

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
FILIAL MINERO-METALURGICA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TRABAJO DE DIPLOMA :  
EVALUACION DE LAS AUREOLAS DE DISPERSION MECANICA  
EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO LEVISA POR EL  
METODO DE JAGUA .

---

ALFREDO ALFONSO H.  
DIPLOMANTE

---

ALBERTO L. PONCE D.  
DIPLOMANTE

---

ING. ELMER RUZ PEÑA .  
PROFESOR GUIA .

SANTIAGO DE CUBA

1976

## RESUMEN .

En el presente trabajo realizado en la red hidrográfica del río Levisa se exponen toda una serie de resultados obtenidos del muestreo de los sedimentos aluviales de dicha red .

Se hace una valoración geológica general de la zona en cuestión así como un estudio de las características geomorfológicas .

Además este trabajo nos permite aportar toda una serie de criterios muy útiles para futuros trabajos ya que mediante el Método de Jagua puede llegarse a conclusiones acerca de cuales son las zonas más favorables para la búsqueda de yacimientos in situ y hacer un análisis de las zonas con características perspectivas para la formación de yacimientos de placeres .

También mediante el beneficio de la arena aluvial puede conocerse la concentración en minerales pesados de dicha arena , el grado de elaboración de los cantos y la arena aluvial , determinación de zonas perspectivas así como la variación de los minerales ( en cuanto a contenido ) a lo largo de la red hidrográfica .

En general se efectúa una valoración bastante interesante del río Levisa y sus afluentes , que constituye una base para investigaciones posteriores con mayor grado de detalle .

El trabajo realizado tiene valor tanto económico como científico . A pesar de que el estudio no pudo culminarse debido a dificultades climáticas y de otra índole ( de 87 Km<sup>2</sup> se redujo el área a solo 47 Km<sup>2</sup> ) . El objetivo del trabajo en líneas generales se cumplió y arroja resultados bastante satisfactorios en especial hacia la parte W del río Levisa en los afluentes Mandinga y Habana .

Es digno destacar lo difícil del acceso en la parte superior del río Levisa y las condiciones naturales imperantes que complican aún más el trabajo , también las escasas comunicaciones existentes en esa parte .

## INDICE

	<u>Página</u>
CAPITULO I .- PARTE GENERAL.	1
1.1 .- Introducción	1
1.2 .- Información geográfico-económica de la Región .	3
1.2.1 .- Situación geográfica y administrativa.	3
1.2.2 .- Orografía e Hidrografía .	3
1.2.3 .- Clima , vegetación y fauna característica.	5
1.2.4 .- Complejidad geológica y accesibilidad.	6
1.2.5 .- Industria , agricultura y comunicaciones .	8
1.3 .- Historia de las Investigaciones Geológicas.	9
CAPITULO II .- GEOLOGIA DE LA REGION	12
2.1 .- Estratigrafía.	12
2.2 .- Magmatismo .	14
2.3 .- Tectónica .	16
2.4 .- Geomorfología .	19
2.5 .- Condiciones Hidrogeológicas .	20
CAPITULO III .- EVALUACION DE LAS AUREOLAS DE DISPERSION MECANICA DEL RIO LEVISA Y SUS AFLUENTES .	22
3.1 .- Características geológicas de la cuenca hidrográfica .	22
3.2 .- Condiciones geomorfológicas de la cuenca.	24
3.3 .- Composición y tipo de red hidrográfica .	26
3.4 .- Tipos de sedimentos aluviales y composición granulométrica de los sedimentos muestreados.	26
3.5 .- Composición petrográfica de las fracciones gruesas ( Gravas y Guijarros ) con sus res- pectivos cálculos y gráficos .	27
3.6 .- Contenido de minerales metálicos en la Jagua	28

	<u>Página</u>
3.7 .- Grado de elaboración ( forma ) de los cantos y la arena aluvial .	28
3.8 .- Composición mineralógica de las fracciones magnética , electromagnética y no electromagnética .	31
CAPITULO IV .- METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS Y VOLUMEN DE LOS MISMOS .	32
4.1 .- Reconocimiento Geológico.	33
4.2 .- Muestreo de Jagua .	34
4.2.1 .- Escala de los trabajos y red de muestreo .	34
4.2.2 .- Area abarcada .	34
4.2.3 .- Cantidad de muestras .	34
4.2.4 .- Peso de una muestra inicial .	35
4.2.5 .- Beneficio de la muestra .	35
4.2.6 .- Peso de 1 Jagua ( Muestra beneficiada )	37
4.2.7 .- Tipos de Análisis realizados y volumen de ellos . Análisis Mineralógico .	37
CAPITULO V .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFIA .	42
TABLAS Y ANEXOS GRAFICOS	44

## CAPITULO I .- PARTE GENERAL

### 1.1 .- Introducción .

#### 1.1.1 .- Objetivos

El presente trabajo titulado "Evaluación de las aureolas de dispersión mecánica en la Cuenca Hidrográfica del río Levisa por el Método de Jagua" ha sido situado a los graduandos Alfredo Alfonso y Alberto Ponce como Trabajo de Diploma que le permite culminar sus estudios en la carrera de Ingeniería Geológica. A la vez este trabajo tiene un fin investigativo, el cual consiste en la aplicación del Método de Jagua en la red hidrográfica del río Levisa con vistas a conocer la composición de los depósitos aluviales, así como el grado de concentración de los distintos minerales componentes.

Este trabajo se realizó mediante un muestreo sistemático escala 1:50 000, aunque la distancia entre puntos de muestreo varió en función de la existencia o no de condiciones favorables.

#### 1.1.2 .- Importancia del trabajo.

El método de Jagua posee un considerable valor por cuanto mediante su utilización es posible lograr un concentrado de minerales pesados, cuyos análisis posteriores nos ofrecerán una valoración bastante amplia de la composición mineralógica de esos depósitos aluviales, así como el grado de concentración en que se encuentran y el grado de elaboración de los cantos y la arena aluvial, esto permite conocer cuales son las áreas más perspectivas, así como la concentración de toda una serie de minerales metálicos en los distintos puntos de muestreo.

También nos permite conocer la composición granulométrica de los sedimentos muestreados y las variaciones de esta a lo largo de la red hidrográfica.

Además es el primer trabajo de este tipo realizado con el fin de estudiar los ríos que como el Levisa atraviesan el macizo ultrabásico.

Esto debe reportar resultados interesantes y valiosos , por cuanto hasta hoy en estas zonas se han evaluado fundamentalmente yacimientos ferro-niquelíferos de corteza de intemperismo , sin embargo con este trabajo puede detectarse la presencia de otros minerales útiles que pueden formar acumulaciones industriales.

El trabajo en cuestión constituye una base para investigaciones con mayor grado de detalle, que permiten una visión más amplia y emitir un juicio acerca de las perspectivas de encontrar nuevos tipos de yacimientos en la zona .

El estudio no pudo llegar a feliz culminación por dificultades climáticas y materiales reduciéndose el área de 87 Km<sup>2</sup> planteados a solo 47 Km<sup>2</sup> , sin embargo es criterio nuestro que el objetivo perseguido se ha cumplido, obteniendo resultados satisfactorios especialmente en la parte W de la zona de trabajo en los afluentes Mandinga y Habana.

Ha sido bastante difícil el trabajo en la zona en especial en la parte superior del río Levisa( más al S del yacimiento Martí ). Las condiciones son harto difíciles : vegetación tupida ,desfiladeros , cauces de bastante profundidad , etc. hacen muy compleja la labor, esto es agravado por la poca comunicación existente en esa parte.

A pesar de las múltiples dificultades se han obtenido experiencias interesantes tanto para nuestra formación cómo para futuras investigaciones.

#### AGRADECIMIENTOS .

Queremos expresar nuestro reconocimiento al Ing. Elmer Ruz Peña ( Guía del trabajo) , a los compañeros del Dpto. de Petrografía de la DPGG muy especialmente al técnico Felix Batista , así cómo a todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron a la realización del mismo.

Los Autores.

1.2 .- Información geográfico-económica de la región .

1.2.1 .- Situación Geográfica y Administrativa .

El área de trabajo se encuentra ubicada en la costa Norte de la actual provincia de Oriente , directamente al S del poblado de Nicaro y a todo lo largo del río Levisa y sus afluentes estando limitada por las coordenadas ( Lambert ) :

Al Norte : 224 000

Al Sur : 214 000 ( Ver Anexo 1)

Al Este : 638 000

Al Oeste : 632 000

Esta zona está a unos 110 Km aproximadamente al NE de Santiago de Cuba capital de la actual provincia de Oriente y a unos 80 Km al ESE de Holguín , futura capital de la provincia del mismo nombre ( 1 ) .

Actualmente pertenece al municipio de Nicaro ubicado en la Región Minera . Con la nueva división político-administrativa se ubicará en el Municipal Mayarí , provincia Holguín .

1.2.2 .- Orografía e Hidrografía .

× La orografía presenta un carácter variado en la parte baja ( con amplias terrazas ) , así cómo pequeñas ondulaciones y en ocasiones presencia de cambios bruscos en el relieve , observándose montículos pedregosos , mogotes , etc .

