

Ricardo Mayet Hechavarria.

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA  
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”**

**FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**

**Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Geólogo**

**“Depósitos de arcillas abigarradas en Cuba Occidental”.**

**Diplomante:**

**Ricardo Mayet Hechavarria.**

**Tutores:**

**Leandro Luis Peñalver Hernández  
Rolando Batista González  
Guillermo Pantaleón Vento**

**Julio de 2005**

## **INDICE.**

### **RESUMEN**

### **ABSTRACT**

### **INTRODUCCIÓN**

**Objetivo del trabajo**

**Problema**

**Objeto del trabajo**

**Hipótesis**

**Justificación de la investigación**

**Principales resultados a obtener**

### **CAPITULO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO – GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DE LA REGIÓN DE ESTUDIO**

**1.1. Ubicación geográfica.**

**1.2. Relieve**

**1.3. Clima**

**1.4. Hidrografía**

**1.5. Vegetación**

**1.6. Población**

**1.7. Economía**

**1.8. Comunicaciones**

**1.9. Características geológicas**

**1.10. Grado de estudio**

### **CAPITULO 2. METODOLOGÍA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS**

**2.1. Recopilación de información**

**2.2. Base de datos**

**2.3. Mapa Geológico del Cuaternario**

**2.4. Mapa Estructuro - Formacional del cobertura Plio - Cuaternaria**

**2.5. Mapa Estructuro - Mineragénico del cobertura Plio - Cuaternaria**

**2.6. Pronóstico**

### **CAPITULO 3 MINERAGÉNIA Y PRONÓSTICO**

**3.1. Análisis Mineragénico**

**3.1.1. Zona Estructuro – Formacional “Cobertura Plio – Cuaternaria”**

**3.1.2. Zona Estructuro – Mineragénica “Cobertura Plio – Cuaternaria”**

**3.2. Pronóstico**

**3.2.1. Pronóstico para arcilla**

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

Ricardo Mayet Hechavarria.

### **Agradecimientos**

Quisiera agradecer a todos aquellos que de un modo directo o indirecto, hicieron su aporte a mi formación profesional y a esta investigación. En especial a mi familia, amigos, compañeros de aula, al claustro de profesores, los compañeros del IGP (Idenia, Virginia, Rosita, Ziomara, Zafra, Felix, Pantaleón, Peñalver, Rolando, Ramo, Triff, Labandero)

Ricardo Mayet Hechavarria.

## RESUMEN

El Objetivo principal de esta investigación fue la evaluación mineragénica pronóstico de las arcillas en la región Sureste de Pinar del Río y Oeste de La Habana, con vista a hacer una evaluación del potencial de las mismas para satisfacer las industrias cerámica y del cemento. Metodológicamente está basado en el Mapa Mineragénico - Pronóstico de la Republica de Cuba a escala 1:500 000 (IGP,1990, inédito). Al mismo tiempo, para la realización del trabajo de diploma, también se tuvieron en cuenta un gran número de materiales primarios tales como: mapa geológico a escala 1: 100 000, hoja topográfica a la misma escala, informes, bases de datos, fichas de yacimientos, libretas de campo, etc., los cuales se encontraban en el archivo del Instituto de Geología y Paleontología (IGP) y en la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM). Con estos materiales se elaboraron tres bases de datos y una serie de mapas que comprenden: Mapa Geológico del Cuaternario, Mapa Estructuro - Formacional de la Cobertura Plio - Cuaternaria, Mapa Estructuro - Mineragénico de la Cobertura Plio - Cuaternaria.

Como resultado final se obtuvo el Mapa Mineragénico -Pronóstico, en el que se muestran nuevas áreas clasificadas de acuerdo a su grado de perspectiva en:

- áreas perspectivas,
- áreas con perspectiva limitada,
- áreas con perspectiva no clara
- áreas estériles.

Sobre la base de este mapa se puede constatar que el área tiene potencialidades para localizar nuevos depósitos de la materia prima arcillosa y satisfacer las necesidades de las industrias antes señaladas.

Ricardo Mayet Hechavarria.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research was the mineragenic pronostic evaluation of the clays in the Southeast region of Pinar del Río and West of Havana, with the objective to make an evaluation of the potential of this lithology to satisfy the ceramic and cement of industries . The methodology was based on the Map of Mineral Potential of Rocks and Industrial Minerals of the Republic of Cuba at scale 1:500 000 (IGP,1990, unpublished). Also was taking in account a great number of primary materials such as: geologic map at scale 1: 100 000, topographic sheet at the same scale, reports, databases, records of mineral deposits, field notebooks, etc., which were archived at the Institute of Geology and Paleontology (IGP) and in the National Office of Mineral Resources (ONRM). With these materials three databases and a series of maps were elaborated such as: Geologic map of the Quaternary, Structures - Formational Map of the Plio - Quaternary sediments, Structures - Mineragenic Map of the Plio - Quaternary sediments.

As a final result the Map of Mineral Potential was obtained where appear new areas which were classificated taking in consideration its perspective degree in:

- perspective areas,
- areas with limited perspective
- areas with non well defined perspective
- sterile areas.

On the base of this map it can verify that the area has potentialities to locate new deposits of the clayish material to satisfy the necessities of the industries before signal.

## INTRODUCCIÓN.

El término de arcilla tiene varios puntos de vista. Por ejemplo, desde el punto de vista mineralógico, este engloba un grupo de minerales (minerales del grupo de la arcilla), cuyas propiedades físico – químicas dependen de su estructura y granulometría (inferior a 2  $\mu\text{m}$ ). Desde el punto de vista petrológico la arcilla es una roca sedimentaria, generalmente de origen detrítico. Para un sedimentólogo, arcilla es un término granulométrico, que abarca los sedimentos con una granulometría inferior a los 2  $\mu\text{m}$ . Mientras que para un ceramista una arcilla es un material natural que cuando se mezcla con agua en la cantidad adecuada esta se convierte en una masa plástica. Mirándolo desde el punto de vista económico las arcillas comprenden un grupo de minerales industriales los cuales poseen diferentes características mineralógicas, genéticas, tecnológicas y aplicaciones.

Las arcillas al igual que el resto de los filosilicatos, presenta una estructura basada en el ampliamiento de planos de iones oxígeno e hidróxilos. Los grupos tetraédricos  $(\text{SiO})_4^{4-}$  se une compartiendo tres de sus cuatro oxígenos con otros vecinos formando capas, de extensión infinita y formula  $\text{Si}_5\text{O}_5^{2-}$ , que constituyen la unidad fundamental de los filosilicatos. En ellas los tetraedros se distribuyen formando hexágonos. El silicio tetraédrico puede estar, en parte, sustituido por el  $\text{Al}^{3+}$  o el  $\text{Fe}^{3+}$ .

Las aplicaciones industriales de este grupo mineral dependen de sus propiedades físico – químicas. Las que al mismo tiempo dependen de su granulometría, estructura y de sustituciones isomórficas. Entre las propiedades físico – químicas más importantes se encuentran:

- Superficie específica: área de la superficie externa más el área de la superficie interna de las partículas constituyentes por unidad de masa expresada en  $\text{m}^2/\text{g}$ .
- Capacidad de intercambio catiónico: Se define como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede absorber a un determinado pH.
- Capacidad de absorción: capacidad de absorber agua u otras moléculas existentes en el espacio interlaminaar o en los canales estructurales.
- Plasticidad: efecto producido por el agua, que actúa como un lubricante facilitando el desplazamiento de las partículas (unas sobre otras) cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.

Las arcillas tienen diversas aplicaciones industriales tales como material de construcción, en la cerámica roja (ladrillos, tubos, tejas, etc), como materia prima en la fabricación de cemento, fabricación de piezas ornamentales (piezas de porcelana, de cerámica roja), en la fabricación

Ricardo Mayet Hechavarria.

de papel, como material refractario y semirefractario, como arenas de moldeo, como lodos de perforación, como absorbentes, material de sellado, también estas son empleadas en la industria farmacéutica, entre otros usos.

Dada la gran importancia que tienen las arcillas para la economía, se requiere una evaluación del potencial de este recurso mineral en nuestro país, específicamente en la región central del occidente de Cuba. Debido a la creciente demanda que tiene esta materia prima por parte de la industria de la cerámica (cerámica roja, blanca, refractaria y semirefractaria) y la industria del cemento en las provincias habaneras., se acomete este estudio. Para el cumplimiento de esta tarea es necesario un estudio de la distribución espacial de un número de criterios e índices geológicos, geoquímicos, geofísicos y de otra índole, así como el examen de las relaciones mutuas entre ellos. Ello se realiza usualmente mediante la obtención de mapas monocriterios por separado y de mapas complejos donde se grafican las relaciones existentes entre los mismos.

El desarrollo de la informática y de los softwares de procesamiento de información gráfica y de atributos georreferenciados permite una ágil y precisa confección de estos mapas, ofreciendo además facilidades para el estudio de las relaciones espaciales entre los diferentes criterios e índices objeto de análisis. Ello crea nuevas posibilidades para las investigaciones geológicas y de otros tipos en las ciencias geológicas, al hacer más fluido el manejo de grandes volúmenes de información gráfica y textual.

Ricardo Mayet Hechavarria.

**Objetivo del Trabajo:** Pronosticar nuevos depósitos de arcillas para dar respuesta a las necesidades de la industria.

**Problema:** La región centro occidental es una de las más industrializadas y con mayor población del país (más de 3 millones de habitantes), lo que la hace una gran consumidora de todo tipo de materias primas, entre ellas las minerales como las arcillas, utilizadas ante todo en la construcción. En el territorio existen los mayores combinados de cerámica roja, técnica y vajillera, así como numerosos tejares y ladrilleras artesanales. Gran parte de la materia prima consumida se trae de lugares distantes con un gasto considerable de combustible, producto a que los depósitos en la región son escasos y algunos están agotados.

**Objeto del trabajo:** Depósitos arcillo – arenosos, de la región central en Cuba Occidental.

**Hipótesis:** Existe la premisa de que entre las capas de las unidades litoestratigráficas correspondientes al Cuaternario en la región de estudio, se localizan facies arcillosas, arcillo – arenosas y areno – arcillosas de excelente calidad para estas producciones, igual a las que se explotan en los yacimientos de la provincia de Pinar del Río.

