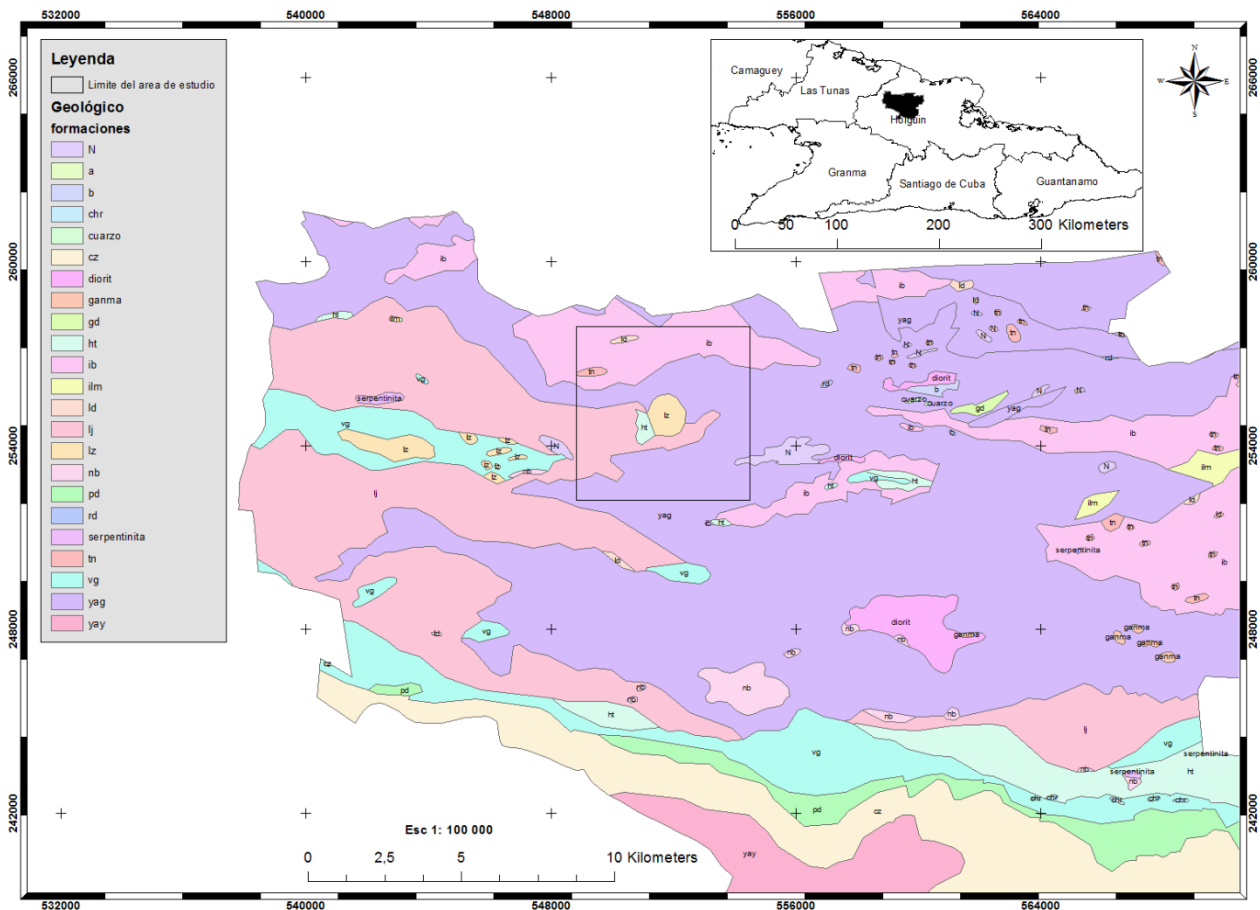


Figura. No 1.4: Esquema geológico del municipio Holguín

1.9.1 Asociación Estructuro Formacional Auras (zaza)

Esta zona está constituida por un melange, el cual está integrado por las formaciones del arco insular volcánico junto con las secuencias de la asociación ofiolítica. Esta melange se encuentra en posición alóctona sobre el borde meridional del continente norteamericano. Este sobrecorrimiento cubrió la Asociación Estructuro Formacional

Camajuaní-Placetas que aflora en la superficie, en la parte central de la isla y el borde meridional de la Asociación Estructuro Formacional Remedios (Kosak 1988).

Asociación ofiolítica

Los restos de la corteza oceánica forman parte predominante de las masas de la melange alóctona, mezclada con las formaciones del arco insular volcánico. Según observaciones realizadas, sobre la base de las variedades de rocas que se encuentran en el melange se puede reconstruir la asociación completa. Los basaltos toleíticos oceánicos relacionados con el complejo de silicitas, radiolaritas y calizas silicificadas micríticas (Fm. Santa Lucía) se confunden con las formaciones parecidas del arco insular volcánico por la mala aflorabilidad, semejanza macroscópica e intemperización (Kosak 1988).

Formaciones del arco insular volcánico

El arco insular volcánico se desarrolló a partir del piso Aptiano hasta la parte baja del piso Campaniano, durante 30 millones de años aproximadamente, formando un complejo estratovolcánico, de composición heterogénea y de estructura complicada, con discordancias internas. Su espesor completo en las cercanías de los centros volcánicos mayores pudo alcanzar los 4000 m. Está constituido por piroclastitas y sus variedades poco transportadas (40-50 %) lavas (15-25 %) y sedimentos vulcanomícticos (25-30 %) y subordinadamente por sedimentos silíceos y carbonatos (5 %), (M. Kosak 1988)

La reconstrucción del arco insular volcánico por el intenso tectonismo, denudación y mala aflorabilidad es difícil. Según (M. Kosak 1988) se han separado dos grandes de formaciones (vulcanógena y vulcanógena-sedimentarias): la Fm. Iberia (Ib) de composición básica-media y la formación Loma Blanca (Lb) de composición media-ácida. La tercera unidad, Fm. Tinajas está constituida por sedimentos carbonatados, esta es transicional entre las formaciones del arco insular y las formaciones sedimentarias de la cobertura del arco insular. El contacto entre ellas es de tipo gradacional, tomándose como límite inferior la Fm. Tinajita, con presencia de calizas sin clastos vulcanógenos.

En el desarrollo del arco insular volcánico existen algunas tendencias generales: disminución del magmatismo básico, aumento del carácter medio-ácido y junto con la formación de complejos volcánicos, el aumento de la intensidad en la sedimentación y energía del relieve, así como la profundidad del agua, aunque en algunos lugares, según datos radiométricos se observa que el vulcanismo ácido aparece casi junto con el vulcanismo básico (M. Kosak 1988)

Fm. Iberia (Ib)

Esta formación se encuentra ampliamente propagada en nuestro territorio. En su parte inferior predominan los basaltos con textura de almohadillas, basaltos afíricos, en algunas partes basaltos amigdaloides y basaltos olivínicos, ellos aparecen intercalados con hialoclastitas, aglomerados, tobas vitroclásticas-cristaloclasticas, tufitas frecuentemente con sedimentos vulcanomícticos graduados. Esta secuencia subordinadamente contiene calizas micríticas silicificadas de facies pelágicas y silicitas sedimentarias (radiolaritas). Debido a que en la parte inferior son escasas las intercalaciones de caliza y por la mala preservación de su fauna, no es posible la determinación de la edad de esa secuencia. Se dificulta separar la parte inferior como formación independiente por su entrelazamiento con la secuencia superior que está constituida por basaltos andesíticos y andesitas-basálticas; en la parte inferior la semejanza con la Fm. Santa Lucía.

Fm. Loma Blanca (Lb)

Esta formación aparece en el territorio al igual que la Fm. Iberia pero ocupa menor área, el tamaño de su bloque erosionado aumenta hacia el oeste, su aflorabilidad es mala y su estructura es un complejo de composición medio-ácido. Está constituido por tobas y tufitas andesíticas, andesito-dacíticas, riódacíticas y riolíticas. Su mejor afloramiento se encuentra al sur del poblado de San Andrés en los alrededores de Loma Blanca. Además de las piroclastitas en la constitución de la Fm. Loma Blanca aparecen los sedimentos vulcanomícticos y carbonatados.

Según la posición estratigráfica y el vulcanismo riolítico presente en la fase más joven del arco insular volcánico del piso campaneano. Posiblemente las intrusiones pequeñas de dioritas porfiríticas cuarcíferas, dacitas subvolcánicas y riolitas, ricos en Na y pobre en K, estén asociada al magmatismo de la Fm. Loma Blanca (Kosak 1988).

Fm. Tinaja (Tn)

Está ampliamente desarrollada en casi todo el territorio, forma bloques solitarios o cadenas de bloques que alcanzan tamaños de 10-500 m y a veces se elevan a alturas de 100-150 m. Generalmente están carsificados y forman mogotes, en la mayoría de los casos tienen contacto tectónico con las rocas encajantes pero a veces se observa su transición gradual desde las calizas semipelágicas o de las calizas conglomeráticas vulcanomícticas. En muchas ocasiones están constituida por calizas blancas, blanco grisáceas, amarillo blancuzcas, organodetríticas de esta facies arrecifal o retroarrecifal, pero a veces pueden ser de profundidades algo más bajas o lagunares (Kosak 1988).

Cobertura del Arco insular volcánico

Según (M. Kosak 1988) la extinción gradual del megarritmo magmático de la Asociación Estructuro Formacional Auras es consecuencia de la colisión con el borde del continente norteamericano. La obducción sobre este borde, después del empuje gradual del arco, son sucesos que se reflejan en el carácter de los sedimentos de la cobertura, sobre la base de estos podemos diferenciar formaciones terrígenas y terrígeno-carbonatadas, que por su posición transicional, en cierto sentido forma parte de la cobertura del arco volcánico extinto. La cobertura del arco insular volcánico está representada en esta zona principalmente por tres formaciones, las cuales son: Fm. La Jíquima, Fm. Haticos, Fm. Tinajita.

Fm. La Jíquima (Lj)

Está constituida por areniscas y aleurolitas vulcanomícticas, polimícticas, bien clasificadas, a veces graduadas, subordinadamente contiene conglomerados polimícticos y calizas cremosas aleurolícticas. El material de la formación es predominantemente vulcanógeno, incluyendo el material de las intrusiones granodioríticas, pero en su parte superior aparecen intercalaciones de brechas sedimentarias, mal clasificadas, que están constituidas por rocas de la asociación ofiolítica (Kosak 1988).

Fm. Haticos (Ht)

Está constituida por una brecha conglomerática mal clasificada, en parte con carácter (olistostrómico) que contiene olistolitos de 10 a 150 cm de tamaño. Esta constituido de un 60-90 % por fragmentos angulosos y subangulosos de la asociación ofiolítica (serpentinitas, gabros, microgabros, diabasas) mal sorteados, subordinadamente (0-30 %) su material proviene del material bien sorteado, redondeado de la Fm. La Jíquima. Las brechas y conglomerados polimícticos muchas veces transicionan a brechas tectónicas lo que demuestra la relación genética estrecha con las escama ofiolítica (Kosak 1988).

1.8.2 Asociación Estructuro Formacional Remedios

El “bloque de Gibara”, que en el territorio representa la Asociación Estructuro Formacional Remedios (plataforma de Bahamas) se encuentra en los alrededores de la ciudad de Gibara y se extiende hacia el oeste en superficie hasta el poblado de San Mateo, pero debajo de los sedimentos neógenos se conoce en los alrededores de Chaparra. Su extensión superficial no excede los 200 Km. Hacia el sur está cubierta por el melange de la Asociación Estructuro Formacional Auras (M. Kosak 1988).

El bloque de Gibara está constituido por calizas organógenas, micríticas (Fm. Gibara) y dolomitas (Mb. Jobal) representando facies de bancos biostrómicos, retroarrecifales y lagunares (Asociación Estructuro formacional Remedios). El talud continental en nuestra región está cubierto por la melange de la Asociación Estructuro formacional Auras. Su

detección es muy fácil por las brechas tectónicas que facilitan su caracterización y por la formación de magníficos afloramientos (M. Kosak 1988).

El proceso de la obducción se detuvo en el Eoceno medio, pero en un período comprendido entre el paleoceno Superior y Eoceno superior y Eoceno medio sobre el borde meridional de la Asociación Estructuro formacional Remedios y la subzona Camajuaní se formó una secuencia carbonatada, terrígeno-carbonatada: Fm. El Recreo y la Fm. Rancho Bravo. En el borde meridional de esa cuenca sedimentaria la Fm. El Recreo se interdigitó con la Fm. Vigía, mientras que en el borde septentrional se formó la Fm. Embarcadero constituida por brecha calcárea sedimentaria que recibió su material brechoso preformados por la tectónica. El material de las intercalaciones y lentes de silicitas de la Fm. El Recreo posiblemente proviene del material vulcanógeno fino de la actividad volcánica de la Sierra Maestra, que pudo llegar en pequeñas cantidad a esa cuenca sedimentaria. La parte inferior de la Fm. El Recreo contiene capas muy gruesas (0,5-1,5m) de silicitas, intercaladas entre las margas (Mb. Cupeicillo) y se diferencia de la parte más alta que se encuentra carbonatada. Este material durante el sobrecorrimiento cabalgó el margen meridional de la Asociación Estructuro formacional Remedios mezclándose tectónicamente con esta zona (M. Kosak 1988).

En la parte delantera del melange durante el proceso de su avance, este sobrecorrió y amontonó sus tectonosedimentos y brecha-conglomerados; cuando el frente del melange alcanzó el bloque de Gibara el proceso se detuvo y el sobrecorrimiento culminó, este hecho se fija en la parte alta del Eoceno medio. En este ambiente en una fosa estrecha durante el Eoceno medio sedimentaron los conglomerados, areniscas y aleurolitas de la Fm. Rancho Bravo (M. Kosak 1988).

Melange Tectónico

La colisión de la Asociación Estructuro formacional Auras con el margen continental formó un manto de melange, escamoso, plegado, heterogéneo que con su estructura suavemente arqueada, lo podemos encontrar al sur del bloque Gibara (M. Kosak 1988).

La Asociación Estructuro Formacional Auras, prácticamente es un macromelange, está constituido por franjas alargadas sublatitudinales de ultrabasitas serpentinizadas que alternan con franjas de las formaciones de arco de islas volcánicas. Durante la formación de este melange, sus partes se movieron relativamente juntas. Las franjas constituidas por las rocas del arco insular, por su consistencia generalmente forma valles alargados, mientras que las ultrabasitas forman elevaciones alargadas sublatitudinales. Muchas veces ocurre que las franjas de vulcanitas están cubiertas por las escamas del manto de ultrabasitas. Dentro de la melange, las serpentinitas tectónicas representan las partes más plásticas y el sistema de sus escamas envuelven y empujan en su parte delantera los diferentes niveles de la asociación ofiolítica y las rocas arco-insulares (M. Kosak 1988).

Las franjas tectónicas donde los diferentes tipos de rocas de las dos grandes unidades (el arco volcánico y las ofiolitas) están muy fuertemente mezcladas, trituradas, constituyen la franja de micromelange; sus dimensiones, trituración aumenta hacia el norte e indican las zonas de mayores sobrecorrimientos escamosos. Los bloques de las ofiolitas, que se formaron en las bases de los sobrecorrimientos afloran siempre en las franjas del micromelange (M. Kosak 1988).

La Cobertura Neoautóctona

Al concluir la orogénesis con la fase cubana, quedó consolidado un sustrato de la corteza continental recién formada y nuestro territorio se desarrolló según las reglas del desarrollo de las plataformas. La denudación comenzó acompañada de movimientos tectónicos verticales, a consecuencia de estos procesos nuestro territorio se fracturó en bloques, similar a un mosaico. Los diferentes bloques se hundieron o se levantaron y después se erosionaron, bajo los sedimentos neoautóctonos aparecen niveles del sustrato plegado de las tobas ácidas y tufitas algo arcillosas del paleógeno, que en algunas partes se redepositaron formando lentes de arcillas plásticas amarillentas en el basamento de las formaciones más jóvenes (M. Kosak 1988). El intervalo desde el Eoceno inferior-medio se caracteriza por una tranquilidad tectónica. Se forman sedimentos neríticos, litorales, lagunares, con el aporte de tobas cineríticas de la actividad volcánica de la Sierra Maestra (M. Kosak 1988).

CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

2.1 Introducción

2.2 Etapa preliminar

2.3 Etapa experimental

2.4 Etapa final

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realiza una descripción de la metodología empleada durante la realización del esquema geológico a escala 1:25 000 del sector Las Cuevas. La investigación fue diseñada teniendo en cuenta tres etapas:

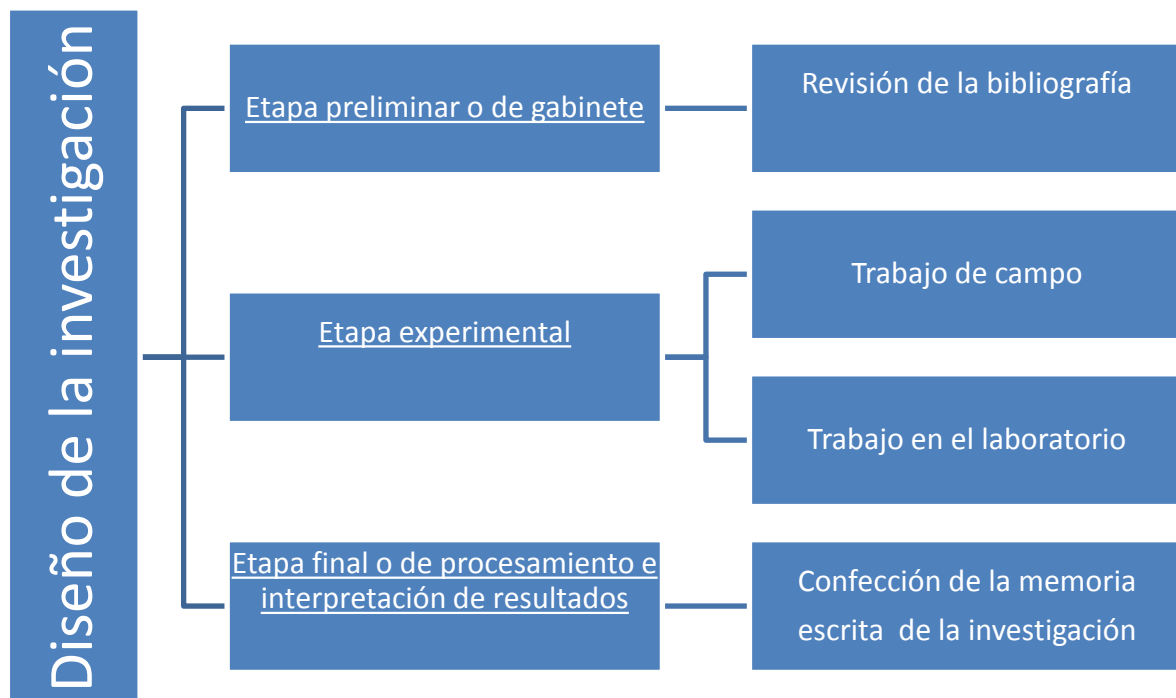


Figura No.2.1: diagrama de las diferentes etapas de la investigación

2.1 Etapa preliminar

En esta etapa se seleccionó el área de estudio, esta cuenta con una extensión territorial de (25 Km²) representada en la carta topográfica 4979-III-d a escala 1: 25 000. Luego se realizó una búsqueda bibliográfica detallada en el fondo geológico del departamento de

geología de la facultad de geología y minería del ISMMM "Dr. Antonio Núñez Jiménez". La cual comprendió la revisión de los trabajos de diplomas referidos a la zona de estudio y al tema de investigación que nos ocupa.

En la biblioteca del ISMMM se procedió a una extensa búsqueda bibliográfica en diferentes revistas, libros y artículos existentes en el Centro de Información Científico Técnico. Todos los materiales bibliográficos utilizados aparecen reflejados en la referencia bibliográfica de este trabajo.

Además en esta etapa se realizó la planificación de los trabajos de campo y se confeccionó la red de muestreo que debía utilizarse en la segunda etapa. Esta se confeccionó a partir del procesamiento de un conjunto de mapas para lo cual fueron utilizados los programas informáticos Surfer y Arcgis.

2.2 Etapa experimental

Trabajo de campo

Para la implementación de los trabajos de campo se tuvo en cuenta la red de muestreo planificada en la etapa preliminar, estos trabajos fueron divididos en cuatro itinerarios de reconocimiento geológico con una distancia de aproximadamente 12 Km/días, con lo cual se logró cubrir el área de estudio planificada y se llegó a los sectores de mayor interés desde el punto de vista geológico.

El reconocimiento geológico tuvo como objetivo principal mapear las diferentes litologías presentes y el grado de perturbación tectónica que presentan las rocas, permitiendo elaborar un esquema geológico de esta zona.

Antes de proceder a la toma de muestras y medir los elementos de yacencia de cada uno de los puntos de documentación, se tomaron las coordenadas geográficas con un GPS-315, marca Maguellan.



Foto. 2.1 GPS-315 utilizado en la toma de las coordenadas

Toma de muestra

El método de toma de muestras utilizado fue el de fragmento de roca, el tamaño de las muestras tomadas fue aproximadamente de 10x8x8 cm. Para la toma de muestras se utilizó una piqueta. Siempre se escogieron las rocas menos afectadas por los procesos de interperismo, luego de obtenidos los fragmentos rocosos se procedió a enumerar y marcar la muestra utilizando un marcador permanente.

Trabajo de laboratorio

Los trabajos de laboratorio se dividieron en dos operaciones básicas:

- a) Preparación de las muestras para los análisis
- b) Análisis de laboratorio propiamente dicho

A continuación se procederá a describir cada una de las operaciones realizadas durante los trabajos de laboratorios.

Preparación de las muestras para los análisis

Las rocas se procesaron en el laboratorio de preparación de muestra existente en el departamento de geología del ISMM. En este se seleccionó la porción del fragmento de roca de mayor interés para ser estudiado. Estas muestras fueron procesadas tanto para análisis petrográfico como mineragráfico.



a)



b)



c)

Foto. 2.2 a) Máquina cortadora (Minocecar). b) Máquina Esmeriladora (Montasuijal). c) Máquina pulidora de dos platos (PG-20)

La roca fue cortada con una sierra de borde de diamante (ver Foto. 2.2 a) máquina cortadora Minocecar) para obtener una superficie plana con el objetivo de que sea más cómoda la preparación de estas muestras para ser pulidas y desbastadas. Después de haberse cortado las muestras se procedió a su procesamiento en la máquina esmeriladora (Foto. 2.2 b) con el objetivo de desgastarla y eliminar las rugosidades. El proceso de pulido se realizó con el objetivo de eliminar las huellas dejadas mediante el corte y obtener un plano de superficie que refleje la luz, para esto se utilizó la máquina pulidora (PG-20) de dos platos (Foto. 2.2 c).

Análisis minerográfico



Foto. 2.3 Microscopio minerográfico JENALAB (POL-U) de la CARL-ZEISS

Los análisis minerográficos fueron realizados utilizando un conjunto de secciones pulidas las cuales fueron elaboradas en el taller de preparación de muestras de rocas del ISMMM,

para el análisis de las secciones pulidas fue utilizado un Microscopio mineragráfico de luz reflejada marca JENALAB (POL-U) de la CARL-ZEISS (ver Foto 2.3).

Análisis petrográfico



Foto. 2.4 Microscopio petrográfico de luz polarizada, modelo NP-400B, marca NOVEL

Para la realización de los análisis petrográficos se confeccionaron a partir de las muestras una serie de secciones delgadas, luego se analizaron bajo el microscopio petrográfico de luz polarizada, modelo NP-400B, marca NOVEL de procedencia China en el laboratorio de petrografía de la misma institución (ver Foto 2.4). Las descripciones petrográficas se realizaron tanto con nicols cruzados como paralelos. Para dicho análisis se tuvieron en cuenta la determinación de los siguientes parámetros ópticos: color, forma, pleocroísmo, birrefringencia, ángulo de extinción, clase óptica (figura de interferencia), signo óptico, exfoliación, tamaño de los granos, índices de refracción (n). Además de los parámetros ópticos anteriormente expuestos se realizó la cuantificación porcentual de los minerales por el método de estimación visual y se determinaron los principales tipos de texturas presentes en las rocas; para lo cual las descripciones fueron apoyadas con el uso de bibliografías tales como: Mineralogía Óptica de Paul F. Kerr y Atlas de asociaciones minerales en láminas delgadas de Joan Charles Melgarejo.

Video Cámara Digital



Figura. 2.5 video cámara digital ocular MDCE-5A

Mediante el empleo de la video cámara ocular fue posible la toma de fotografías de alta resolución (ver Foto 2.5). Este modelo de cámara puede ser utilizada con todo tipo de microscopios o estereomicroscopios que utilicen oculares estándar (de 23 y 30 mm respectivamente) para obtener imágenes y videos. Acoplado a la cámara se incluye un software de captura, manipulación y análisis de imagen de nombre (ScopePhoto).

Mediciones de elementos de yacencia



Foto No. 2.6 Brújula de geólogos Marca Brunton

Las mediciones de los elementos de yacencia fueron realizadas utilizando una brújula para geólogos empleada además para la ubicación en el terreno. A partir de las mediciones de los elementos de yacencia se obtuvieron los diagramas de roseta para la zona de estudio.

2.3 Etapa final

En esta etapa se realizó el procesamiento de toda la información obtenida, para ello se emplearon herramientas como: el ArcMap del programa Arcgis el que fue empleado para la elaboración de los mapas, además se utilizó el software Surfer 11 de la compañía Golden Software, para la elaboración de tablas y la edición de las fotos se utilizaron los programas Excel, Microsoft Office editor y PowerPoint, para la confección de la memoria escrita se empleó el programa Microsoft Word versión 2010, las gráficas para la clasificación de las rocas fueron hechas con el Triplot y como gestor bibliográfico se empleó el Endnote x4 donde fue guardada toda la bibliografía empleada en la investigación.

CAPITULO III: CARTOGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 Introducción

3.2 Cartografía del sector Las Cuevas

3.3 Análisis tectónico del área

3.4 Petrografía del área de estudio

3.5 Mineragrafía del área de estudio

3.6 Aportes a la geología del área

3.1 INTRODUCCIÓN

En el capítulo se describen los aspectos más relevantes de la investigación, relacionados con los principales rasgos geológicos tales como mineralogía y petrografía, además se procesaron los elementos de yacencia que permitieron analizar la tectónica del área de estudio. Para ello se documentaron un total de 83 puntos como se observa en el mapa de datos reales ver (Figura No. 3.1)

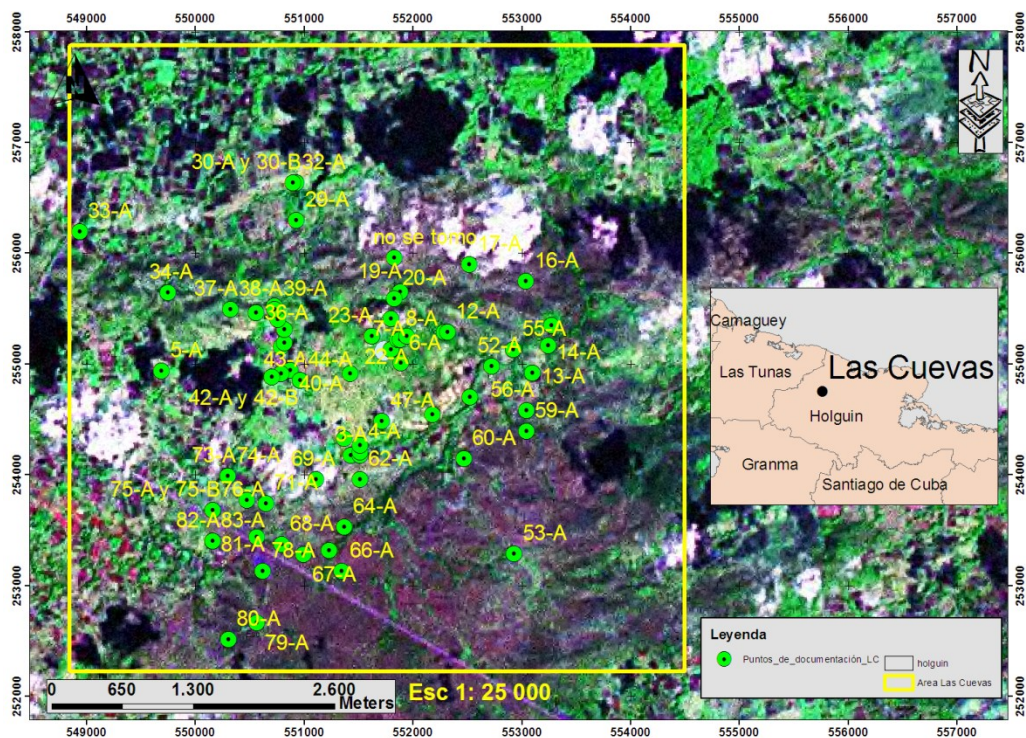


Figura No. 3.1: mapa de ubicación de los puntos de muestreo

3.2 CARTOGRAFIADO DEL SECTOR LAS CUEVAS

La cartografía del área de trabajo fue planificada escala 1:25 000 con un total de 400 puntos a documentar en 25 Km². Dada la densa vegetación existente solo se pudo mapear siguiendo la red de caminos y arroyos existentes un total de 83 afloramientos, a los cuales se les realizaron análisis petrográfico y minerográfico. Según (M. Kosak 1988) el área está constituida por una melange integrada por las formaciones del arco insular volcánico junto con las secuencias de la asociación ofiolítica. Los rasgos geológicos identificados durante la documentación y el análisis tectónico de los puntos más relevantes mapeados se muestran a continuación.