Hacia el Sur , en la zona del yacimiento Martí , el relieve va comenzando a hacerse más montañoso ya que surgen las primeras elevaciones pertenecientes a Sierra Cristal .<sup>x</sup>

Son bastante características la presencia de cañadas y valles estrechos de arroyos así cómo distintas formas negativas del relieve .

( En la parte central se presenta un relieve más llano cubierto por los depósitos aluviales del río Levisa .

Continuando más al Sur , río arriba , el relieve presenta un carácter más montañoso y los accidentes del terreno son más abundantes , esto va a dar lugar a que en ocasiones el río estreche considerablemente su cauce y se presenten cañones estre-

chos con paredes casi verticales  $\times$ , aquí las aguas han profundizado bastante en el lecho de serpentinitas. Las elevaciones en esta parte se hacen considerablemente mayores alcanzando valores superiores a los 600mts , los valores promedios de las cotas oscilan alrededor de los 300 mts con zonas de poca pendiente .

Es típico que las zonas de mayores pendientes se encuentren hacia el Sur alcanzando valores cercanos a los  $30^{\circ}$  en las serpentinitas . Hacia el Norte las pendientes son mas suaves, en las zonas de rocas sedimentarias del complejo terrígeno-carbonatado y los depósitos cuaternarios.

+ La red hidrográfica de la zona presenta una amplia distribución constituyendo la corriente principal el río Levisa y compuesta por una considerable cantidad de pequeños arroyos y riachuelos , así como cañadas y otras formas negativas del relieve que enriquecen considerablemente el caudal del río principal . Entre estos arroyos pueden mencionarse los nombrados Calabazas , Coco , Mandinga y Habana , en la parte superior (fuera ya del área trabajada algunos riachuelos de bastante caudal típicos de zonas montañosas .

Estos arroyos y riachuelos corren en su generalidad a lo largo de valles estrechos con riveras abruptas lo cual en ocasiones hace muy difícil su recorrido .

$\times$  El escurrimiento superficial es bastante alto en especial en la época de lluvias , esto es producto fundamentalmente de las características del relieve que permite un rápido escurrimiento de las aguas a través de cañadas , arroyos , etc. a la corriente principal \*

$\times$  Las aguas del río principal producen una gran erosión de las zonas lateríticas y acarrean un volumen considerable de sedimentos , particularmente en la época de lluvias , lo cual reduce notablemente la potabilidad de ellas en esta etapa \*

### 1.2.3 .- Clima , vegetación y fauna característica .

Nuestra zona de trabajo se encuentra en la parte Norte de la provincia oriental . En esta región el clima presenta características muy singulares , las lluvias son en extremo abundantes y su distribución media anual de precipitaciones es bastante alta por lo tanto ( 1 ) .

Aquí al igual que en el resto del territorio nacional hay 2 estaciones con una diferencia bien marcadas, una que corresponde a los meses de Mayo a Octubre y que constituye el período seco , la segunda que va de Noviembre a Abril y que constituye el período de lluvia . Cómo ha podido observarse el proceso de distribución de lluvias presenta la particularidad de ser inverso al resto del país , o sea la época lluviosa aquí corresponde al período seco del resto de la isla y viceversa .

Haciendo un análisis más exhaustivo puede observarse que el promedio anual de precipitaciones supera el promedio anual de evaporación , esto dá como resultado que la región presente un clima húmedo predominante , lo cual ha sido un factor altamente considerable para la formación de las lateritas.

La vegetación en esta zona presenta características muy típicas , en la parte baja y zonas aledañas del poblado de Levisa los suelos son tropicales poco desarrollados con vegetación típica : cultivos , pastos , etc. , sin embargo en la zona del yacimiento Martí y áreas vecinas los suelos lateríticos van a determinar la presencia de una vegetación pobre con cambios bruscos en los distintos sectores y presencia de toda una serie de especies perennifolias a cadúcifolias en montañas bajas y montículos pedregosos ( 1 ) .

Más al Sur del yacimiento Martí , río Levisa arriba la vegetación se presenta exuberante , muy tupida y boscosa , con predominio de árboles maderables. En las pendientes y divisorias de las aguas existen densas malezas y arbustos espin

nosos , así cómo trenzas de lianas , lo cual en ocasiones hace necesario la apertura de trochas .

Aquí hay un predominio de pino de Moa y bosques planifolios especialmente en los desfiladeros .

En las zonas costeras y zonas anegadizas de los ríos existen manglares , la vegetación es raquílica y la sedimentación amplia , existen algunas palmeras aunque poco abundantes .

En las áreas vecinas a Levisa podemos observar vegetación de cultivos , pastos para ganado , siembras , huertos , etc. con zonas de vegetación espontánea , arbórea y arbustiva con especies cómo marabú y aromas .

La fauna existente en nuestra zona es relativamente pobre, predominantemente animales domésticos , ganado en poca escala y animales de tipo Mesófilos .

#### 1.2.4 .- Complejidad geológica y accesibilidad .

La zona presenta variaciones en su litología , pudiendo observarse sedimentos terrígenos y carbonatados en las zonas aledañas a Levisa .

En las áreas del yacimiento Martí y vecinas se vuelve más homogénea con predominio de rocas ultrabásicas y algunos diques pequeños de rocas básicas . En ocasiones la corteza de intemperismo no permite una visión panorámica clara del tipo de roca sin embargo en las márgenes del río Levisa sí existen distintos afloramientos de rocas que permiten analizar más claramente la zona .

En su parte superior el río presenta fragmentos de esquistos y diabasas , etc

En las cabeceras del río Levisa cerca de Pinares de Mícarra existen rocas metamórficas de Edad Jurásico ? , esto complica mucho más el trabajo y dá un carácter más variado a la zona.

La estructura tectónica en esta parte de nuestra provin-

cia es algo compleja y se presenta con un piso estructural ó parte inferior formando un charriage de serpentinitas el cual yace sobre formaciones parcialmente metamorizadas espilito-diabásicas .

Luego el piso estructural superior ( Maestrichtiano y más arriba ) compuesta por formaciones carbonatadas y carbonato-tobáceas .

+ Sin embargo en la zona la presencia de diferentes sistemas de fallas , intenso agrietamiento y brechamiento complican bastante el estudio , en especial la zona del yacimiento Martí , esto debido a los diferentes fenómenos tectónicos.

El magmatismo , a pesar de los planteamientos de Adamovich-Chejovich de un origen magmático del emplazamiento serpentinitico no ofrece pruebas convincentes de tal razonamiento ni tampoco aureolas de contacto que así lo demuestren.

En las zonas aledañas a Levisa hasta el yacimiento Martí es fácil el acceso debido a la presencia de terraplenes, caminos vecinales , etc, realizados para dar amplia comunicación con el yacimiento .

A lo largo del río Levisa y sus afluentes puede transitar-se siguiendo caminos paralelos a este , sin embargo la zona se complica en el arroyo Mandinga debido a la estrechez de su cauce , abundante vegetación que solo permite caminar por el propio cauce del arroyo ( dentro del agua ) , única vía de acceso.

Más al Sur del yacimiento Martí , la zona se vuelve cada vez más inaccesible , encontrandose cañones estrechos , de paredes abruptas y aguas profundas ( ocasionalmente ) con vegetación exhuberante y enmarañada lo cual hace a veces imposible transitar por su cauce . Solo existe en esta parte un camino vecinal que en tiempo de lluvia se hace intransitable y que en ocasiones se aleja del río lo cual restringe su uso para el trabajo en cuestión a lo largo de grandes tramos.

En la zona de bosques maderables ( límite Sur de nuestra área ) este camino mencionado se termina , siendo entonces la única vía de acceso el propio cauce del río Levisa , esto dificulta considerablemente las labores en la zona por cuanto hay que realizar el trayecto por el interior del agua o por las márgenes que presentan un considerable volumen de cantos, bloques, etc, por lo que se hace en extremo penoso el camino.

O sea esta zona es de difícil acceso a pesar de la singular importancia que reviste para la culminación de nuestro trabajo.

#### 1.2.5 .- Industria , agricultura y comunicaciones .

En nuestra zona las distintas actividades económicas presentan dos renglones cuya importancia es predominante : la industria minera y el desarrollo forestal .

La minería alcanza gran valor en la región por la presencia de potentes cortezas ferro-niquelíferas en la zona del yacimiento Martí , también está la mina OcujaI entre otras.

La principal industria loes la planta procesadora de Niquel "René Ramos Latour , de Nicaro con una gran producción.

La industria forestal tiene recursos considerables en la zona aunque su desarrollo aún no ha alcanzado niveles promi- nentes, sin embargo es de valorar la importancia de los bos- ques existentes por su riqueza en arboles maderables, utili- zadas muy especialmente allí en la construcción de vías fe- rreas ( polines ) , puentes , construcciones , etc, así como el valor del pino en distintos renglones incluso la medicina.

Con el desarrollo de comunicaciones en esta parte de la región , este sector alcanzaría un valor considerable.

La agricultura es un renglón con un desarrollo bastante pobre solo en las áreas aledañas a Levisa y zonas adyacentes existen pequeñas áreas de cultivos de frutos menores, vian- das , etc . También son notables los cultivos de café , la caña posee poco desarrollo . En general el sector agropecua- rio tiene un valor secundario en la zona .