La evolución geológica de Cuba occidental durante el Cuaternario fue muy homogénea en todo el territorio, marcada por la ocurrencia de varias transgresiones marinas pleistocénicas que acumularon sedimentos arcillo - arenosos y conglomeráticos, por esta razón se puede pronosticar la existencia de estas facies en la región de estudio.

**Justificación de la investigación:** La creciente demanda de materia prima arcillosa por parte de las industrias de la cerámica y de la industria del cemento.

**Principales resultados a obtener:** Se obtendrá un Mapa Mineragénico Pronóstico de la cobertura – Plio – Cuaternaria, en el que están reflejadas varias áreas teniendo en cuenta el grado de perspectiva de las mismas



Ricardo Mayet Hechavarria.

## **CAPITULO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DE LA REGIÓN DE ESTUDIO.**

### **1.1. Ubicación Geográfica.**

El área de estudio está enmarcada en la parte central de la región occidental de nuestro archipiélago. Esta abarca parte de la llanura Sur de la provincia de Pinar del Río en su región Este (Candelaria) y en la provincia La Habana, la parte Oeste de la llanura Sur Habana – Matanzas (Artemisa – San Antonio de los Baños). La misma está representada en las hojas topográficas 3684 (Artemisa) y 3683 (Las Cayamas) a escala 1:100 000 (*anexo 1*). Esta se encuentra limitada al Sur por el Mar Caribe, al Norte por la falla Pinar, al Oeste y al Este por las siguientes coordenadas Lambert:  $X_1=294615$ ,  $Y_1=328000$  y  $X_2=346174$ ,  $Y_2=348859$  respectivamente.

### **1.2. Relieve.**

El relieve de Cuba está condicionado por su posición de arco insular de las antillas, en la zona de las placas de América y del Caribe, por su ubicación en el borde septentrional de la zona de bosques tropicales periódicamente húmedos y por la influencia de las oscilaciones paleoclimáticas del cuaternario. Ello determina la heterogeneidad, la complejidad, el carácter y el desarrollo de los elementos morfoestructurales y morfoesculturales.

El desarrollo morfoestructural de Cuba se caracteriza por el predominio de las morfoestructuras de bloque, mientras que las formas plegadas son relicticas y muertas. Los tipos morfoestructurales son diversos, estos se derivan de las intercalaciones entre la compleja estructura antigua y los estilos tectónicos de los nuevos movimientos.

En la región de estudio desde el punto de vista geomorfológico, se reconocen los siguientes tipos de relieve:

Llanuras marinas abrasivas, planas, con  $H = 40 - 45$ ,  $50 - 60$  y  $75 - 80$  m.

Llanuras marinas abrasivas y abrasivo – acumulativas, ligeramente onduladas y planas, con  $H = 10 - 15$ ,  $20 - 25$  y  $35 - 40$  m.

Llanuras fluvio – marinas, deltaicas onduladas con  $H = 40 - 45$ ,  $50 - 60$  y  $75 - 80$  m. Llanuras marinas abrasivo – acumulativa, planas, parcialmente cenagosas con  $H = 2 - 3$ ,  $5 - 7$  m.

En todos estos tipos se reconoce la presencia predominante de las formas cársicas, representadas por depresiones cársicas, cuevas, valles ciegos, campos de lapiés, depresiones cársico – sufosivas, entre otras.

El límite Norte del área está representado por alturas tectónico erosivas representadas por horts

Ricardo Mayet Hechavarria.  
y bloques, a veces planas y otras diseccionadas.

### **1.3. Clima.**

En la región de estudio el clima que predomina es el clima tropical de sabana con verano relativamente húmedo e inviernos influenciados por la entrada de frentes fríos desde el continente, con una temperatura media anual que oscila entre 22 °C y 26 °C. Durante la temporada invernal estas se encuentran entre los 20 °C y los 22 °C para la totalidad de la región de estudio y puntualmente pueden alcanzar valores por debajo de los 10 °C.

En el verano al igual que en el invierno para toda la región existe un comportamiento uniforme de la temperatura, oscilando entre los 26 °C y 28 °C, alcanzando valores puntuales de hasta 36 °C.

En la región de estudio las precipitaciones medias anuales son de 800 a 1400 mm.

La humedad relativa anual tiene valores que van desde un 85 % hasta un 95 % y en diversos sectores apartados esta sobrepasa el 95%.

### **1.4. Hidrografía.**

En Cuba todos los procesos asociados al escurrimiento fluvial, su componente genético, su variabilidad y el escurrimiento sólido, están determinado por una sola fuente de alimentación: las precipitaciones.

La región se caracteriza por presentar un drenaje eminentemente subterráneo, debido a la intensa actividad cársica referida anteriormente, no obstante en el extremo occidental del área de estudio se reconocen los ríos Bayate, Jejenes, Los Colorados, y otros que corren de Norte a Sur, naciendo en la Sierra del Rosario y desembocando en el Golfo de Batabano.

Al occidente del área se reconocen varias lagunas naturales tales como Las Piedras, La Víbora y La Deseada, así como embalses de agua y en la parte sur se observan canales artificiales.

### **1.5. Vegetación.**

La vegetación actual del archipiélago cubano presenta diferentes formaciones vegetales de bosques, matorrales, vegetación herbácea y complejos de vegetación. La alta variabilidad de las comunidades vegetales está condicionada fundamentalmente por los diferentes sustratos geológicos y grupos de suelos entre los que se destacan aquellos tipos de vegetación relacionados con las serpentinitas las cuales tienen una gran importancia en particular.

En relación con el grado de afectación antropogénica, las formaciones vegetales se agrupan en tipos de vegetación natural, seminatural y cultural, estos a su vez se subdividen de acuerdo a los tipos biológicos, tipos de hojas características del ecotipo, etc.

En esta región occidental de Cuba se pueden encontrar bosques tropicales (mangles, pinus

Ricardo Mayet Hechavarria.

caribeana y pinus tropicalis), comunidades herbáceas (herbazal de ciénaga, vegetación acuática), vegetación secundaria (bosques, matorrales y comunidades herbáceas secundarias), cultivos agrícolas, pastos, plantaciones forestales, sabanas naturales y vegetación secundaria.

En la región de estudio predomina el tipo de vegetación cultural, con grandes cañaverales y cultivos varios (papa, plátanos, entre otros). La vegetación natural que se conserva son los manglares y vegetación típica de ciénaga, ambas en el borde costero Sur del territorio.

## **1.6. Población.**

La actividad de hombre en su entorno natural y económico resulta de interés para todas las esferas del conocimiento y de la práctica social. Las condiciones físico geográficas no han constituido grandes límites para el asentamiento de la población. Los elementos de mayor incidencia son las costas bajas, la presencia de carso y las fuertes pendientes en las regiones montañosas con manifestaciones a niveles locales. Con la excepción de sectores en el occidente del país como la Ciénaga de Zapata y la península Guanacahabibes el territorio cubano fue poblado casi en su totalidad.

En toda el área de estudio existen diversos asentamientos entre los cuales se distingue el poblado pinareño de Candelaria. En la provincia La Habana se encuentran las ciudades y poblados tales como Artemisa, Guanajay, Bauta, Pueblo Nuevo, Alquizar, Guayabal, Ceiba del Agua, Guira de Melena, San Antonio de los Baños, Caimito, entre otros. En toda la región existe una densidad de población que oscila entre los 20 habitantes por km<sup>2</sup> y los 50 habitantes por km<sup>2</sup> y en diversos sectores se sobrepasan los 50 habitantes por km<sup>2</sup> en las áreas rurales. En las áreas urbanas esta sobrepasa los 1000 habitantes por km<sup>2</sup>.

## **1.7. Economía.**

En los países en desarrollo como Cuba, la regionalización económica adquiere gran connotación, esta tiene especial importancia debido a las condiciones sustanciales que operan en la organización territorial de la economía y la sociedad.

La región de estudio es una de las más desarrolladas económicamente del país, con un predominio de la agricultura intensiva altamente tecnificada (cítricos, caña de azúcar, cultivos menores, arroz, tabaco y ganadería), la industria de materiales de la construcción (cemento, asbesto – cemento, cerámica roja, etc), la industria ligera, las telecomunicaciones y servicios en general. Todo esto trae como consecuencia un alto consumo de materias primas entre ellas las arcillas para la industria de la cerámica y del cemento.

Ricardo Mayet Hechavarria.

### **1.8. Comunicaciones.**

Las comunicaciones constituyen una parte esencial de la infraestructura de un país e influye notablemente en el desarrollo y en la eficiencia de las demás ramas económicas del país, así como en la información del pueblo, su seguridad y defensa.

La región de estudio es atravesada por la autopista nacional, la carretera central, entre otras carreteras que enlazan a los municipios existentes en esta área, Ferrocarril Central de Cuba que enlaza la ciudad de La Habana con el occidente del país.

En los últimos años a habido un aumento en la capacidad y calidad de transmisión de datos (telefonía, correos, radio, televisión y otros), lográndose la informatización del territorio por medio de la digitalización y la fibra óptica.

### **1.9. Características Geológicas regionales.**

La región occidental del país ha sido objeto de estudio por parte de numerosos especialistas. El Terminio Zona Estructuro – Facial (ZEF), fue definido inicialmente por Bronniman y Pardo (1956), aunque anteriormente fue utilizado por Rutten (1936). Según Meyerhoff y Khudoley (1971), “es una zona o faja paralela en gran medida estrecha y alargada; con estilos estructurales y alargados dados”. Washall (1956), Hatten (1958, 1968) Ducloz y Vuagnat (1962), Furrázola Bermúdez y otros (1964, 1965), Meyerhoff (1968); luego ampliadas por Iturralde – Vinent y Puscharoyky (1989), todos describieron las características estructurales y conjuntos estratigráficos de las diferentes zonas estructuro - faciales en Cuba.

El concepto de Asociación Estructuro – Formacional (AEF), fue definido y argumentado por Quintas (1989); el mismo está enunciado de la siguiente forma “conjunto rocoso de características estructurales y estratigráficas ligadas generalmente a una unidad tectónica dada y que son representativos del desarrollo de la corteza terrestre en una región determinada”.

Este concepto integra y le da total prioridad a las particularidades geológicas (génesis, evolución, características estructurales), por otro lado al unirlo a una unidad tectónica determinada se evita, por definición, las principales deficiencias del concepto de ZEF aplicadas en Cuba.