Punto No. 10 Coordenadas x: 762002 Coordenadas y: 205707

Descripción del punto documentado

Aforan rocas de granos muy finos muy meteorizadas, agrietadas. Están ubicadas en el punto más alto del intrusivo riolítico. Se tomó la muestra 10-A. En este punto se documentó un monumento topográfico.



Foto No.3.1: a) afloramiento de riolitas, b) muestra de mano de riolita

Punto No. 11 Coordenadas x: 761950 Coordenadas y: 205708

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de color blanco, posibles riolitas en contacto con una roca con fragmentos redondeados, posibles conglomerados. En el afloramiento se observa una falla de rumbo N10E. Se tomó una muestra del conglomerado (11-A). Se midieron los elementos de yacencia a la estructura, la cual dio 240/35.

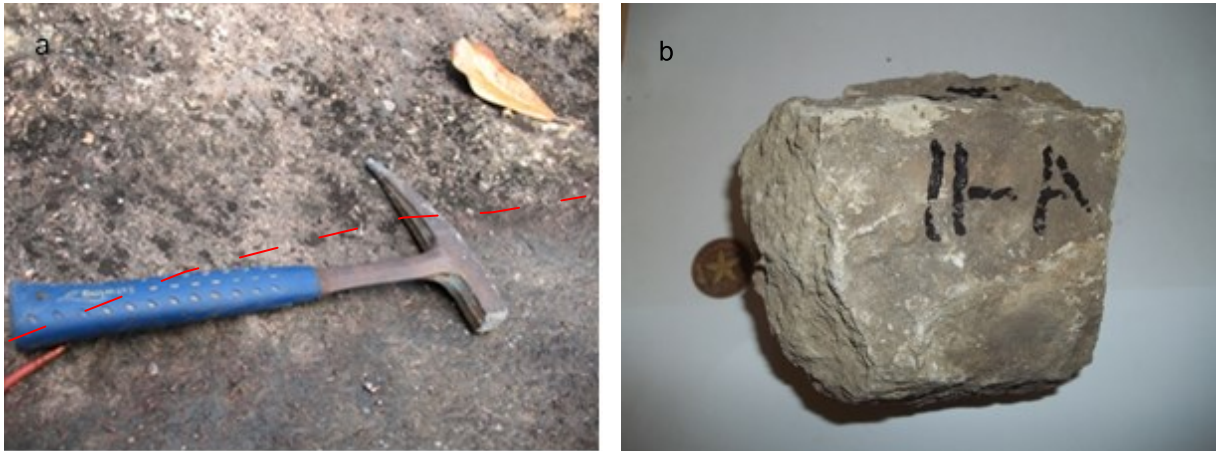


Foto No.3.2: a) afloramiento de conglomerados en contacto con riolitas, b) muestra de mano de conglomerado

Punto No. 12 Coordenadas x: 761949 Coordenadas y: 205708

Descripción del punto documentado

Se observan fragmentos pequeños de una roca de granos finos de color oscuro, los fragmentos son de diámetro entre 4 a 20 cm. Al parecer están aflorando in-situ. En el punto se tomó la muestra 12-A, la roca se identificó como una anfibolita.

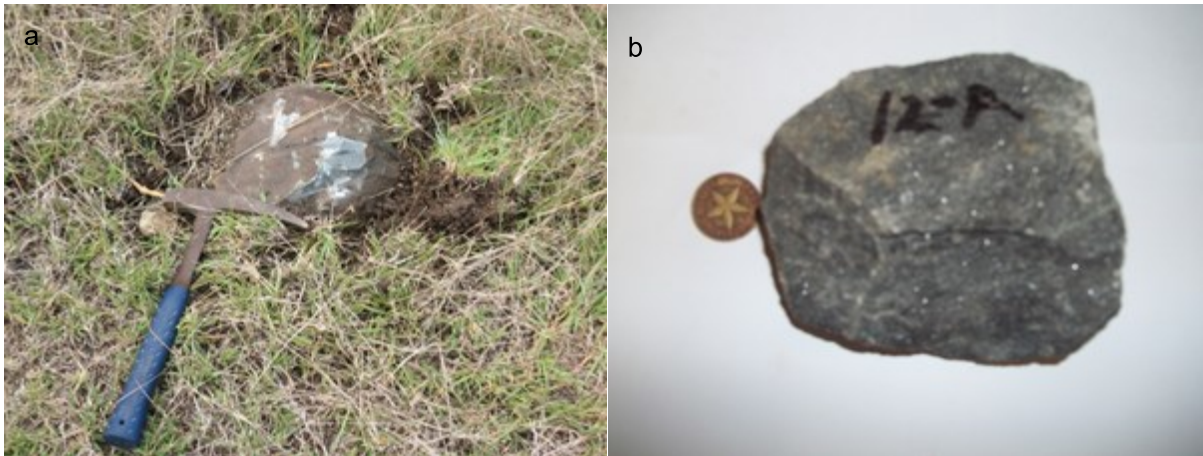


Foto No.3.3: a) afloramiento de anfibolita, b) muestra de mano de anfibolita

Punto No. 13 Coordenadas x: 761922 Coordenadas y: 205656

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de color oscuro de 15 m², se observa una serpentinita, algo alterada y meteorizada con cristales de minerales del grupo de la serpentina que se observan a simple vista. Se tomó la muestra 13-A.

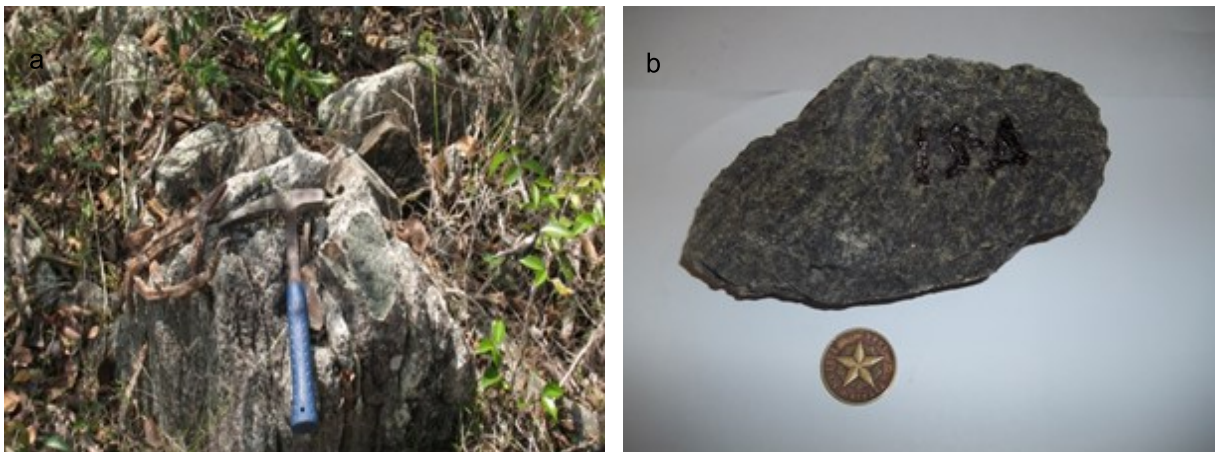


Foto No. 3.4: a) afloramiento de serpentinita; b) muestra de mano de serpentinita

Punto No. 20 Coordenadas x: 762006 Coordenadas y: 205718

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca con una textura brechosa (serpentinita), alterada por la meteorización, el afloramiento tienen dimensiones de 1x2 m con un rumbo de N60E. Se tomó la muestra 20-A.

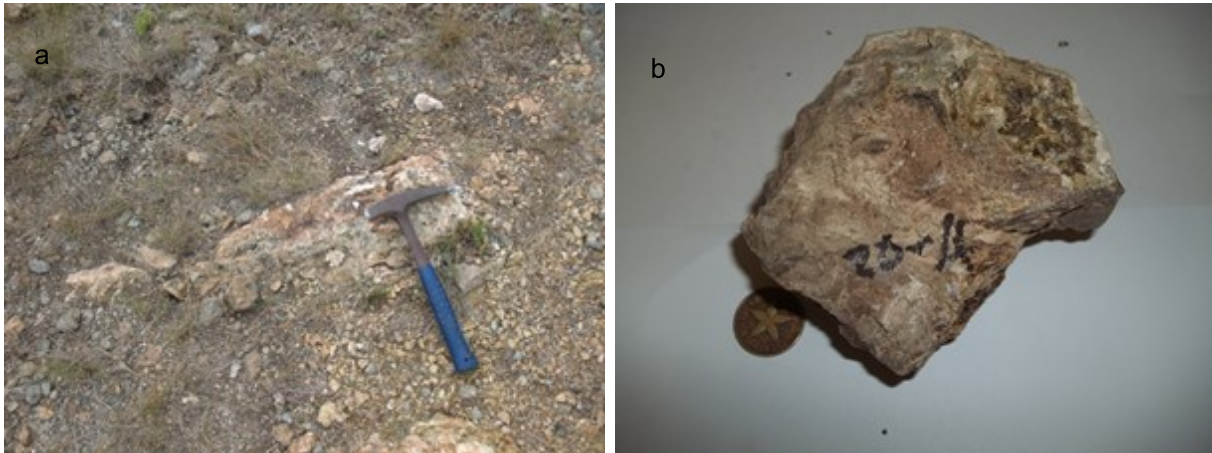


Foto No. 3.5: a) afloramiento de serpentinita; b) muestra de mano de serpentinita

Punto No. 23 Coordenadas x: 762013 Coordenadas y: 205707

Descripción del punto documentado

Se documentó un pequeño bloque de sílice de color naranja con una estructura esquelética típica de la actividad hidrotermal, silicificado con una dimensión de 0.3x0.5 m, se observan que algunas grietecillas están rellenas al parecer por un mineral del grupo de los sulfuros (esfalerita). En el punto se tomó la muestra 23-A.



Foto No.3.6: a) afloramiento de silicita; b) muestra de mano de silicita

Punto No. 27 Coordenadas x: 762043 Coordenadas y: 205712

Descripción del punto documentado

Afloramiento de dimensiones 10x3 m de una roca de color claro, dacita muy alterada, tectonizada, la roca no reacciona con el ácido clorhídrico, el afloramiento presenta un rumbo norte franco. Se tomó la muestra 27-A en el punto de documentación.

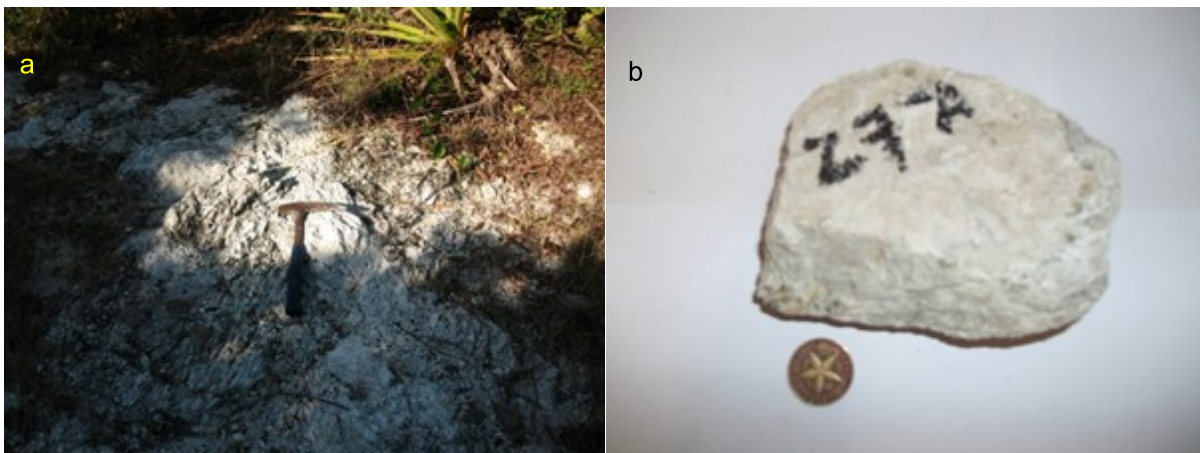


Foto No. 3.7: a) afloramiento de dacita; b) muestra de mano de dacita

Punto No. 51 Coordenadas x: 761942 Coordenadas y: 205649

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas en forma de conglomerado con clastos algo redondeados en el cauce del río, los clastos son de diámetro variable de 5 cm hasta 1 m y más, los fragmentos al parecer están constituidos por diorita horbléndica cementados por una matriz terrígena, el afloramiento tiene dimensiones de 6x6 m. Se tomaron dos muestras 51-A y 51-B. La muestra 51-B de los fragmentos y la 51-A de la matriz.

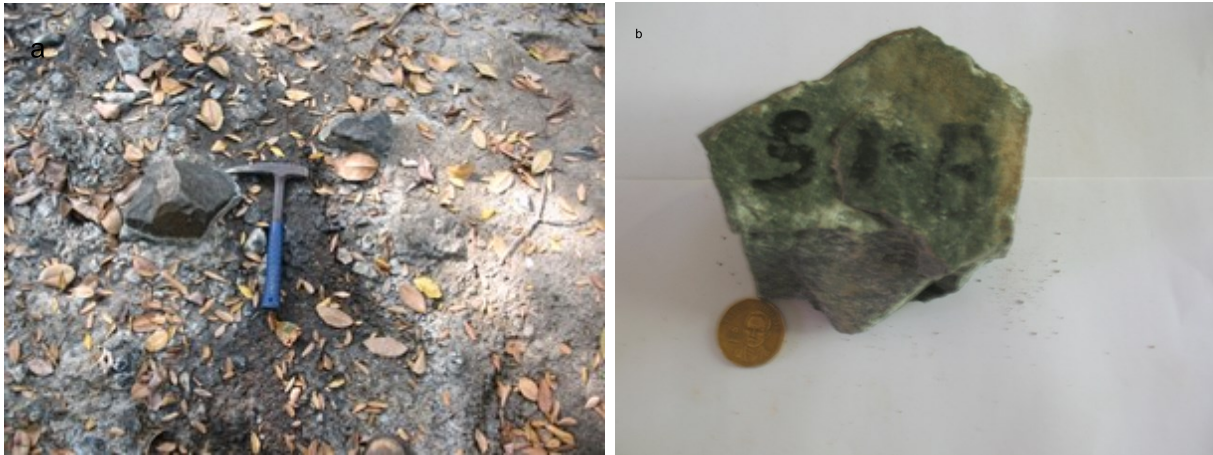


Foto No.3.8: a) afloramiento de conglomerado; b) muestra de mano de diorita

Punto No. 53 Coordenadas x: 761928 Coordenadas y: 205603

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas compactas de color verde oscuro, masivas, muy agrietadas. Las rocas parecen diorita. Se tomaron dos muestras, 53-A y 53-B, ambas muestras están mineralizadas, se observan pequeñas mineralizaciones de sulfuros en forma esférica de aproximadamente 2 mm de diámetro. El afloramiento tiene un rumbo de N55E.

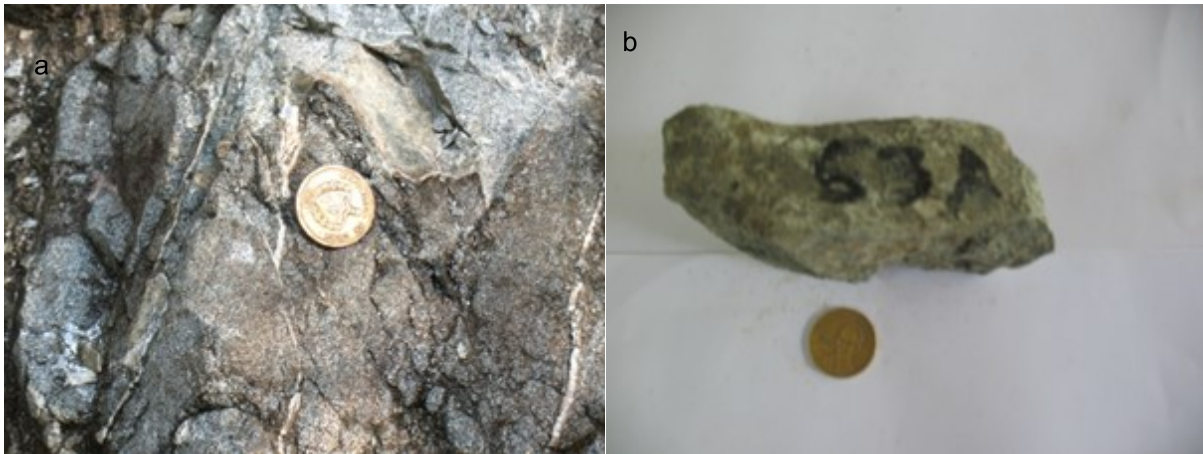


Foto No.3.9: a) afloramiento de diorita, b) muestra de mano de diorita

Punto No. 79 Coordenadas x: 762050 Coordenadas y: 205543

Descripción del punto documentado

Afloramiento de un material de color blanco algo deleznable con fragmentos de rocas de color blanco (posible cuarzo+feldespató) en contacto con las serpentinitas (el contacto al parecer es de tipo tectónico) el afloramiento tiene un rumbo Norte franco y dimensiones de 4x10 m. Se tomó la muestra 79-A.

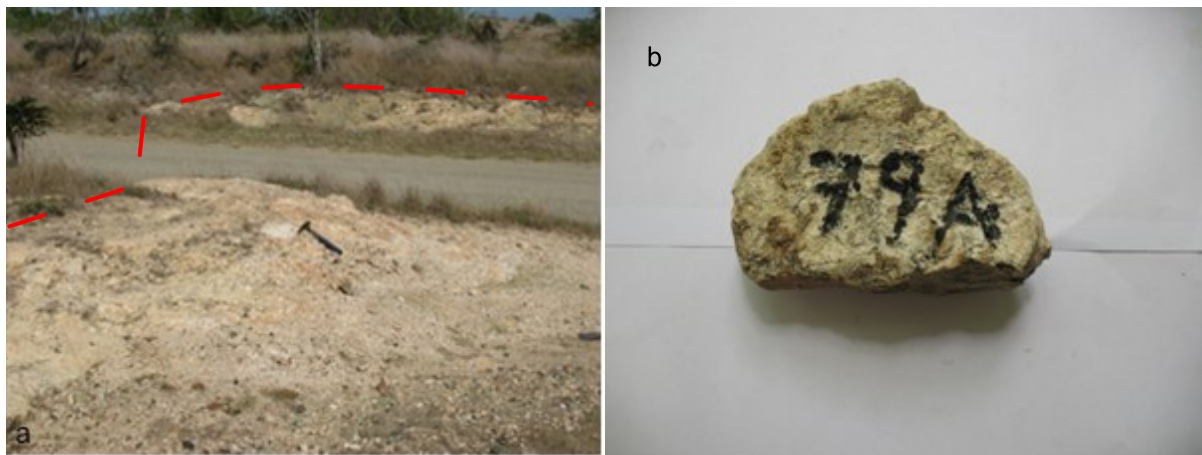


Foto No.3.10: a) afloramiento de riolita, b) muestra de mano de riolita

3.3 ANÁLISIS TECTÓNICO DEL ÁREA

Durante el reconocimiento fue posible medir los elementos de yacencia en algunos afloramientos a los cuales se les realizó diagramas de roseta para determinar las principales familias de grietas y las principales direcciones de esfuerzo. Dentro de los puntos analizados se encuentran los siguientes:

Punto No. 5 Coordenadas x: 762 080; y: 205 657

Breve descripción del punto documentado

En el punto existen dos familias de grietas predominantes ver diagrama de roseta, una en dirección E-W franco y la segunda en dirección N15E, por tal razón los esfuerzos que dieron origen a estas diaclasas se pueden orientar en dirección N60E o S60E y N15W o N45E respectivamente.

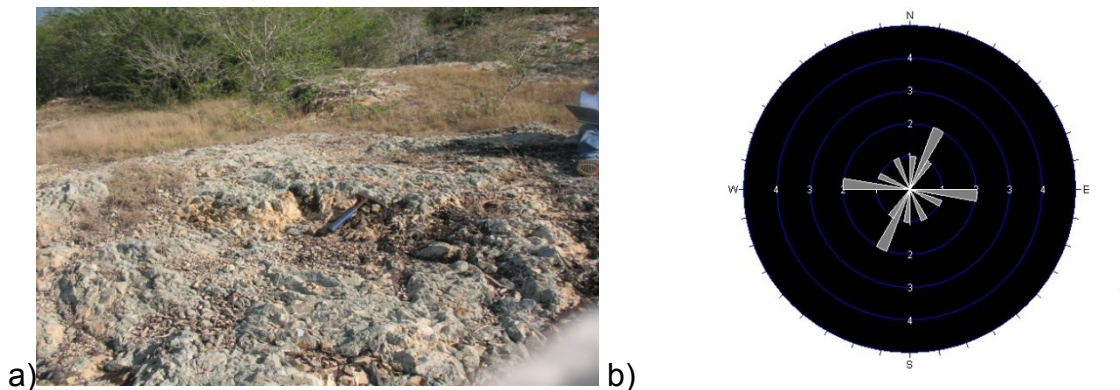


Foto No 3.11: a) afloramiento de riolitas en el camino; b) diagrama de roseta del afloramiento

Punto No. 7 Coordenadas X: 762 007 Y: 205 703

Breve descripción del punto documentado

Para el afloramiento documentado se determinó solo una sola dirección de agrietamiento predominante, en relación a los esfuerzos tectónicos que les dieron origen, estos últimos ubicados en dirección N45W originando así los sistemas de diaclasas como se puede observar en la foto No. 3.12.

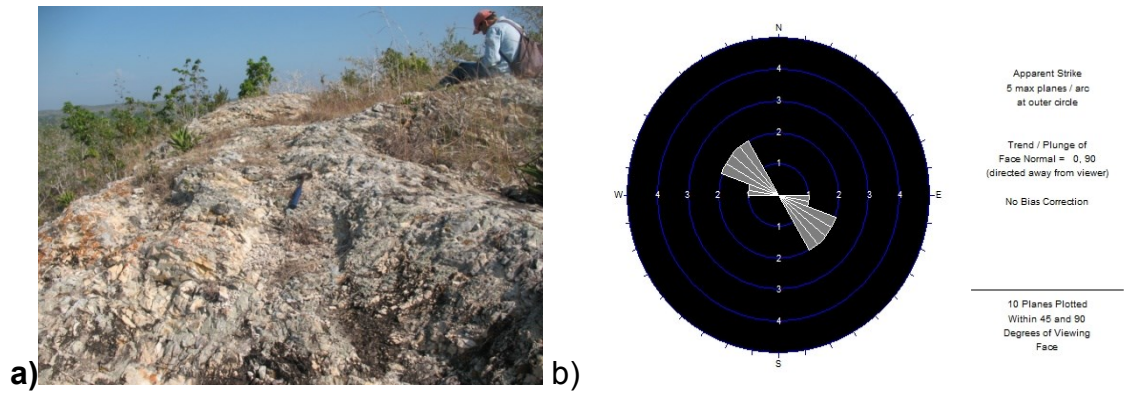


Foto No 3.12: a) afloramiento de riolita. b) diagrama de roseta del afloramiento

Punto No. 8

Coordenadas X: 762 005; Y: 205 706

Breve descripción del punto documentado

En el afloramiento se midieron un total de nueve mediciones de elementos de yacencia (ver anexo No.1) con las cuales fue posible elaborar el diagrama de roseta (ver foto No.3.13) y determinar las direcciones de las principales familia de grietas. Logrando así establecer los esfuerzos tectónicos que afectaron al macizo rocoso los que se orientan en dirección N60E o S60E y N15W o N45E respectivamente.

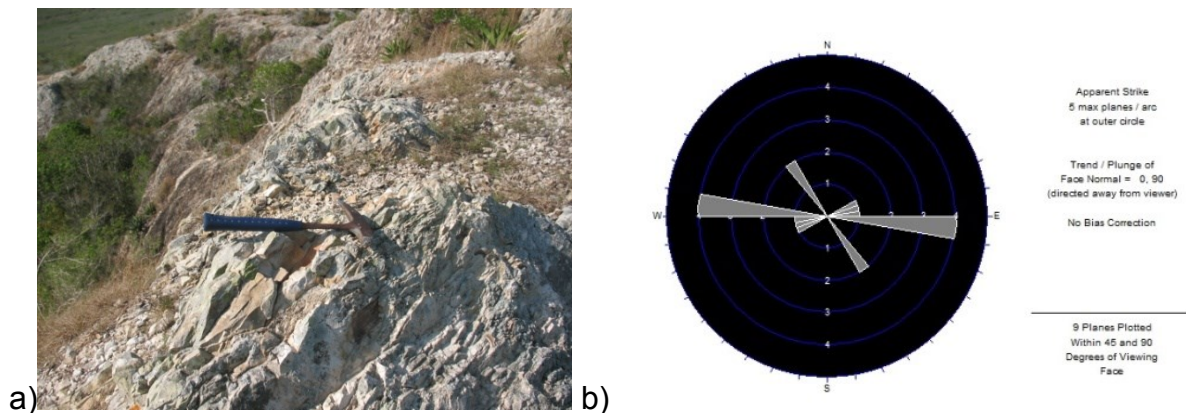


Foto No 3.13: a) afloramiento de riolitas; b) diagrama de roseta del afloramiento

Punto No. 28**Coordenadas X: 762044; Y: 205716****Breve descripción del punto documentado**

Para este afloramiento se documentaron 10 mediciones de diaclasas. Con los que se elaboró el diagrama de roseta (ver foto No.3.14). A partir del mismo se determinó una familia de grietas principal en dirección N45E y otra secundaria de menor magnitud en dirección N70W. A la principal familia de grietas se asociaron esfuerzos orientados al N15E que afectaron al macizo rocoso y causaron el agrietamiento, posiblemente relacionado con el cabalgamiento de las ofiolitas sobre el arco volcánico

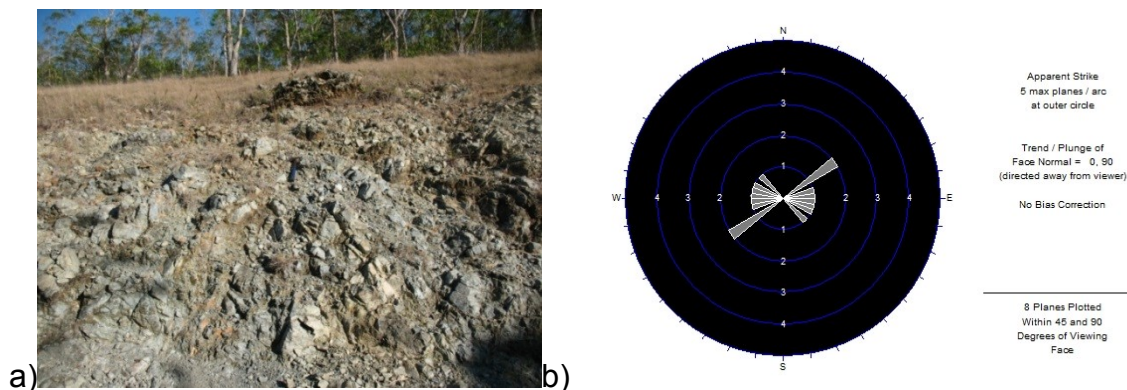


Foto No.3.14: Afloramiento de serpentinita; b) diagrama de roseta del afloramiento

Punto No. 46**Coordenadas X: 762 017; Y: 205 635****Breve descripción del punto documentado**

Para este afloramiento solo fue posible tomar 4 mediciones de elementos de yacencia, dado el grado de alteración de la roca por los agentes de intemperismo (ver foto No.3.15). Se elaboró el diagrama de roseta (ver diagrama de roseta) el cual debido a la escases de mediciones presenta escasa representatividad del agrietamiento, aunque se pudo identificar una familia de grieta con dirección preferencial de N10E.