Las comunicaciones están poco desarrolladas , siendo la zona del yacimiento Martí donde existe una red bastante densa de caminos y terraplenes que facilitan el trabajo aquí. La vía principal es un amplio terraplén que vá de Levisa a Martí.

Mas allá de la zona del yacimiento solo existe un camino vecinal que vá hacia las áreas forestales , el cual está en pésimas condiciones y en tiempo de lluvia se vuelve intransitable . También en la región existe la carretera Mayarí-Sagua-Moa que comunica la Región Minera con el resto de la provincia.

Además puede mencionarse la vía férrea por la cual se traslada el mineral del transportador a la planta, así cómo la vía marítima que radica en el puerto de Nicaro y la vía aérea que comunica Nicaro con Moa y Santiago.

### 1.3 .- Historia de las investigaciones geológicas .

Los estudios preliminares efectuados en la zona se remontan a finales del siglo anterior y estaban referidos a las corizas de intemperismo de esta parte de nuestra provincia.

En un principio las investigaciones estaban dedicadas a los minerales de Hierro de las lateritas ( las primeras denuncias datan de 1886 ).

Es así cómo comienza la penetración imperialista y la compañía Hierro Hispano-Americana se hace cargo del comienzo de la explotación y son continuados más tarde por la Bethelém Cuba Iron Mines Co. , la United States Steel Corp. y otros.

Al ser procesado este Hierro para acero se observó que era frágil debido al contenido alto de Niquel . Producto del poco avance de la metalurgia mundial el Niquel era considerado un componente inútil en las lateritas.

Fué en fecha posterior a 1930 que comenzó a tomar el valor que le correspondía y toda una serie de compañías norteamericanas mostraron sumo interés en su explotación .

En 1938 la Partners Mines S.A. comienza a trabajar en las áreas con posibilidades en la zona Levisa y su explotación .

En 1940 la compañía antes mencionada había calculado cantidades notables de mineral en Levisa , pasando la propiedad a otra nueva compañía , la Friport Sulfor Co. . la cual en 1941 organiza una filial de la Nicaro Niquel que continúa la explotación del yacimiento .

La demanda de la industria bélica hace que el interés de los yanquis aumente y se empiezan a producir ampliaciones en la planta de Nicaro , esto implicó que aumentara considerablemente el número de investigaciones para que el volumen de reservas fuera mayor , comienza la explotación del yacimiento Levisa la Compañía Cubana de Niquel . En 1952 el Buró de Minas de Estados Unidos comienza las investigaciones de exploración antes mencionadas .

Los geólogos norteamericanos Mac Millan y Davis realizan toda una serie de trabajos cuya culminación es un informe de los recursos de Niquel y Cobalto en nuestra patria , así cómo el cálculo de reservas de minerales de Niquel en el yacimiento Nicaro , esto fué en el año 1955 .

Al producirse el triunfo revolucionario comienza una exploración geológica del yacimiento Nicaro con un trabajo conjunto realizado por geólogos cubanos y soviéticos , esto en áreas no investigadas vecinas a lo que serían las minas Martí y Sol Líbano .

Además se comienzan a hacer trabajos acerca de la posible explotación de las serpentinitas niquelíferas en Martí .

Los trabajos de Adamovich-Chejovich ( 1963-1966 ) arrojaron nueva luz y fueron de gran valor para el esclarecimiento de toda una serie de planteamientos expresados anteriormente por otros autores .

A pesar de su importancia para el estudio de la constitución de las rocas del macizo , tiene toda una serie de criterios que atribuyen al emplazamiento de las serpentinitas un origen magmático , los cuales han sido fuertemente rebatidos.

Son importantes sus planteamientos acerca del origen tectónico del emplazamiento de las serpentinitas , observando siempre que los contactos entre serpentinitas con otras rocas son puramente tectónicos . Sus conclusiones acerca de la relación de las serpentinitas y otras rocas , forma de emplazamiento y posición espacial de estas en los macizos revisten bastante interés .

Trabajos de Knipper-Puig , al igual que Adamovich-Chejóvich pudieron observar que los gabros en el interior de las serpentinitas no presentan regularidad . En ocasiones se presentan en el centro del macizo y otras en los contactos con sedimentos vulcanógenos.

Fundamentalmente el valor de los trabajos de Knipper y Cabrera radican en sus conclusiones que muestran el carácter tectónico de las distintas inclusiones de diabasas y gabro-anfibolitas.

También se han hecho toda una serie de trabajos por parte de la Escuela de Geología de la Universidad de Oriente , en especial Trabajos de Grado así como investigaciones que aún se realizan por el Lic. Gabriel García y el Ing. Nicolás Muñoz.

En 1940 la compañía antes mencionada había calculado cantidades notables de mineral en Levisa , pasando la propiedad a otra nueva compañía , la Friport Sulfor Co. . la cual en 1941 organiza una filial de la Nicaro Niquel que continúa la explotación del yacimiento .

La demanda de la industria bélica hace que el interés de los yanquis aumente y se empiezan a producir ampliaciones en la planta de Nicaro , esto implicó que aumentara considerablemente el número de investigaciones para que el volumen de reservas fuera mayor , comienza la explotación del yacimiento Levisa la Compañía Cubana de Niquel . En 1952 el Buró de Minas de Estados Unidos comienza las investigaciones de exploración antes mencionadas .

Los geólogos norteamericanos Mac Millan y Davis realizan toda una serie de trabajos cuya culminación es un informe de los recursos de Niquel y Cobalto en nuestra patria , así cómo el cálculo de reservas de minerales de Niquel en el yacimiento Nicaro , esto fué en el año 1955 .

Al producirse el triunfo revolucionario comienza una exploración geológica del yacimiento Nicaro con un trabajo conjunto realizado por geólogos cubanos y soviéticos , esto en áreas no investigadas vecinas a lo que serían las minas Martí y Sol Líbano .

Además se comienzan a hacer trabajos acerca de la posible explotación de las serpentinitas niquelíferas en Martí .

Los trabajos de Adamovich-Chejovich ( 1963-1966 ) arrojaron nueva luz y fueron de gran valor para el esclarecimiento de toda una serie de planteamientos expresados anteriormente por otros autores .

A pesar de su importancia para el estudio de la constitución de las rocas del macizo , tiene toda una serie de criterios que atribuyen al emplazamiento de las serpentinitas un origen magmático , los cuales han sido fuertemente rebatidos.

## CAPITULO II .- GEOLOGIA DE LA REGION

Esta región se encuentra ubicada en el Anticlinorium Mayarí-Baracoa . A continuación se expresan las particularidades de ella .

### 2.1 .- Estratigrafía . ( Ver Anexo 2 )

Para el sistema Jurásico , encontramos que aflora en la cabecera del río Levisa , en el curso superior del río Miguel y en la meseta de Pinares de Mayarí y representado por macizos metamórficos compuestos por esquistos micáceos , cloríticos, cuarzo-micáceos , anfibolítico-micáceos , etc.

Pertenecen al Jurásico Inferior ( esto con duda ) y se encuentran en la parte Sur del área de trabajo , a unos 10 Km del límite actual de esta .

El Cretácico se presenta en las estribaciones de Sierra Cristal , en la cuenca de los ríos Cabonico , Tanamo y en el curso del río Grande y está representado por efusivos básicos ( porfiritas y andesíticas basálticas ) con intercalaciones y lentes de tobas , lavas tobáceas , calizas , tufitas y limolitas , esto en el Cretácico Inferior.

El Cretácico Superior ( Maestrichtiano ) aflora en los ríos Grande y Miguel , margen Sur de los macizos ultrabásicos cuenca de los ríos Venganzabalos y Piloto . Lo forman rocas rudáceas y detríticas.

El Paleógeno se presenta en tres: el Inferior aparece en pequeñas áreas , curso superior del río Jaguasí hasta el río Mícara , también en el flanco Sur de Sierra Cristal.

Este está compuesto por margas estratificadas con algunas intercalaciones de limolitas , arenisca deleznable con cemento arcilloso y carbonatado, también en su parte alta calizas de color variado.

El Paleógeno Medio ( Eoceno ) aparece en algunas partes discordante sobre rocas del Maestrichtiano o más viejas.

Presenta rocas de la Fm. El Cobre en la totalidad de su

parte inferior y aparece en el curso del río Frio y en el curso medio de los ríos Piloto , Naranja y Seco y lo forman areniscas tobáceas , porfirita andesita , etc.

En la cuenca del río Mayarí predominan las secuencias tobáceas y hacia el Este aumentan las calizas .

La parte superior del Eoceno aparece en el curso del río Mayarí desde Paso de Lajas hasta el borde Sur de la región , en Rio Seco al Oeste de Las Cuevas . Está compuesto por areniscas calcáreas y tobáceas y grandes potencias de caliza laminar , pelítica y aporcelanada .

El Eoceno no subdividido es muy heterogéneo con calizas de fina estratificación alternando con calizas masivas , cavernosas , detríticas y a veces conglomeráticas con pequeños guijarros de serpentinitas , esto en la parte alta del río Canapú . En la cuenca del río Grande el Eoceno aparece formado por conglomerados gruesos de serpentinitas y berberita y más arriba en el corte arenisca polimictica con algunas intercalaciones de margas .