En la región occidental de Cuba están propuestas las siguientes AEF:

- La Esperanza.
- Alturas de Pizarras.
- Los Órganos.
- Sierra del Rosario.
- Bahía Honda.
- Zaza.

Ricardo Mayet Hechavarria.

- Cuencas Maestrichtiano – paleocénica.
- Neoplataforma.

El concepto de las AEF parte del origen y desarrollo de determinada unidad tectónica – estratigráfica ligada a una megaestructura (plataforma, cinturón móvil, arcos de islas y océano) del planeta.

La validez de AEF está dada por su perdurable reconocimiento en el tiempo geológico, independientemente de los ciclos tectónicos que las hayan afectado, siempre y cuando aparezcan los conjuntos estratigráficos típicos de su desarrollo, deformados o metamorfozados en diversos grados, pero reconocibles e identificables por sus características particulares.

De este grupo de AEF definidas para la región occidental de Cuba, en el sector de estudio solo se reconoce la AEF Neoplataforma. Esta tiene su origen a partir del Eoceno inferior parte alta, dando inicio a la etapa postorogénica. Durante este período ocurrió un intenso desmembramiento en bloques de la región, vinculado con la intensificación de los movimientos oscilatorios propios del desarrollo neoplatafórmico (Iturralde-Vinent 1977). Este tuvo lugar en un lapso de tiempo relativamente amplio (Piotrowska 1986), probablemente durante el transcurso de la sedimentación de las secuencias de los dos pisos principales inferiores de esta etapa (Eoceno Inferior parte alta – Oligoceno Inferior y Oligoceno Superior – Plioceno Inferior)

Esta AEF está caracterizada por la presencia de secuencias carbonatadas, terrígeno – carbonatadas, arcillosas, arcillo – arenosas y arenoso – arcillosas, las cuales son correspondientes a la cobertura que tuvo lugar durante el Paleógeno medio y Neógeno tardío (Plioceno) o bien a la cobertura Plio – Cuaternaria.

En las secuencias depositadas desde el Paleógeno Medio al Plioceno son típicas las calizas, calizas dolomíticas, margas frecuentemente alternantes con arcillas o areniscas y se puede observar dolomitización en las calizas. Aquí se pueden encontrar formaciones como la Formación Jaruco, Formación Güines, Formación Coimar y la Formación Paso Real. Es preciso destacar que en toda el área de estudio las formaciones mencionadas anteriormente constituyen la base de los depósitos Plio – Cuaternarios, las cuales se muestran en el anexo 3.

Formación Jaruco: descrita por D. K. Palmer en: P. J. Bermúdez, 1950. Está constituida por calizas biodetríticas arcillosas frecuentemente con grandes *Lepidocyclinas*, interestratificadas con margas. Subordinadamente se observan calizas arrecifales, calciruditas y calcarenitas. Los colores predominantes son el blanco, crema y gris. Se distribuye al Este y al Noreste de Guanajay. Tiene un espesor que oscila entre 40 y 60 m. de edad Oligoceno Superior (parte alta) – Mioceno Inferior.

Formación Güines: descrita por A. Humboldt, 1826a, b. Calizas biodetríticas de grano fino a medio, fosilíferas, calizas biohémicas, calizas dolomíticas, dolomitas, calizas micríticas

Ricardo Mayet Hechavarria.

sacaroidales y lentes ocasionales de margas calcáreas y calcarenitas. La dolomitización es secundaria. Son por lo general masivas, más raramente estratificadas. Coloración blanca, amarillenta, crema o gris. Se vincula espacialmente con las formaciones Villarroja, Guevara y probablemente Camacho. Se distribuye en los alrededores de Artemisa. Esta tiene una edad comprendida entre el Mioceno Inferior parte alta- Mioceno Superior parte basal.

Formación Cojimar: R. H. Palmer, 1934. Margas calcáreas, arcillosas, arenáceas y a veces nodulares, cretas, calizas biodetríticas arcillosas, calcarenitas de matriz margosa y arcillas. Colores crema, amarillento, blancuzco y grisáceo. Se relaciona espacialmente con las formaciones Villarroja, Guevara y probablemente Camacho. Se desarrolla ampliamente en la llanura meridional de los alrededores de Artemisa y al Este de la misma. Esta tiene de 60 m a 390 m de espesor y una edad que comprende desde el Mioceno Inferior (parte alta) al Mioceno Medio (parte baja).

Formación Paso Real: P. J. Bermúdez, 1950. Son característicos en ella los cambios litológicos abruptos tanto vertical como lateralmente. Predominan las alternaciones de calizas y margas. Las calizas son arcillosas, biodetríticas arcillosas y más subordinadamente calizas biohémicas, calizas dolomitizadas, dolomitas y calcarenitas. Las calizas arcillosas por desagregación originan pseudoconglomerados calcáreos de matriz margoso - arenácea. En general son masivas. Las margas, al igual que las calizas son fosilíferas. Aparecen intercalaciones de areniscas y limolitas calcáreas y arcillas (principalmente esmectita) que contienen en algunos horizontes pirita, yeso, halita y lignito. En el área tipo se observa en la base un conglomerado polimíctico de matriz margosa, fosilífera. La estratificación está enmarcada por los cambios litológicos y es frecuentemente lenticular. Colores crema, blancuzco y grisáceo en los horizontes carbonáticos y grisáceo y verdoso en los terrígenos. Se distribuye al Oeste de Artemisa y al Norte de Candelaria. Tiene estrechas relaciones espaciales con los depósitos de las formaciones Guane y Guevara. Tiene un espesor de 30 m a 1640 m (este último en el pozo Candelaria 1 e incluye al Mbro. Baños) su edad comprende desde el Oligoceno Superior al Mioceno Superior (parte baja).

La Cobertura Plio – Cuaternaria está constituida por depósitos conglomeráticas arenas, arcillas, etc. Sobre la base de la importancia que tienen los depósitos Cuaternarios en este estudio, se brindará una información lo más amplia posible sobre las rocas de esta edad, ya que las mismas constituyen, en muchos casos, la materia prima de que se nutren las diferentes industrias a que se hace referencia en el mismo.

Formación Guane: descrita por I. P. Kartashov et. Al, 1976. Constituida por conglomerados, arenas y arenas arcillosas, abigarradas, poco ementadas. La coloración abigarrada de las rocas se debe a la presencia de grandes manchas de forma irregular y franjas de diferentes tonos de

Ricardo Mayet Hechavarria.

rojo, gris claro y verde grisáceo; las manchas y franjas atraviesan los límites de las capas y lentes, y tienen límites entre sí a veces claro y otras confusos. Los conglomerados con cantos mal redondeados y bloques de 0.5 m a 0.8 m en sección transversal, y a veces mayores, se pueden encontrar en aquellas zonas donde la formación colinda con los sistemas montañosos. A medida que se aleja de las montañas, el tamaño de los fragmentos disminuye y las arenas arcillosas predominan en la composición de la formación. Con frecuencia en ellas se puede observar una estratificación cruzada. En las partes superiores no erosionadas de los perfiles de intemperismo formados en los sedimentos de la Formación Guane con frecuencia se pueden observar horizontes de concreciones ferruginosas.

El material clástico en los sedimentos de esta formación tiene formas angulares y subangulares. Su composición en general es oligomítica donde predomina el cuarzo, las rocas silíceas, las areniscas, en el guijarro de los conglomerados a veces se encuentran también otras rocas fuertemente intemperizadas.



Figura 1.1. Formación Guane.

Las asociaciones primario sedimentarias de los minerales arcillosos en cemento arcilloso o calcáreo arcilloso de estos depósitos se pueden observar sólo en los horizontes inferiores de los cortes de mayor espesor, hasta donde no alcanzó o casi no alcanzó el intemperismo. Estas están representadas por cuatro tipos faciales: principalmente caolinítico, hidromicáceo – caolinítico, esmectito – hidromicáceo – caolinítico y esmectítico.

En la región de estudio se distinguen los tipos faciales hidromicáceos caoliníticos y esmectito – hidromicáceo – caolinítico.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Las asociaciones hidromicácea – caolinítica gravitan espacialmente hacia los afloramientos de esquistos y areniscas del Jurásico en la provincia de Pinar del Río. Los datos obtenidos por Kartashov et al., 1981, les permitieron comprobar que el material caolinítico de este tipo facial se caracteriza por el reflejo basal amplio asimétrico, lo que no es típico de la caolinita perfecta, bien cristalizada. Por lo visto se trata de caolinita – esmectita interestratificada, con un contenido pequeño de paquetes esmectíticos. Con frecuencia, conjuntamente con ella, están presentes en cantidades considerables hidromicas dioctaédricas y/o formaciones micáceo – esmectíticas interestratificadas. Las cloritas y esmectitas se encuentran en cantidades muy subordinadas.

El tipo facial esmectito – hidromicáceo – caolinítico tiene una distribución limitada dentro de las áreas de desarrollo de las observaciones hidromicáceo – caoliníticas. El corte en estos casos se divide claramente en dos partes, las esmectitas conjuntamente con las caolinitas imperfectas o las caolinita – esmectitas interestratificadas están presentes en los horizontes inferiores principalmente arcillosos. Más arriba por el corte, en las capas arenoso – gravosas, las esmectitas pierden su papel predominante, y el cemento arcilloso de los depósitos se caracteriza por la asociación mineral hidromicáceo caolinítica antes descrita.

Todas las asociaciones de minerales arcillosos enumeradas anteriormente, han sido transformadas en las partes medias y superiores de los cortes, por el intemperismo, el cual determina precisamente el aspecto actual y la composición de la mayor parte de los depósitos de esta formación. Durante el intemperismo se produjo la redistribución del hierro en forma de hidróxidos roentgeno – amorfos y de goetita, y precisamente con esto están relacionadas la aparición de la coloración abigarrada que enmascara la estratificación primaria y otros detalles de la constitución de la Formación Guane, así como con la acumulación de concreciones ferruginosas y hardpan.

Según datos de perforaciones realizadas en la llanura meridional de Pinar del Río, el espesor de la corteza de intemperismo en las rocas arenoso – arcillosas y arcillosas de esta formación, supera los 10 m, y con frecuencia alcanza hasta 20 m y más. Donde las facies son arenosas, el espesor puede aumentar aun más.

La intensidad del intemperismo de los fragmentos disminuye hacia abajo por el corte, y en los horizontes inferiores de la corteza de intemperismo se conservan bloques prácticamente frescos.