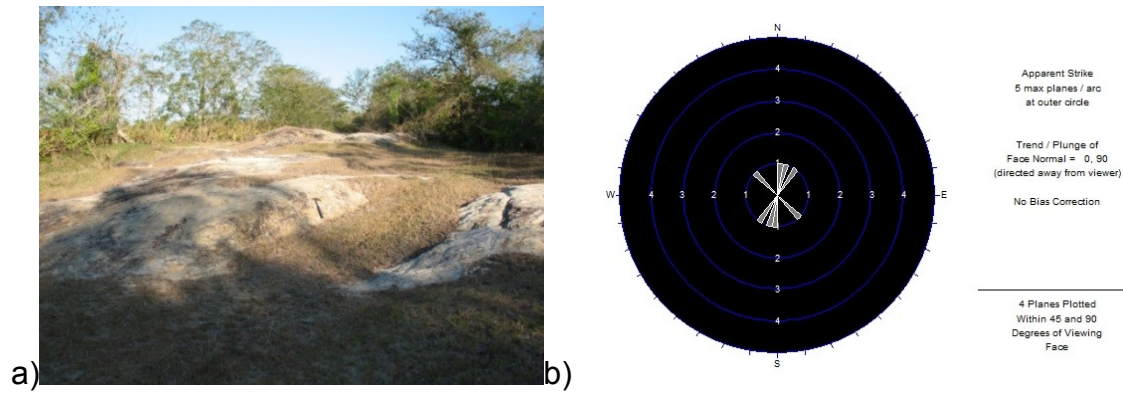
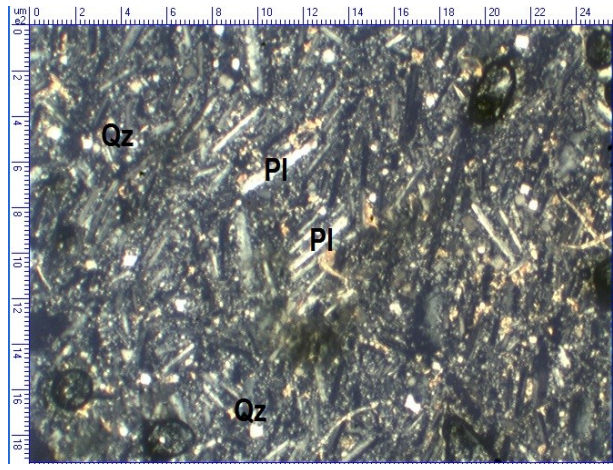
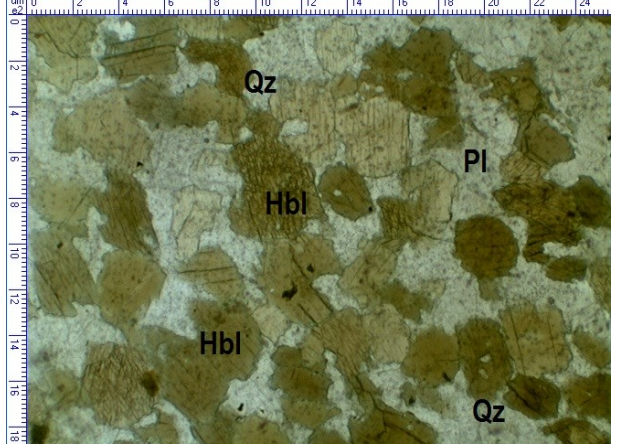
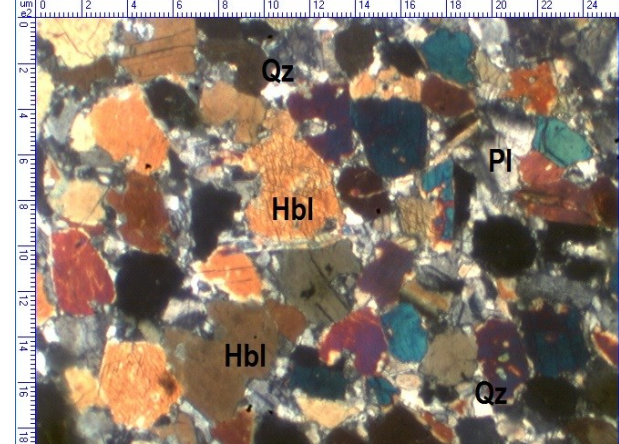


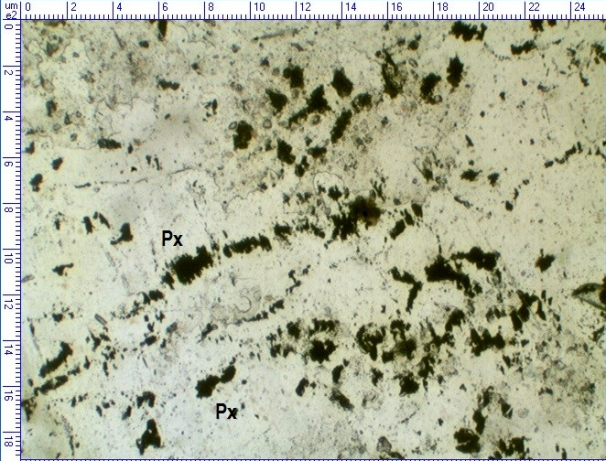
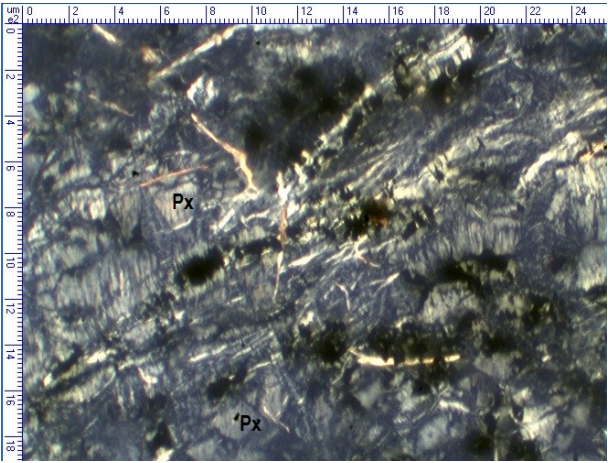
Foto No 3.15: afloramiento de riolitas; b) diagrama de roseta del afloramiento

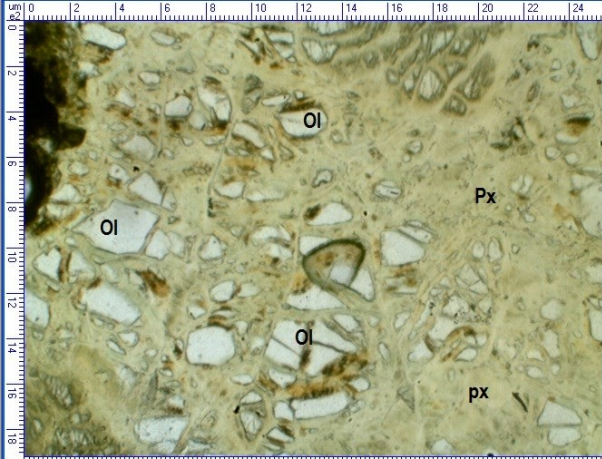
3.4 PETROGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

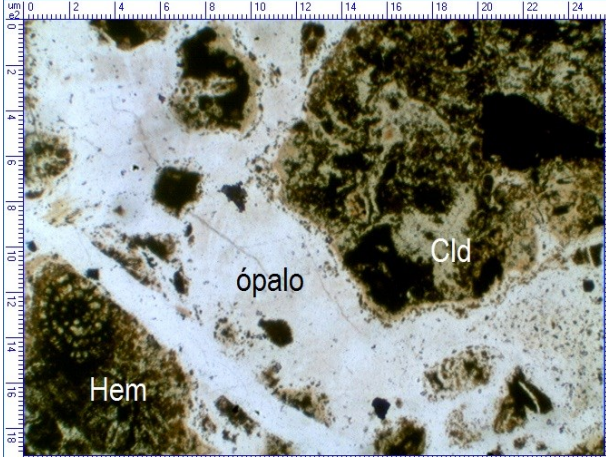
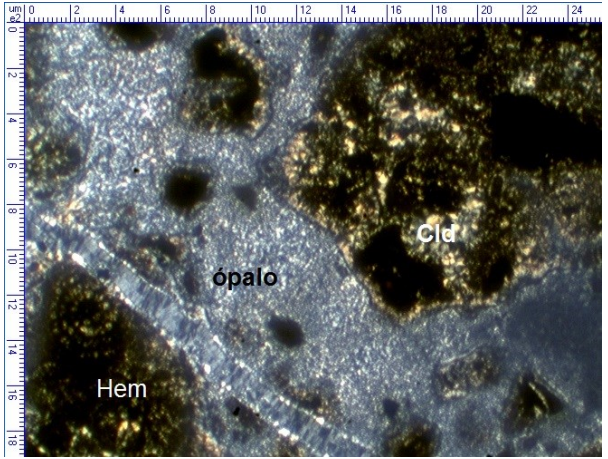
Durante la cartografía del sector Las Cuevas se tomaron un total de 88 muestras de las cuales se analizaron petrográficamente 10 muestras siendo las de mayor interés geológico, las descripciones petrográficas de las mismas se muestran a continuación.

No de muestra: 10-A	coordenadas x: 762 002	y: 205 707
Tipo de laboreo: levantamiento geológico		
Nombre de la roca: Dacita		
Textura: porfídica	Estructura: masiva	
Color: blanco		
Composición general: vidrio volcánico, plagioclasas, cuarzo		
<p>Descripción de detalle:</p> <p>Roca efusiva, presenta una textura porfídica en parte fluidal (pilotaxítica) debido a que se observa cierta alineación en los granos de plagioclasas que integran la matriz. La matriz de esta roca está constituida por microlitos de plagioclasas y vidrio volcánico, las plagioclasas alcanzan en la roca hasta un 70%, el vidrio volcánico representa un 6 % y el cuarzo representa un 20 %, el cual aparece en pequeños granos en forma de romboedros agudos con color de interferencia hasta el blanco gris del primer orden. Se observan minerales opacos en la sección los que no sobrepasan el 2 %.</p>		
		
Foto No. 3.16:	Microfotografía de la muestra 10-A. plagioclasas (PI) cuarzo (Qz) y vidrio volcánico: objetivo 2.5x (foto con nicoles x).	

No de muestra: 12-A	coordenadas x: 762 002 y: 205 707
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico	
Nombre de la roca: Anfibolita	
Textura: granoblástica	Estructura: masiva
Color: negro	
Composición general: plagioclasas, hornblenda verde, cuarzo, sericita	
<p>Descripción de detalle</p> <p>Roca compuesta por 70 % anfíbol (hornblenda verde), 15 % de plagioclasas, 10 % de cuarzo y sericita, esta última resultado de la alteración de las plagioclasas. Los granos del anfíbol tienen forma prismática y alargada, coloración verde, relieve alto y los colores de interferencia varían desde el amarillo-naranja del segundo orden y algunos llegan hasta el azul, presentan un pleocroísmo fuerte. Los cristales de plagioclasas son xenomórficos y subidiomórficos, incoloros, baja birrefringencia y maclas polisintéticas con colores de interferencia blanco gris del primer orden.</p>	
	
<p>Foto No. 3.17: Microfotografía de la muestra 12-A , plagioclasas (Pl), hornblenda verde (Hbl), cuarzo (Qz), sericita (Sc) (foto con nicols // y filtro azul objetivo 2,5x)</p>	<p>Foto No. 3.18 Microfotografía de la muestra 12-A (foto con nicols X) objetivo 2,5x</p>

No de muestra: 13-A		coordenadas x: : 761 922		y: 205 656	
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico					
Nombre de la roca: Serpentinita					
Textura: fibroblástica			Estructura: masiva		
Color: verde					
Composición general: crisotilo, antigorita, piroxeno bastitizado y cromoespinela					
Descripción de detalle:					
<p>Roca de textura fibroblástica (pseudomórfica o de alteración) los minerales que están presentes en esta roca son antigorita y el crisotilo, también se pueden observar cristales de piroxeno bastitizado. La roca presenta abundante mena metálica la que se identificó como cromoespinela parda y cromita o magnetita (?). En la roca no quedan vestigios de olivino relíctico. La cromoespinela se reconoce con facilidad por su color pardo característico.</p>					
					
<p>Foto No. 3.19 Microfotografía de la muestra 13-A , crisotilo, antigorita, piroxeno bastitizado (Px) y cromoespinela (foto con nicoles // y filtro azul objetivo 2,5 x)</p>			<p>Foto No. 3.20 Microfotografía de la muestra 13-A (foto con nicoles X) objetivo 2,5 x</p>		

No de muestra: 20-A	coordenadas x: 762 006	y: 205 718
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Nombre de la roca: Serpentinita		
Textura: fibroblástica	Estructura: masiva	
Color: blanco gris		
Composición general: crisotilo, antigorita, olivino, piroxeno y cromoespinela		
<p>Descripción de detalle:</p> <p>Roca compuesta por minerales del grupo de la serpentina y fragmento de minerales relícticos (olivino y piroxeno). La textura se describe como fibroblástica debido a la forma mallada que presentan los granos de minerales existentes en la muestra y a la presencia de fragmentos de minerales que no se han alterado, los fragmentos de olivino presentan colores de interferencia que alcanzan hasta el azul del segundo orden y se encuentran diseminados en toda la muestra. La cromoespinela se reconoce por su color pardo característico.</p>		
		
<p>Foto No. 3.21: Microfotografía de la muestra 20-A , olivino (Ol), crisotilo, antigorita, piroxeno (Px) y cromoespinela (foto con nicoles // y filtro azul objetivo 2,5x)</p>	<p>Foto No. 3.22: Microfotografía de la muestra 20-A (foto con nicoles X) objetivo 2,5x</p>	

<p>No de muestra: 23-A</p>	<p>coordenadas x: 762 013 y: 205 707</p>
<p>Tipo de laboreo: reconocimiento geológico</p>	
<p>Nombre de la roca: Silicita</p>	
<p>Textura: criptocristalina en parte organógena</p>	<p>Estructura: masiva</p>
<p>Color: pardo naranja</p>	
<p>Composición general: calcedonia criptocristalina, ópalo, hematita y fósiles</p>	
<p>Descripción de detalle: Roca sedimentaria, presenta una textura criptocristalina en parte organógena se observa la presencia de fragmentos de fósiles sustituido totalmente por hematites, en ocasiones estos fragmentos tienen forma elipsoidal. El material cementante está constituido por calcedonia en agregado criptocristalino con una distribución radial. Se observan además pequeñas grietas rellenas de calcedonia de una formación posterior, algo de material amorfo (ópalo ?), la hematita parece estar sustituyendo a magnetita primaria?</p>	
	
<p>Foto No. 3.23: Microfotografía de la muestra 23-A , calcedonia criptocristalina (Cld), ópalo, hematites (Hem), fósiles (foto con nicoles // y filtro azul objetivo 2,5x)</p>	<p>Foto No. 3.24: Microfotografía de la muestra 23-A (foto con nicoles X) objetivo 2,5x</p>

No de muestra: 27-A	coordenadas x : 762 043	y: 205 712
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Nombre de la roca: Dacita		
Textura: hialopilítica	Estructura: masiva	
Color: blanco		
Composición general: plagioclasas, cuarzo, vidrio volcánico		

Descripción de detalle:

Roca efusiva presenta una textura hialopilítica, lo minerales que se pueden observar en esta muestra son las plagioclasas las cuales en ocasiones suelen aparecer formando pequeños cristales alargados con cierta zonación en sus maclas, el cuarzo aparece en forma de microlitos con una geometría bien definida englobado dentro de la matriz de la roca. Los minerales están rodeados por una matriz microlítica de plagioclasas y vidrio volcánico. El conteo de los granos minerales arrojó 60 % de plagioclasas, 20 % de cuarzo, 15 % de vidrio volcánico y 3 % de mena metálica.

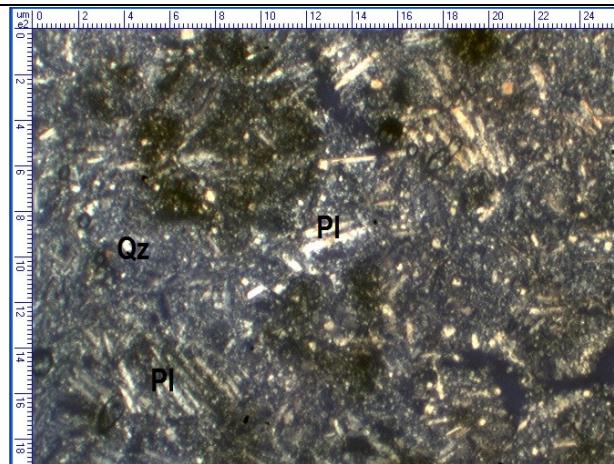
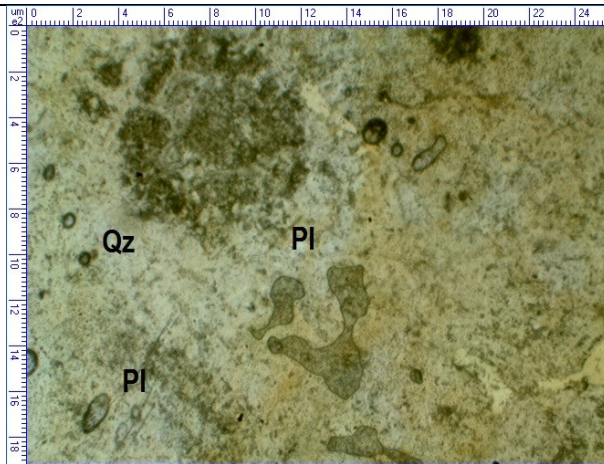
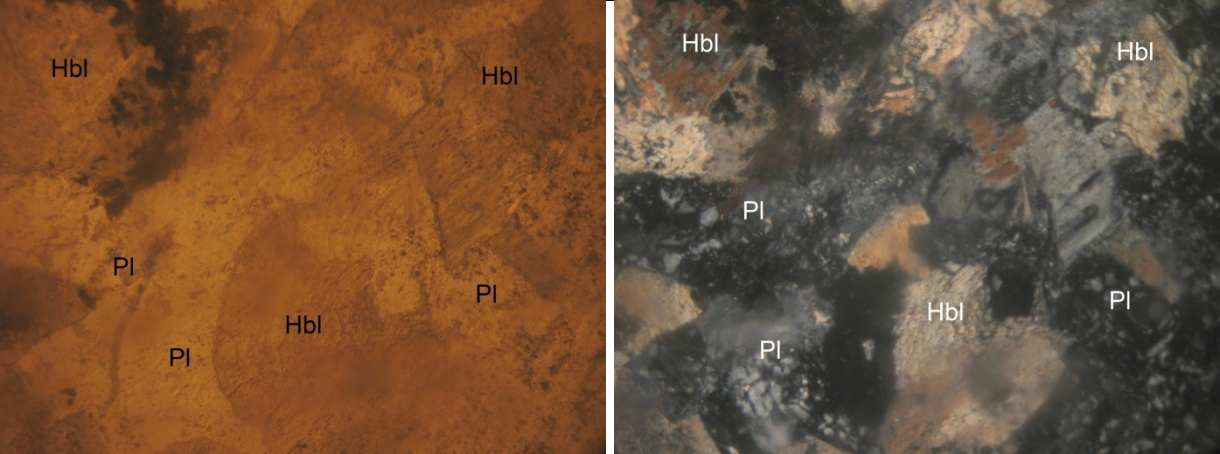



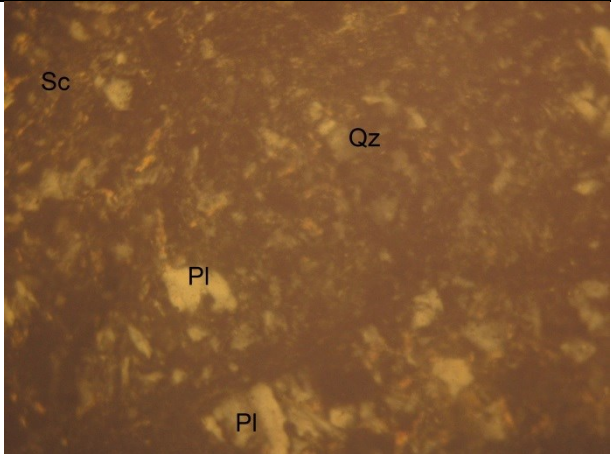
Foto No. 3.25: Microfotografía de la muestra 27-A plagioclasas (PI), cuarzo (Qz), vidrio volcánico (foto con nicoles // y filtro azul objetivo 2,5x)

Foto No. 3.26: Microfotografía de la muestra 27-A (foto con nicoles X) objetivo 2,5x

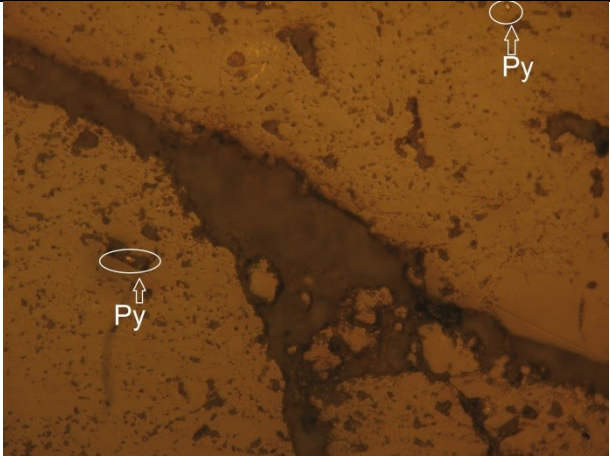
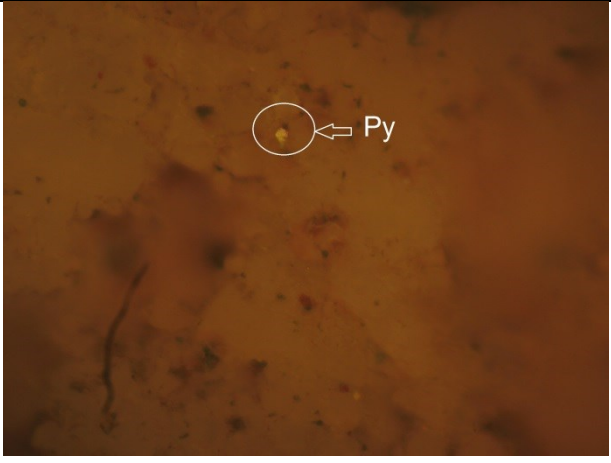
No de muestra: 51- B	coordenadas x: 761 942 y: 205 649
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico	
Nombre de la roca: diorita horbléndica	
Textura: hipidiomórfica	Estructura: masiva
Color: negro	
Composición general: plagioclasas, anfíboles hornblenda verde, cuarzo, epidota	
<p>Descripción de detalle:</p> <p>Roca constituida por 30% de anfíbol (hornblenda verde) los cuales están sufriendo un proceso de alteración y transformándose a sericita, las plagioclasas que aparecen están bastante alteradas y presentan una extinción zonada, además estas representan el 60% del total de minerales en la roca. El cuarzo aparece en pequeños cristales, presenta una extinción zonada, las menas metálicas ocupan el 10% restante de la composición de la muestra. En la muestra se observa una grieta que se encuentra rellena por epidota.</p>	
	
<p>Foto No. 3.27: Microfotografía de la muestra 51-B plagioclasas (Pl), anfíboles hornblenda verde (Hbl), epidota (Ep) (foto con nicols // objetivo 10x)</p>	<p>Foto No. 3.28: Microfotografía de la muestra 51-B (foto con nicols X) objetivo 10x)</p>

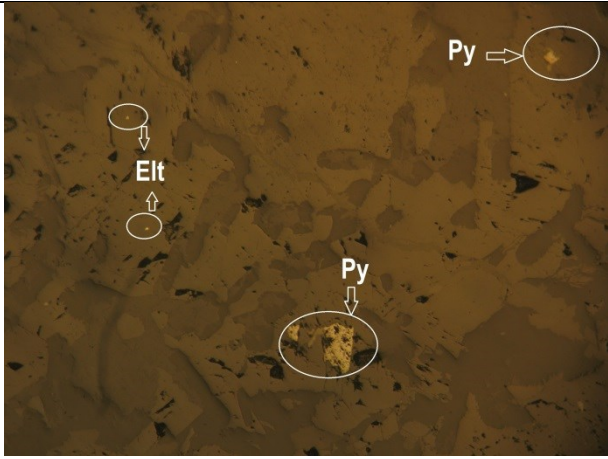
No de muestra: 53-A	coordenadas x: 761 928	y: 205 603
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Nombre de la roca: Diorita horbléndica		
Textura: hipidiomórfica	Estructura: masiva	
Color: negro		
Composición general: plagioclasas, horblenda, cuarzo		
<p>Descripción de detalle:</p> <p>Roca con una textura hipidiomórfica está compuesta por un 50% de plagioclasas la cual se encuentra muy alterada presenta colores de interferencia blanco gris del primer orden, apenas sin analizador se puede observar, los cristales de horblenda verde representan el 30%, con formas tabulares. El cuarzo aparece en pequeños cristales, presenta una extinción zonada y colores de interferencia del blanco al gris de primer orden.</p>		
		
Foto No. 3.29: Microfotografía de la muestra 53-A plagioclasas(Pl), horblenda (Hbl), (foto con nicoles // objetivo 10x)		Foto No. 3.30: Microfotografía de la muestra 53-A (foto con nicoles X) objetivo 10x

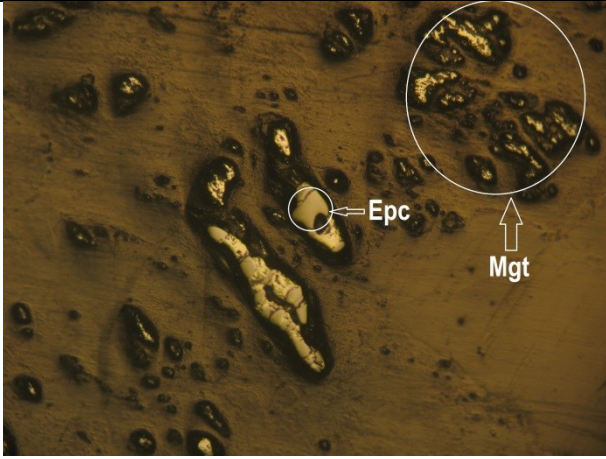
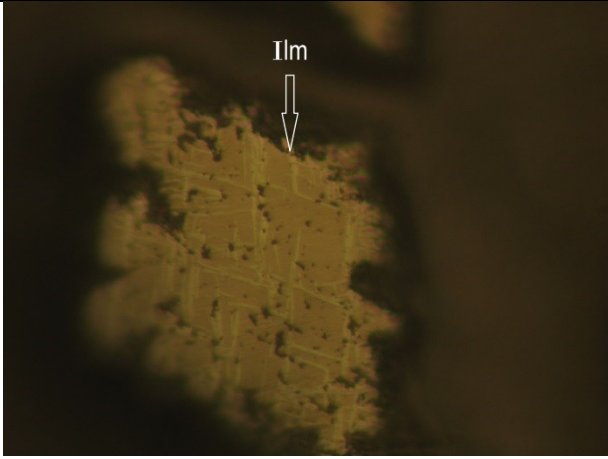
No de muestra: 53-B	coordenadas x: 761 928	y: 205 603
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Nombre de la roca: Diorita hornbléndica		
Textura: Ipidiomórfica poiquilítica		Estructura: masiva
Color: gris oscuro		
Composición general: hornblenda verde, plagioclasas, sericita, clorita		
Descripción de detalle:		
<p>Roca compuesta por un 20% de anfíboles (hornblenda verde), 70% de plagioclasas que en ocasiones se pueden observar sonadas y alterándose a clorita. La textura poiquilítica está dada por la presencia de inclusiones de anfíboles en las plagioclasas. Los minerales de alteración son la sericita y la clorita los que representan 8% de esta roca, esto se debe a la alteración de las plagioclasas y los anfíboles. Las menas metálicas ocupan un 2%.</p>		
Foto No. 3.31 Microfotografía de la muestra 53-B hornblenda verde (Hbl), plagioclasas(PI) (foto con nicoles // y filtro azul, objetivo 2.5x)	Foto No. 3.32: Microfotografía de la muestra 53-B (foto con nicoles X) objetivo 2.5x	

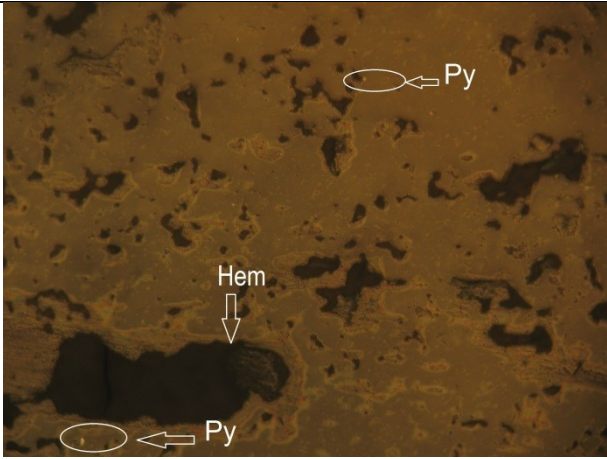
No de muestra: 79-A		coordenadas x: 762 050		y: 205 543	
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico					
Nombre de la roca: Roca de la serie TTG					
Textura: afanítica			Estructura: masiva		
Color: blanco crema					
Composición general: plagioclasas, cuarzo, sericita					
Descripción de detalle:					
<p>Roca con textura afanítica con matriz micrítica en parte politaxítica compuesta por plagioclasas, las que están alteradas, además se observa cuarzo en forma de cristales pequeños y diseminados por toda la muestra aunque en pequeñas cantidades, la sericita se puede encontrar diseminada como mineral de alteración, . Se cuantificaron los porcentajes de los minerales presentes como PI 65 %, Qz 30 %, Cl 3 %, Ep 2 %</p>					
					