La parte superior del Paleógeno ( Oligoceno ) aparece en el Oeste , Noroeste y Norte del macizo ultrabásico desde el alto de la loma de Cayo Rey hasta el curso inferior del río Levisa , así cómo en las divisorias del río Mayarí .

Está representado por margas , calizas organógenas estratificadas , clásticas , masivas , cavernosas y localmente conglomeráticas . En la parte superior del corte calizas organógenas con restos de algas .

El sistema Neógeno , parte inferior ( Mioceno ) está representado fundamentalmente por sedimentos terrígeno-carbonatados también margas estratificadas , areniscas , gravelitas y conglomerados finos , etc.

La Edad de los sedimentos Cretácicos , Paleógenos y Neógenos fué designada teniendo en cuenta la presencia de varios tipos de foraminíferos , tanto plantónicos cómo bentónicos .(3)

## 2.2 .- Magnetismo

Reviste particular importancia el conocer las distintas rocas presentes en nuestra zona de trabajo . Es digno destacar que estas rocas mágnáticas son en su generalidad básicas y ultrabásicas con predominio de las últimas, además rocas efusivas y sus tobas .

Dentro del grupo de las rocas ultrabásicas pueden señalarse las siguientes :

Serpentinitas derivadas de las Peridotitas.

Serpentinitas a partir de Harzburgitas .

Piroxenitas .

Dunitas .

Hornblenditas .

Son eminentemente rocas de dureza media a dura cuyos minerales componentes son la Antigorita y Bastita , así cómo los piroxenos Diópsido y Enstatita , también Olivino y anfíbol Hornblenda. Pueden presentar alteraciones tales cómo Crisotilo , Serpentina , etc.

Textura generalmente masiva y su estructura hipidiomórfica, reticular , pseudo-laminar y en ocasiones psidiomórfica .

Las menas principales son la Hematita y la Cromita con colores en las rocas que oscilan de gris oscuro a verdosas.

Entre las rocas básicas pueden señalarse :

microgabro normal

microgabro anfibólico

Estos presentan su emplazamiento en forma de diques.

La mineralización ( de acuerdo a la paragénesis detectada Cromita , Magnetita , Hematita , Ilmenita ) es característica de los yacimientos mágnáticos de segregación .

Las rocas ultrabásicas imperan en la zona de trabajo, por eso es altamente valiosa el conocer la forma en que yacen las mismas , así cómo las relaciones existentes entre ellas .

Haciendo un análisis de carácter regional , estas ultrabásitas ascendieron en forma de Protrusiones ( Intrusiones frías).

utilizando como vías de ascenso la zona de fallas profundas.

Las rocas <sup>básicas</sup> pueden haber sufrido su emplazamiento al mismo tiempo o posteriormente al proceso de protrusión de las serpentinitas hacia la parte superior de la corteza . Es probable que el magma básico ejerciera presión sobre las serpentinitas , esto sería favorable para el ascenso de estas . Es posible que las rocas básicas utilizaran los mismos canales que las serpentinitas para su emplazamiento y después de producirse el enfriamiento haber sido expulsadas en forma de fragmentos arrancados por las serpentinitas durante su ascenso.

En los trabajos de Adamovich-Chejóvich estos plantean un carácter magmático al emplazamiento de las ultrabásitas en forma de un lacolito sin embargo no ha podido observarse ningún tipo de influencia del magma o sea las posibles aureolas de contacto no han sido detectadas.

Corroboran lo anterior el que los contactos entre las rocas ultrabásicas y las demás rocas poseen un carácter típicamente tectónico , bien expresado por distintas huellas que así lo afirman ( espejos de fricción , etc. ) . ( 7 )

### 2.3 .- Tectónica .

El área correspondiente a nuestro trabajo y zonas vecinas se encuentran ubicadas de acuerdo a la Tectónica Regional en la parte oriental de la Depresión Intrageosinclinal de Zaza en la cual es muy característica la presencia de rocas efusivas y efusivo-sedimentarias de Edad Cretácico , además rocas mágnicas de composición básica , ultrabásica y media.

También están presentes rocas del Paleógeno y Mioceno las cuales son variedades terrígenas y carbonatadas .

Todo este conjunto de litologías puede ser dividido en pisos estructurales con particularidades muy características, esto en dependencia del tipo de roca , de la Edad y del grado de deformación que presente .

Los sedimentos terrígenos , clásticos y carbonatados del Cretácico Superior se encuentran poco plegados y fallados .

Ya dentro del piso Paleoceno encontramos los sobrecorrimientos de serpentinitas y las meláncas que se encuentran íntimamente ligados a estas . Las serpentinitas presentan deformaciones derivadas de su propio emplazamiento .

Estos movimientos que son producto de fuerzas de compresión de carácter horizontal han dado lugar a una serie de dislocaciones disyuntivas .

En el piso posterior al Paleoceno se encuentran una serie de rocas clásticas , carbonatado-arcillosas y carbonatadas que se encuentran debilmente plegadas y con poco fallamientos.

La dirección principal de agrietamiento presenta una dirección N-S , esto de notable importancia pues coincide con la dirección del río Levisa ( 7 ) .

También existen otros sistemas de grietas aunque de menor importancia , en dirección perpendicular al principal o sea con rumbo E-W y otros con  $55^{\circ}$  y  $300^{\circ}$  de acimut respectivos, estos últimos muy ligados con dislocaciones de tipo transversal .

Con respecto a las dislocaciones disyuntivas existen toda una serie de sistemas :

El representado por fallas sublongitudinales de  $330^{\circ}$  de acimut y cuya falla principal atraviesa completamente el yacimiento Martí dividiéndolo en dos grandes bloques . Al mismo se le atribuye Edad Neógeno ya que atraviesa los pisos estructurales existentes en la zona .

Pueden mencionarse también otros sistemas de fallas cómo uno de rumbo N-Nordeste constituido por fallas sublatitudinales, también otro representado por los sobrecorrimientos de serpentinitas en la zona del yacimiento Martí . El plano de buzamiento generalmente es de pequeño ángulo y en ocasiones ponen en contacto toda una serie de litologías diferentes .

También al SE del yacimiento Martí existe otro sistema compuesto por dos fallas sub-latitudinales, las cuales se encuentran en los arroyos Calabazas y Coco , en zonas cercanas a la confluencia de ambos con el Levisa .

El desplazamiento es notable y el buzamiento abrupto y cortan los depósitos del Cretácico Superior y Paleoceno .

Es digno de señalarse la presencia de las Meláncas , unidades litológicas con características muy peculiares cómo son ; brechosidad intensa , espejos de fricción , milonitización y esquistosidad entre otros .

Esto es una prueba que merece considerarse y que es un índice de los fuertes desplazamientos tectónicos que han sufrido estas rocas ,

Las Meláncas han sido producto de la fragmentación y mezcla de los distintos tipos de rocas allí existentes , esto debido a los fenómenos tectónicos que allí sucedieron .

Respecto al emplazamiento de las serpentinitas Adamovich y Chejovich planteaban que estas rocas al Norte de Oriente forman un lacolito planteando que las raíces de este se encuentran situadas en la parte meridional y tratan de coincidir con la falla profunda .

cia del magma no es observable en la zona o sea no se encuentran aureolas de contacto que pueden atestiguar dicho origen , sin embargo existen claras pruebas de un carácter tectónico expresado por una serie de índices , que arrojan mucha claridad sobre el carácter del emplazamiento de las serpentinitas .

En los trabajos de Knipper y Cabrera , después de toda una serie de investigaciones han planteado el origen tectónico expresado en las inclusiones de gabro-anfibolitas , diabasas y algunas otras rocas en las serpentinitas de Oriente y además son partidarios de que las serpentinitas se han emplazado en forma de protrusiones ( intrusiones frías ) utilizando como canales las grandes fallas profundas.

Como elemento que confirma estos planteamientos pueden observarse que los contactos entre las rocas ultrabásicas y las demás rocas son eminentemente tectónicos.

El mecanismo de emplazamiento de las rocas ultrabásicas se presenta como un gran manto tectónico y dividido en bloques , esto es valioso por cuanto una gran parte de nuestra zona de trabajo está formada por este tipo de rocas .

#### 2.4 .- Geomorfología

La zona presenta características morfológicas bastante interesantes . Hacia la parte Norte existe un relieve casi llano con pendientes que oscilan de 0-10 grados llegando incluso a  $15^{\circ}$  (pero solo en la parte NW) . En la parte E , está distribuido el relieve en valores del rango de  $10^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  e inclusive valores menores de  $45^{\circ}$  .

En la parte central el relieve se hace más ondulado y en ocasiones las pendientes alcanzan valores mayores de  $45^{\circ}$  , o sea las pendientes son abruptas , esto puede observarse en la parte W de la zona , en la trayectoria del arroyo Mandinga el cual aumenta gradualmente su pendiente.