En los horizontes inferiores de la corteza de intemperismo no se observan alteraciones de los minerales arcillosos a consecuencia del intemperismo.

Esta formación está distribuida en el área de estudio en la parte Norte del territorio, formando el borde premontano de la llanura costera Sur, contactando directamente con las calizas de la



Ricardo Mayet Hechavarria.

Formación Paso Real. Al Este la formación entra en los límites de la provincia La Habana. En todos estos lugares la formación constituye las partes elevadas de las llanuras que poseen un relieve ligeramente ondulado. En una serie de casos los depósitos forman escalones bajos en forma de terrazas que se elevan de 3 m a 5 m por encima de las superficies formadas por los sedimentos más jóvenes.

El espesor visible de la formación, en la mayoría de los afloramientos, no sobrepasa los 5 metros aunque, como se señaló, por los datos de perforaciones en la llanura costera de Pinar del Río el espesor de esta es de varias decenas de metros. Concretamente en el área el espesor debe sobrepasar los 20 m.

La relación espacial bastante estrecha entre la Formación Guane y la llanura costera Sur de Pinar del Río, la forma de yacencia de los sedimentos de la formación, sus particularidades litológicas y el carácter de la estratificación, le permitieron a Kartashov y sus colaboradores, 1981, suponer en su conjunto el origen marino de estos sedimentos terrígenos. Es cierto que en aquellas zonas donde la formación se acerca directamente a los sistemas montañosos y donde sus sedimentos están representados principalmente por conglomerados y arenas con estratificación cruzada, estos sedimentos pueden ser no sólo de playas, sino aluvios de conos de arrastre conjugados en una cola premontana. Por estas causas, se considera que esta formación tiene un origen aluvio – marino.

Las observaciones de campo muestran que los sedimentos de la formación yacen en la base del corte estratigráfico de todas las secuencias terrígenas del post – Mioceno de Cuba Central y Occidental.

La edad de la Formación Guane se considera Plioceno Superior– Pleistoceno Inferior. En el área de estudio, la formación yace transgresivamente sobre las formaciones Paso Real y posiblemente Guines.

Está cubierta discordantemente por las formaciones Guevara y Villarroja.

Formación Guevara: fue descrita por I. P. Kartashov et al, 1976. Está constituida por arcillas y arenas arcillosas abigarradas con grava, a veces con guijarros e incluso con cantos rodados; poseen una estratificación horizontal no clara enmascarada por los procesos de intemperismo, que forman manchas y franjas de color blanquecino, gris – verdoso y rojo. La zona de intemperismo, dentro de cuyos límites los depósitos presentan coloración abigarrada, posee una profundidad de 2 m a 4 m y en la mayor parte de los casos, abarca toda la formación y rocas infrayacentes. Solo en algunos cortes los estratos inferiores de la Formación Guevara se hallan representados por depósitos inalterados de monótono color gris amarillo – verdoso. En los cortes, en que los estratos superiores se preservaron de la denudación, los depósitos de

Ricardo Mayet Hechavarria.

estos se encuentran notablemente empobrecidos por material arcilloso y también poseen una monótona coloración parda, amarilla o gris blanquecina.

En su base, así como en los depósitos que se hallan inmediatamente debajo de los mismos, se observan concreciones ferruginosas y pisolitas de hierro, que a veces se fusionan en la coraza de la laterita alveolar de poco espesor. Un horizonte húmico arenoso de coloración oscura y poca potencia corona tales cortes. El material clástico posee composición oligomítica. Tanto en la fracción de guijarros y grava, como en la arena y limo, predomina el cuarzo. En algunos cortes, el material clástico contiene, además de cuarzo, una notable cantidad de fragmentos de rocas silíceas. En forma de granos aislados, se encuentran feldespatos de potasio y micas dioctaédricas. Puede considerarse como signo característico de la Formación Guevara la presencia de una gran cantidad de guijarros y grava, representados por concreciones y nódulos ferruginosos, obtenidos de las corazas de hierro desnudas de la Formación Guane. El material homogéneo síliceo – cuarzoso – ferruginoso en la composición de los guijarros y la grava no permite establecer la fuente de suministro. En la mayor parte de los casos, se trata de fragmentos que se han redepositado varias veces.



Figura 1.2. Corte de la Formación Guevara en la zona de Kessel.

Las asociaciones de minerales arcillosos primario-sedimentarias en los depósitos inalterados de esta formación están representadas por dos facies: hidromicáceo – caolinítica y esmectítica. Los depósitos correspondientes a la facies hidromicáceo – caolinítica se hallan espacialmente relacionados con los afloramientos de la Formación Guane, a cuyos depósitos se asemejan mucho por su composición, y a veces, con los afloramientos de los esquistos metamórficos.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Para este tipo de depósito de la Formación Guevara, al igual que para la Formación Guane, son características la caolinita imperfecta, la caolinita – esmectita interestratificada, las micas dioctaédricas y las mica – esmectitas. A diferencia de la Formación Guane, estos depósitos contienen clorita – esmectita interestratificada y también las cloritas y esmectitas se hallan presentes en los mismos en mayor cantidad que en los depósitos de la Formación Guane. La composición de los minerales arcillosos de estos depósitos atestigua su origen a expensas de la erosión de los depósitos de la Formación Guane.

Según Kartashov et al; 1981, la facie esmectítica de la Formación Guevara se distribuye dentro de los límites de desarrollo de las rocas carbonatadas y margosas del Mioceno. El principal componente del cemento arcilloso está representado por las esmectitas. En algunos cortes, de acuerdo con los datos del análisis termográfico, se establece la presencia de esmectita – alúmina – ferruginosa. A veces, el cemento arcilloso, además de esmectita contiene cantidades apreciables de caolinita – esmectita; en otros casos, las esmectitas predominan ampliamente y las impurezas insignificantes de otros minerales arcillosos están representadas por caolinita imperfecta, cloritas, paligorskita, etc. Las esmectitas de estos depósitos, indudablemente, fueron obtenidas de las rocas infrayacentes, lo cual se atestigua por su presencia en el residuo insoluble de las calizas y margas del Mioceno. Las caolinita – esmectitas constituyen fundamentalmente un material de migración más o menos lejana, que surgió con la erosión de las antiguas formaciones eluviales.

El intemperismo de los depósitos con cemento arcilloso hidromicáceo – caolinítico conduce principalmente a la destrucción de cierta cantidad de componentes roentgenoamorfos y mal cristalizados del sistema, a la redistribución del pigmento ferruginoso primario y a la formación de coloraciones abigarradas secundarias. En los depósitos con cemento esmectítico el efecto del intemperismo es notablemente más apreciable. Las investigaciones mostraron que el material arcilloso de las partes inferiores del horizonte abigarrado de la formación, se asemeja aún a las arcillas grises inalteradas de los cortes, lo que permite suponer la aparición de combinaciones roentogenoamórficas. En dirección ascendente del corte, el contenido de esmectitas en el material arcilloso desciende y comienzan a predominar las caolinita/esmectitas con adición de caolinita preexistente.

La caolinización de las esmectitas se acompaña con la movilización de ciertas cantidades de alumina y cantidades notablemente más grandes de hierro, que no forma parte de la estructura de la caolinita. Como resultado de esto surgen las coloraciones abigarradas de los depósitos y concreciones ferruginosas.

Según Kartashov et al.,1981, las investigaciones bajo el microscopio del material de las concreciones ferruginosas de la Formación Guevara, confirmadas por los datos de las

Ricardo Mayet Hechavarria.

investigaciones termográficas, espectrográficas de rayos infrarrojos y de difracción de rayos X , muestran que las mismas están formadas principalmente por geothita y combinaciones roentgenoamórficas de hierro, con una adición pequeña e inestable de hematita.

La posición del horizonte laterítico en el perfil del suelo sobre la formación, indudablemente atestigua su surgimiento en etapas avanzadas del desarrollo del suelo, después de su diferenciación en horizonte arcilloso – iluvial (abigarrado), que actúa en calidad de capa impermeable relativa, en la parte inferior del perfil y , horizonte acuífero (podzólico) eluvial, empobrecido en material arcilloso, en la parte superior.

La formación se encuentra en gran parte del territorio de estudio, relacionándose con la misma una gran cantidad de los yacimientos de arcillas que hasta ahora se han estudiado. Estos depósitos yacen en las llanuras planas y ligeramente onduladas, formando las superficies de estas formas del relieve o aflorando en los cortes naturales y artificiales debajo de los depósitos de la Formación Villarroja. El rasgo característico de las llanuras, cuya superficie está constituida por la Formación Guevara, es la presencia de pequeñas lagunas. Al mismo tiempo esta se extiende dentro de los límites de la llanura costera meridional de la provincia de La Habana, sumergiéndose debajo de los depósitos de Villarroja.

Su espesor visible en los afloramientos superficiales naturales y artificiales no sobrepasa de 5 m. Sin embargo, los depósitos de la formación tienen la tendencia a nivelar el relieve cársico de rocas infrayacentes y encima de las grandes depresiones cársicas, el espesor de la formación, al parecer, puede aumentar considerablemente. De acuerdo con los datos de la documentación de algunos pozos de perforación, en tales casos el espesor de la formación Guevara puede superar hasta 50 m. Específicamente en la región de los trabajos, el espesor promedio de la misma debe oscilar alrededor de los 20 m, ya que se trata de la parte final de la depresión Los Palacios, que precisamente termina en este territorio, próximo al límite con la provincia de La Habana, donde el espesor de las capas decrece considerablemente, en comparación con las zonas ubicadas más al Oeste.

En la llanura costera de la provincia de Pinar del Río, en la zona de Candelaria y al Sur de este poblado, los depósitos de la misma sobreyacen a los depósitos de la Formación Guane.

Las particularidades litológicas de los depósitos de esta formación, las formas de su ocurrencia (coberturas isométricas de poco espesor) y la estrecha relación espacial con las llanuras costeras y con las superficies de planación, que constituyen relictos de plataformas marinas de abrasión (Kartashov, 1975), no dejan prácticamente ninguna duda acerca del origen marino de estos depósitos.

Estos depósitos, que aparentemente fueron dejados por una de las transgresiones marinas glacioeustáticas, ocupan una posición enteramente determinada en la columna estratigráfica del

Ricardo Mayet Hechavarria.

pleistoceno de Cuba. La misma cubre la formación plioceno – pleistocénica Guane y, a su vez, es cubierta por la Formación Villarroja. Los depósitos de esta formación han sido intensamente reprocesados por el intemperismo químico subaéreo, lo que atestigua acerca de condiciones climáticas bastante húmedas al tiempo de la regresión glacioeustática que sustituía a la transgresión que depósito las capas de la Formación Guevara. Así, pues, la edad de esta formación se atribuye al Pleistoceno Inferior/ Medio.