<p>Foto No. 3.33 Microfotografía de la muestra 79-A (foto con nicoles //, objetivo 10x)</p>			<p>Foto No. 3.34: Microfotografía de la muestra 79-A plagioclasas (PI), sericita (Sc),cuarzo (Qz) (foto con nicoles X) objetivo 10x</p>		

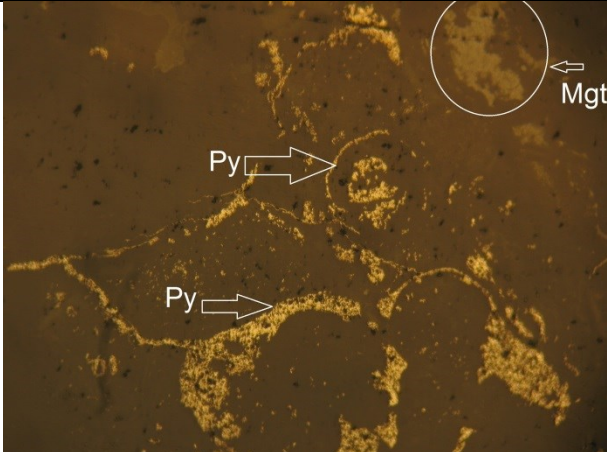
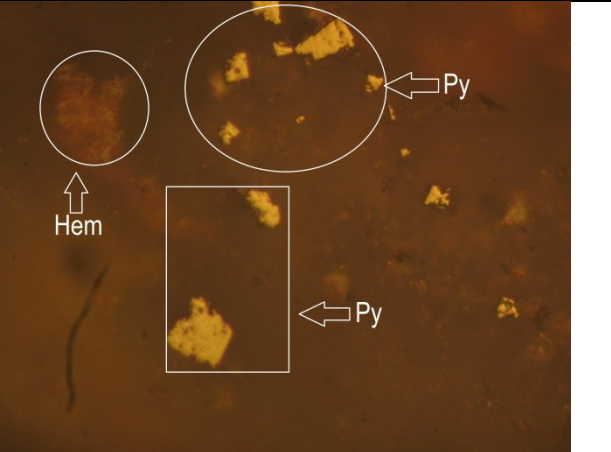
3.5 MINERAGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

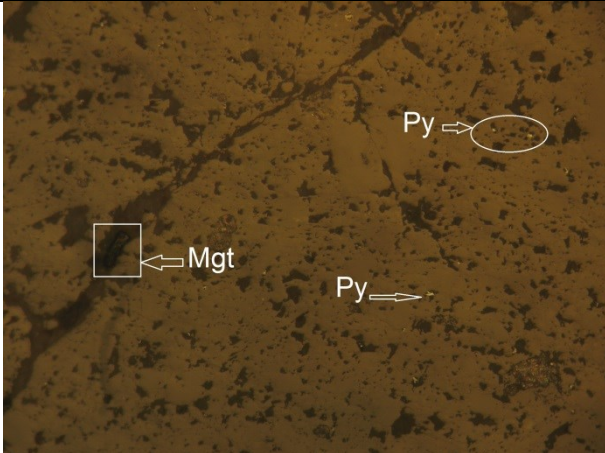
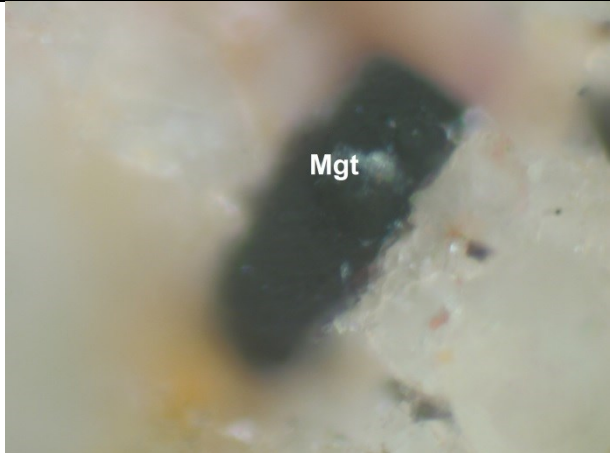
No de muestra: 11-A	coordenadas x: 762 050	y: 205 543
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Texturas: cristalización allotromórfica, sustitución esquelética y de intercesión		
Composición general: pirita, hematites, magnetita		
Descripción de detalle: <p>La muestra presenta una textura de cristalización allotromórfica y de sustitución esquelética y de intercesión. En esta se observan pequeños granos de pirita diseminadas, estos presentan un color amarillos claro, isotrópicos y no tienen birrefringencia. También aparece hematita la cual se puede observar rodeando los minerales petrográficos. Los minerales petrográficos que están presentes en esta muestra son: cuarzo, plagioclasas y vidrio volcánico, generados en dos estadios de mineralización uno primario donde solo se observó pirita como mineral sulfuroso y otro portador de magnetita+hematita, esta última producto de la alteración de la magnetita.</p>		
		
Foto No. 3.35: Microfotografía de la muestra 11-A pirita (Py) (Objetivo 10x)	Foto No. 3.36: Microfotografía de la muestra 11-A (objetivo 50x)	

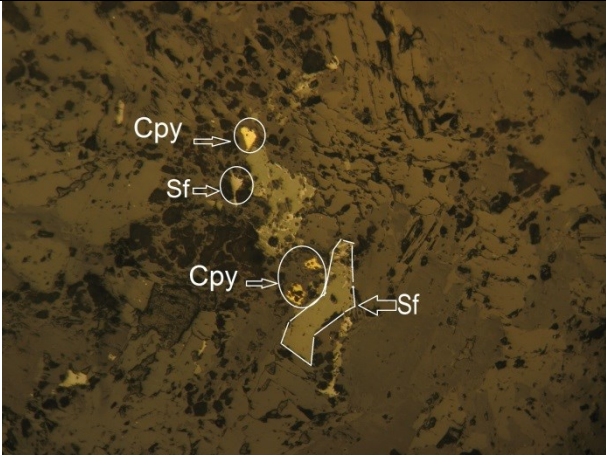
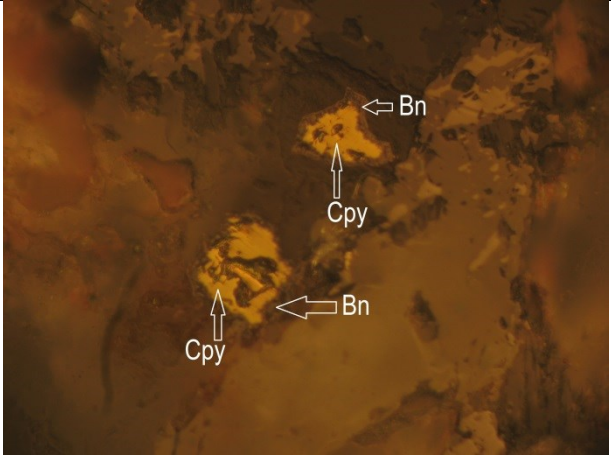
No de muestra: 12-A	coordenadas x: 762 050	y: 205 543
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Texturas: cristalización allotromórfica y de sustitución corrosión		
Composición general: pirita, sheelita, electrum?		
Descripción de detalle: Esta muestra presenta en su composición dos minerales metálicos principales estos son la sheelita la cual es de color gris claro con reflejos internos, es un mineral anisotrópico y no tiene birreflexión. La pirita tiene color amarillo claro, no tiene birreflexión y es isotrópico. Las texturas que se observan en esta muestra son la cristalización allotromórfica y de sustitución corrosión. Se puede apreciar la existencia de una paragénesis entre la pirita y la sheelita. Los minerales petrográficos que componen esta muestra son: anfíbol, plagioclasas, cuarzo. Aparecen algunos granos de un mineral de color crema amarillo que presenta una forma circular, es isotrópico (Electrum ?).		
		
Foto No. 3.37: Microfotografía de la muestra 12-A pirita (Py) y Electrum (Elt)? (Objetivo 10x)		

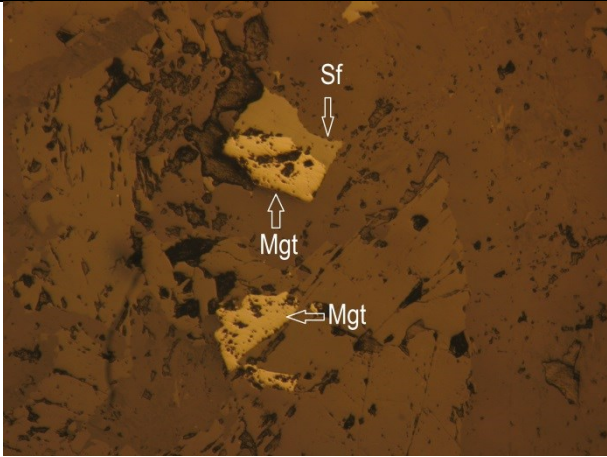
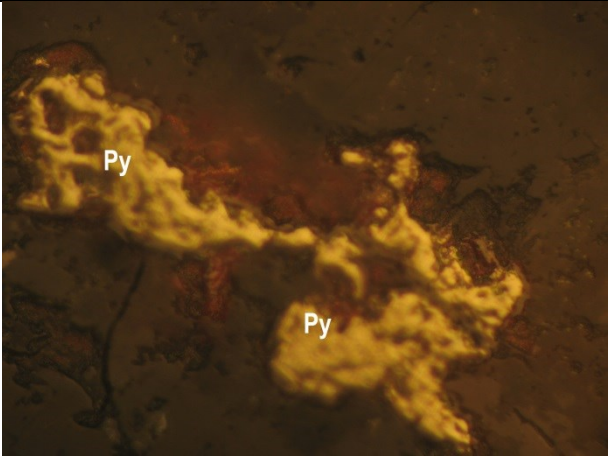
<p>No de muestra: 13-A</p>	<p>coordenadas x: 762 050</p>	<p>y: 205 543</p>
<p>Tipo de laboreo: reconocimiento geológico</p>		
<p>Texturas: cristalización allotromórfica de sustitución intersección y de descomposición de soluciones sólidas reticular</p>		
<p>Composición general: espinela, cromífera, pirita ?, magnetita</p>		
<p>Descripción de detalle: Esta muestra presenta una textura de cristalización allotromórfica, sustitución intersección y descomposición de soluciones sólidas reticular. Se observan granos de minerales de espinela cromífera diseminados en toda la muestra, los cuales presentan un color gris, un alto relieve y son isotrópicos. Las grietas que aparecen en los granos de espinela están rellenos por un mineral de color gris claro (magnetita), isotrópico y no tiene birrefringencia. Se observan algunos granos puntuales de un mineral de color amarillo claro (pirita?). Estos minerales están englobados en una matriz compuesta por minerales petrográficos del grupo de las serpentinas y piroxenos.</p>		
		
<p>Foto No. 3.38: Microfotografía de la muestra 13-A espinela cromífera (Epc) y magnetita (Mgt) (objetivo 10x)</p>	<p>Foto No. 3.39 Microfotografía de la muestra 13-A grano de espinela cromífera con textura de descomposición de soluciones sólidas reticular (ilmenita Ilm) objetivo 50x</p>	

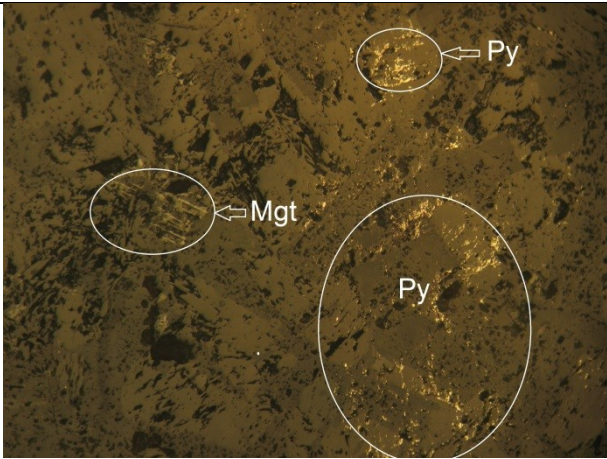
No de muestra: 20-A	coordenadas x: 762 050	y: 205 543
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Texturas: cristalización allotromórfica y de sustitución corrosión		
Composición general: pirita, magnetita, hematita		
Descripción de detalle: Esta muestra presenta una textura de cristalización allotromórfica y de sustitución corrosión, los minerales metálicos que están presentes son la pirita la cual presenta un color amarillo claro, es isotrópica, no tiene birreflexión ni reflejos internos, también aparecen algunos granos de magnetita, esta presenta un color gris parduzco, isotrópica, no tiene birreflexión y no presenta reflejos internos, aparece rodeada por hematita. Los minerales petrográficos que conforman la muestra son: minerales del grupo de la serpentina, olivino y piroxeno		
		
Foto No. 3.40 Microfotografía de la muestra 20-A pirita (Py) y hematita (Hem) (objetivo 10x)		

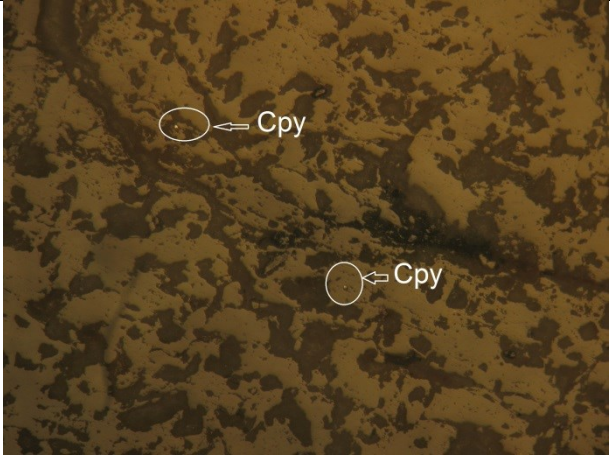
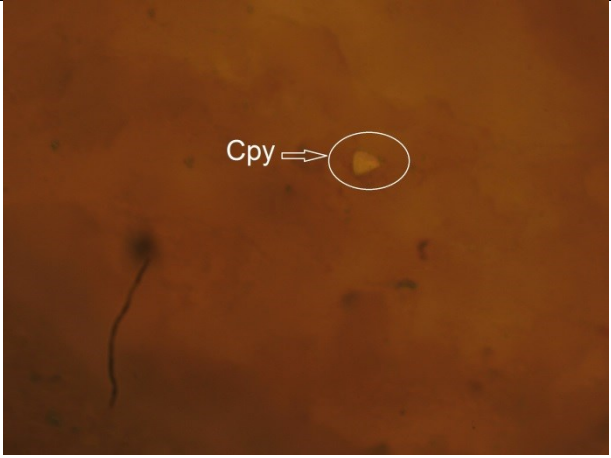
<p>No de muestra: 23-A</p>	<p>coordenadas x: 762 050 y: 205 543</p>
<p>Tipo de laboreo: reconocimiento geológico</p>	
<p>Texturas: cristalización hipidiomórfica y allotromórfica de sustitución esquelética y de corrosión</p>	
<p>Composición general: pirita, hematita, magnetita</p>	
<p>Descripción de detalle: Esta muestra presenta una textura de cristalización hipidiomórfica y allotromórfica de sustitución esquelética y de corrosión. Los minerales metálicos presentes en la muestra son: pirita, hematita, magnetita. La pirita se determinó por su carácter isotrópico, no presenta birreflexión, bajo luz reflejada normal el color es amarillo. La magnetita presenta un color gris parduzco, isotrópica, no tiene birreflexión y no presenta reflejos internos. La hematites se encuentra sustituyendo los granos de magnetita y pirita y tiene un color blanco gris. Los minerales petrográficos que componen la muestra son: ópalo, calcedonia.</p>	
	
<p>Foto No. 3.41: Microfotografía de la muestra 23-A pirita (Py) y magnetita (Mgt) (Objetivo 10x)</p>	<p>Foto No. 3.42 Microfotografía de la muestra 23-A c hematita (Hem) y pirita(Py) (objetivo 50x)</p>

<p>No de muestra: 27-A</p>	<p>coordenadas x: 762 050</p>	<p>y: 205 543</p>
<p>Tipo de laboreo: reconocimiento geológico</p>		
<p>Texturas: cristalización sideromítica y la de sustitución de corrosión.</p>		
<p>Composición general: pirita y magnetita</p>		
<p>Descripción de detalle:</p> <p>En esta muestra se observa la presencia de minerales metálicos los que se identificaron teniendo en cuenta las características mineralógicas de cada uno de ellos, el mineral metálico más abundante en la muestra es la pirita que se pudo determinar a partir de su carácter isotrópico, no presenta birreflexión, bajo luz reflejada normal el color es amarillo. La magnetita aparece en pequeños cristales muy escasos. Los granos tienen un tamaño que varía de 10-15 µm aproximadamente. En la muestra los minerales petrográficos que están presentes son: las plagioclasas, cuarzo y vidrio volcánico. Las texturas presentes son de cristalización sideromítica y de sustitución de corrosión.</p>		
		
<p>Foto No. 3.43 Microfotografía de la muestra 27-A constituida por pirita (Py) y magnetita (Mgt) (objetivo 10x)</p>	<p>Foto No. 3.44 Microfotografía de la muestra 27-A constituida por magnetita (Mgt) (objetivo 50x)</p>	

<p>No de muestra: 51-B</p>	<p>coordenadas x: 762 050</p>	<p>y: 205 543</p>
<p>Tipo de laboreo: reconocimiento geológico</p>		
<p>Texturas: cristalización hipidiomórfica y allotromórfica, sustitución corrosión y esquelética</p>		
<p>Composición general: pirita, magnetita, calcopirita, esfalerita y bornita</p>		
<p>Descripción de detalle: Esta muestra presenta una textura de cristalización epidiomórfica y allotromórfica además de sustitución corrosión y esquelética. Los minerales metálicos que se observan son: pirita color amarillo claro, isotrópico, no presenta birreflexión y no tiene reflejos internos, la magnetita que tiene un color gris parduzco, isotrópica, no tiene reflejos internos, la esfalerita presenta un color gris, isotrópica, no tiene birreflexión y presenta reflejo interno. Estos minerales aparecen como granos pequeños diseminados por la muestra. También se pueden observar algunos granos diseminados de calcopirita los que tienen un color amarillo y son débilmente anisotrópicos, además estos se están alterando a bornita. Los minerales petrológicos que conforman esta muestra son: plagioclasas, cuarzo, anfíboles.</p>		
		
<p>Foto No. 3.45 Microfotografía de la muestra 51-B calcopirita (Cpy) y esfalerita (Sf) Objetivo 10x</p>	<p>Foto No. 3.46 Microfotografía de la muestra 51-B calcopirita (Cpy) y bornita (Bn) (objetivo 50x)</p>	

<p>No de muestra: 53-A</p>	<p>coordenadas x: 762 050 y: 205 543</p>
<p>Tipo de laboreo: reconocimiento geológico</p>	
<p>Texturas: cristalización allotromórfica y de sustitución esquelética y corrosión</p>	
<p>Composición general: magnetita, esfalerita, pirita</p>	
<p>Descripción de detalle:</p> <p>La muestra se caracteriza por presentar una textura de cristalización allotromórfica y de sustitución esquelética y corrosión. Se puede observar la presencia de minerales metálicos tales como la pirita la cual tiene un color amarillo claro, isotrópica, no tiene birreflexión y no tiene reflejo internos y se encuentra rellenando oquedades en la roca, la esfalerita presenta un color gris, isótropa, no tiene birreflexión y presenta reflejo interno, la magnetita presenta un color gris parduzco, isotrópica, no tiene birreflexión y no presenta reflejos internos. La magnetita y la esfalerita es común observarlas en esta muestra en paragénesis. Los minerales petrológicos que conforman esta muestra son: plagioclasas, cuarzo, anfíboles.</p>	
	
<p>Foto No. 3.47: Microfotografía de la muestra 53-A magnetita(Mgt) y esfalerita (Sf) (objetivo 10x)</p>	<p>Foto No. 3.48: Microfotografía de la muestra 53-A pirita (Py) (objetivo 50x)</p>

No de muestra: 53-B	coordenadas x: 762 050	y: 205 543
Tipo de laboreo: reconocimiento geológico		
Texturas: cristalización allotromórfica, sustitución relíctica y corrosión		
Composición general: magnetita, pirita, esfalerita		
Descripción de detalle: Esta muestra presenta textura de cristalización allotromórfica y de sustitución relíctica y corrosión. En esta los minerales metálicos que aparecen son: magnetita, esfalerita y pirita. La pirita presenta una coloración amarillo claro, no presenta birreflexión, es isotrópica y no tiene reflejos internos. La magnetita presenta un color gris parduzco, isotrópica, no tiene birreflexión y no presenta reflejos internos. La esfalerita presenta un color gris, isotrópica, no tiene birreflexión y presenta reflejos internos.		
		
Foto No. 3.49: Microfotografía de la muestra 53-B magnetita (Mgt) y Pirita (Py) (Objetivo10x)		

<p>No de muestra: 79-A</p>	<p>coordenadas x: 762 050</p>	<p>y: 205 543</p>
<p>Tipo de laboreo: reconocimiento geológico</p>		
<p>Texturas: cristalina ipidiomórfica y de sustitución y de corrosión</p>		
<p>Composición general: magnetita, hematita, calcopirita</p>		
<p>Descripción de detalle: Esta muestra se caracteriza por presentar una textura cristalina ipidiomórfica y de sustitución y de corrosión .Los minerales que se observan son: calcopirita la cual tiene un color amarillo claro, anisotrópico, no tiene birreflexión, la magnetita es de color gris parduzco, isotrópica, no tiene birreflexión, y no tiene reflejo interno, también se puede ver que en ocasiones los granos de magnetita aparecen rodeados por hematites. Los minerales petrográficos de esta muestra son: cuarzo, plagioclasas y clorita</p>		
		
<p>Foto No. 3.50 Microfotografía de la muestra 79-A calcopirita (Cpy) (Objetivo10x)</p>	<p>Foto No. 3.51: Microfotografía de la muestra 79-A r calcopirita (Cpy) (objetivo 50x)</p>	

3.6 APORTES A LA GEOLOGÍA DEL ÁREA

La evolución del Arco Volcánico del Cretácico formado a partir del movimiento de placas oceánicas en dirección NE generó las secuencias vulcanógenas sedimentarias que conforman el área de estudio. Según los análisis petrográficos realizados a las muestras documentadas en el sector Las Cuevas se pudo identificar a través de sus rasgos petrográficos una roca anfibólica (ver muestras 12-A) la cual está asociada con la Fm Iberia. Las soluciones hidrotermales procedente de la Fm. Loma Blanca fueron las causantes de la mineralización menífera representada por pirita, calcopirita, esfalerita, sheelita y electrúm (?). La presencia del anfíbol hornblenda en estas rocas y otras documentadas en la zona (ver muestras 53-A, 53-B, 51-B) además de la zonación presente en minerales como el cuarzo y las plagioclasas denota la acción de los procesos hidrotermales asociado con la Formación Loma Blanca, que según (M. Kosak 1988) constituye la serie de composición media-ácida del arco volcánico.

Con la obducción del fondo oceánico y el emplazamiento de las ofiolitas sobre el arco volcánico se produjo una melange de secuencias, lo que condicionó la formación de rocas conglomeráticas documentadas en el área (ver muestra de mano 51-A) con una gran diversidad de fuentes de suministro.

Asociado con el proceso de diferenciación de las rocas ultramáficas del complejo ofiolítico se documentó en el área un dique de roca perteneciente a la serie de las TTG (Tonalite-Tronhjemite-plagiogranite) ver punto de documentación (No. 79), las cuales no han sido reportadas en las cartas geológicas con anterioridad. Dichas rocas representan el estado final de la cristalización del magma enriquecido en minerales cuarzo-feldespáticos y algunas menas metálicas como pirita y magnetita, aunque en poca cuantía.

El proceso de erosión y transporte que lleva a cabo la red fluvial del sector de estudio ha conformado a ambos lados de los cauces principales secuencias conglomeráticas de edad reciente, con fragmentos semi-redondeados y en algunos casos angulosos. Los fragmentos están constituidos mayormente por dioritas y ultramafitas serpentinizadas (ver muestra 51-A) la edad de tales secuencias no ha sido determinada. Con los rasgos geológicos establecidos en la investigación para el área de estudio se pudo realizar un esquema geológico actualizado como se observa en la figura 3.2

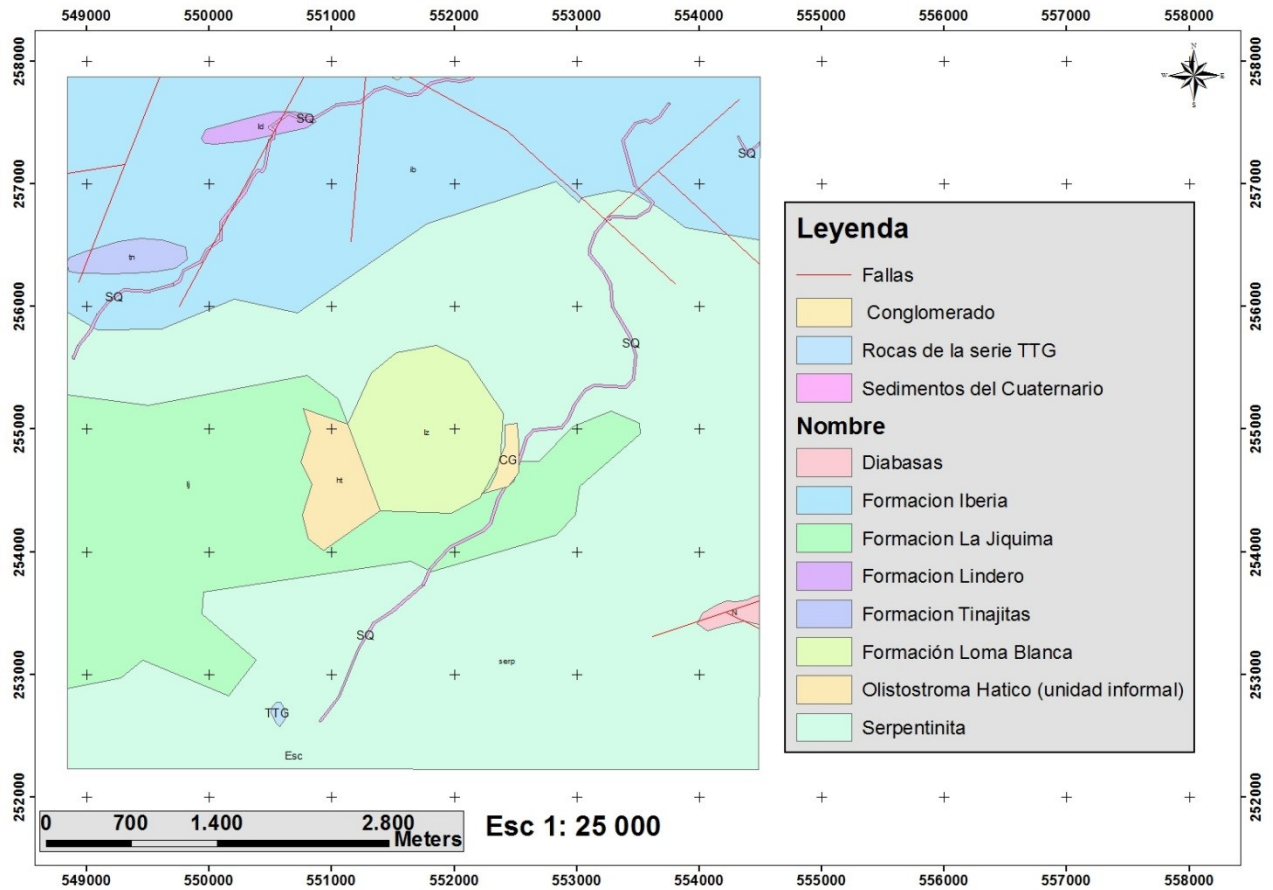


Figura No. 3.2: esquema geológico del sector Las Cuevas IGP (Modificado por G. Salazar, 2014)

CONCLUSIONES:

Las muestras 51-B, 53-A, 53-B y 12-A analizadas según los minerales petrográficos en ellas descritas han sido afectados por soluciones hidrotermales asociado a la Fm Loma Blanca donde se observó la epidotización, cloritización y sericitización

Se documentó por primera vez un dique de rocas pertenecientes a la serie de las TTG (Tonalite-tronhjemite-plagiogranite)

Los minerales meníferos documentados en las muestras analizadas son magnetita, calcopirita, pirita, esfalerita, electrúm (?) y bornita

Según los diagramas de rosetas elaborados en la investigación, para la formación Loma Blanca las principales diaclasas están orientadas en dirección NE sin embargo en el complejo ofilitico se observan direcciones NE y NW las que coinciden con la dirección de las principales estructuras tectónicas cubanas.