Hacia el S el relieve se hace más accidentado , sobre todo en la vertiente W del Levisa , con predominio de pendientes de  $0^{\circ}$  a  $45^{\circ}$  y mayores . En la parte E de la zona antes mencionada las pendientes aumentan pero de una forma gradual.

En las partes más septentrionales del área se observan extensos depósitos aluviales en forma de terrazas, estos son tanto de cauce como de valle de inundación , encontrándose las mayores extensiones y espesores en la parte inferior del río Levisa y las zonas correspondientes a los arroyos Coco y Calabazas . También se encuentran bien distribuidos en la zona del yacimiento Martí con hasta dos escalones de terrazas de espesor generalmente menor de 10 mts.

Hacia la parte Sur estos depósitos van reduciéndose para volver a aumentar en la parte más alta del río Levisa , ya fuera de la zona trabajada por nosotros ( Ver Anexo 4 ) .

O sea resumiendo, al N se presentan llanuras , hacia el S comienza a predominar una zona ondulada ( parte central ) y más al N llega hasta montañas bajas con cotas de 500 a 700 mts incluso .

## 2.5 .- Condiciones Hidrogeológicas .

Nuestra zona de trabajo presenta una serie de rocas de Edad diversa a lo largo de su territorio con características muy peculiares desde el punto de vista hidrogeológico .

En la parte correspondiente al yacimiento Martí en el lecho del río Levisa y sus áreas vecinas rocas pertenecientes al Cretácico Superior representadas por aleurolitas con intercalaciones de areniscas ligeras y porosas con buena estratificación , en ocasiones estas se encuentran agrietadas . La fuente principal de alimentación es el río Levisa .

A lo largo del lecho del Levisa y zonas aledañas de este se encuentran calizas brechosas , duras y compactas con poco agrietamiento , por lo cual no poseen importancia desde el punto de vista hidrogeológico .

Encontramos además areniscas grises , ligeras , con intercalaciones de conglomerados y aleurolitas bien estratificadas y algo agrietadas , Descansan sobre las rocas Cretácicas con una discordancia de forma angular , rocas del Paleógeno representadas por calizas conglomeráticas con intercalaciones de margas y brechas , estas por el grado de agrietamiento son importantes .

Las rocas antes mencionadas ( calizas ) están carsificadas, se observan cavernas antiguas . Presentan un agrietamiento tal que a veces dividen los afloramientos en mogotes .

A pesar de las condiciones favorables no poseen importancia hidrogeológica pues las condiciones de alimentación de esos posibles acuíferos son pobres .

En la zona se observan abundantes manantiales.

Las serpentinitas sirven de base en gran medida a la circulación de ríos y arroyos y al estar fuertemente agrietadas y brechosas favorecen considerablemente el desarrollo de la infiltración de las aguas y dá a esas aguas un carácter fisural . El considerable volumen de precipitaciones , el relieve

y el grado de agrietamiento le confieren a las serpentinitas en el área una gran importancia hidrogeológica .

El número considerable de arroyos y manantiales que nacen de dichas rocas enriquecen considerablemente la corriente principal de nuestra red : el río Levisa .

Los depositos cuaternarios poseen importancia y están representados por depósitos del río Levisa y sus afluentes tales como gravas y arenas las cuales provienen de la erosión de serpentinitas , melánces y otras rocas.

De acuerdo a perforaciones ha sido posible conocer que los horizontes de margas sirven de lecho impermeable a los depósitos antes mencionados , esto es muy favorable para el almacenamiento de agua .

Estos acuíferos presentan cómo fuente principal de suministros el río Levisa y en menos cuantía las precipitaciones atmosféricas .

En las cortezas de intemperismo la presencia de agua está condicionada al proceso de infiltración de las aguas producto de las precipitaciones , esto en función del carácter poroso de los horizontes superiores , esto permite que en ocasiones el agua pueda introducirse hasta los horizontes inferiores , en dependencia del agrietamiento de las rocas sub-yacentes.

En ocasiones estas aguas aparecen en la superficie en zonas del contacto corteza-roca base, en niveles hipsométricos más bajos en forma de manantiales . (7)

CAPITULO III .- EVALUACION DE LAS AUREOLAS DE DISPERSION

MECANICA DEL RIO LEVISA Y SUS AFLUENTES

3.1 .- Características geológicas de la cuenca hidrográfica del río Levisa .

La cuenca hidrográfica del río Levisa presenta una litología variada y puede observarse a lo largo del curso principal y sus afluentes lo siguiente :

En la parte inferior del Levisa predominio de secuencias del Paleógeno , en especial sedimentos carbonatadas , calizas y margas . Las calizas son de diferentes variedades : organógenas , margosas , arenosas , brechosas , etc. y las margas están bastante bien estratificadas , esto puede observarse en las márgenes del río principal en las cercanías del poblado de Levisa . También puede observarse carsificación con cavernas de magnitudes bastante considerables precisamente en el lugar antes mencionado .

Siguiendo el curso de la corriente principal (río arriba) nos aproximamos a la zona del yacimiento Martí , encontramos una secuencia perteneciente al Cretácico Superior expresada por aleurolitas y areniscas , también conglomerados-brechas los cuales presentan fragmentos de gabros , serpentinitas , etc y son generalmente masivos ( puede verse también en los arroyos Mandinga y Habana ) .

A lo largo de esta zona y parte superior del área trabajada se observan las serpentinitas , ocurriendo que en ocasiones el río principal y también algunos afluentes corren directamente sobre estas .

El río Levisa ha creado extensos depósitos aluviales tanto de cauce como de valle de inundación , siendo importantes los observados en la parte inferior de dicho río así como en el arroyo Calabazas .

También es digno señalar las Meláncas , rocas clásticas que

✓ están compuestas por rocas básicas y ultrabásicas con diámetros variables y en ocasiones de tamaño considerable ( hasta 1 metro ) , podemos mencionar entre ellas las Peridotitas , Harzburgitas ( con poco grado de serpentización ) , serpentinitas , etc con mala clasificación , sin orientación , con formas subangulares que componen estas unidades litológicas .

Estos conglomerados-brechas serpentiniticos ( Melanges ) presentan serpentinita principalmente y como acompañantes de esta cristales de cuarzo , fragmentos de sílice, menas y material arcilloso en la matriz ( suponemos sea producto de la alteración de esta ) .

La tectónica en la zona está representado por una serie de sistemas de fallas como el representado por dos fallas sub-longitudinales ( su falla principal divide el yacimiento Martí en dos bloques ) , otros con rumbo N-Nordeste , etc .

El agrietamiento es intenso en la zona con dirección predominante N-S , siguiendo la dirección del río Levisa .

Los depósitos que componen la Melange en ocasiones presentan estrías de fricción . A lo largo de la cuenca , en la zona del yacimiento Martí puede observarse el contacto tectónico entre la Melange y las aleurolitas y areniscas.

También se han detectado rocas esquistosas ( alteradas ) sobre las aleurolitas y areniscas , esto producto de fenómenos tectónicos .

Otros índices bien visibles son ; el intenso brechamiento, agrietamiento , espejos de fricción, etc .

### 3.2 .- Características geomorfológicas de la cuenca.

La cuenca del río Levisa presenta características muy típicas con una disposición en forma de terrazas de sus depósitos aluviales .

En estas terrazas se observan claramente dos escalones , en ocasiones hasta tres , sin embargo por su poca distribución y espesor ese último se ubica dentro del segundo .

Estas terrazas van a presentar una extensión y espesor variables ( desde unos m<sup>2</sup> hasta cientos de m<sup>2</sup> y más .

Para su estudio e interpretación más cabal designaremos a cada escalón por un símbolo : el superior que es el más antiguo se denominará Q<sub>1</sub> y el inferior y más joven por Q<sub>2</sub> .

Los depósitos del primer escalón ( Q<sub>2</sub> ) están representados por fragmentos variados de Peridotitas con grado diverso de serpentinitización y colores que varían de verde oscuro a verde grisáceo, en menor escala encontramos fragmentos de rocas básicas ( poco alteradas ) , sílice amorfa , calizas de diferentes tipos ( arenosas , brechosas , conglomeráticas ) ,

Estas arenas a medida que avanzamos hacia el Sur observamos un alto enriquecimiento en micas . En los depósitos se encuentran fragmentos de conglomerados-brechas , diabasas , etc , con grado de redondeamiento diverso y una pobre clasificación.

El segundo escalón y superior ( Q<sub>1</sub> ) , encima del primero presenta diámetros menores , mejor grado de clasificación y un mayor contenido de materiales areno-arcillosos .

Son importantes en la cuenca y afluentes los depósitos del arroyo Calabazas ( afluente del Levisa ) , los cuales son típicamente de lecho , con Peridotitas serpentinizadas y frescas , sílice , raramente rocas básicas , pequeños granos de serpentinitas , concreciones de Hierro , etc .

Significativamente en este no aparecen cristales de mica cómo en el Levisa .

Solo un estudio más detallado de estos depósitos puede dar más claridad acerca de su origen , intimamente ligado a fenóme-

✓ nos de carácter tectónico. Se han detectado depósitos de barras en el curso principal pero su escasa distribución resta importancia a dicha presencia.