En otras ocasiones la formación yace discordantemente sobre las formaciones Cojímar, Güines y Paso Real.

Formación Villarroja: descrita por I.P. Kartashov et al., 1976. La constituyen arcillas y arenas arcillosas con grava, guijarros y, a veces, cantos rodados, todas de color rojo (desde rojo – amarillento hasta rojo oscuro - violáceo), posee una estratificación horizontal no clara, a veces inclinada, que se manifiesta en la alternación de estratos con diferentes contenidos de grava.

En los sedimentos de la Formación Villarroja se destacan de modo bastante claro tres variedades de facies. En la composición de esta predomina la facies caolinita– esmectita y se registra la presencia insignificante de caolinita mal cristalizada y de metahalloysita. Específicamente en la región de estudio se localiza la facies más extendida de la misma, relacionada con las arcillas y arenas arcillosas de color rojo, con intercalaciones y lentes de material areno gravoso, en el cual, conjuntamente con el cuarzo siempre están presentes, y a veces predominan, las pisolitas ferruginosas y las oolitas ferruginosas, obtenidas de corazas lateríticas destruídas. El pigmento está representado por hidróxidos de hierro roentgenoamórficos y por el predominio del cuarzo, el material arcilloso de color rojo contiene en calidad de impurezas insignificantes cantidades de hidromicas y mica – esmetitas interestratificadas.

Ricardo Mayet Hechavarria.



Figura 1.3. Corte en cual aparecen las formaciones Villarroja y la Guevara, en la parte superior e inferior del mismo respectivamente.

Para las arcillas y ocre de color rojo es característico el predominio de los hidróxidos de hierro y de goethita mal cristalizada.

La peculiaridad de los sedimentos de la Formación Villarroja consiste en la ausencia de trazas de redistribución vertical y lateral del pigmento ferruginoso, así como en la ausencia de cualquier otro signo del proceso de intemperismo químico. Las coloraciones abigarradas secundarias o manchas blancuzcas se encuentran en los mismos rara vez. La configuración de las manchas blancuzcas, no típicas para la corteza de intemperismo, así como la ausencia de perfil de intemperismo típico en estas zonas modificadas epigenéticamente, atestiguan acerca de que en tales casos ocurrió probablemente, la movilización local del hierro por las aguas, enriquecidas en materia orgánica. Esto se confirma por la alteración de las intercalaciones y lentes más arenosas, que se hallan entre las zonas arcillosas que conservan los colores rojos primarios.

Esta formación se encuentra en todas las provincias de Cuba, sus afloramientos son vastos formando llanuras rojas que se extienden por decenas de kilómetros, hallándose ampliamente distribuida en la provincia de La Habana concretamente en el área de se desarrollan al Este de Artemisa y al Este Guanajay. Sus espesores son de 2 m a 3 m. Los depósitos de la formación constituyen las superficies de las llanuras costeras planas, débilmente inclinadas al Sur de la provincia de La Habana, elevándose desde el nivel mar hasta la altura de 50 a 60 m.

Ricardo Mayet Hechavarria.

De acuerdo a su posición estratigráfica se le ha asignado una edad PleistocenoMedio..Esta yace discordantemente sobre las formaciones Cojímar, Guanajay, Guevara, Güines, Jaruco, Paso Real.

Formación Camacho: fue descrita por I.P. Kartashov et al., 1976. La constituida por arcillas y arenas arcillosas de color gris verdoso, gris oscuro y pardo, a veces con gravas y guijarros pequeños, poseen una estratificación horizontal no clara, contienen pequeñas concreciones ferromangánicas, nódulos carbonatados de color gris, que a veces forman horizontes de poco espesor en la parte basal de los sedimentos y en algunas regiones cristales y drusas de yeso. Los depósitos, generalmente, son salinos, especialmente en la cuenca del Cauto.

El material clástico de los depósitos de la Formación Camacho tiene composición polimíctica. En la fracción areno limosa se detecta la presencia de cuarzo, plagioclasa, anfíboles, biotita, piroxenos, epidota, fragmentos de rocas silíceas y serpentinitas, a veces se encuentran concreciones ferruginosas redondeadas del tamaño de los guijarros.

El material arcilloso de la formación se distingue por la textura fibrosa embrollada. En su composición predominan las esmectitas. En algunas muestras se detectó la presencia de caolinita - esmectita.

En estos depósitos se encuentran constantemente segregaciones de cristales finos de calcita. Juzgando por el hecho de que algunos agregados carbonatados tienen forma de perfectas amígdalas, Kartashov et al. 1981, consideraron que entre las mismas posiblemente se encuentran los esqueletos de algas calcáreas. Conjuntamente con los mismos son habituales los cristales afilados de calcita, probablemente de origen químico.

Las alteraciones secundarias de los depósitos de la Formación Camacho que están relacionadas con la intemperización y formación del suelo llevan a la formación del suelo negro compacto. Las transformaciones de los minerales son insignificantes; en la mayor parte los casos, las mismas no conducen ni siquiera a la disolución de la sustancia carbonatada dispersa y el suelo hierve con ácido clorhídrico al 2% directamente desde la superficie.

Durante los años 2000 - 2001, se realizaron trabajos de prospección en la zona de San Pedro, a unos 22 km al suroeste de Artemisa, por parte de la Expedición de Trabajos Geológicos Habana-Matanzas de la Unión Geominera, con el objetivo de buscar arcillas semirefractarias en esta región.

A tales efectos se realizaron 13 perforaciones para pozos de muestreo en dicha zona, los que permitieron, sobre la base del análisis e interpretación de sus materiales, confeccionar la columna geológica de los primeros 10.0 m en el sentido vertical tal como se muestra en la figura 1 y concluir señalando la existencia de tres ciclos transgresivos en el extremo oriental de la

Ricardo Mayet Hechavarria.

Llanura meridional de inar del Río.,los que coinciden con las formaciones Guane, Guevara y Camacho, a lo que se puede agregar Villarroja en la provincia habanera.

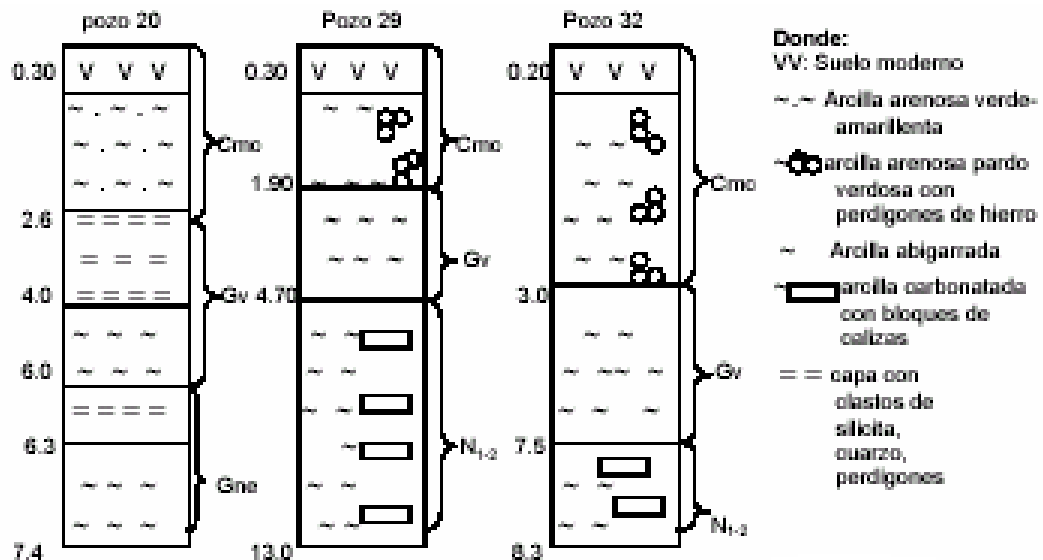


Figura 1. 4. Columnas más representativas de la zona de San Pedro, al Sureste de Artemisa.

Estos ciclos se pueden correlacionar con las grandes transgresiones glacioeustáticas del nivel del mar, las que se conoce que dejaron sus depósitos en diferentes llanuras de Cuba. L L Penalver et al. 2003, realizaron un trabajo, sobre la base de los materiales antes señalados, en el que confeccionaron varias columnas de pozos y realizaron diversos tipos de analisis mineralógicos y granulométricos a las muestras que se obtuvieron.

Los resultados de la evaluación termoanalítica de las muestras objeto de estudio presentan las siguientes particularidades, según criterios de Mackenzie (1970) e Ivanova (1974). En los termogramas ATD, DTG y TG se detectan los endoeftos de la arcilla esmectítica, en este caso montmorrillonita, rica en iones de  $Fe^{3+}$  y de cationes intercambiables bivalentes ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) a temperatura de los picos endotérmicos 140, 200, 5300 °C. Se aprecia, además, el efecto endotérmico de pérdida de agua estructural del oxihidróxido de Fe (goethita) y en la muestra 29 - 44 un endoefto a 7000C por pérdida de  $CO_2$  de la calcita. En la tabla I se puede observar el contenido de arcillas esmectíticas (del tipo montmorrillonita) y minerales accesorios detectados por TG -TGD en las muestras estudiadas.

Por otra parte, la tabla 1.1 elaborada también con muestras provenientes de la zona de San Pedro, ofrece el contenido de minerales en su fracción gruesa a diferentes granulometrías, donde se distinguen para la parte superior de los pozos señalados, hasta profundidades nunca mayores de 3 m, los siguientes minerales.



Ricardo Mayet Hechavarria.

Mineral	Muestras			
	24-8	27-5	29-44	31-35
% montmorillonita	78	47	62	87
% Goethita	10	11	14	13
% Calcita	"	"	2	"

Tabla 1.1. Contenido de arcillas en diferentes muestras.

Como se puede apreciar del análisis de la tabla 1.1, los principales minerales subordinados a las esmectitas son: limonita, óxidos e hidróxidos de hierro, cuarzo, plagioclasas, carbonatos manchados de hierro, materia orgánica, minerales de manganeso y magnetita. De forma subordinada se distingue pirita, goethita, mica, minerales del grupo de la serpiente, ilmenita, rutilo. Esta formación se distribuye al Suroeste Artemisa, con un espesor de 2 a 3 m. Su edad corresponde al Pleistoceno Superior.