El área más perspectiva para futuras exploraciones en el sector Las Cuevas lo constituye la parte NE, donde fueron documentadas menas sulfurosas

RECOMENDACIONES:

Profundizar en la relación estructural de las formaciones Iberia y Loma Blanca, ambas pertenecientes al arco volcánico del Cretácico

Realizar el análisis de DRX a las muestras analizadas ya que hay fases minerales de alteración que no pudieron ser identificadas bajo el microscopio petrográfico

Realizar el análisis químico de las muestras para determinar la presencia de elementos con valor económico

Estudiar los sedimentos de los ríos por el método de Jagua para determinar la presencia de metales con valor económico

BIBLIOGRAFÍA:

Abelspies, C. (1919). Informe de una mina de cobre cerca de la costa sur de la provincia de Oriente y otro sobre unas minas de oro situadas en terrenos de Aguas Claras, Guajabales, barrio de Guabasiabo Oriente.

Atlas Nacional de Cuba. OLIVA G. Instituto de Geografía, ACC, 1992.

Melgarejo, J. C. "Atlas de asociaciones minerales en láminas delgadas."

Bajuelo, M. E. (1959). Análisis de la Mina "Avelina- Esther en el informe sobre estudio mineragráfico muestra No. 3275, Banco Nacional de Cuba.

Calzadilla, C. A. M. (1995). T.T.P. Generalización de las investigaciones Geólogo-Tecnológicas sobre oro endógeno y de placeres en la región de Holguín., ONRM.

Correa, B. (1990). "Informe sobre los resultados de la Búsqueda acompañantes escala 1:25 000 del área del complemento al proyecto Levantamiento Geológico escala 1:50 000 del Polígono IV Came Holguín".

Correa, B. (1991). "Informe sobre los resultados de la Prospección Preliminar oro placer Merquiades".

Chaveco, R. (1996). Informe de Exploración del sector Santa María en la concesión Holguín y el Informe del programa de perforación en el proyecto Santa María de la concesión Holguín, ONRM.

Deschappelles, L. (1958). Informe sobre los minerales, terrenos y posibilidades de explotación del antiguo coto cuprífero de Guanabo, Holguín, Oriente., ONRM.

- Dunn, D. C. (1998). Report on 1998 Diamond Drilling and Geophysical programs on the monte Rojo showing, Holguín concession, Cuba., ONRM.
- Efinova, L. (1974). Formación geológica y minerales útiles de la parte central y noreste del anticlinorio Holguín. Informe sobre la Búsqueda y Levantamiento Geológico 1:50 000, ONRM.
- E. Roedder, K. W. H. (1988). "Taolin Zn-Pb-fluorite deposit, People's Republic of China: an example of some problems in fluid inclusion research on mineral deposits " The Geological Society of London **145**: 163-174.
- E. Valsami, J. R. C. (1992). "Mobility of rare earth elements in zones of intense hydrothermal alteration in the Pindos ophiolite, Greece " The Geological Society of London **60**: 219-232.
- Fischer, T. (2008). "Fluxes of volatiles (H₂O, CO₂, N₂, Cl, F) from arc volcanoes." Geochemical Journal **42**: 21-38.
- Fernández, M. A. (1981). Informe de Búsqueda Detallada de cobre, en el sector Júcaro durante el período 1979-81. Municipio Bahía Honda, ONRM.
- Font, L. C. (1989). Informe sobre los trabajos de Exploración realizados en el yacimiento de oro "Reina Victoria". Prov. Holguín, perteneciente al coto minero Aguas Claras. Los trabajos de campo fueron ejecutados en 1988 y el C. R. Marzo 1989., ONRM.
- Galindo, M. G. (1992). Reporte geológico de los trabajos de Búsqueda Orientativa y Detallada de arena en el "Río Sagua" municipio Sagua de Tánamo, provincia Holguín., ONRM.

Gary J. Massoth, C. E. J. D. R., John E. Lupton, Richard A. Feedly, Edward T. Baker, Geoffrey T. Lebon, Stay M. Maenner (2003). "Chemically rich and diverse submarine hydrothermal plumes of the southern Kermadec volcanic arc (New Zealand)" The Geological Society of London **219**: 119-139.

G. Wadge, T. A. J. (1982). "La formación ofilitica Bath-Dunrobin, Jamaica, significado en la evolución del margen cretácico del Caribe." Geolocal Society of London **139**: 321-333.

Guerrero, Y. H. y. L. (2002). ""Caracterización Morfológica Mineralógica y Macroquímica del oro detrítico de la región Sagua- Moa-Baracoa""

Giron, D. B. (1992). Informe sobre los trabajos de Prospección Preliminar y Detallada de arena granitoide en el Este de Santiago de Cuba., ONRM.

GoldFields, M. S. (1996). Informe de la Prospección Regional en la concesión Holguín. Cuba, ONRM.

Grahan, R. A. (1960). Informe sobre el oro en Cuba hasta el presente y sus posibilidades industriales., ONRM.

Grey, M. J. (1961). Informe sobre minas de oro en el término municipal de Holguín./ 2.- El oro en Holguín. Informe técnico sobre los cotos de Guajabales y Aguas Claras., ONRM.

Hugo Merconchini Vega, J. A. (1972). Geología del área Agrupada del yacimiento Aguas Claras, Holguín, Oriente., ONRM.

Inobas, H. (1981). Informe sobre los resultados de los trabajos de Búsqueda compleja a escala 1:10 000 en el campo mineral Unión y en el flanco noreste del yacimiento minero realizado en los años 1972-74., ONRM.

Iturralde-Vinent, M. A. 1998: Sinopsis de la constitución geológica de Cuba. Acta Geológica Hispana, 33(1-4):9-56.

J. Escuder, A. D., P.P. Hernaíz (2006). "Relación magmática y edad de los arcos de islas toleíticas y boniniticos en el Caribe y su relación con rocas félsicas, Republica Dominicana " Lithos **90**: 161-186.

J. Proenza, R. D.-M. (2006). "Las rocas del arco de islas volcánico del cretácico en el este de Cuba: La formación Téneme." Geologica Acta **4**(1-2): 103-121.

Jackson, T. (2013). "A review of volcanic island evolution and magma production rate: an example from a Cenozoic island arc in the Caribbean." The Geological Society of London 170: 547-556.

Jesús. Manuel. López, R. G. P. (2007). "La mineralización de oro y plata en terrenos de afinidad continental de Cuba SW (Guanigunicico, Pinos y Guamamuaya). Implicaciones regionales.

Paul F. Kerr, PH.D. (1984). Mineralogía Óptica

- Kullerrud, G. (1979). Geoquímica de los yacimientos hidrotermales. Geoquímica de los yacimientos hidrotermales. H. L. Barne. New York, Jhon While and Sons. **66**: 798.
- Leyva, E. G. (1988). Informe final sobre los resultados del Levantamiento Geológico Complejo y Búsquedas Acompañantes a escala 1: 50 000 en el Polígono IV CAME Holguín, ONRM.
- Lescaille, D. (1988). Grado de estudio de los yacimientos de oro en Cuba. Moa, Instituto Superior Minero metalúrgico de Moa. Ingeniero.
- López, A. (1985). Informe de Búsqueda Evaluativa en los límites de las manifestaciones Elección, Jobito, La Cruzada y Los Asientos., ONRM.
- Manduley, E. A. y J. (1909). Plano original, en tela de la demarcación de la mina de cobre "Congreso", Dirección de Montes y Minas.
- Mario. E, B., Díaz Velazco Rafael (1940). Reportes sobre los cotos mineros de Aguas Claras y Guajabales (El Tesoro, Agrupada, Nuevo Potosí, Reina Victoria, El Oro).
- M. D. (1994). Informe Exploración Orientativa y Detallada oro Reina Victoria. (Cancelado por Período Especial en tiempo de paz). ONRM.
- M. Kosak, J. A., P. Jakus, Y. Ríos (1988). "Desarrollo estructural del arco insular volcánico-cretácico en la región de Holguín." Geología y Minería **1**: 24.
- Martínez, A. (1988). Informe final sobre los resultados del Levantamiento Geológico Complejo y Búsquedas Acompañantes a escala 1: 50 000 en el Polígono IV CAME Holguín. 1983-1988., ONRM.

Martínez, R. D. (1996). "Particularidades de distribución del Oro, Platinoides y otros Minerales Pesados En los Placeres Laterales del Norte de Cuba Oriental y su evaluación perspectiva".

Mead, G. P. (1947). Informe geológico del coto minero Guáimaro (Florenxia). Análisis de muestras. Informe sobre la mina Tuckahoe (Au)/ Clasificación de rocas, mina Borie (Au) e inf. de investigación microscópica y de radioactividad/ Análisis de muestras mina Florenxia. Clasi.

Mesfa, A. (1960). Mina Grande del Cobre. (Intervención). Informe de los estudios realizados durante el período de 15 de Mayo al 30 de Junio de 1960. Barrenos de diamante: litología y mineralogía de los testigos. Análisis, zonas mineralizadas y de lodos., ONRM.

Moreno, J. A. B. (1999). Estratigrafía y paleogeografía de las cuencas superpuestas de Cuba centro oriental. Departamento de geología. Moa, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. **PhD**: 146.

Morón, F. (1958). Análisis memorándum relacionado con las minas "La Holguinera", "Reina Victoria", "Non Plus Ultra" y otros e informe sobre la mina La Holguinera (Au) Guajabales, Holguín, Oriente., ONRM.

Morón, F. (1959). Informe breve sobre la mina El Tesoro (Au) barrio de Aguas Claras Holguín., ONRM

Morón, F. (1957). Visita realizada al coto minero Santa Lucía: minas Rita, Laura, Golden Circle y Fausto., ONRM.

Nicolaev, I. (1966). Informe acerca de los trabajos de Búsqueda y Exploración de oro realizados durante los años de 1963 a 1965 en la zona de Holguín, Provincia de Oriente., ONRM.

Nelson, A. G. (1951). Reporte sobre la mina Aguas Claras Holguín.

P. T. Leat, T. R. R., C. D. Wareham, I. L. Millar, S. P. Kelley, B. C. Storey (2002). "Tectonic setting of primitiv magmas in volcanic arcs: an example for Antarctic peninsula." The Geological Society of London 159: 31

Pdkamenniy, A. (1971). Resultados de los trabajos de Búsqueda y Búsqueda Exploración en Copales y Olga, región del yacimiento "Hierro". ONRM.

Pindell, J. (2011). "El gran arco de las Antillas: origen y relación con la melange de América central, implicaciones para el modelo de evolución " International Geology Review: 1-13.

Quirke, T. T. (1946). Informe sobre el denunció Monte Rojo, Dtto Purnio, cerca de Holguín. Notas sobre las minas Golden Circle y Santiago, Dpto Santa Lucía. Reporte sobre Aguas Claras. Placeres en el distrito Holguín. Placeres en el Valle de Cacoyogüín

Rachel Pacoe, J. R. C. (1995). "Modelling diffuse hydrothermal flow in black smoker vent fields " The Geological Society of London 87: 159-173

Rep. Técnico sobre el programa de exploración. Anexos gráficos. Addendum con la interpretación geofísica y resultados de laboratorio, ONRM.

R. Díaz-Martínez, J. A. P.-F. (2005). "Metalogenia asociada a las ofiolitas y arcos de islas del Cretácico del Nordeste de Cuba." *Geología y Minería* **21**(1): 40.

Rivera-Despaigne., H. (2002). Caracterización geólogo–geoquímico-genética y potencialidad menífera de la manifestación aurífera Corral de Rojas. *Geología. Moa*, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Master: 76.

Rode, A. H. (1930). Reporte sobre el distrito de minas de oro de Holguín, provincia de Oriente.

Rodríguez-Fernández, R. (2000). Estudio petrológico de las rocas de afinidad ofiolíticas portadoras de ilmenita en la zona de Cayo Grande en el macizo Sagua-Moa. *Geología. Moa*, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Master: 88.

Rosa. M. Rodríguez, J. B. M. (2001). "Petrología de las rocas plutónicas de afinidad ofiolítica presentes en la zona de Cayo Grande (Macizo ofiolítico Moa-Baracoa, Cuba Oriental)." *Minería y Geología XVIII* (1).

Roshkov, S. I. (1969). Yacimientos auríferos de Cuba y recomendaciones para la futura dirección de los trabajos de Búsqueda- Exploración., ONRM.

Ruiz, E. (1985). Informe sobre los resultados de los trabajos de Búsqueda Orientativa y Detallada de cobre y sulfuros de la región del yacimiento Buenavista realizados en los años 1981-84., ONRM.

Saumel, C. L. (2003). "Caracterización Morfológica y Textural de las Partículas de Oro de los Yacimientos y Manifestaciones Minerales del Distrito Holguín".

Sánchez, R. G. (1990). Informe Prospección Preliminar y detallada de arena marina para la construcción en el sector Gibara-Rio Seco plataforma nororiental. escala 1: 50 000., ONRM.

Sergio Loynaz, L. S. (1959). Hojas de análisis de muestras en varias minas de la provincia de Oriente, ONRM.

Terry Brace, H. P. O. (1996). Report on the Tamarindo. Concession Las Tunas and Holguín provinces. West. Central Cuba. Report of work (March-November 1996) on the Tamarindo concession, Las Tunas and Holguín provinces, East-Central Cuba. Reducción de áreas sector Tamarindo., ONRM.

Vlastimil Svoboda, L. D. (1966). Informe sobre las investigaciones preliminares del yacimiento "Tamarindo, ONRM.

Wolsteneroft, A. (1996). A technical report on the exploration programme carried out on the Holguín exploration licence July 1994-december 1995.

Y Rojas Agramonte, A. K., A. García Casco et al (2001). "Dataciones y evolución del arco volcánico del cretácico en Cuba oriental: implicaciones en el sistema de arcos en el noreste del Caribe." The journal of Geology **119**: 619-640.

ANEXOS:

Anexo No 1

Punto	A. buzamiento	Azimut	Punto	A. buzamiento	Azimut
8	90	50	5	70	245
8	85	0	5	70	290
8	55	150	5	60	180
8	90	0	7	90	20
8	90	50	7	90	0
8	90	340	7	90	220
28	40	340	7	90	200
28	80	40	7	90	230
28	80	10	7	90	30
28	85	325	7	90	40
28	45	353	7	90	10
28	85	345	7	85	30
28	55	200	7	90	230
28	55	180	8	70	350
28	40	125	8	90	0
28	67	145	8	55	180
46	75	220	5	70	245
46	90	270	5	70	290
46	90	280	5	60	180
46	90	300	7	90	20

Tabla No.1: Mediciones de los elementos de yacencia de la zona de estudio

Anexo:No. 2

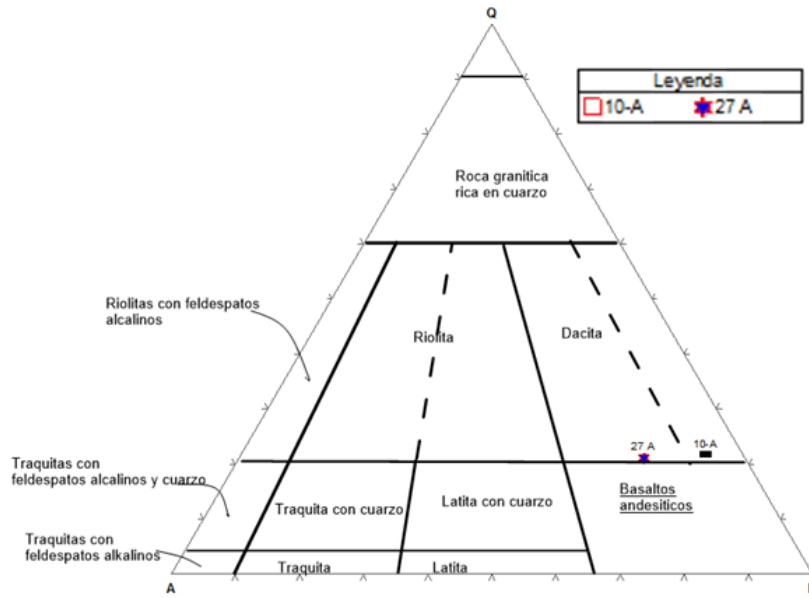


Figura No 2: diagrama AQP para la clasificación de las rocas ígneas efusivas según (Streckisen, 1976)

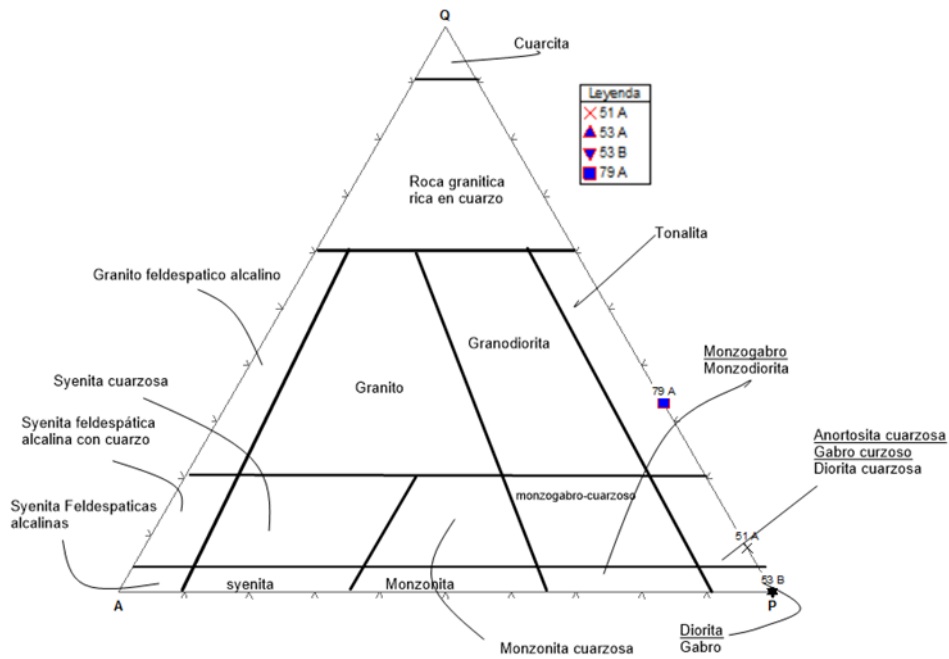


Figura No 3: diagrama QAP para la clasificación de las rocas ígneas intrusivas según (Streckisen, 1976)

79Anexo No 3

Cartografía geológica del Sector Las Cuevas-Holguín

Fecha: 19/marzo/2014

Ing. Iván Barea Pérez
Est. Gabriel Salazar Carbonell

Punto No. 1 **Coordenadas x: 762020** **Coordenadas y: 205626**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color blanco cremoso, posiblemente una toba calcárea. Se tomaron dos muestras 1-A y 1-B. A 50 metros en dirección norte del punto documentado afloran bloques de una roca de color blanco posiblemente constituida por cuarzo y feldespatos de diámetro entre 20 a 30 cm. Se tomó la muestra 1-B.

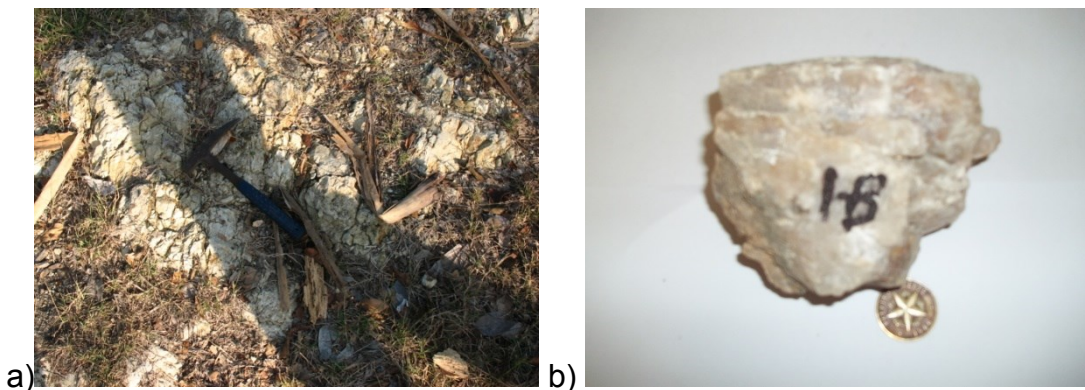


Foto. No1:a) punto documentado No 1. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 2 **Coordenadas x: 762020** **Coordenadas y: 205632**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de 2x4 m de una roca de color oscuro (posible serpentinita) con aspecto brechoso y material carbonatado en las grietas. Además se observan fragmentos de tobas y material carbonatado de coloración blanca. No se tomó muestra.



Foto. No. 2: punto documentado No 2

Punto No. 3 Coordenadas x: 762017 Coordenadas y: 205632

Descripción del punto documentado

Afloramiento de roca de color blanco cremoso posible toba, muy alteradas con abundantes grietas cerradas en dirección 270, el afloramiento tiene dimensiones de aproximadamente 50 m². Se tomó la muestra 3-A

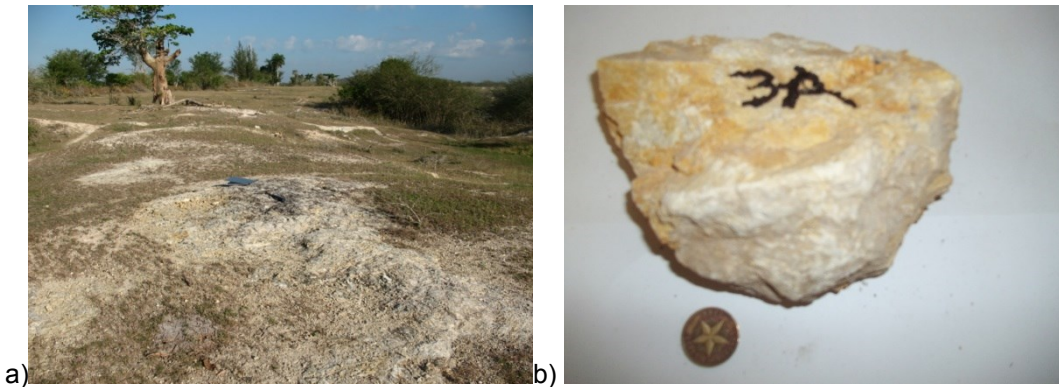


Foto. No 3: a) punto documentado No 3. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 4 Coordenadas x: 762017 Coordenadas y: 205633

Descripción del punto documentado

Afloramientos de tobas de color blanco cremoso de dimensiones 2x3 m, se observan además en el punto algunos fragmentos de una roca de coloración oscura, posible diabasa con diámetro de 10 cm. Se tomó la muestra 4-A.

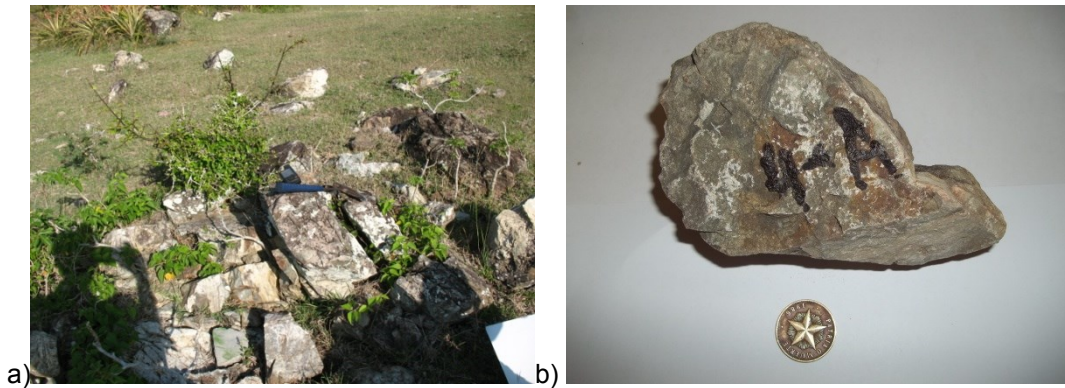


Foto. No 4:a) punto documentado No 4. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 5 Coordenadas x: 762080 Coordenadas y: 205657

Descripción del punto documentado

Afloramiento de aproximadamente 40 m² de una toba de color carmelita de granos finos muy tectonizadas y alteradas. Se tomó la muestra 5-A. Se midieron elementos de yacencia siguientes 270/74, 115/55, 205/55, 125/55, 185/87, 245/70, 290/70, 180/60.

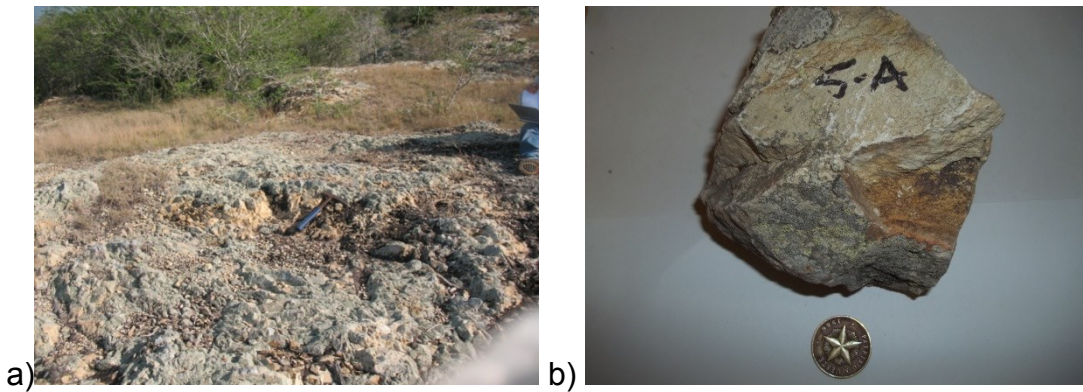


Foto. No 5:a) punto documentado No 5. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 6 Coordenadas x: 762004 Coordenadas y: 205659

Descripción del punto documentado

Afloramiento de riolitas de color blanco claro, alteradas, de granos finos, el afloramiento tiene dimensiones de 50 m². En este punto se realizó un pozo en la roca dura con coordenadas 762004; 205659. Se tomó la muestra 6-A

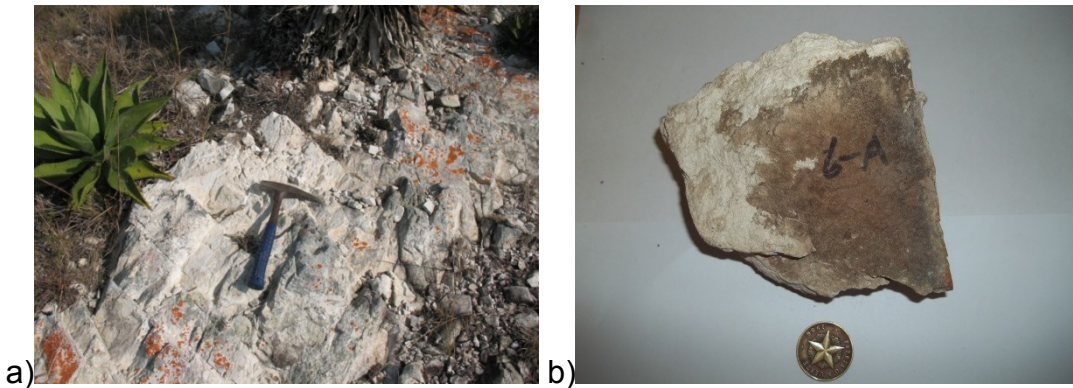


Foto. No 6: a) punto documentado No 7. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 7 Coordenadas x: 762007 Coordenadas y: 205703

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color blanco de granos finos, posibles riolitas, muy alteradas y agrietadas. Se tomó la muestra 7-A. Se observa un gran número de familias de grietas con diferentes orientaciones la dirección predominante es Este franco aunque algunos están orientados en dirección Norte franco. Los elementos de yacencia de las familias de grietas son las siguientes: 20/90, 0/90, 220/90, 200/90, 230/90, 30/90, 40/90, 30/85, 10/90, 230/90.



Foto. No 7: punto documentado No 7

Punto No. 8 Coordenadas x: 762005 Coordenadas y: 205706

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color blanco de granos finos muy alterada y agrietada, posible riolita. Se tomó la muestra 8-A. Se midieron elementos: 350/70, 0/90, 180/55, 50/90, 0/85, 150/55, 0/90, 50/90, 340/90.



Foto. No 8: punto documentado No 8

Punto No. 9 Coordenadas x: 762004 Coordenadas y: 205706

Descripción del punto documentado

Afloran rocas de color blanco de granos finos, muy alteradas y meteorizadas, con una estructura esquelética con predominio en las direcciones de las grietas. Se tomaron dos muestras en el punto, 9-A y 9-B



Foto. No 9: muestra tomada en el punto No 9

Punto No. 10 Coordenadas x: 762002 Coordenadas y: 205707

Descripción del punto documentado

Afloran rocas de granos muy finos muy meteorizadas, agrietadas. Están ubicadas en el punto más alto del intrusivo riolítico. Se tomó la muestra 10-A. En este punto se documentó un monumento topográfico.