La distribución de todos estos depósitos aluviales en la cuenca es bastante irregular, siendo notables los depósitos en las zonas centrales del Yacimiento Martí, precisamente allí se observa el posible tercer escalón, aunque sus espesores no superan los 10 metros. Estos depósitos oscilan desde 1 a 1,5 hasta 2 a 3,5 metros de espesor. Poseen poca o mala clasificación, observándose en ocasiones (ésto en el Levisa) una gradación vertical. Sin embargo las partes más perspectivas radican en zonas cercanas al poblado de Levisa, en la parte inferior de la corriente principal y zona del arroyo Calabazas.

Es digno señalar que el río Levisa no siempre corre sobre las rocas del fondo si no que en ocasiones lo hace sobre su propio aluvión.

En la cuenca es visible además que las pendientes predominantes oscilan de 0 - 10° en el curso medio e inferior, encontrando zonas como el arroyo Mandinga donde aumenta gradualmente alcanzando valores hasta 30° y más.

En la parte media a superior del río Levisa las pendientes aumentan siendo predominantes los valores entre 10 - 15°, y van creciendo hacia el S llegando inclusive hasta los 45°.

Los mayores depósitos están ubicados en la parte inferior del curso principal (Ver Anexo 5).

### 3.3 .- Composición y tipo de red hidrográfica .

La red hidrográfica estudiada se encuentra compuesta por el río Levisa como corriente principal y toda una serie de arroyos y riachuelos que descargan sus aguas en la corriente mayor , enriqueciendo considerablemente su caudal .

Entre estos arroyos podemos mencionar : Coco , Calabazas , Mandinga y Habana . Existen además cañadas , manantiales y otras formas negativas del relieve que ayudan al escurrimiento superficial de la zona en dirección a la corriente principal . En el curso superior del río Levisa existen también toda una serie de arroyos y riachuelos ( fuera ya del límite actual de la zona de trabajo ) de bastante caudal que con sus aguas le dan un volumen considerable al río principal .

En cuanto al tipo de red hidrográfica , puede expresarse de acuerdo a dos características : forma y edad .

De acuerdo a la forma la red del río principal se presenta con una forma bastante común que es la denominada como de tipo dendrítica , llamada así por la disposición de sus afluentes respecto a la corriente principal ( Ver Anexo 6 ).

El río Levisa ( su red ) es considerado como un río joven de acuerdo a las particularidades que presenta , es un río típico de montaña , con corrientes turbulentas , la presencia de algunos meandros y cauces abandonados no inciden en dicha clasificación ya que esto es producto de las continuas crecidas, etc. que este sufre.

ho

### 3.4 .- Tipos de sedimentos aluviales y composición granulométrica de los sedimentos muestreados .

Los sedimentos típicos son los de cauce y de valle de inundación , los primeros en forma de espigas o lenguas de tierra que son precisamente los muestreados en nuestro trabajo , también los de valle que forman terrazas los cuales no fueron muestreados y su análisis solo se realizó de forma visual .

Todos estos sedimentos pertenecen a las fracciones gravas

y arenas ( gruesas y gruesas con guijarros ) , estas últimas mal clasificadas .

La composición granulométrica de los sedimentos muestreados es variada y está representada por los siguientes diámetros :

Mayores de 2 mm .

Entre 1 y 2 mm .

Entre 0,5 y 1 mm .

Entre 0,3 y 0,5 mm .

Menores de 0,3 mm .

Esta última fracción no comprende diámetros menores de 0,07 mm , o sea que la granulometría presente en los sedimentos muestreados está por encima de ese valor .

La proporción , es decir , el contenido en que se encuentran las diferentes granulometrías puede observarse en la ( Tabla 1 ) , en la cual estas diferentes fracciones se encuentran de acuerdo a su diámetro, peso y % de cada una con relación a la muestra . Las variaciones a lo largo de la red hidrográfica pueden observarse en el Anexo 8 .

### 3.5 .- Composición petrográfica de las fracciones gruesas ( Gravas y Guijarros ) con sus respectivos cálculos y gráficos .

En estas fracciones han podido observarse fundamentalmente fragmentos de serpentinitas , diabasas , esquistos , gabros , peridotitas con diferente grado de serpentización areniscas , conglomerados-brechas que luego de consolidados han sido fragmentados y aparecen en la parte media del cauce esto es ocasional ya que generalmente al fragmentarse se separa en los diferentes componentes que lo forman , todos con una gran angulosidad generalmente .

Estos fragmentos presentan un predominio notable de las serpentinitas , en menor grado diabasas y en proporción menor aún fragmentos de Cuarzo de tamaño diverso .

La proporción en que estos minerales se encuentran no

ha sido posible determinarse y por tanto el % de cada uno no puede expresarse y es por eso que no se han construido los gráficos correspondientes .

### 3.6 .- Contenido de minerales metálicos en la Jagua .

Estos minerales metálicos se encuentran representados en la muestra beneficiada ( Jagua ) por : Limonita , Cromita , Hematita , Magnetita e Ilmenita así como granos de Rutilo estos últimos muy aisladamente .

Las mayores concentraciones de Ilmenita se encuentran localizadas en los arroyos Mandinga y Habana , afluentes del río principal .

En cuanto al grado de concentración en que se encuentran esto puede observarse en detalle en los histogramas (Anexo 9 y 10 ) , así como en el Anexo Gráfico 7 y en las tablas 2, 3 , 4 , 5 y 6

### 3.7 .- Grado de elaboración ( forma ) de los cantos y la arena aluvial .

Una de las cuestiones de importancia al realizarse el Método de Jagua es el análisis de las variaciones que sufren los cantos y la arena aluvial a lo largo de la cuenca estudiada . Conociendo el grado de elaboración de cantos y arena aluvial es posible conocer si la distancia de transporte ha sido larga o si ha sido poca , esto es un índice valioso a la hora de localizar un yacimiento in situ . En nuestro trabajo ha podido observarse toda una serie de particularidades con respecto a lo anteriormente expresado .

En la parte inferior del cauce del Levisa los cantos se presentan con forma redondeada a sub-redondeada , a medida que avanzamos hacia el S , o sea río arriba los cantos van presentandose cada vez menos elaborados , esto en función del transporte que han sufrido y de las corrientes turbulentas del río . Esto es algo singular y puede observarse desde la parte media-inferior del cauce principal (cercano al poblado de Levisa ) hasta la parte inferior, los cantos han sido elaborados gradualmente disminuyendo en tamaño y en cuanto

a su forma disminuyendo paulatinamente en tamaño , también varían en cuanto a forma disminuyendo su angulosidad y van presentándose cada vez más redondeados aunque sin llegar a un proceso de elaboración completa .

En cuanto a sus afluentes estos presentan características muy peculiares, pudiendo notarse en los arroyos Coco y Calabazas cómo se produce una variación gradual en cuanto al diámetro de los cantos y también en su forma se aprecian variaciones desde fragmentos angulosos hasta sub-redondeados , en ambos casos con bastante alteración .

El Coco por su mayor longitud y caudal permite una elaboración más completa de los cantos en comparación con los afluentes Mandinga y Habana .

En los arroyos y riachuelos de la parte superior ( más al S del yacimiento Martí ) de nuestra área de trabajo se observa que los cantos están poco elaborados presentando diámetros considerables en la confluencia con el Levisa ( aparecen en ocasiones grandes bloques ) .

El máximo grado de elaboración lo han sufrido los esquistos y en menor grado serpentinitas y rocas ultrabásicas de la zona media del curso principal , esto es producto del grado de transporte que ha sido mayor en las primeras , las rocas básicas son las que menos elaboración presentan esto también debido a su mayor dureza .

En cuanto a la arena aluvial las principales características de su grado de elaboración serán explicadas a todo lo largo del río Levisa y hablando particularmente en cada uno de sus afluentes .

Haciendo un análisis de la variación en cuanto a su forma se ha podido observar que en la parte inferior ( cercano al pueblo de Levisa ) los granos se presentan con una forma que va de redondeada a sub-redondeada y el grado de alteración oscila en valores medios hasta altos ( 40 a 85 % inclusive ) .

Más allá de arroyo Calabazas hasta la confluencia con el arroyo Mandinga , se observa que la granulometría varía en rangos más amplios llegando desde redondeados a sub-angulosos con alteraciones que van desde baja hasta valores altos .

Ya en la zona del yacimiento Martí más allá de Mandinga , se presenta un grado de elaboración en las arenas que vá desde redondeados , sub-redondeados hasta sub-angulosos con predominio de los dos últimos , esto va a ser característico en el resto del cauce del Levisa ( parte trabajada ) , el grado de alteración presente oscila en valores bajos a medios con predominio de estos últimos .

En cuanto a los arroyos que componen la red hidrográfica del Levisa las particularidades más singulares se expresan a continuación :

En el arroyo Calabazas la forma de la granulometría se presenta ( en la parte estudiada ) de forma sub-redondeada a redondeada con un grado de alteración de medio a alto .

El arroyo Coco presenta la granulometría de su arena aluvial con forma redondeada a sub-redondeada , con un grado de alteración medio hasta alto .

El arroyo Mandinga presenta una variación de sus granos de sub-redondeados a angulosos , con valores que oscilan de medio hasta alto en cuanto al grado de alteración .