Depósitos aluviales: el aluvio holocénico está representado fundamentalmente por limo gris y gris parduzco, limos arenosos y arcillas arenosos con raras intercalaciones de gravas y guijarros pequeños. Las características mineralógicas este coinciden con las del aluvio paleocénico, manifestando la misma dependencia directa con las fuentes de alimentación. En las regiones donde no existen corteza de intemperismo caolinítica, el aluvio posee una composición polimíctica, predominando en el material arcilloso la esmectita dioctahédrica. En las regiones de desarrollo de las cortezas de intemperismo caolinítica, se caracteriza por la composición aligomíctica y en su material arcilloso están presentes la caolinita, caolinita – esmectita, hidromica dioctahédrica. Tiene un espesor 3 m a 5 m y su edad es Holoceno.

Depósitos palustres: estos sedimentos se forman en dos ambientes esencialmente diferentes y en tal sentido se reconocen dos tipos de depósitos: los pantanos de mangle y los pantanos costeros de agua dulce.

Ricardo Mayet Hechavarria.



Figura 1.5. Depósitos palustres

Los pantanos costeros de mangle se originan en el mar y su desarrollo representa un crecimiento de la tierra a expensa del mar. Los mismos están constituidos por residuos vegetales y limos carbonatados, ya que la energía de los procesos del oleaje en las costas que ocupan ellos es insignificante y pocas veces ingresa material terrígeno. No obstante también en estos depósitos se pueden hallar facies carbonatado – arcillosa y arcillosa. Los representantes de la misma son arcillas de color gris oscuro y pardo oscuro fuertemente salinizadas y las arcillas arenosas con restos carbonizados de troncos y raíces de mangle. La parte principal de los depósitos está representada por una sustancia dispersa limo – arcillosa con textura fluidal o parecida al algodón, formada por mica – esmectita con paquetes de micas y esmectitas en diferente proporción, caolinita – esmectita y combinaciones roetgenoamorfás. El color oscuro de los depósitos lo produce el material orgánico.

Las facies carbonatadas de estos depósitos están representadas por limos finos carbonatados – organógenos con una cantidad variable de detrito vegetal. Se encuentran limos blancos parecidos a la creta, sin detrito vegetal, limos grises con restos de vegetales y turba carbonatada. Todas estas variedades contienen conchas de moluscos terrestres. Todo el material carbonatado de los depósitos de pantano de mangle está representado por una asociación mineral de aragonito, calcita magnesial y calcita.

Los pantanos costeros de agua dulce se originan en la tierra, en las zonas de descarga de las aguas subterráneas, fundamentalmente cársicas, como resultado de la contención de las aguas por el mar. Estos depósitos por una asociación no se adentran en la tierra más de unos kilómetros.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Los pantanos costeros de agua dulce prácticamente no reciben material terrígeno y sus depósitos están representados fundamentalmente por residuos vegetales y limos carbonatados. Dentro de estos depósitos existen limos carbonatados grises, constituidos por material carbonatado pelitomorfo, con una gran cantidad de conchas de moluscos terrestres y de agua dulce y detrito vegetal con diferente grado de conservación. El material carbonatado está representado por calcita mangnesial. Frecuentemente el residuo insoluble, que no sobrepasa el 1%, constituyen granos de cuarzo de tamaño limoso. Los minerales arcillosos están representados por combinaciones roentogenoamorfos. Todos los depósitos palustres ocupan la posición mas baja en el relieve. Su espesor generalmente no sobrepasa 1 m. Según datos de perforaciones (Ionin et al., 1968), en la región de la Ensenada de la Broa, el espesor de estos sedimentos no pasa de 1.7 m sobreyaciendo generalmente a la Formación Villarroja.

### **1.10. Grado de estudio.**

Los estudios geológicos en nuestro país comenzaron con el propio descubrimiento, limitados a encontrar riquezas auríferas cuya localización era el objetivo fundamental de los colonizadores. En los comienzos del siglo XIX comienzan a realizarse trabajos científicos, tales como los de Alejandro de Humbolt "Noticia mineralógica del cerco de Guanabacoa", 1804 y "Viaje a las regiones equinocciales del nuevo continente", 1826; En estos se nombran las primeras unidades litoestratigráficas, aunque existían imprecisiones con la edad debido al poco desarrollo de los estudios paleontológicos.

En 1901, W. Hayes, T.V. Vaughan y A.C. Spencer, durante su reconocimiento negaron la presencia de estas rocas jurásicas. Carlos de la Torre (1910) expresó la idea de que las calizas oscuras de la Sierra de los Organos pertenecían al período Jurásico, teniendo en cuenta sus hallazgos de Ammonites.

En los años siguientes los conocimientos estratigráficos se fundamentaron mejor, sobre todo porque se le dio más importancia a los estudios micropaleontológicos que hasta ese momento eran escasos. Sobresalieron los trabajos de D. Palmer y R. Palmer quienes desde 1930 lo realizaron en casi toda Cuba, describiendo en la región occidental los foraminíferos de las formaciones Cojímar, Tinguaro, Jaruco y otras.

R. H. Palmer, 1934 publicó su trabajo "The geology of Habana, Cuba and vicinity", presentando una columna estratigráfica generalizada de la provincia con un estudio detallado del Cretácico Superior, reportando por primera vez los depósitos del Maastrichtiano. Reconoce estructuras geológicas importantes como el "anticlinal Habana-Matanzas" y el "anticlinal Madruga", separados por el sinclinal "Almendares-San Juan.

Ricardo Mayet Hechavarria.

En Vermunt (1937), los depósitos del Eoceno descritos se corresponden con los de la Formación Jabaco y los del Oligoceno con el Oligoceno Superior de la Formación Guanajay.

En el año 1940, J. Brodermann y Pedro J. Bermúdez dieron a conocer la “Contribución al Mapa geológico de la provincia de la Habana”, donde se realiza un detallado estudio estratigráfico de la región de la Habana y ciudad de La Habana. Describieron las estructuras “Anticlinal Habana-Matanzas”; Anticlinal Bejucal-Madruga y sinclinal Almendares-San Juan. El mapa geológico que presentaron fue muy primitivo y su valor fundamental fue estratigráfico y paleontológico.

R. Palmer (1945) describió las formaciones Jagua y Capdevila considerando que la Sierra de los Organos se trataba de un gran anticlinal con diferentes mantos tectónicos en su estructura interna, los cuales se movieron de norte a sur.

En el año 1950 el Dr. Pedro J. Bermúdez publicó “Contribución al estudio del Cenozoico cubano” donde realizó un estudio paleontológico de las unidades que constituyen la columna geológica de la región Habana-Matanzas, datando correctamente las formaciones del Grupo Habana de Palmer, 1934. El gran valor de este trabajo consistió en la individualización litológica y paleontológica que realizó el autor de las nuevas unidades litoestratigráficas propuestas por él, así como la profundización en el estudio de las ya conocidas.

En el año 1952, en un trabajo de A. Ruschil de la Roche de la parte sur de la provincia de la Habana, se presentó un mapa geológico esquemático a escala 1:250 000, con una columna estratigráfica que incluyó los depósitos desde el Jurásico (calizas aptychus) hasta el Pleistoceno. Además destacó las principales estructuras positivas favorables para la búsqueda de petróleo

Uno de los trabajos más detallados desde el punto de vista litoestratigráfico es el de P. Bronnimann y D. Rigassi, 1963. En él aparecen todas las unidades del área estudiada, con un estudio paleontológico completo y sus relaciones con las unidades infra y suprayacentes.

En los años 1966 y 67, P. J. Bermúdez data erróneamente a las Formaciones Cojimar y Güines, considerándolas desde el Eoceno Medio hasta el Mioceno Superior, incluyendo a las “Capas de Gypsina” en la Fm. Cojimar.

En el año 1969, M. Iturralde-Vinent en “Estudio del Neógeno en la provincia de Matanzas” hizo un detallado estudio facial y fosilífero de las unidades del Neógeno, construyendo una columna estratigráfica muy precisa, aunque las edades de algunas de las unidades, tales como Cojimar y Güines, resultaron inexactas. En 1973, Iturralde-Vinent y José L. Morales, se refirieron al Neógeno de Matanzas en su trabajo “Nuevos datos sobre el Mioceno Superior y el Plioceno del Norte de Matanzas”, datando como Mioceno Medio a las formaciones Cojimar y Güines. R. García Sánchez, 1978, publicó “Notas sobre la constitución geológico-estructural de la depresión Los Palacios” basándose en el estudio de los pozos de petróleo perforados en esta cuenca.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Ellos establecieron las características geólogo-estratigráficas de la cubierta sedimentaria separando cuatro pisos estructurales: orogénico (Aptiano-Albiano y Cenomaniano-Turoniano), preorogénico (Coniaciano-Campaniano), orogénico (Campaniano-Maastrichtiano) y postorogénico (Eoceno-Cuaternario). Describieron las unidades por intervalos estratigráficos sin correlacionarlas con las unidades de superficie, datándolas por estudios faunales bastante detallados.

El trabajo de carácter regional más significativo fue el mapa geológico de la provincia de Pinar del Río a escala 1 250 000, realizado entre 1972 y 1975 por un colectivo de autores de la ACC de Polonia, encabezado por A. Pszczolkowski (A. Pszczolkowski y otros, 1975), que resultó un trabajo estratigráfico y de cartografía geológica muy valioso. La zonación tectónica presentada en este informe muestra en la franja septentrional dos zonas tectono-estratigráficas: "La Esperanza" (destacada y diferenciada por vez primera) y "Bahía Honda". En esta última se incluyen las rocas de la asociación ofiolítica, ultrabasitas, serpentinitas y gabroides. Al centro destacaron la zona tectono-estratigráfica Guaniguanico y al sur la de San Diego de Los Baños. La zona Guaniguanico fue subdividida en dos subzonas- Los Organos y Rosario, caracterizándose sus diferentes secuencias. Este informe validó y precisó la estructura nappe-escamada interna de la Sierra de los Organos establecida por Hatten (1957). Fue mapeada la Sierra del Rosario (parte oriental de la cordillera), la cual era prácticamente desconocida, resolviéndose de forma adecuada su estratigrafía y su estructura interna nappe-escamada con secuencias definidas, destacándose además la extensión hacia el oeste (hacia la Sierra de los Organos) de algunas unidades propias del Rosario. Negaron la existencia de una falla transcurrente propuesta por Rigassi-Studer (1963) que limitaba las Sierras de los Organos y del Rosario, destacando además que las unidades propias del Rosario sobrecorrieron a las unidades tectónicas de los Organos, contrariamente a lo planteado por Rigassi-Studer. Consideraron a la Falla Pinar como una colosal falla transcurrente diestra, iniciándose la misma en el Eoceno Medio luego de la consolidación de la estructura nappe-escamada de la región. Además señalaron que unos movimientos verticales de gran magnitud relacionados con esa importante falla generaron a la Cuenca de Los Palacios. Finalmente, estos geólogos destacaron que la llamada Zona Bahía Honda es el elemento geológico más alóctono de la región sobrecorriendo desde el sur a las unidades de la Zona Guaniguanico durante la fase orogénica eocénica.