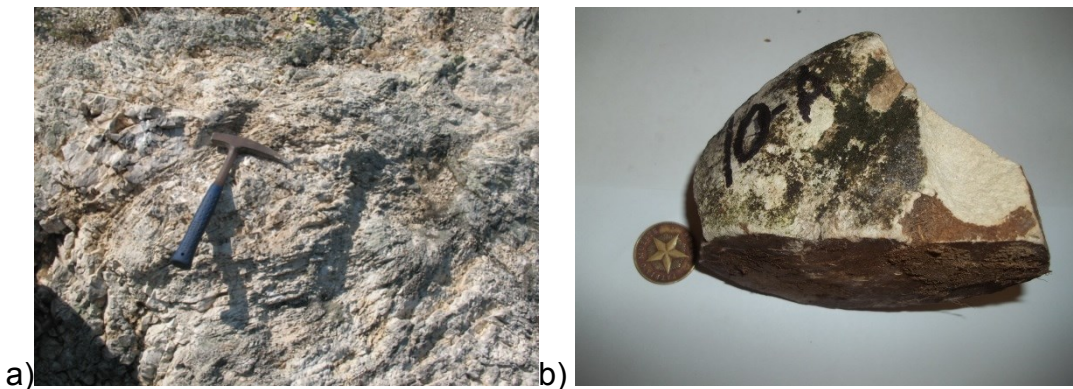


Foto. No 10: punto documentado No 10 b): muestra tomada en el punto

Punto No. 11 Coordenadas x: 761950 Coordenadas y: 205708

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de color blanco posibles riolita en contacto con una roca con fragmentos redondeados, posibles conglomerado. En el afloramiento se observa una falla de rumbo N10E. Se tomó la muestra 11-A del conglomerado. Se midieron los elementos de yacencia de la estructura la cual dio 240/35.



Foto. No 11: a) punto documentado No 11. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 12 Coordenadas x: 761949 Coordenadas y: 205708

Descripción del punto documentado

Se observan fragmentos pequeños de una roca de granos finos de color oscuro, los fragmentos son de diámetro entre 4 a 20 cm. Al parecer están aflorando in-situ. En el punto se tomó la muestra 12-A de posible gabro.

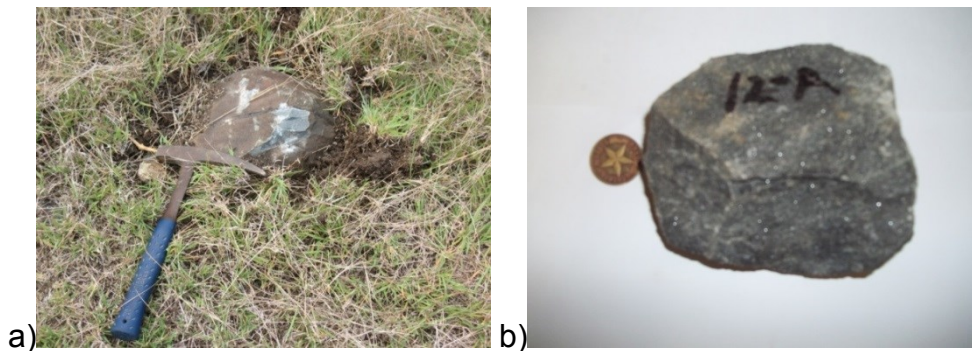


Foto. No 12: a) punto documentado No 12. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 13**Coordenadas x: 761922****Coordenadas y: 205656**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de color oscuro de 15 m², al parecer son rocas duníticas. Se tomó la muestra 13-A.

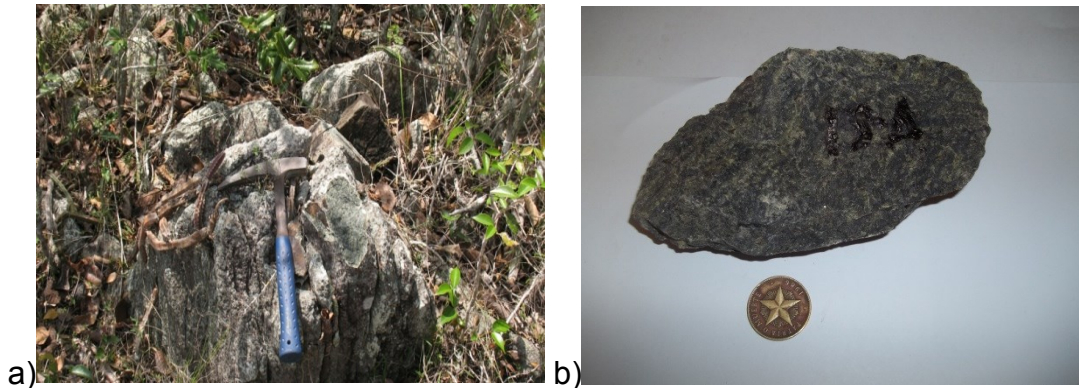


Foto. No 13:a) punto documentado No 13. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 14**Coordenadas x: 791917****Coordenadas y: 205704**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de bloques de una roca de color oscuro y de granos finos (diabasas ?). No están agrietadas, se tomó la muestra 14-A para análisis petrográfico.



Foto. No 14: punto documentado No 14

Punto No. 15 Coordenadas x: 761916 Coordenadas y: 205710

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de color verde oscuro agrietadas, se observan algo serpentinizadas, macroscópicamente la roca puede ser una harzburgita serpentinizada. No se tomó muestra en este punto de documentación.

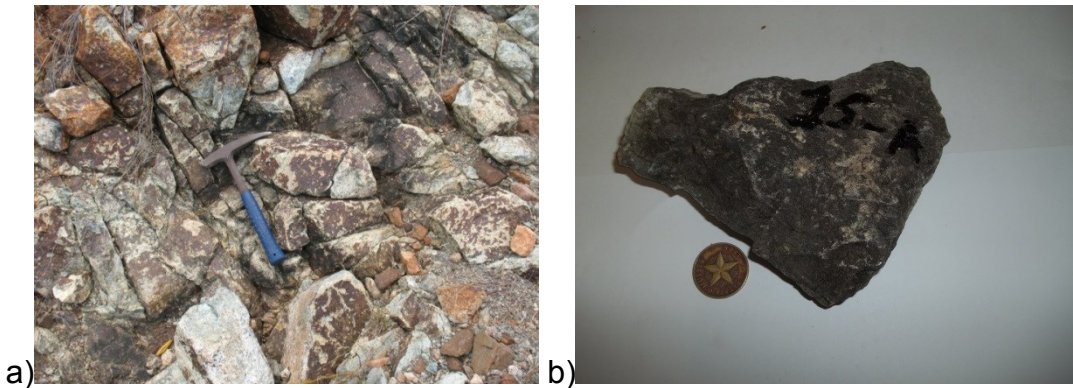


Foto. No 15:a) punto documentado No 15. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 16 Coordenadas x: 761924 Coordenadas y: 205723

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color verde oscuro (peridotita serpentinizada) se observan en la roca pequeñas vetillas de un material carbonatado que pudiera ser calcita. La roca de forma general tiene una estructura brechosa. Se tomó la muestra 16-A.

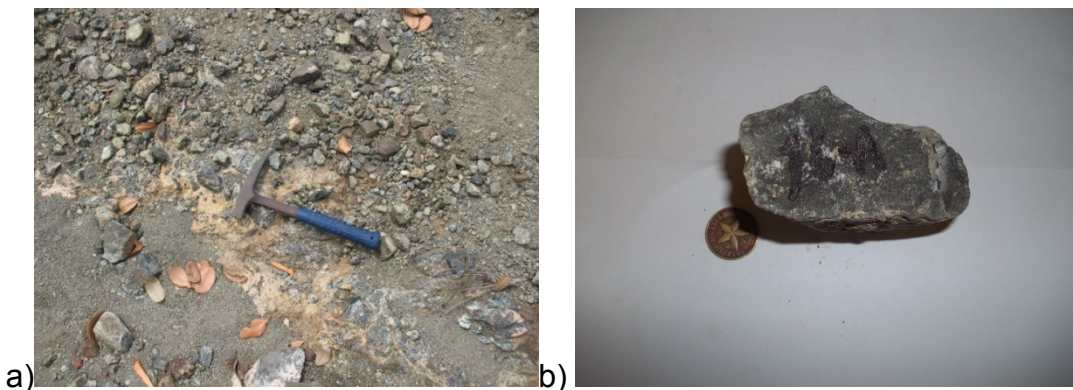


Foto. No 16:a) punto documentado No 16.b) muestra tomada en el punto

Punto No. 17 **Coordenadas x: 761942** **Coordenadas y: 205728**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color oscuro serpentizada (peridotita serpentizada) muy alterada y tectonizada. Se tomó la muestra 17-A.



Foto. No 17: punto documentado No 17

Punto No. 18 **Coordenadas x: 762006** **Coordenadas y: 205730**

Descripción del punto documentado

Aflora una corteza de meteorización de color pardo oscuro, debajo se observan fragmentos pequeños de diámetro entre 5 a 20 cm de una roca de color oscuro serpentizada (peridotita serpentizada). Se tomó la muestra 18-A

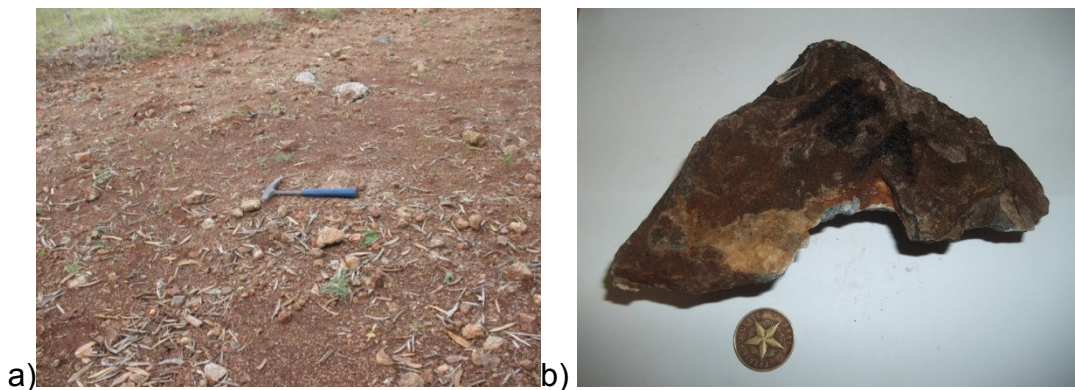


Foto. No 18: a) punto documentado No18. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 19 **Coordenadas x: 792004** **Coordenadas y: 205720**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de color oscuro muy serpentinizadas, agrietadas, alteradas al parecer son peridotitas serpentinizadas. Se tomó la muestra 19-A.

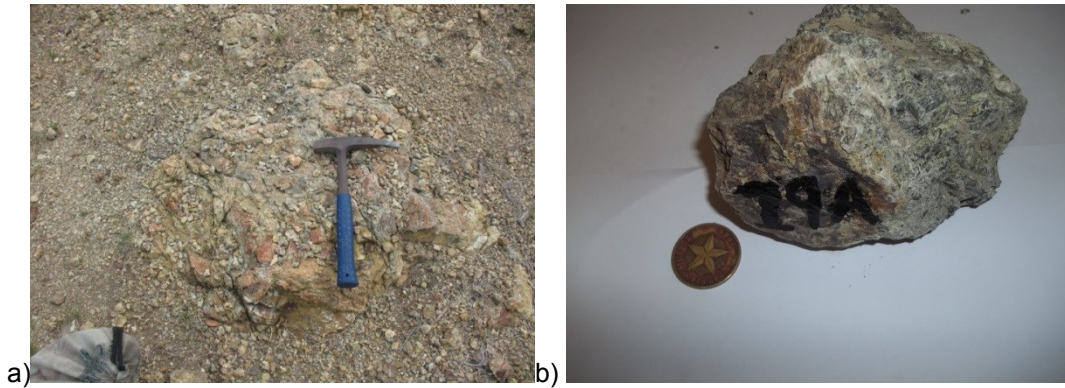


Foto. No 19:a) punto documentado No19. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 20 **Coordenadas x: 762006** **Coordenadas y: 205718**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de roca con una textura brechosa, el afloramiento tiene dimensiones de 1x2 m con un rumbo de N60E. Se tomó la muestra 20-A.

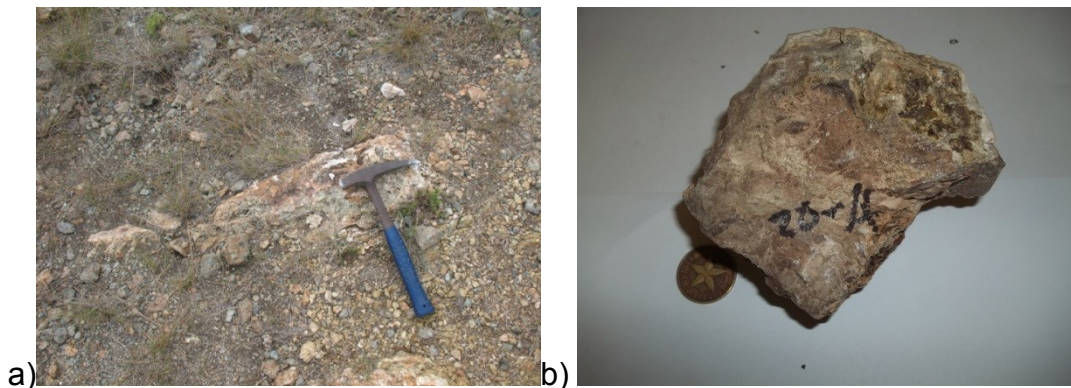


Foto. No 20:a) punto documentado No 20. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 21 **Coordenadas x: 762007** **Coordenadas y: 205712**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de granos finos en forma de fragmentos disgregados de diámetros variables entre 20 a 40 cm (posible diabasa). Se tomó la muestra 21-A.

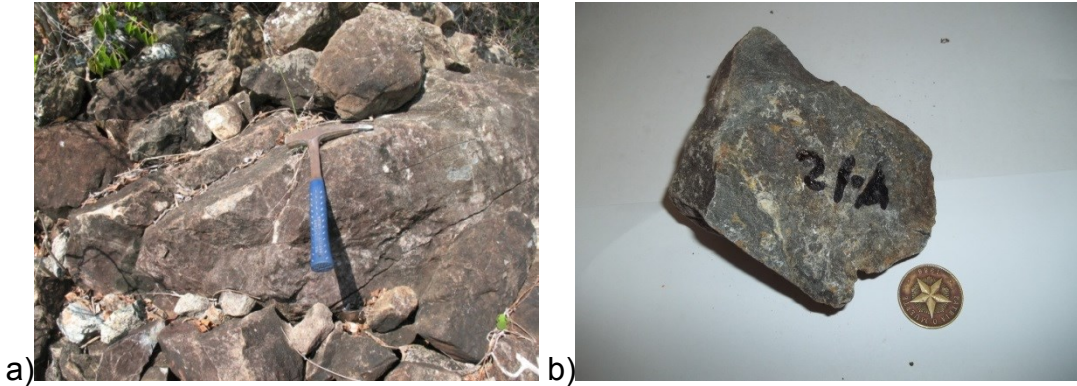


Foto. No 21:a) punto documentado No 21. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 22 **Coordenadas x: 762013** **Coordenadas y: 205707**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color claro de granos finos (posibles tobas), el afloramiento tiene dimensiones de 1x2 m ubicado al oeste de cuerpo riolítico. Se tomó la muestra 22-A en el afloramiento.

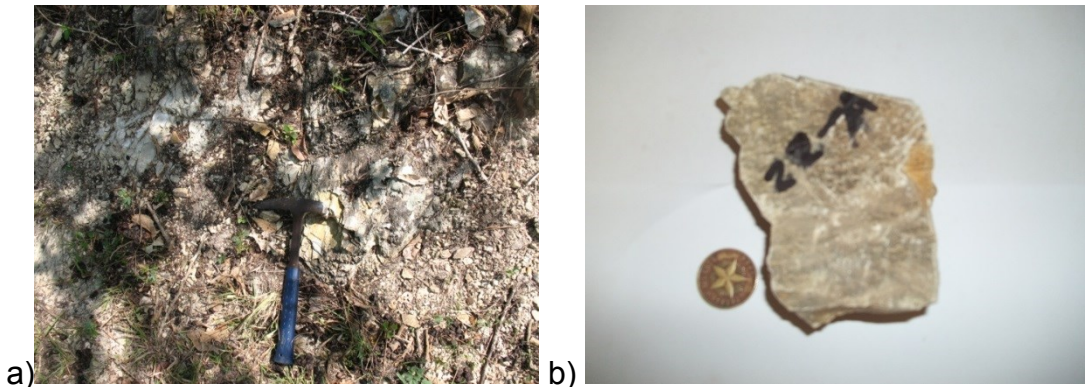


Foto. No 22:a) punto documentado No 22.b) muestra tomada en el punto

Punto No. 23

Coordenadas x: 762013

Coordenadas y: 205707

Descripción del punto documentado

Se documentó un pequeño bloque de sílice de color naranja con una estructura esquelética típica de la actividad hidrotermal, silicificado con una dimensión de 0.3x0.5 m, se observan algunas grietecillas rellenas al parecer por un mineral del grupo de los sulfuros (esfalerita). En el punto se tomó la muestra 23-A.



Foto. No 23:a) punto documentado No 23. b) muestra tomada en el punto

Cartografía geológica del Sector Las Cuevas-Holguín

Fecha: 20/marzo/2014

Ing. Iván Barea Pérez

Est. Gabriel Salazar Carbonell

Punto No. 24 **Coordenadas x: 762042** **Coordenadas y: 205704**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de aspecto brechoso con nódulos de color oscuro, redondeados de diámetros entre 10 a 15 cm en contacto con un material arcilloso carbonatado de coloración blanquizca con fragmentos redondeados de una roca cristalina de color blanco cremoso (caliza). En el punto de documentación se tomó la muestra 24-A. El afloramiento posee un rumbo E-W franco con dimensiones de 2x2 m.

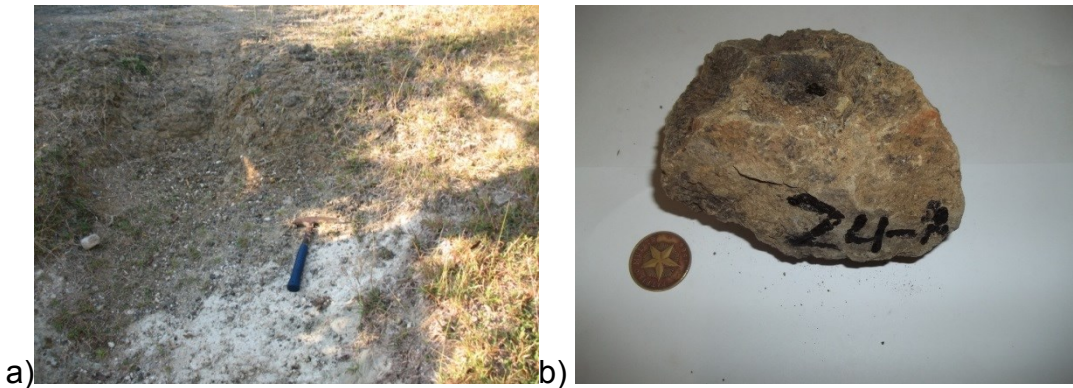


Foto. No 24:a) punto documentado No 24.b) muestra tomada en el punto

Punto No. 25 Coordenadas x: 762041 Coordenadas y: 205705

Descripción del punto documentado

Afloramiento de dimensiones 2x3 m y rumbo N70E, de una roca de color claro (gabro alterado) en contacto con un material arcilloso de composición carbonatada. El contacto entre ambas litologías parece ser tectónico. En el punto de documentación se tomó la muestra 25-A.

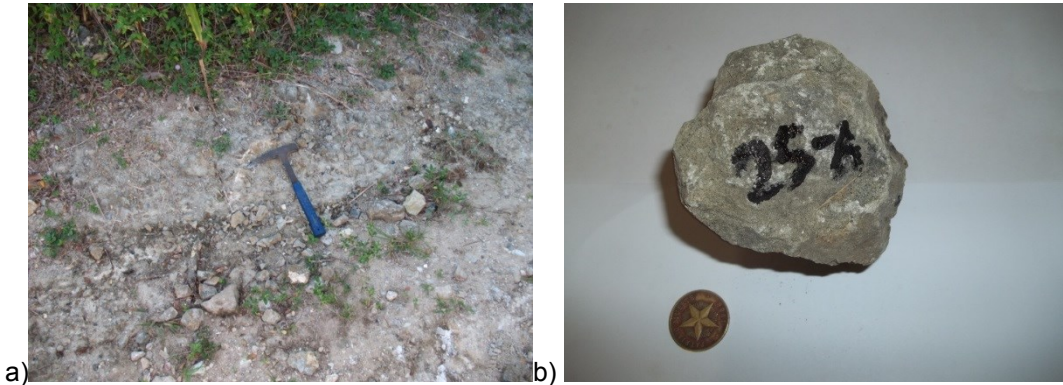


Foto. No 25:a) punto documentado No 25. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 26 Coordenadas x: 762041 Coordenadas y: 205709

Descripción del punto documentado

Afloramiento de dimensiones 2x3 m con un rumbo de S10 E. Se observan fragmentos de diferentes tipos litológicos constituidos por serpentinitas y al parecer diabasas. Las diabasas presentan grietas rellenas de un mineral silíceo de color blanco. Se tomó la muestra 26-A .



Foto. No 26: punto documentado No 26

Punto No. 27 Coordenadas x: 762043 Coordenadas y: 205712

Descripción del punto documentado

Afloramiento de dimensiones 10x3 m de una roca de color claro, al parecer una riolita muy alterada, tectonizada, no reacciona con el ácido clorhídrico, el afloramiento presenta un rumbo norte franco. Se tomó la muestra 27-A en el punto de documentación.



Foto. No 27:a) punto documentado No 27.b): muestra tomada en el punto

Punto No. 28 Coordenadas x: 762044 Coordenadas y: 205716

Descripción del punto documentado

Afloramiento de ultramafitas serpentinizadas con rumbo N60W muy alteradas y tectonizadas, agrietadas, las grietas están rellenas con material de color blanco que no reacciona con el ácido clorhídrico (posible magnesita). El afloramiento tiene dimensiones de 15x5 m con abundantes espejos de fricción. En el punto de documentación se tomó la muestra 28-A. Se determinaron los elementos de yacencia como se muestran a continuación: 340/40, 40/80, 10/80, 325/85, 350/45, 345/85, 200/55, 180/45, 125/40, 145/67.



Foto. No 28: punto documentado No 28

Punto No. 29 Coordenadas x: 762037 Coordenadas y: 205741

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca serpentizada con dimensiones de 4x6 m con un rumbo N-S franco. Las rocas que constituyen el afloramiento están muy agrietadas y tectónizadas. Se tomó la muestra 29-A para análisis petrográfico y minerográfico.



Foto. No 29: punto documentado No 29

Punto No. 30 Coordenadas x: 762037 Coordenadas y: 205752

Descripción del punto documentado

Afloramiento con un rumbo norte franco de dimensiones 2x10 m, está constituido por ultramafitas serpentinizadas en contacto con secuencias de sedimentos carbonatados y arcillosos (margas) algo imbricados. Las rocas ultramáficas están muy tectonizadas, la forma en que se disponen los sedimentos carbonatados y la secuencia ultramáfica denotan una posible zona de fallas ya que se observa una estructura brechosa. Se tomaron dos muestras para realizar análisis, la 30-A y 30-B.

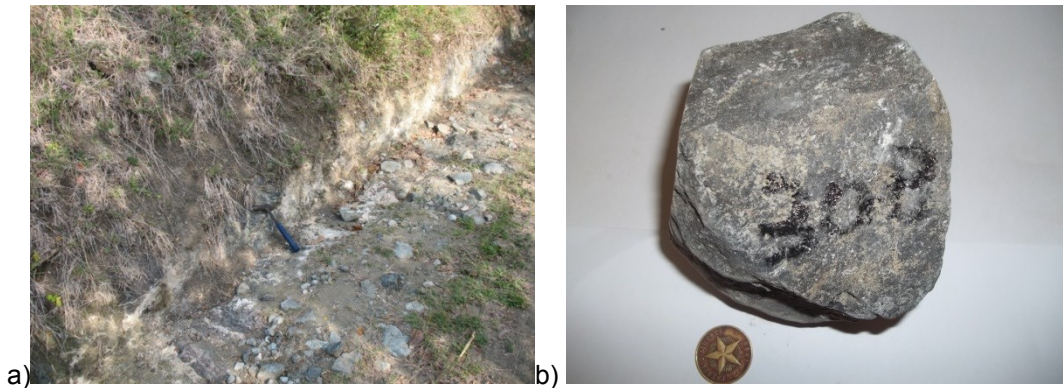


Foto. No 30:a) punto documentado No 30. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 32 Coordenadas x: 762038 Coordenadas y: 205752

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de composición carbonatada de color blanco cremoso masivas posiblemente pertenecientes a la Fm Tinajita presente en la región. Las dimensiones del afloramiento son de más de 100 m². Se tomó la muestra 32-A.

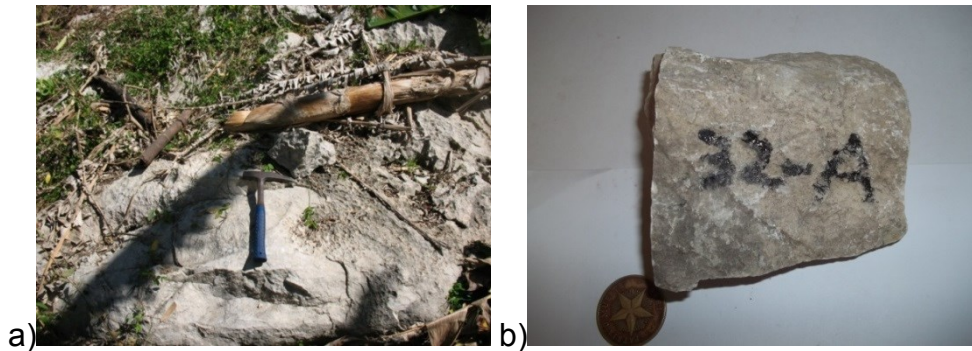


Foto. No 31:a) punto documentado No 32. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 33 Coordenadas x: 762146 Coordenadas y: 205738

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color oscuro agrietada (ultramafita serpentinizada) con rumbo S10 E. Se tomó la muestra 33-A.

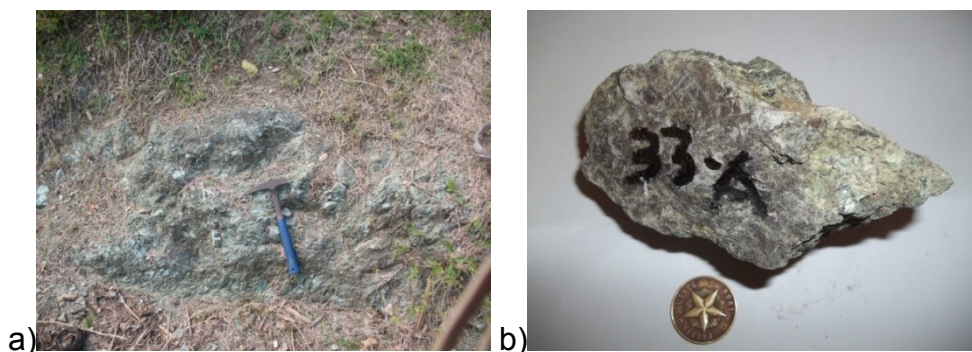


Foto. No 32: a) punto documentado No 33. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 34

Coordenadas x: 762118

Coordenadas y: 205729

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color oscuro muy agrietada y serpentinizada con rumbo E franco (ultramafita serpentinizada). Se tomó la muestra 34-A.

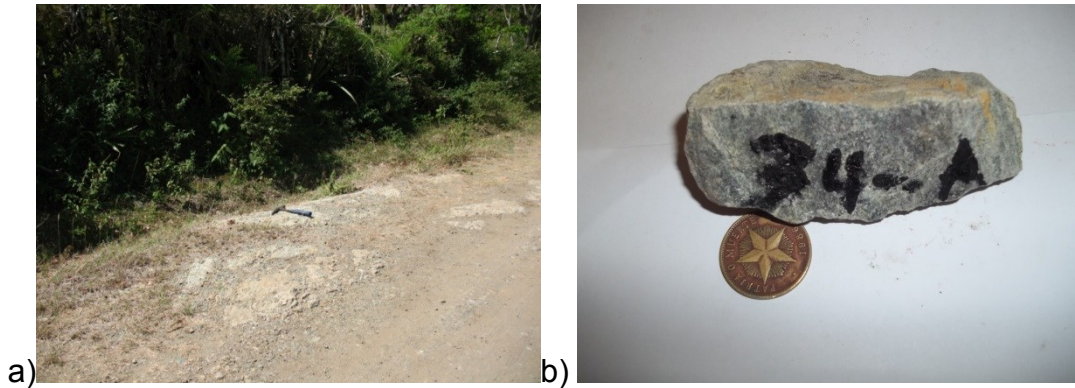


Foto. No 33:a) punto documentado No 34. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 36

Coordenadas x: 762050

Coordenadas y: 205714

Descripción del punto documentado

Afloramiento de roca de color oscuro muy agrietada y tectonizada (ultramafita serpentinizada o gabro), el afloramiento posee un rumbo de N80E. Se tomó la muestra 36-A.