El arroyo Habana presenta granulometría en su arena aluvial de forma sub-redondeada hasta angulosa con poca alteración.

Los sedimentos muestreados generalmente presentan un grado de elaboración medio relativamente , es decir el transporte de los fragmentos no ha sido intenso .

En la parte superior del curso principal se puede apreciar que los fragmentos han recibido una elaboración menor , observándose abundantes fragmentos en forma angulosa , esto obedece a la presencia de Cuarzo .

Es digno mencionar que el grado de elaboración de los cantos y también de la arena es mayor en el arroyo Calabazas siendo el

arroyo Mandinga el que menor grado posee . En cuanto al grado de alteración este disminuye hacia el Sur es decir a la zona de mayor pendiente aunque en sentido general es de un valor medio , siendo el mayor grado el presente en el arroyo Calabazas y en el curso inferior del río Levisa .

3.8 .- Composición mineralógica de las fracciones magnética , electromagnética , ligera y pesada .

Para nosotros es de sumo interés conocer los minerales componentes de cada fracción.

Fracción magnética :

Magnetita  
Cromita ( ligeramente magnética )  
Fragmentos de roca con magnetita

Fracción electromagnética :

Piroxenos  
Anfíboles  
Cromita  
Hematita  
Limonita  
Ilmenita

Fracción pesada :

Rutilo ( solo granos )

Fracción ligera :

Cuarzo  
Feldespatos

CAPITULO IV .- METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS Y VOLUMEN DE LOS  
MISMOS .

El Método de Jagua se emplea para el análisis de los sedimentos aluviales , eluviales y deluviales que se encuentran en forma de depósitos friables no consolidados .

Se basa en el muestreo sistemático de esos sedimentos mencionados , el estudio de su composición y la determinación del contorno de la aureola de dispersión mecánica .

Por este método puede investigarse las zonas favorables para el hallazgo de yacimientos de placeres así cómo la búsqueda de yacimientos in situ .

La llamada Jagua no es más que el resultado del beneficio de la muestra de arena aluvial y su terminación en un concentrado de minerales pesados .

El método en cuestión consta de los siguientes pasos :

1 ) Selección del lugar para tomar la muestra de Jagua .

( Tomando cómo base criterios geológicos , geomorfológicos , y la escala de los trabajos ) .

2 ) Muestreo .

3 ) Beneficio de la muestra ( Jagua ) .

4 ) Análisis de la Jagua .

5 ) Documentación del muestreo .

6 ) Generalización de los resultados del Método y elaboración de las conclusiones .

( Construcción de Mapas ) .

#### 4.1 .- Reconocimiento Geológico .

Para la realización de nuestro trabajo investigativo se han tomado diferentes criterios tanto geológicos como magnéticos , geomorfológicos , hidrológicos e hidrogeológicos .

En la zona que abarca el yacimiento Martí , el Purio , etc se han efectuado y aún se efectúan investigaciones geológicas por diferentes autores , todo esto abarca los puntos anteriormente expresados .

Pero no solo se han tenido en cuenta los trabajos realizados , sino que para obtener una visión más clara y una base más sólida de trabajo se procedió al recorrido de la red hidrográfica ( específicamente la corriente principal ) , con este fin se realizó una marcha de reconocimiento a lo largo del curso del río Levisa no abarcando esta , cómo hemos expresado , sus afluentes .

Dicha marcha tuvo una extensión aproximada de 18 Kms abarcando hasta la parte Norte de los Pinares de Mícará , allí en Pinares se había situado el límite final de nuestro trabajo.

La finalidad de este reconocimiento fué determinar las condiciones reales de los depósitos en los cuales se iba a llevar a efecto el muestreo de Jagua .

Como resultado del reconocimiento realizado pudo observarse que algunas partes en que existían puntos de muestreo planificados de acuerdo a la escala de trabajo , debían ser trasladados y otros eliminados , ya que los depósitos no presentaban las condiciones mínimas requeridas y en ocasiones simplemente no había depósitos .

Además pudo observarse en el trayecto a través de la corriente fluvial las características de la litología presente así cómo otras cuestiones de índole organizativa de los trabajos. El reconocimiento antes expresado se efectuó durante los días 10 al 13 de Enero y el mismo fué realizado por los Ing. Elmer Ruz Peña ( Profesor Guía ) y Nicolás Muñoz G. y los graduandos Alfredo Alfonso y Alberto Ponce .

#### 4.2 .- Muestreo de Jagua .

##### 4.2.1 .- Escala de los trabajos y red de muestreo .

El muestreo de Jagua se llevó a efecto en los depósitos de cauce , fundamentalmente en las espigas . Las mismas no constituyen muestras puntuales sino que son una representación del depósito .

El trabajo se realizó en una escala 1:50 000 aunque puede observarse que en ocasiones esto no se cumple producto de lo explicado en el punto anterior , además en los afluentes las condiciones de los depósitos generalmente no responden a las exigencias requeridas y en ocasiones se observa la ausencia de los mismos .

La red de muestreo tuvo un carácter bastante irregular y para cumplir dicho objetivo se hicieron redes rectangulares ó cuadradas esto claramente , en dependencia de las condiciones y de la forma de los depósitos . La red estaba compuesta por pequeñas zanjas que llegaban hasta el nivel del río , esto producto de que así se muestreaba esta zona que se enriquece notablemente en minerales pesados durante las fluctuaciones del nivel del río ( crecidas , etc. ) .

La muestra original representa el conjunto de muestras de la red tomadas al efecto en los puntos de intersección de los perfiles .

##### 4.2.2 .- Area abarcada .

El trabajo de investigación realizado debía abarcar un área aproximada de unos 87 Km<sup>2</sup> , sin embargo producto de las condiciones en extremo difíciles imperantes ( tanto climáticas cómo de otro tipo ) esta se redujo a unos 48 Km<sup>2</sup> .

##### 4.2.3 .- Cantidad de muestras .

Como resultado de la disminución del área original del trabajo , así cómo de diferentes de muestreo que no cumplían las condiciones requeridas el número de muestras se redujo a

un total de 29 tomas tomadas en el curso inferior y medio de la red hidrográfica , compuesta por el río Levisa y los afluentes de éste los arroyos Coco , Calabazas , Mandinga y Habana.

#### 4.2.4 .- Peso de una Muestra Inicial .

Estas muestras en estado original , al comienzo de su lavado presentaban un peso que oscila entre 14 y 16 Kgs , esto en dependencia del grado de humedad , tamaño de los granos , así cómo de los tipos de rocas que dan origen a los granos .

Por todo lo anteriormente expresado se le asignó un peso promedio de 15 Kgs .

#### 4.2.5 .- Beneficio de la muestra .

El beneficio de la muestra original comprendió dos fases:

a) Una realizada en el propio río Levisa y que se efectuó de la siguiente forma :

Se toma la muestra inicial de 15 Kgs y se sitúa esta en un recipiente especial ( de forma acanalada ) , se echa agua en dicho depósito y comienza a balancearse lentamente hasta que la muestra decante y las partículas arcillosas se eliminan del recipiente .

Con el balanceo continuo se van eliminando las partículas más ligeras así cómo aquellas fracciones que no posean contenido de mena .

Este lavado no se efectuó completamente en las condiciones de campo debido a las características turbulentas de las aguas , las cuales producto de eso traían en suspensión abundante material arcilloso , esto no permitía un beneficio completo con la calidad propuesta .

b) La segunda fase se realizó ya en la Universidad y ella constituyó el beneficio final de la muestra en la cual quedó solo el material más pesado de la muestra original . Este lavado se realizó hasta que la muestra alcanzó una coloración gris oscura a oscura .

Luego de culminar la etapa de lavado la Jagua obtenida se seca , colocándose en pequeños sobrecitos de papel cartón .

Posteriormente se procedió a la documentación de la Jagua para conocer sus características mineralógicas macroscópicas .

Finalmente se procede al Análisis de Laboratorio , el cual consta de diferentes pasos :

- a) Separación Granulométrica.- Para esto se realiza un tamizaje separando la Jagua en sus diferentes granulometrías .
- b) Luego se procede al pesaje de las diferentes fracciones granulométricas y se determina el % en que se encuentran en la Jagua .
- c) Más tarde se realizó la separación en fracciones magnética , electromagnética y no electromagnética , esto de acuerdo a las propiedades inherentes de cada mineral presente en la Jagua . Para esta separación fueron tomadas de cada muestra beneficiada ( Jagua ) las fracciones granulométricas más finas ( entre 0,3 y 0,5 mm ) y menores , en ocasiones hubo que tomar fracciones ( hasta 1 mm ) producto de que la fracción fina era poco abundante .

También se realizó la separación de la fracción no electromagnética por medio de líquidos pesados ( Bromoformo ) en fracción ligera y fracción pesada . Al repasarse la fracción pesada con el electroimán cosa que eventualmente se hace con vistas a eliminar las partículas electromagnéticas que se pueden haber quedado , esta fracción se eliminó y no quedó nada de ella ( esto ocurre en ocasiones ) .

Luego se procedió al pesaje de cada fracción : magnética , electromagnética , ligera ya que la pesada solo granos aislados y finalmente se examinaron dichas fracciones bajo la lupa binocular para conocer los minerales existentes y en que proporción.