En 1977, G. Furrzola, J.R. Sánchez Arango, R. García. y V.A. Bassov presentaron un "Nuevo Esquema de correlación estratigráfica de las principales formaciones geológicas de Cuba", en un intento práctico de relacionar las formaciones geológicas más importantes.

En el año 1977 se terminó el levantamiento geológico de las provincias de La Habana y ciudad

Ricardo Mayet Hechavarria.

de La Habana , de J. F. De Albear e Iturralde-Vinent, a escala 1:250 000, aunque la base de trabajo fue a escala 1:50 000 y 1:100 000. Aquí se tuvieron en cuenta los principales trabajos realizados con anterioridad, incorporando una abundante información paleontológica y estratigráfica que posibilitó la confección de una columna estratigráfica basada en las zonas estructuro faciales : leptogeosinclinal autóctono y parautóctono, eugeosinclinal alóctono y su cobertura sinorogénica, y cobertura platafórmica. Caracterizaron por separado las columnas estratigráficas de cada zona. Este trabajo incluye diferentes tipos de mapas: geológico, hidrogeológico, ingeniero-geológico, de yacimientos minerales, geomorfológico, de los depósitos cuaternarios, etc.

En el año 1978, G. Furrázola-Bermúdez y otros, publicaron “Nuevo esquema de correlación estratigráfica de las principales formaciones geológicas de Cuba”. Este resultó de gran utilidad, pues se destacan las unidades incluidas en cada una de las zonas estructuro-formacionales con sus interrelaciones, así como las variaciones laterales de una a otra región o cuenca de sedimentación. Se reportan nuevas unidades, así como ciertos cambios en los intervalos estratigráficos ocupados por unidades ya conocidas. Se ofrece una subdivisión de los depósitos neocomianos de Pinar del Río. Precisan la base del complejo post-orogénico en Cuba Occidental con el inicio de la sedimentación del Grupo Universidad y se introducen las nuevas unidades descritas por diferentes autores para el Paleógeno y el Neógeno.

En el año 1983 aparece publicado el libro “Contribución a la geología de las provincias de La Habana y ciudad de La Habana”, el cual constituye un compendio de artículos de diferentes autores basados en los resultados del levantamiento geológico a escala 1:250 000 de esa región. Aquí se tratan en detalle la estratigrafía, paleontología, tectónica, paleogeografía, etc.

Del año 1985 es el informe “Generalización estratigráfica de la región occidental de Cuba” cuyo autor principal es G. Furrázola-Bermúdez. Aquí se llevó a cabo un detallado estudio paleontológico y estratigráfico, teniendo en cuenta principalmente los cortes de los pozos profundos perforados en la región. Son interesantes las correlaciones de pozos por regiones, donde se puede observar las complejas interrelaciones entre los diferentes horizontes rocosos, destacándose la superposición de escamas tectónicas. Presentaron una subdivisión en zonas estructuro-faciales. Correlacionaron estos horizontes litológicos con unidades de la misma edad y similar composición litológica, con el inconveniente de que esta correlación se realizó con las formaciones de Pinar del Río y no con las de Cuba Central, que por su cercanía y relaciones estructurales son más adecuadas.

En esta década se realizaron varios informes de búsqueda de minerales útiles que apenas aportaron datos para el grado de estudio geológico de la región, ya que su base fue tomada del levantamiento a escala 1:250 000. Entre estos se pueden mencionar a R. Molina y otros, 1987;

Ricardo Mayet Hechavarria.

A. Pérez Mayo y otros, 1988; L. Pérez Almaguer, 1985; R. Corratge y otros, 1983; etc.

La década de los años 90 fue muy rica en trabajos de prospección y temático-productivos, que aportaron muy pocos datos geológicos nuevos. Entre estos tenemos los siguientes: E. María González y otros, 1990; A. A. Portando y otros, 1990-; 1997; P. Vega Masabó y otros, 1990; R. Molina y otros, 1990; 1997; A. Hernández y otros, 1990; H. Pérez Mayo y otros, 1990; V. Gómez Silva y otros, 1990; 1991; R. Rodríguez y otros 1991; J. Fernández y otros, 1991; A. Rodríguez y otros, 1991; A. Aguilera y otros, 1995; v. F. Cruz y otros, 1995; 1997; 1998; A. R. Miranda y otros, 1994; G. Alemañy y otros, 1990; T. Torres Cedeño, 1995; A. Borges y otros, 1995; e. Acosta Véliz y otros, 1995; H. M. Alfonso y otros, 1996; B. Pérez García y otros, 1998; R. Pérez Pupo y otros, 1998; A. Morales y otros, 1998.

En el año 1991 concluyó el "Informe sobre los resultados del levantamiento geológico y prospección a escala 1:50 000, Pinar-Habana" de D. Martínez y otros. Este presenta una cartografía actualizada de la parte central de las provincias de Pinar del Río y La Habana, ofreciéndose nuevos datos de edades de algunas formaciones, así como su distribución y correlación en los numerosos pozos estructurales realizados. Presenta una columna estratigráfica muy completa separada por zonas estructuro-faciales.

Fueron útiles los estudios para medio ambiente realizados en el Instituto de Geología y Paleontología, colectándose muestras para análisis paleontológicos que a veces detectaron errores en las edades de las unidades cartografiadas, obligando a cambiar los límites de algunas de ellas. También se utilizaron los esquemas de fotointerpretación acompañantes. Estos trabajos son de los autores: C. Pérez y otros, 1994; C. Cañete y otros, 1997; G. Correa García y otros, 1998; A. Barriento y otros, 1998; S. Gil y otros, 1999.

Ricardo Mayet Hechavarria.

## **CAPITULO 2. METODOLOGÍA Y VOLUMEN DE LOS TRABAJOS.**

La metodología de este trabajo está basada fundamentalmente en la interpretación del Mapa Mineragénico – Pronostica de Cuba a escala 1:500 000 del año 1990, confeccionado por los especialistas Coutin, D.P.; Martínez Salcedo, J.; Pérez Nevot, N.; Delgado, B.; Barriento, A.; Klen, L.; France, J.; Batista, R.; Estrada, J.; Ugalde, C.; Montero, M. pertenecientes al Instituto de Geología y Paleontología (IGP) del Ministerio de la Industria Básica. Este trabajo se encuentra en el archivo del IGP

Al mismo tiempo se utilizaron como bases fundamentales para el análisis Mineragénico y el pronóstico:

1. Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:100 000 de los años 2003 - 2005.
2. Mapa de Rocas y Minerales Industriales de Cuba a escala 1:100 000 del año 2002 (CD – Room)
3. Mapa de Yacimientos Minerales No – Metálicos a escala 1:500 000 del año 1988
4. Mapa Geológico del Cuaternario a escala 1:250 000 del año 2001 (inédito)
5. INFOYAC. Sistema informativa para los recursos minerales de Cuba (2005, CD – Room, Publicación interna IGP)

También fueron empleados otros materiales como libretas de campo, Informes de levantamiento y prospección geológicas existentes sobre la región de estudio existentes en el IGP y en la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), Informes y reportes de trabajos realizados por las asociaciones económicas que han concesionado áreas dentro del territorio de los trabajos, una foto satélite del área de estudio " LANDSATS7TM" del año 2002 con una resolución de 30 m x Píxel (en cada Píxel de la imagen se representan 30 m<sup>2</sup> del terreno).

### **2.1. Recopilación de información.**

Para la elaboración de este trabajo fue necesaria la recopilación de un gran volumen de información acerca de las manifestaciones de arcillas existentes en la región, contenida en varios de los informes de trabajos anteriores, libretas de campo y en la base de datos InfoYac (Base de datos que contiene información sobre todos lo yacimientos y manifestaciones minerales metálicos, no – metálicos, etc.). De los a partir de los cuales se pudieron extraer las características más significativas de los depósitos que se encuentran en la región de estudio.



Ricardo Mayet Hechavarria.

## **2.2. Base de Datos**

Con toda esta información se confeccionaron dos pequeñas bases de datos en el Software Microsoft ACCES, las cuales se denominan "Pozos.mdb", "Puntos.mdb". Las cuales almacenan información sobre los yacimientos de arcillas; de pozos perforados ya sean para la minería, investigaciones ingeniero – geológicas y recursos hidráulicos. Estas se encuentran en el anexo 2 y tienen los objetivos son los siguientes:

1. Obtener información detallada y sistematizada sobre todas las ocurrencias de minerales arcillosos.
2. Lograr un rápido y fácil manejo de la información reunida con vistas a satisfacer los intereses de sus posibles usuarios.
3. Permitir la representación gráfica en mapas de ocurrencias de sus principales características, como son minerales útiles presentes, categoría de la ocurrencia, el tipo de depósito y otras que se deseen.

## **2.3. Mapa Geológico del Cuaternario**

Este tiene como base fundamental el Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:100 000, de la región Habana – Matanzas y de la provincia de Pinar del Río, ambos realizados por García Delgado, et al. 2003 y 2005. Igualmente los trabajos realizados por Peñalver, L. L. et al 2001 y la Monografía "El Cuaternario en Cuba, confeccionada por Kartashov, I. P. et al., 1981.

Este mapa fue elaborado mediante el Software AutoCAD Map 2000, en el cual se realizó la digitalización de varias planchetas a escala 1:100 000 en las cuales está reflejada la distribución de los depósitos Cuaternarios en el área de los trabajos.