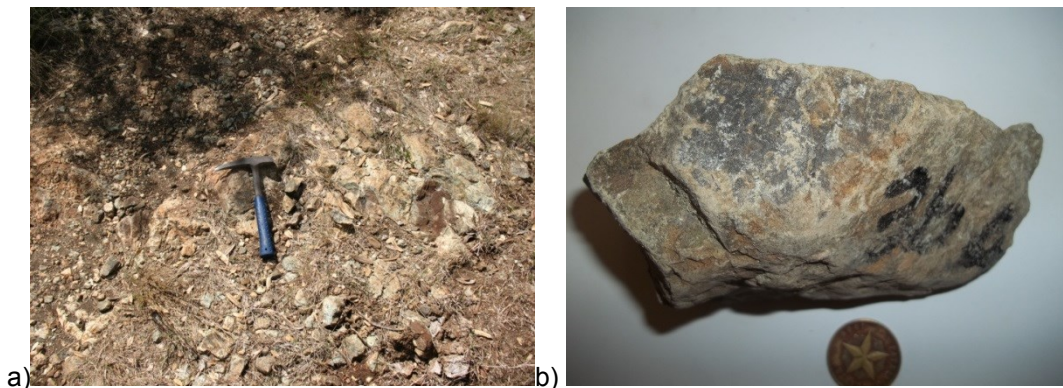


Foto. No 34:a) punto documentado No 36. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 37 Coordenadas x: 762058 Coordenadas y: 205715

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de coloración oscura muy serpentinizadas en forma de bloques con un rumbo de S60W (ultramafitas serpentinizadas). Se tomó la muestra 37-A

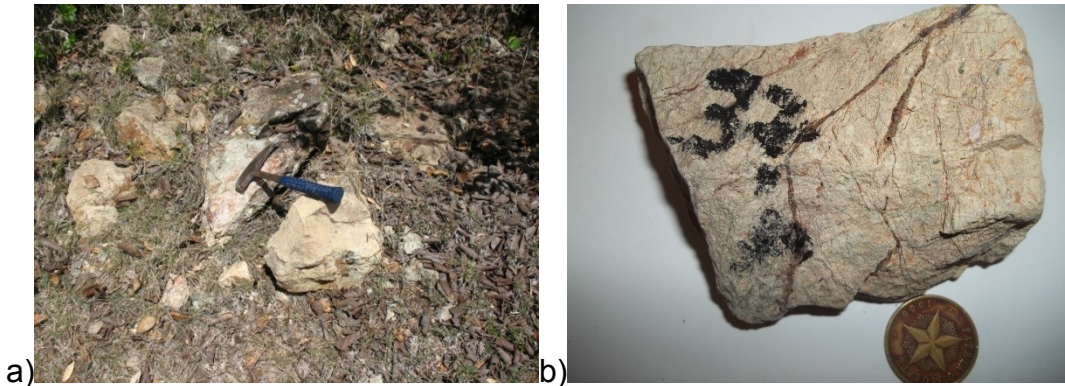


Foto. No 35:a) punto documentado No 37. b) muestra tomada en el puno

Punto No. 38 Coordenadas x: 762044 Coordenadas y: 205715

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de coloración oscura muy serpentinizada de dimensiones 3x6 m y un rumbo norte franco (ultramafitas serpentinizadas), en las rocas que constituyen el afloramiento se observan estructuras en forma de budinas lo que define una zona de esfuerzos tectónicos, se observan algunas familias de grietas abiertas y rellenas por un material de coloración blanco (magnesita ?). Se tomó muestra para análisis petrográfico y minerográfico 38-A.

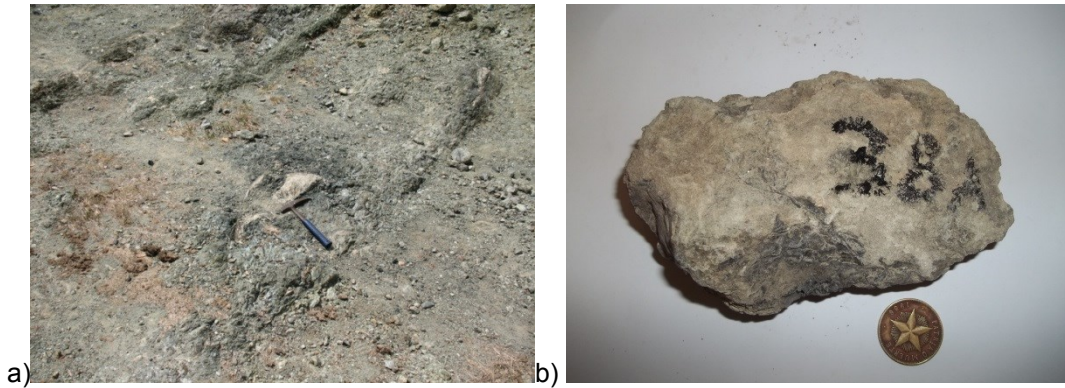


Foto. No 36: b) punto documentado No 38. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 39 Coordenadas x: 762044 Coordenadas y: 205715

Descripción del punto documentado

Afloramiento constituido por rocas de coloración oscura de granulometría fina, de dimensiones 3x8 m con un rumbo de N25W (posibles areniscas), se identificó un material de color blanco arcillosos y carbonatado (margas ?) las cuales están intercaladas con las areniscas. Se tomó la muestra 39-A.

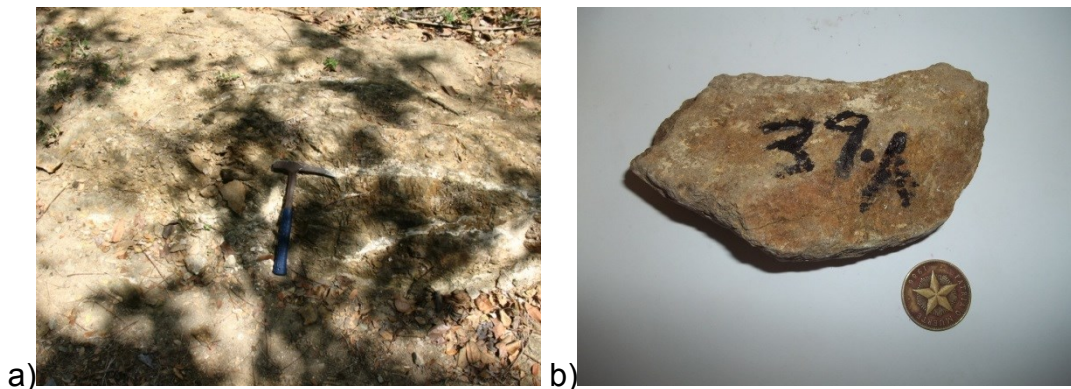


Foto. No 37:a) punto documentado No 39. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 40

Coordenadas x: 762039

Coordenadas y: 205657

Descripción del punto documentado

Afloramiento de dimensiones 2x3 m constituido por una roca con fragmentos algo redondeados y trabajados, con un cemento carbonatado (conglomerado ?) con un rumbo de S10W y . Se tomó la muestra 40-A.

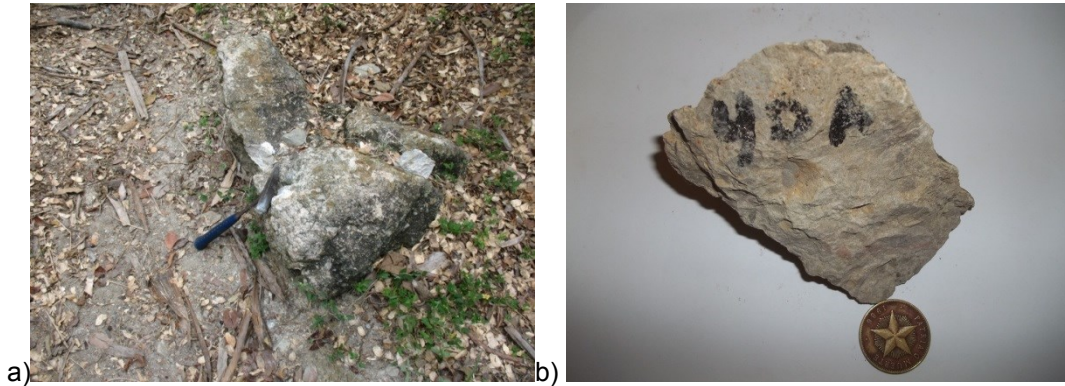


Foto. No 38:a) punto documentado No 40. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 41

Coordenadas x: 762042

Coordenadas y: 205656

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color oscuro, masiva, agrietada con un rumbo de N60E. En punto de documentación se tomaron dos muestras 41-A y 41-B.



Foto. No 39: punto documentado No 41

Punto No. 42 Coordenadas x: 762045 Coordenadas y: 205655

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas carbonatadas (margas ?) en contacto con una roca de color oscuro agrietada (ultramafitas serpentinizadas), el contacto al parecer es de tipo transicional. Las ultramafitas están muy fracturadas y meteorizadas, presentan nódulos de tamaño variable de coloración negra los cuales tienen diámetro variable entre 2 hasta 5 cm. En el punto se tomaron dos muestras, 42-A y 42-B.

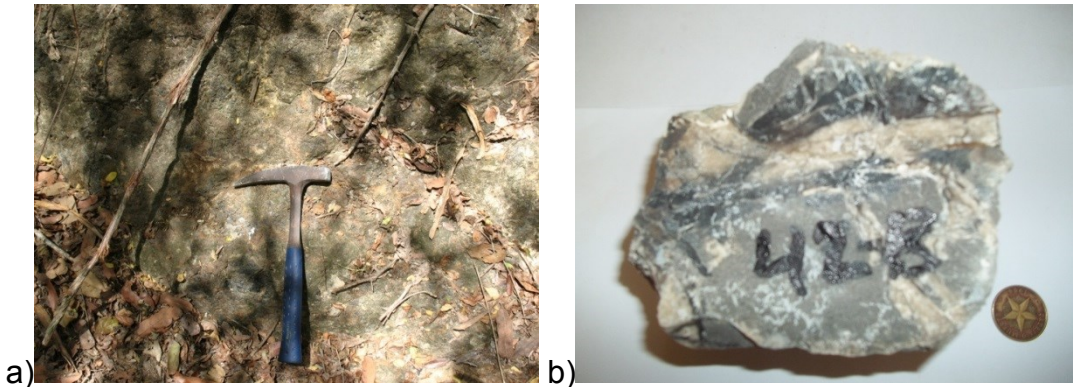


Foto. No 40: punto documentado No 42. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 44 Coordenadas x: 762036 Coordenadas y: 205654

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de coloración clara (tobas ?) en contacto con una roca de color oscuro muy agrietada (ultramafita serpentinizada), el contacto entre ambas litologías es de carácter tectónico. El afloramiento presenta dimensiones de 3x6 m con un rumbo Norte franco. Se tomó la muestra 44-A en el punto de documentación.



Foto. No 41: a) punto documentado No 44. b): muestra tomada en el punto

Cartografía geológica del Sector Las Cuevas-Holguín

Fecha: 21/marzo/2014

Ing. Iván Barea Pérez

Est. Gabriel Salazar Carbonell

Punto No. 45 Coordenadas x: 762022 Coordenadas y: 205637

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas de color blanco de granos muy finos (posibles riolitas de dimensiones 30x20 m, con un rumbo de S50E. Se tomó la muestra 45-A.

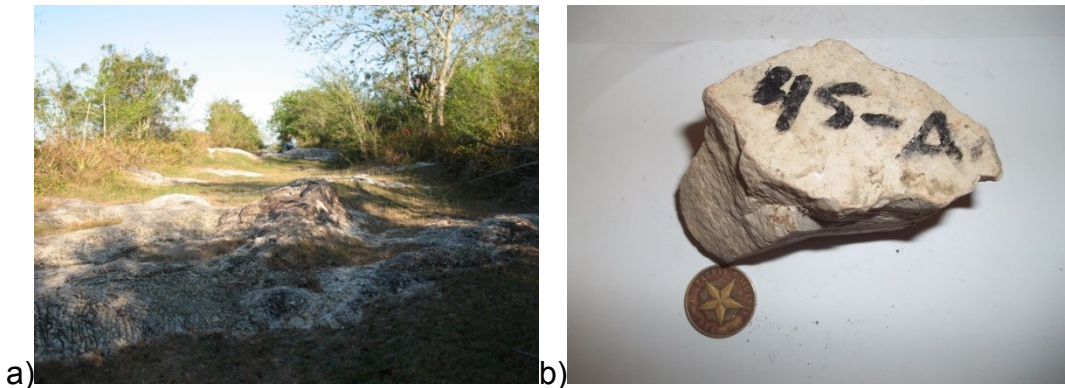


Foto. No 42:a) punto documentado No 45.b): muestra tomada en el punto

Punto No. 46 Coordenadas x: 762017 Coordenadas y: 205635

Descripción del punto documentado

Afloramiento de riolitas de color blanco masivas algo agrietadas, las rocas riolíticas afloran en forma de pequeños sectores dentro un relieve en forma de una depresión. Se observan grietas cerradas con elementos de yacencia de 220/75, 270/90, 280/90, 300/90. Se tomó la muestra de roca 46-A.

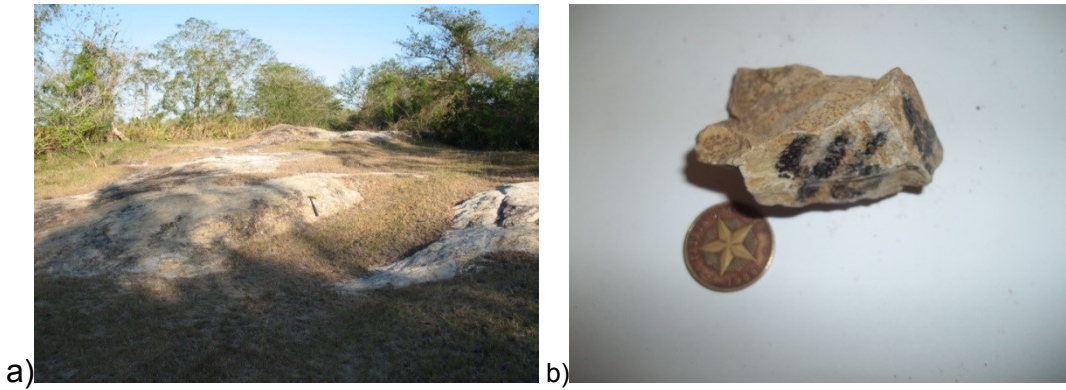


Foto. No 43: punto documentado No 46. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 47 Coordenadas x: 762010 Coordenadas y: 205642

Descripción del punto documentado

Afloramiento de riolitas de aproximadamente 60 m². Se observa una continuidad con el punto anterior de documentación y éste. El cuerpo riolítico intrusivo se manifiesta en la región en forma de elevaciones aisladas separadas por una depresión en el centro cubierta por una espesa vegetación. Se tomó la muestra 47-A

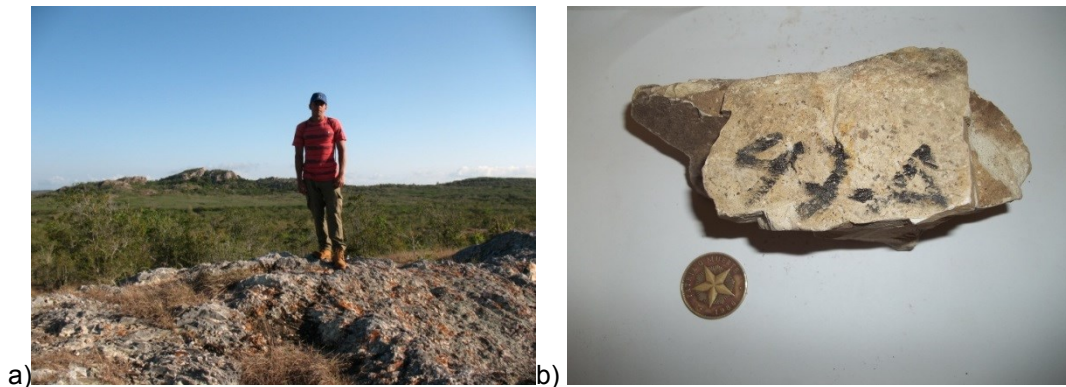


Foto. No 44:a) punto documentado No 47. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 48

Coordenadas x: 761954

Coordenadas y: 205644

Descripción del punto documentado

Afloramiento de riolitas aislado del punto anterior por una depresión. El afloramiento tiene dimensiones de 7 m². No se tomó muestra.



Foto. No 45 punto documentado No 48

Punto No. 50

Coordenadas x: 761942

Coordenadas y: 205649

Descripción del punto documentado

Afloramiento en el cauce del río de dimensiones 4x6 m. La roca que aflora en el cauce presenta una matriz de granos finos y clastos constituidos al parecer por rocas andesíticas o diabasas de granos finos y color oscuro. El afloramiento tiene un rumbo norte franco. El área es una posible zona de falla. Se tomaron las muestras 50-A, 50-B.



Foto. No 46:a) punto documentado No 50. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 51**Coordenadas x: 761942****Coordenadas y: 205649**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas en forma de conglomerado con clastos algo redondeados en el cauce del río, los clastos son de diámetro variable 5 cm hasta 1 m y más los fragmentos al parecer están constituidos por andesitas cementadas por una matriz terrígena, el afloramiento tiene dimensiones de 6x6 m. Se tomaron dos muestras, 51-A y 51-B



Foto. No 47 a) punto documentado No 51. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 52**Coordenadas x: 761935****Coordenadas y: 205658**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de serpentinitas de color claro muy agrietadas con dimensiones de 10 m². Se presenta en forma de grandes bloques al parecer de gabros. Se tomó la muestra 52-A

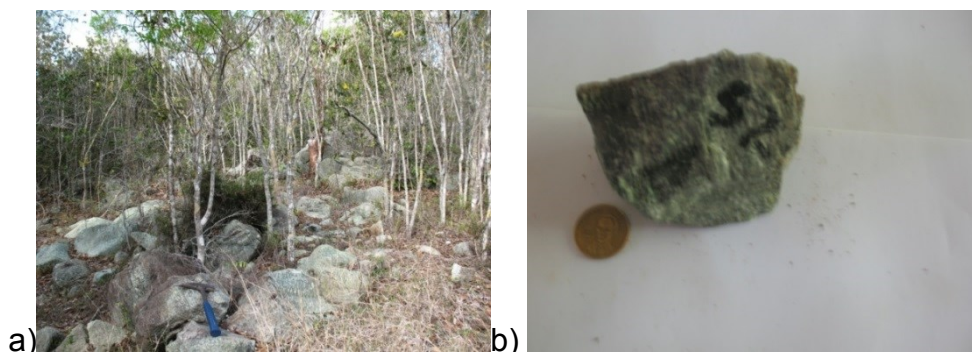


Foto. No 48: punto documentado No 52. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 53 Coordenadas x: 761928 Coordenadas y: 205603

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas compactas de color verde oscuro, masivas muy agrietadas. Las rocas parecen andesitas. Se tomaron dos muestras 53-A y 53-B ambas muestras están mineralizadas, se observan pequeñas mineralizaciones de sulfuros en forma esférica de aproximadamente 2 mm de diámetro. El afloramiento tiene un rumbo de N55E.

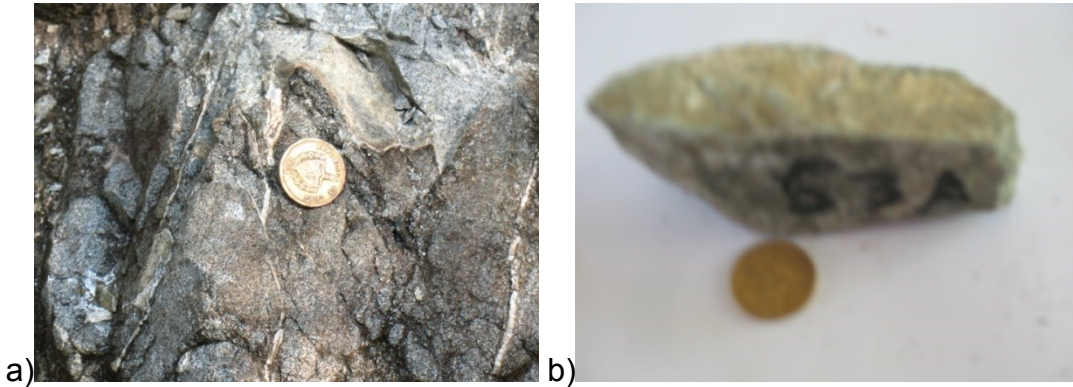


Foto. No 49: a) punto documentado No 53. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 54 Coordenadas x: 761928 Coordenadas y: 205703

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color verde claro masiva algo agrietadas en el cauce del río, en la rocas se observa mineralización de sulfuros en forma de pequeños puntos, las rocas presentan grietas rellenas por un material de color blanco, posible mineral del grupo de la sílice. El afloramiento tiene dimensiones de 2x6 m y rumbo norte franco. Se tomaron dos muestras, 54-A y 54-B.



Foto. No 50: punto documentado No 54

Punto No. 55 Coordenadas x: 761928 Coordenadas y: 205703

Descripción del punto documentado

Afloramiento en el camino de una roca de color oscuro, con un rumbo N60E al parecer son ultramafitas serpentinizadas. Se tomó la muestra 55-A.

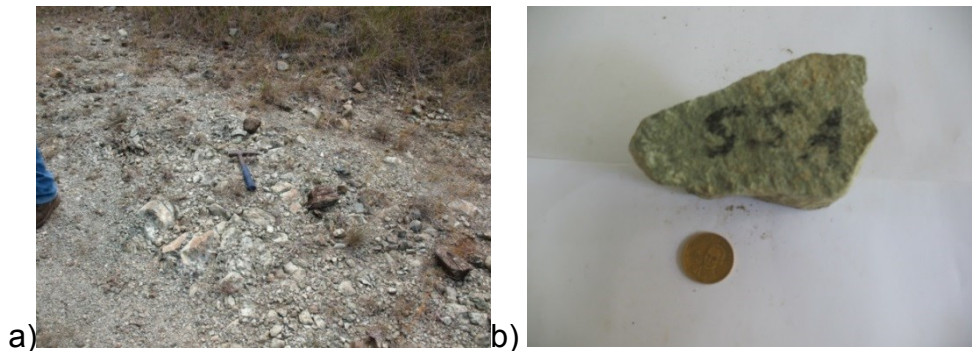


Foto. No 51: a) punto documentado No 55. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 56 Coordenadas x: 761924 Coordenadas y: 205645

Descripción del punto documentado

Afloramiento en una cañada con dimensiones de 4x3 m sobre rocas ultramáficas serpentinizadas, se observa en forma de un conglomerado de rocas básicas con una matriz terrígena, el afloramiento tienen un rumbo Norte franco. Se tomó la muestra 56-A para análisis petrográfico.

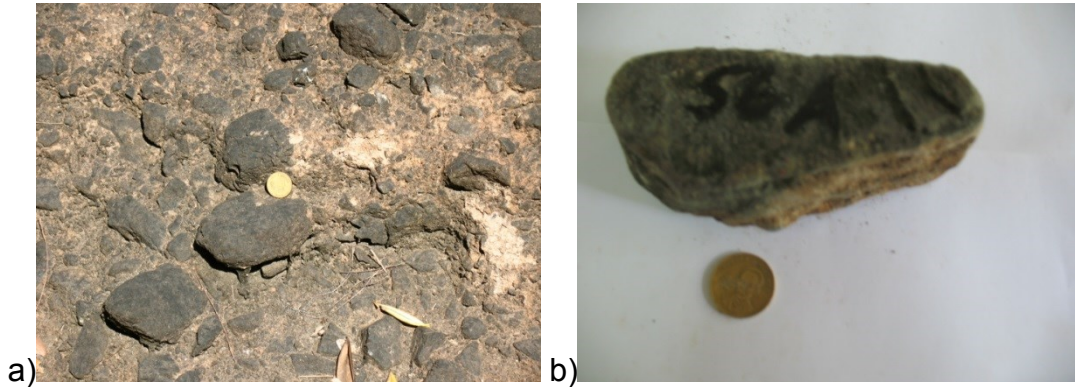


Foto. No 52: a) punto documentado No 56. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 59 Coordenadas x: 761924 Coordenadas y: 205639

Descripción del punto documentado

Afloramiento de color verde claro muy agrietado, con un rumbo este franco. Se tomó la muestra 59-A para análisis petrográfico.

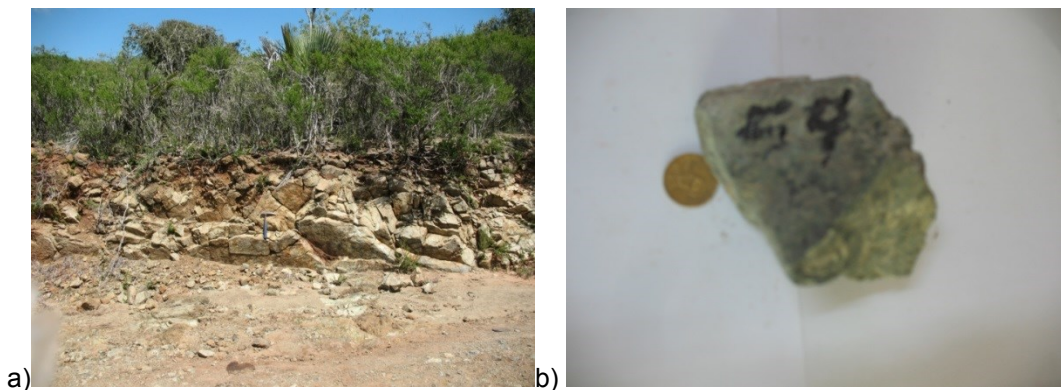


Foto. No 53:a) punto documentado No 59. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 60 **Coordenadas x: 761944** **Coordenadas y: 205631**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de ultramafitas serpentinizadas muy alteradas y agrietadas de dimensiones 3x6 m con un rumbo Norte franco. Se observan además grietas rellenas de un material al parecer sílice amorfa (ópalo ?) de color naranja lo que evidencia una posible zona de fallas. Se tomó muestra para análisis petrográfico 60-A.

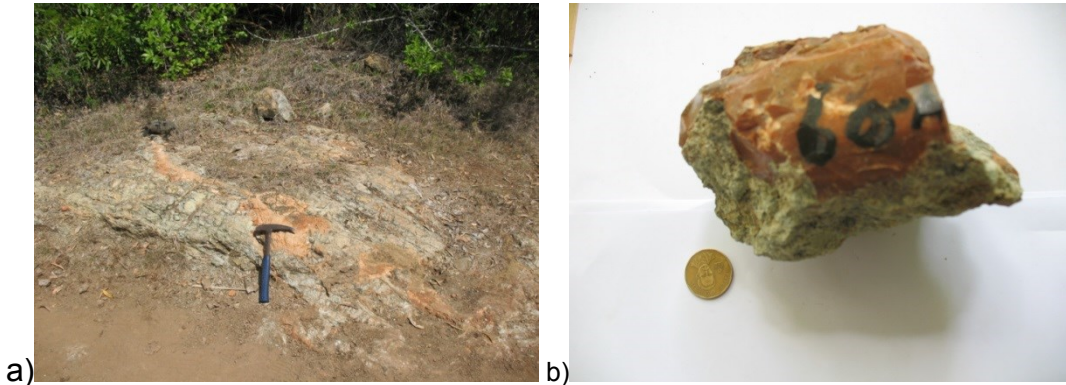


Foto. No 54: punto documentado No 60. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 62 **Coordenadas x: 762017** **Coordenadas y: 205625**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color verde claro algo alterada y serpentinizada, con rumbo E-W, la roca es una ultramafita serpentinizada. En el punto se tomó la muestra 62-A.



Foto. No 55: punto documentado No 62

Punto No. 63 **Coordenadas x: 762022** **Coordenadas y: 205611**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color verde claro serpentizada (ultramafita serpentizada) con un rumbo N-S franco. Se tomó la muestra 63-A en el punto.