4.2.6 .- Peso de 1 Jagua ( Muestra beneficiada ) .

El peso de las muestras beneficiadas ( Jagua ) presenta variaciones que oscilan entre 0,10291 Kgs hasta 0,72444 Kgs .

Como resultado de esta variación se ha tomado cómo peso promedio 0,32754 Kgs .

4.2.7 .- Tipos de Análisis realizados y volumen de ellos .

Para la determinación de los minerales constituyentes de la Jagua se realizaron Análisis Mineralógicos ( el Minerográfico no pudo efectuarse ) .

También antes de los Análisis antes expresados se efectuó el Análisis Granulométrico , esto explicado en el punto (4.2.5)

Estos Análisis Mineralógicos consisten en el estudio a través de una lupa binocular de las diferentes fracciones magnética electromagnética y ligera , la pesada solo granos aislados , con ello logramos conocer los minerales en cada fracción así cómo el % en que se encuentran , lo cual es en extremo valioso por cuanto nos permite conocer el grado de concentración de estos en la Jagua .

Los resultados de este Análisis pueden observarse remitiendonos al punto 3.8 , además mediante estos datos obtenidos se han elaborado una serie de tablas ( 2 a la 6 ) y Anexos gráficos ( 7 , 9 y 10 ) que nos permiten una visión más integral .

Se habían planificado la realización Análisis Espectral Semi-Cuantitativo , que no pudo efectuarse por motivos ajenos a nuestra voluntad .

El Análisis Mineralógico de Jagua fué apoyado por otros tipos de Análisis tales cómo :

Métodos micro-químicos .

Análisis por medio de líquidos de inmersión.

Se había planificado Análisis Minerográfico para comprobación pero por problemas materiales no pudieron realizarse .

El volumen de análisis realizados fué considerable y se

tomaron un total de 140 fracciones ( entre magnéticas , electromagnéticas y no electromagnéticas ) de las 29 Jaguas obtenidas .

Estas Jaguas divididas en fracciones granulométricas y tomados los diámetros :

Entre 0,3 y 0,5 mm .

Menores de 0,3 mm .

En ocasiones debido a la poca cantidad en estas dos fracciones hubo que utilizar la fracción ( entre 0,5 y 1 mm ) .

En general se analizaron :

50 fracciones magnéticas

50 fracciones electromagnéticas

40 fracciones no electromagnéticas

CAPITULO V .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .

CONCLUSIONES :

- 1 .- Los minerales metálicos presentes en nuestro Análisis de los sedimentos aluviales son :Cromita , Hematita , Limonita , Magnetita (predominante con relación a los demás ) Ilmenita , así cómo Rutilo , este último solo en granos por lo que no aparece en las tablas de contenidos .
- 2 .- Entre Los minerales formadores de rocas están presente Piroxenos , Anfíboles , Plagioclasas , Feldespatos así cómo Cuarzo , este último en la fracción no electromagnética constituyendo la casi totalidad de esta .
- 3 .- Los minerales Cromita , Magnetita e Ilmenita es posible que se presenten de forma diseminada en los macizos de rocas , cómo producto de los procesos de segregación magmática , aunque no es despreciable la posibilidad de encontrarlos concentrados en pequeñas zonas de los macizos de rocas .
- 4 .- Las zonas más perspectivas están en la parte W del río Levisa ( entre los arroyos Mandinga y Habana ) y las menos perspectivas en la parte E de dicho río .
- 5 .- La paragénesis mineralógica detectada en las Jaguas ( magnetita , Hematita , Cromita e Ilmenita ) son característicos de yacimientos magmáticos de segregación.
- 6 .- La presencia de Limonita y Hematita en concreciones ferruginosas ( perdigones ) en la Jagua es producto de la erosión de las cortezas de intemperismo .
- 7 .- En la zona más perspectiva ( por lo menos en la parte estudiada ) no existen depósitos que indiquen posibles yacimientos de placeres .
- 8 .- La proporción en que se encuentran los granos de arena de menor tamaño disminuye hacia la parte medio-superior del cauce del río Levisa y aumentan en contenido los fragmentos de mayor diámetro ( gravas , guijarros y cantos.

- 9 .- Cómo resultado del pequeño volumen de análisis realizados no es posible reflejar fielmente el verdadero contenido mineral de los depósitos sedimentarios , lo mismo ocurre con la concentración ya que las fracciones mayores de 0,5 mm en su generalidad no fueron estudiadas bajo la lupa binocular por lo cual los % presentes pueden ser mayores , esto da un considerable margen de seguridad a los datos entregados .
- 10 .- Si se realizara trituration de los fragmentos de diámetro mayor de 0,5 mm se observaría que el contenido de minerales metálicos ( en % ) aumentaría proporcionalmente con el diámetro .
- 11 .- Las mayores concentraciones de minerales metálicos están en la parte Sur de nuestra área de trabajo y las menores en la parte inferior del Levisa y en los afluentes de la zona Este,

#### RECOMENDACIONES :

- 1 .- Deben realizarse otros análisis a las muestras tomadas y a las que se obtengan en futuros trabajos lo cual detectará la presencia de otros minerales y trazas y aumentará el grado de confiabilidad de los datos .
- 2 .- Es necesario continuar el estudio de la red hidrográfica del río Levisa a fin de completar el trabajo y obtener un mayor grado de detalle de la zona .
- 3 .- Es necesario un estudio más detallado de la parte Oeste del río Levisa , en especial los arroyos Mandinga y Habana que es la zona con más perspectivas .
- 4 .- Debe realizarse el Método de Jagua en todos los ríos de la costa Norte ( de su red hidrográfica ) .
- 5 .- Cómo medio de conocer aún más estas cuencas hidrográficas de la costa Norte oriental proponemos se realice también el Método Clástico Fluvial en estas .

- 6 .- Proponemos se realizen trabajos con bastante detalle de las diferentes terrazas existentes en la red hidrográfica Levisa .
- 7 .- Es necesario un estudio tanto hidrológico como hidrogeológico de la zona , la cual adolece de investigaciones amplias en este sentido .
- 8 .- Debe realizarse un levantamiento geológico más detallado con un grado de investigación mayor en especial en lo referente a Tectónica y Magmatismo , no solo del yacimiento Martí sino de la zona en general .
- 9 .- Por último creemos conveniente plantear producto de experiencias propias la necesidad de crear las condiciones materiales mínimas con vistas a trabajos futuros ya que esto afectó considerablemente nuestro trabajo e impidió su total ejecución .

BIBLIOGRAFIA .

- 1) Academia de Ciencias de Cuba y de la URSS . Atlas Nacional de Cuba  
Editora Nacional URSS  
1970
- 2) Adamóvich A. - Chejovich V. "Estructura Geológica de los Macizos montañosos de Sierra de Nipe y del Cristal"  
ICRM  
1963
- 3) Adamovich A. - Chejovich V. "Principales características de la Geología y de los Minerales Útiles de la Región Nordeste de la provincia de Oriente" .  
Ministerio de Industrias  
Revista Tecnológica  
1964
- 4) Bateman , Alan M. Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico  
Ediciones Omega  
1957
- 5) Betejtin A. Curso de Mineralogía  
Editorial Mir  
Moscú , 1970
- 6) Dana-Hurlbut Manual de Mineralogía  
Segunda Edición  
1962
- 7) Fernández , Lazaro "Estudio Geológico del Yacimiento Martí", Oriente  
Trabajo de Grado  
Universidad de Oriente

- 8) Knipper A. - Cabrera R.      Tectónica y Geología Histórica  
de la Zona de Articulación entre  
el Mio y Eugeosinclinal y del  
Cinturón Hiperbásítico de Cuba.  
Publicación Especial No. 2  
Academia de Ciencias de Cuba  
1974
- 9) Lahee , F.      Geología Practica  
Ediciones Omega  
Barcelona , España  
1958
- 10) Morolov , V.      Trabajo de Búsqueda y Explora-  
ción de Cromo del Yacimiento  
Caledonia , Pinares de Mayarí  
1963-1964

ANEXOS GRAFICOS

- 1 ) Mapa de Ubicación Geografica ( Escala 1: 100 000 ) .
- 2 ) Mapa Geológico Esquemático del Macizo Hiperbasítico  
Mayarí-Nicaró ( Según Adamovich, A.F. y Chejovich E.D. )  
( Escala 1: 250 000 ) .
- 3 ) Mapa Geológico Esquemático ( Escala 1: 50 000 ) .
- 1 ✓ 4 ) Mapa Geomorfológico de la cuenca Levisa ( Escala 1: 50 000 ) .
- 1 ✓ 5 ) Mapa de Sedimentos Cuaternarios ( Escala 1: 50 000 )
- 1 ✓ 6 ) Mapa de puntos de muestreo ( Escala 1: 50 000 )
- 1 ✓ 7 ) Mapa de contenido mineral en Por cientos (Escala 1: 50 000)
- 1 ✓ 8 ) Gráficas del diámetro granulométrico.
- 1 ✓ 9 ) Gráficas de contenido.
- 1 ✓ 10 ) Gráficas de concentración.