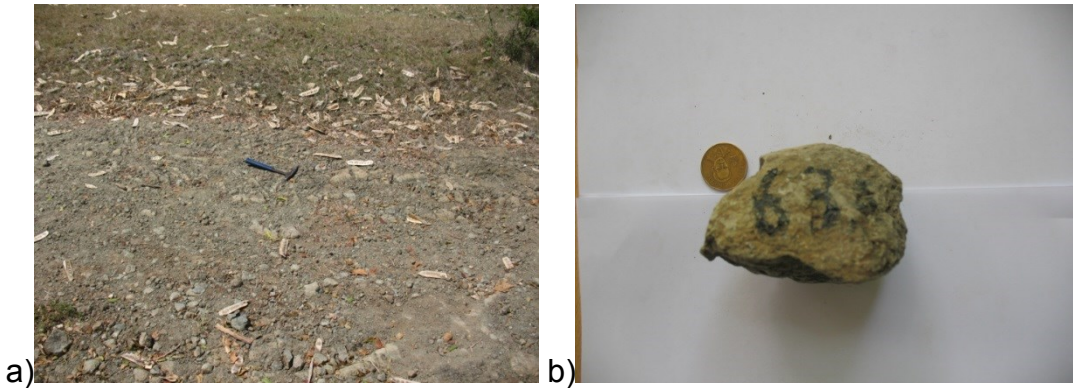


Foto. No 56: a) punto documentado No 63 b) muestra tomada en el punto

Punto No. 64 **Coordenadas x: 762022** **Coordenadas y: 205611**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas serpentizadas muy agrietadas con rumbo E-W. Se tomó la muestra 64-A en el punto de documentación.

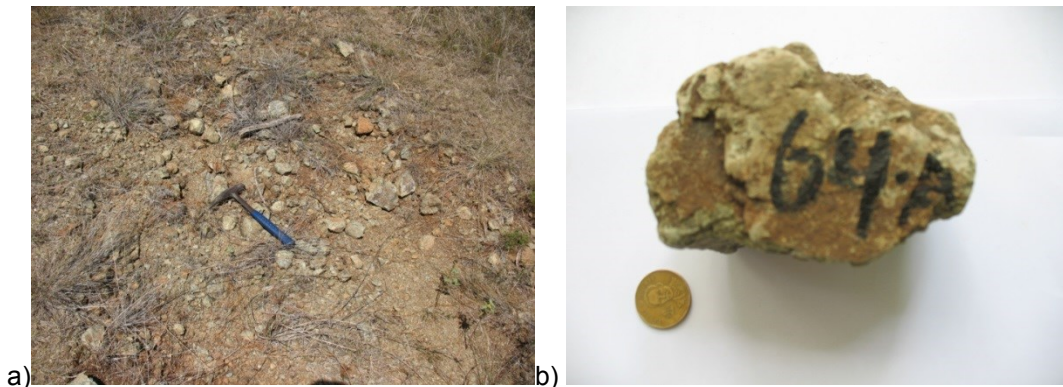


Foto. No 57: a) punto documentado No 64. b): muestra tomada en el punto

Punto No. 65 **Coordenadas x: 762027** **Coordenadas y: 205604**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color verde claro muy agrietada y serpentnizada de rumbo N-S franco. Se tomó la muestra 65-A en el punto de documentación

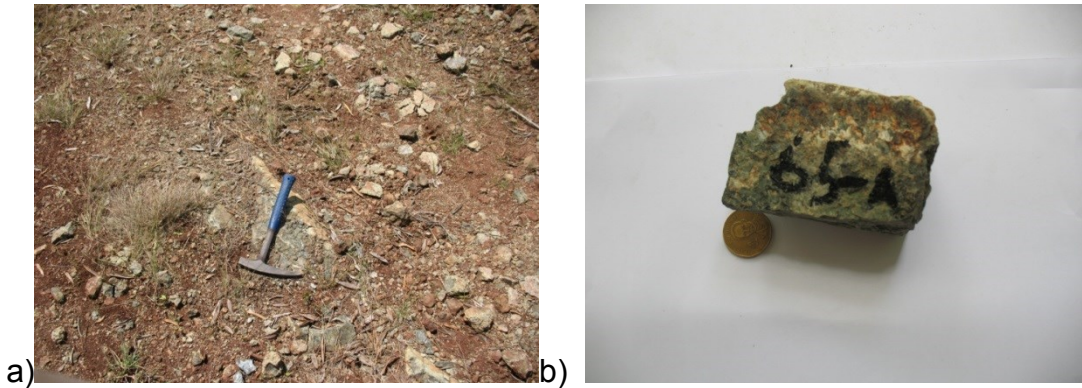


Foto. No 58: a) punto documentado No 65. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 66 **Coordenadas x: 762023** **Coordenadas y: 205558**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color claro muy agrietada y serpentnizada, con dimensiones de 2x8 m y un rumbo E-W franco. Se tomó la muestra 66-A en el punto para análisis petrográfico.

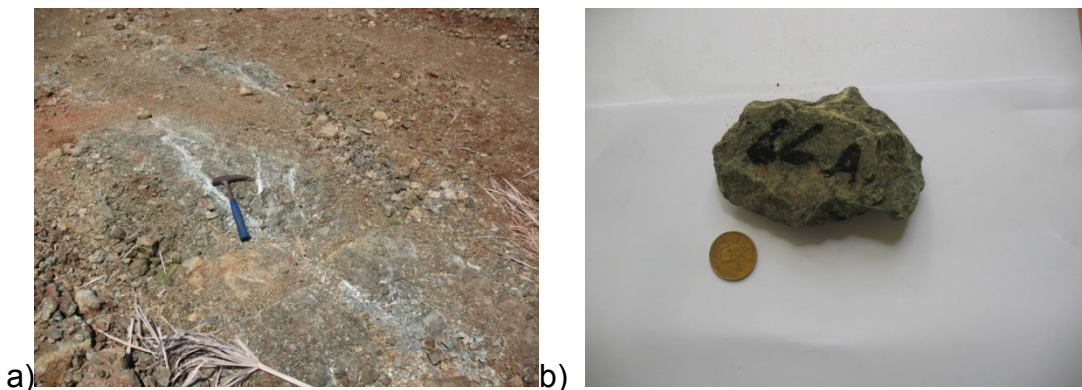


Foto. No 59: a) punto documentado No 66. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 67 Coordenadas x: 762035 Coordenadas y: 205603

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una ultramafita serpentizada muy agrietada tectonizada con rumbo E-W y dimensiones de 1x3 m. Se tomó la muestra 67-A.

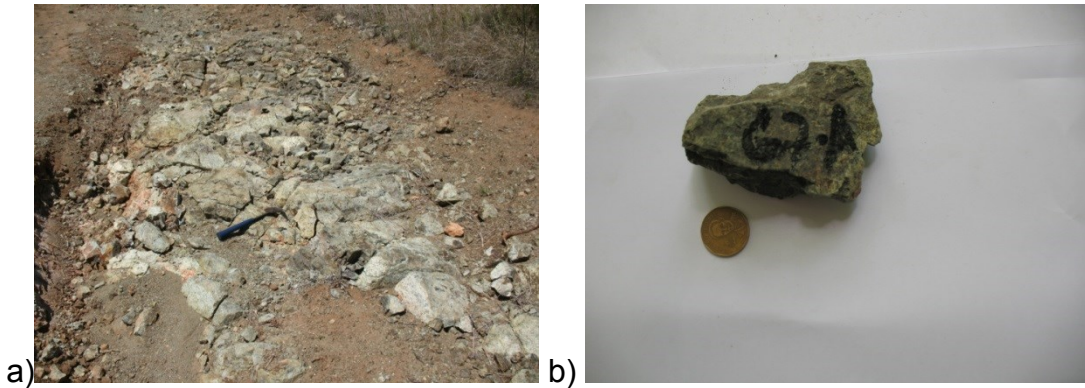


Foto. No 60: a) punto documentado No 67. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 68 Coordenadas x: 762042 Coordenadas y: 205606

Descripción del punto documentado

Afloramiento de roca de color verde claro de granos muy finos serpentizadas muy agrietadas (ultramafita serpentizada ?) con rumbo E-W franco y dimensiones de 1x2 m. Se tomó la muestra 68-A.



Foto. No 61: punto documentado No 68

Cartografía geológica del Sector Las Cuevas-Holguín

Fecha: 22/marzo/2014

Ing. Iván Barea Pérez

Est. Gabriel Salazar Carbonell

Punto No. 69 Coordenadas x: 762031 Coordenadas y: 205625

Descripción del punto documentado

Afloramiento constituido por bloques de una roca de granos finos de color oscuro, masiva (andesita ?) de la Fm Iberia documentada en el área de estudio, los bloques se distribuyen caóticamente de diámetro variable entre 0,5 a 1 m. Se tomó la muestra 69-A en el punto de documentación.



Foto. No 62 punto documentado No 69

Punto No. 71 Coordenadas x: 762047 Coordenadas y: 205618

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color verde claro muy agrietada, serpentizada (serpentinita ?) de dimensiones 2 x10 m. Se determinaron elementos de yacencia en el punto de documentación: 155/60, 210/77, 125/50, 210/75. Se tomó la muestra 71-A. Además se documentó sílice amorfa lo que indica una posible zona de falla o actividad hidrotermal.



Foto. No 63: punto documentado No 71

Punto No. 72 Coordenadas x: 762053 Coordenadas y: 205619

Descripción del punto documentado

Afloramiento en el camino de una roca muy agrietada de color verde oscuro (serpentinita) en contacto con una roca de granos medios y coloración oscura (posible arenisca) y fragmentos de posible andesita mal clasificados, el contacto parece ser tectónico, presenta un rumbo de N40E. Se tomó la muestra 72-A.

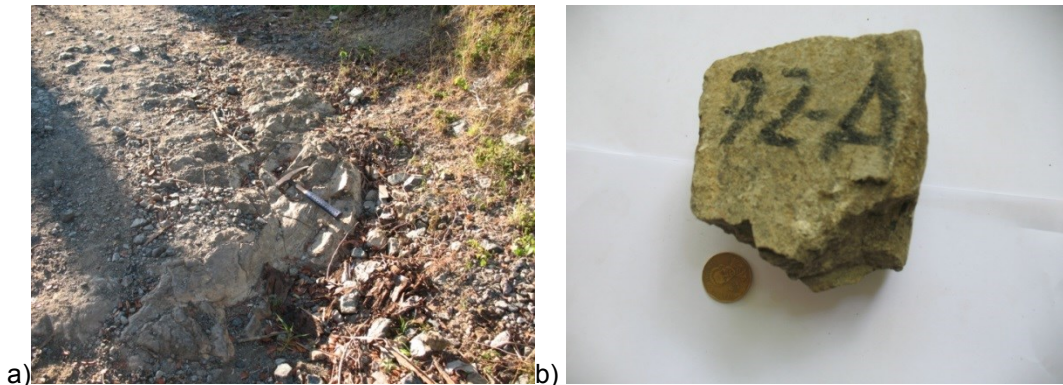


Foto. No 64: a) punto documentado No 72. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 73 Coordenadas x: 762059 Coordenadas y: 205626

Descripción del punto documentado

Afloramiento de fragmentos de rocas de diámetros variable entre 10 a 0,5 metros el afloramiento presenta dimensiones de 1x2 m. Los fragmentos son de color claro y granulometría fina, se identificaron como posibles calizas o areniscas calcáreas, el afloramiento tiene un rumbo de N25W. Se tomó la muestra 73-A en el punto de documentación.

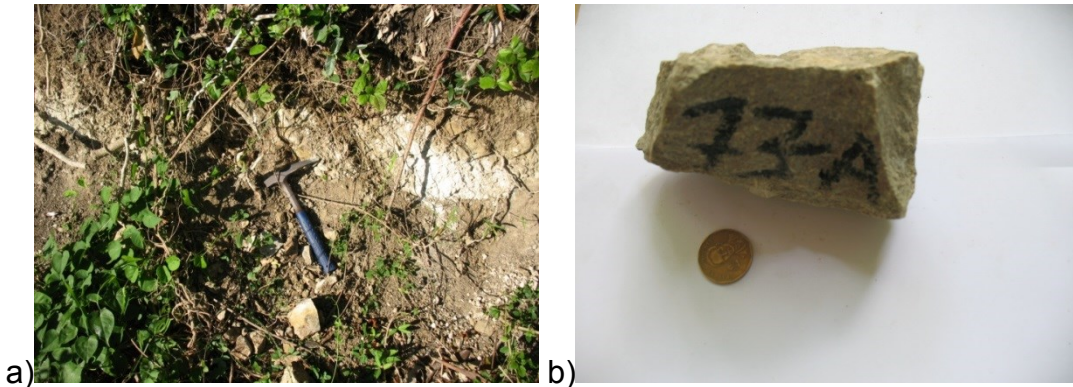


Foto. No 65:a) punto documentado No 73. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 74 Coordenadas x: 762059 Coordenadas y: 205626

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color oscuro de granos finos, con un rumbo de N25W, fue identificada como diabasa, las diabasas están en contacto con serpentinitas muy agrietadas y tectonizadas. Se tomó la muestra 74-A. Se midió un elemento de yacencia del contacto el cual es 21/90.

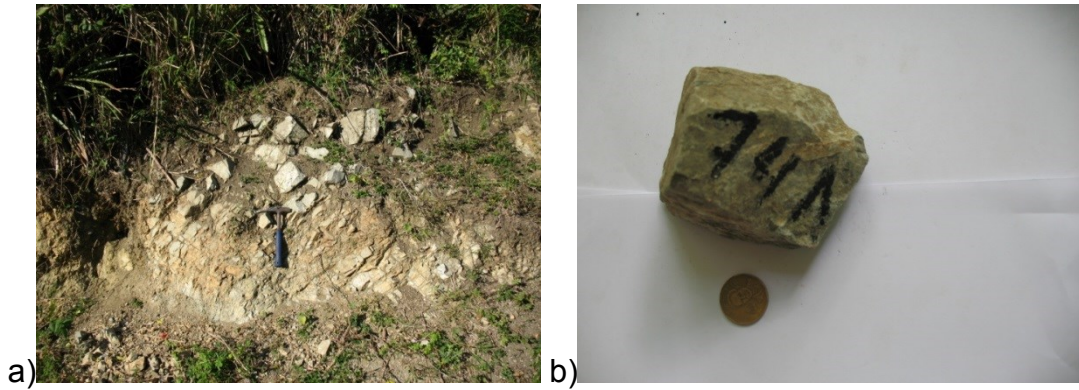


Foto. No 66: a) punto documentado No 74.b) muestra tomada en el punto

Punto No. 75 Coordenadas x: 762104 Coordenadas y: 205616

Descripción del punto documentado

Se documentó una cantera de extracción constituida por rocas serpentinizadas, muy agrietadas. En la cantera de área 60 m² se documentaron bloques de diabasas de diámetro entre 0,5 hasta 3 m. Se tomaron dos muestras, 75-A y 75-B.

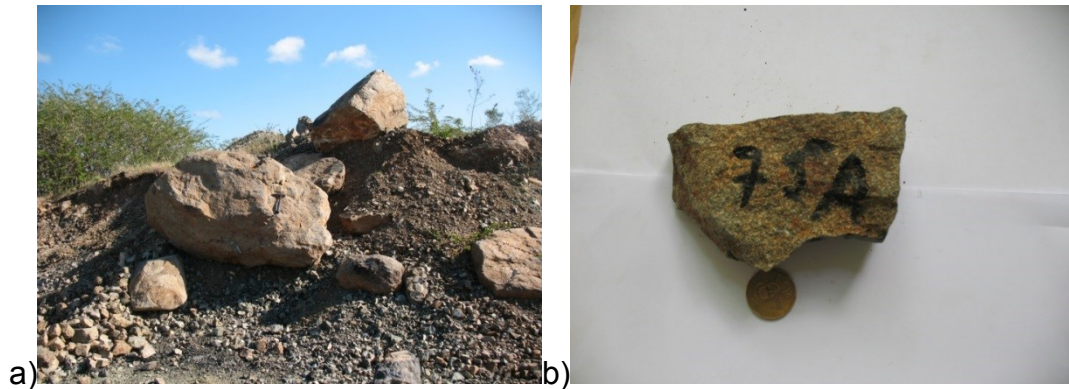


Foto. No 67:a) punto documentado No 75. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 76 **Coordenadas x: 762104** **Coordenadas y: 205616**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de serpentinita con un rumbo N50E, muy agrietadas de dimensiones 2x6 m. Se tomó la muestra 76-A en el afloramiento.

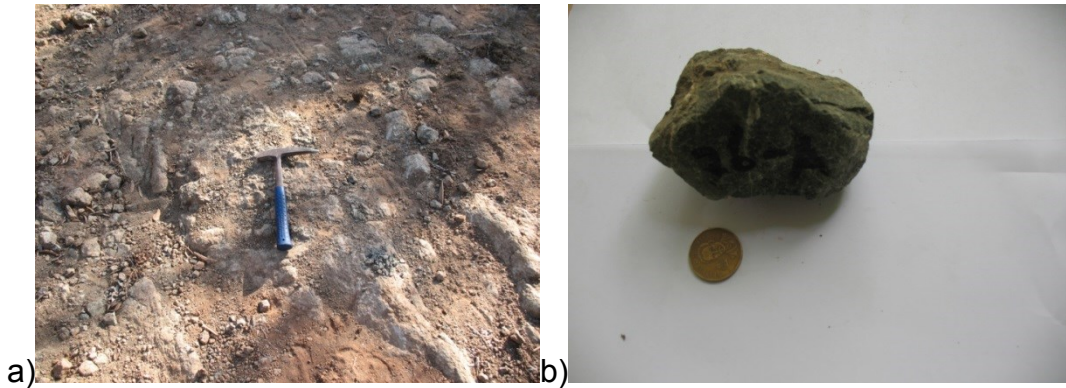


Foto. No 68:a) punto documentado No 76. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 77 **Coordenadas x: 762050** **Coordenadas y: 205608**

Descripción del punto documentado

Afloramiento de serpentinitas muy alteradas tectonizadas el afloramiento tiene dimensiones de 1 x1,5 m. Se tomó la muestra 77-A.

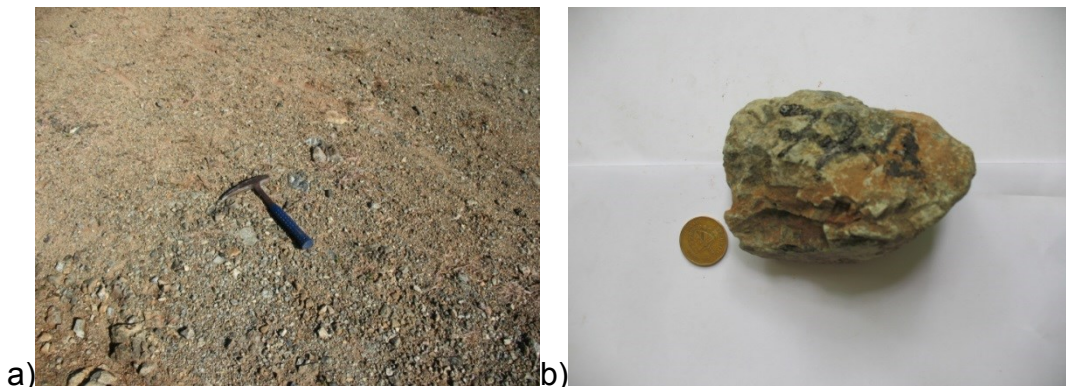


Foto. No 69:a) punto documentado No 77. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 78 Coordenadas x: 762048 Coordenadas y: 205558

Descripción del punto documentado

Afloramiento de serpentinitas agrietadas de dimensiones 2x7 m con un rumbo E-W franco.
Se tomó la muestra 78-A.

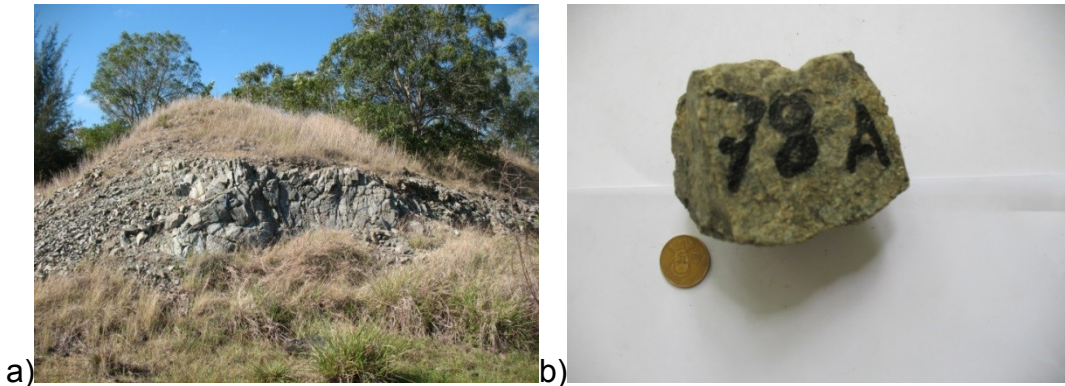


Foto. No 70: punto documentado No 78. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 79 Coordenadas x: 762050 Coordenadas y: 205543

Descripción del punto documentado

Afloramiento de un material de color blanco algo deleznable con fragmentos de rocas de color blanco (posible cuarzo+feldespatos) en contacto con las serpentinitas (el contacto al parecer es de tipo tectónico) el afloramiento tiene un rumbo Norte franco y dimensiones de 4 x10 m. Se tomó la muestra 79-A.

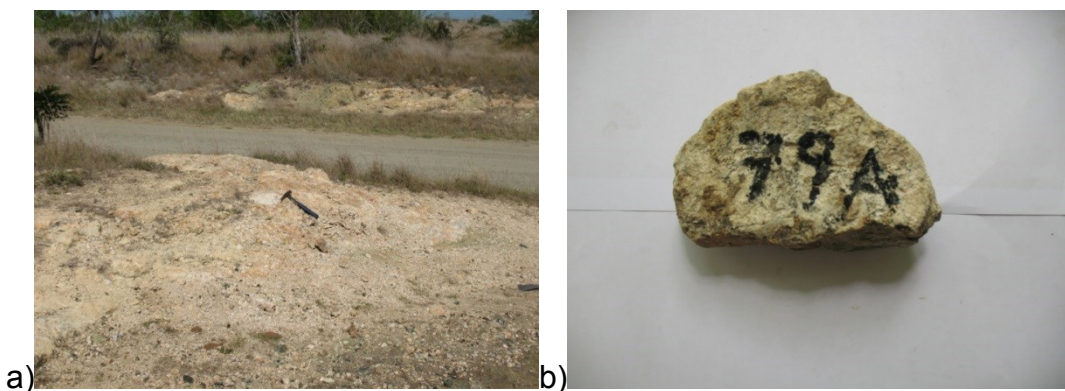


Foto. No 71:a) punto documentado No 79. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 80

Coordenadas x: 762059

Coordenadas y: 205538

Descripción del punto documentado

Afloramiento de una roca de color oscuro muy tectonizada, (ultramafita serpentinizada) algo meteorizada. Se tomó la muestra 80-A.

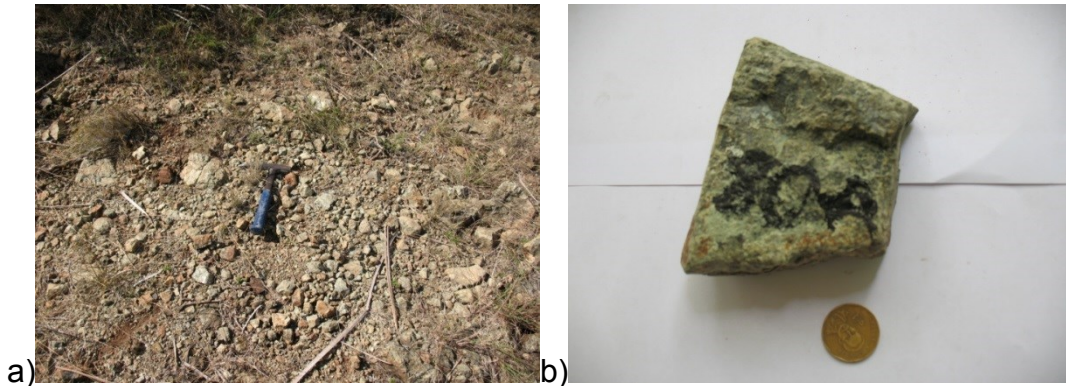


Foto. No 72:a) punto documentado No 80. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 81

Coordenadas x: 762104

Coordenadas y: 205607

Descripción del punto documentado

Afloramiento de serpentinitas muy tectonizadas con un rumbo N30E. Se tomó la muestra 81-A.

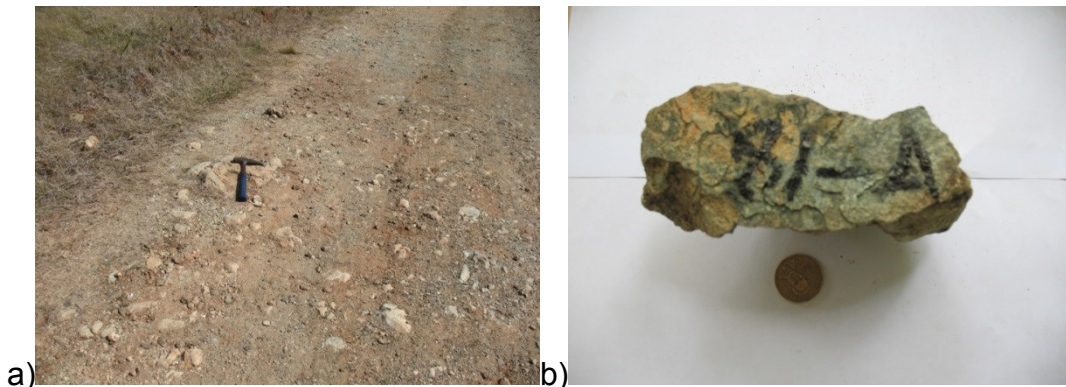


Foto. No 73:a) punto documentado No 81. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 82 Coordenadas x: 762104 Coordenadas y: 205607

Descripción del punto documentado

Afloramiento en el cauce de un arroyo, el material es poco consolidado constituido por una matriz terrígena y fragmentos de rocas de diámetro variable (andesitas ?) el afloramiento tiene un rumbo de S80W. Se tomó la muestra 82-A.

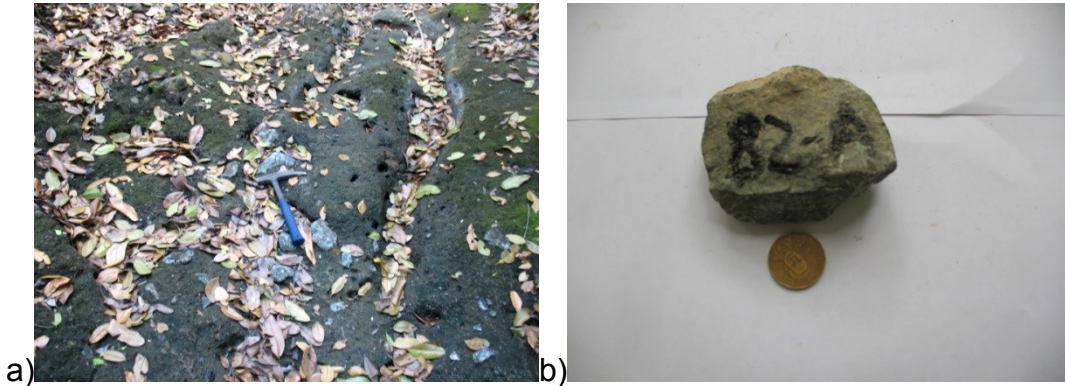


Foto. No 74:a) punto documentado No 82. b) muestra tomada en el punto

Punto No. 83 Coordenadas x: 762104 Coordenadas y: 205607

Descripción del punto documentado

Afloramiento de rocas muy agrietadas de color claro (ultramafitas serpentinizadas) el afloramiento es un corte artificial, de dimensiones 40 m² con un rumbo de N50W. Se tomó la muestra 83-A.

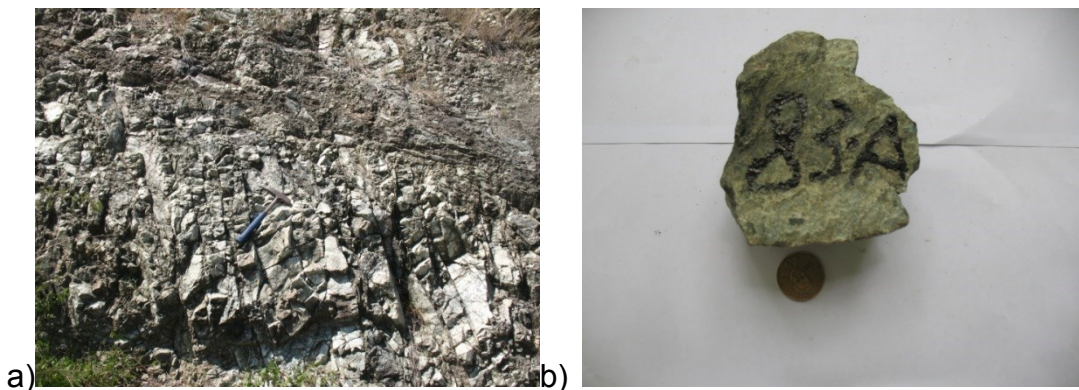


Foto. No 75: a) punto documentado No 83. b): muestra tomada en el punto