También en la elaboración de este mapa se realizó la interpretación de una imagen satélite con una resolución 30 m x Píxel (en cada píxel de la imagen están representados 30 m) de la región de estudio, la cual fue procesada en el Software ilwis 3.2. En la misma se obtuvo una imagen compuesta a falso color (en colores RGB) a partir de los canales tres y cuatro.

Esta imagen fue empleada para la delimitación de diversos cuerpos pre – cuaternarios existentes en la región de los trabajos. Este último proceso fue realizado mediante el Software AutoCAD Map 2000. Posteriormente, estos cuerpos se añadieron al mapa en un Layer denominado "Pre – Q". Este mapa está reflejado en el anexo 3

## **2.4. Mapa Estructuro – Formacional de la cobertura Plio – Cuaternaria.**

La base geológica de este pronóstico está constituida por un Mapa Estructuro - Formacional a escala 1: 100 000. Para este mapa se tomó como base el Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:100 000 de los años 2000 y 2005, también se empleó un Mapa Geológico del

Ricardo Mayet Hechavarria.

Cuaternario, al igual que los resultados recientes de los trabajos geológicos realizados en nuestro país. Este mapa está concebido como una base geológica simplificada, que refleja los principales rasgos del desarrollo geológico – estructural y litofacial del área de estudio.

En el Mapa Estructuro – Formacional se distinguen tres unidades jerárquicas:

1. Zona Estructuro – Formacional (ZEF): asociación de formaciones geológicas (FG) vinculadas en un rango de tiempo y delimitadas por grandes discordancias estructurales, separando una estructura única, que corresponde con un determinado estadio evolutivo del territorio Cubano o sea, un piso tectónico. Este está definido tanto horizontal como verticalmente y es la unidad superior representada en mapa.
2. Formación Geológica (FG): asociación de facies vinculadas paragenéticamente en tiempo y espacio, formadas en un ambiente geológico dado. Estas asociaciones faciales tienen características litológicas y petrológicas que caracterizan una etapa o estadio del desarrollo de la corteza terrestre. Estas pueden ser sedimentarias, vulcanógeno – sedimentarias, intrusitas, metamórfico – metasomáticas o de cortezas de intemperismo, etc. La denominación de la FG refleja los principales rasgos de su litología. En el mapa las FG se distinguen por símbolos literales y gráficos.
3. Facies: Conjunto de unidades litoestratigráficas (grupos, formaciones, miembros) que representan un desarrollo facial análogo. Es la unidad inferior representada en el mapa. El nombre de la facies caracteriza generalmente su constitución litológica. En el mapa se representan las facies por símbolos gráficos.

## **2.5. Mapa Estructuro – Mineragénico de la cobertura Plio – Cuaternaria.**

Este se obtiene con la superposición del Mapa de Rocas y Minerales Industriales de Cuba a escala 1:100 000 sobre el Mapa Estructuro – Formacional y con el ploteo sobre este de los puntos de mineralización contenidos en las bases de datos y las manifestaciones minerales. Esta mapa está elaborado sobre la base del Mapa Estructuro – Formacional y se basa en el hecho de que a cada etapa cualitativa y temporalmente distinta de la evolución geológica de la corteza terrestre, corresponden asociaciones rocosas regulares y a su vez determinados tipos genéticos de minerales y rocas industriales, por lo que a partir de aquí se pueden definir las categorías mineragénicas.

En este se distinguen claramente dos unidades mineragénicas jerárquicas:

Ricardo Mayet Hechavarria.

Zona Estructuro – Mineragénica (ZEM): área que coincide con la zona estructuro formacional o con partes de esta, en dependencia de la presencia y distribución del complejo de yacimientos minerales útiles acompañantes.

Esta representa un área mineragénica que corresponde al rango de la ZEF caracterizando por la presencia y distribución de su carga mineral.

Subzona Estructuro – Mineragénica (SZEM): área determinada dentro de la ZEM que no obstante haberse formado en condiciones paleotectónica similares a la ZEF, presenta diferentes situaciones estructurales y de sedimentación y magmatismo, a las que se asocian determinados yacimientos minerales de distintas materias primas de carácter bastante uniforme.

La SZEM representa la subdivisión de la ZEM, lo que equivale al rango de la Formación Geológica (FG). Se corresponden con formaciones geológicas muy distintivas o a partes de ellas, considerando fallas, corrimientos, facies y su propia mineragénica.

La interpretación de estas áreas mineragénicas se realizó sobre la base geológica estructuro – formacional, aplicando la combinación de varios criterios tales como:

- Presencia de los tipos genéticos – industriales de yacimientos y/o manifestaciones de arcillas o suposición de acumulaciones basado en las premisas geólogo –mineragénicas deducidas de los yacimientos tipos. (regularidades de presencia y distribución)
- Criterios estratigráficos, litológicos y faciales.
- Criterios morfológicos y fotogeológicos.

## **2.6. Pronóstico.**

El pronóstico se basa principalmente en la separación de diferentes áreas, con variables grados de perspectiva, en las distintas unidades mineragénicas del territorio, para una materia prima. Este es la extensión lógica del análisis mineragénico en conjunto con el análisis de factibilidad. Este último evalúa los distintos factores que favorecen o limitan las posibilidades de formación de acumulaciones útiles de los diferentes tipos genético – industriales de materias primas. Estas posibilidades se traducen en grados de perspectiva, los cuales oscilan de mayor a menor (áreas perspectivas, áreas con perspectiva limitada, áreas con perspectiva no clara y áreas estériles). Estos grados dependen de la coincidencia de los factores geológicos que controlan el origen y distribución de las materias primas, de los factores que condiciona su uso industrial e inclusive su extracción y rendimiento económico. A mayor coincidencia de estos factores fundamentales, mayor es la perspectiva (áreas perspectivas) y viceversa (áreas con perspectiva limitadas), aunque en ocasiones se ha deducido por analogía con otras áreas conocidas, las áreas con perspectiva no clara se definen por insuficiencia de datos geológicos lo que no permite evaluar a la misma. Las zonas estériles no son señaladas. Estos

Ricardo Mayet Hechavarria.

grados de perspectiva se ha señalado gráficamente en el mapa como áreas perspectivas (cuadrulado rojo), áreas de perspectiva limitada (líneas diagonales amarillas), áreas de perspectiva no clara (líneas horizontales azules) y las áreas estériles están en blanco.

Como resultado se ha obtenido un mapa minergénico pronóstico, en el cual se ofrecen las áreas o zonas perspectivas, donde se han determinado con carácter regional, para la materia prima, las leyes fundamentales que controlan la acumulación y distribución de la misma.

Para el pronóstico se emplearan los siguientes parámetros:

- Criterios de búsqueda y pronóstico (Criterios): factores positivos primer de orden que controlan el origen, la aparición y distribución de las materias primas.
- Indicios: sean directos (yacimientos, manifestaciones, afloramientos, puntos de mineralización) o indirectos (anomalías, alteraciones, otros fenómenos) que apoyan la hipótesis de la presencia o no de una posible acumulación útil de materia prima en cuestión.
- Limitaciones: factores que influyen negativamente y que limitan las
- perspectivas de las formaciones o la definen “ áreas con perspectiva no clara”.
- Perspectivas: grado de perspectiva de las áreas y su relación numérica en el mapa.

La confiabilidad de estos recursos varia desde la hipótesis hasta la “reserva” cuya existencia es muy probable, por ello es necesario un coeficiente de corrección en el cálculo, el cual depende de la relación de cantidad de parámetros teóricos por los cuales se distinguen un área concreta y el número total de parámetros reales utilizados en el análisis Mineragénico – Pronóstico. Este coeficiente es menor que 1.

En este caso se estableció en lo siguiente para el coeficiente de productividad (kp):

1. Areas bien estudiadas (kp = 0.8 a 0.6)
2. Areas medianamente estudiadas (Kp = 0.5 a 0.3)
3. Areas insuficientemente estudiadas (Kp = 0.2 a 0.1)

El cálculo de los recursos pronóstico se hizo como normalmente se hacen los cálculos para materias primas utilizadas, bien sea por sus propiedades físico – mecánicas (metro cúbico) o por sus propiedades químicas (kg ó t). Para ello se empleó la siguiente expresión:

$$Rp = A * Kp * P$$

Donde:

Rp : recursos pronósticos.

A: área del cuerpos de las formaciones.

Kp: coeficiente de corrección.

P: potencia de los cuerpos de las formaciones.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Para la determinación de las áreas de los cuerpos se tuvieron en cuenta dos parámetros fundamentales, uno de ellos es la existencia de asentamientos poblacionales y de afloramientos de rocas neogénicas, el cual se introdujo en cálculo el como el parámetro "limitante" expresado en metros y el otro parámetro es un coeficiente de descuento expresado en %, teniendo en cuenta en uso del terreno (agricultura, pastos, bosques, ganadería, carreteras, caminos, etc.). El área de los cuerpos se determinó por medio de la siguiente expresión:

$$At = Ac - Lm - Ka$$

Donde:

At : área total de cuerpos.

Lm: área ocupada por los asentamientos y afloramientos de rocas geogénicas.

Ka: coeficiente de descuento, teniendo en cuenta el uso del terreno (agricultura, pastos, bosques, ganadería, carreteras, caminos, etc.).

La potencia se determinó teniendo en cuenta los espesores de las secuencias arcillosas, registrados en los pozos contenidos en la base de datos, también se tuvieron en cuenta los espesores de las capas de arcillas útiles de los yacimientos existentes en el área y de los yacimientos patrones. En las siguientes tablas se exponen los resultados obtenidos.

Formación	Cuerpo	Area (Km2)	Limitante (Km2)	Ka(%)	Area total (Km2)	Area total (Km2)
Guane	G - 1	71.48	9.63	3.5	59.34	71.10
	G - 2	3.58	0.00	1	3.54	
	G - 3	8.32	0.00	1.3	8.21	
Guevara	Gv - 1	214.57	5.81	6.2	195.46	286.29
	Gv - 2	71.88	0.00	5.2	68.14	
	Gv - 3	2.89	0.00	4.7	2.75	
	Gv - 4	25.33	4.76	2.5	19.94	
Villarroja	Vr - 1	635.62	35.29	9.3	541.22	542.57
	Vr - 2	0.78	0.00	1	0.77	
	Vr - 3	0.58	0.00	1	0.58	
Camacho	Cmc - 1	125.32	0.00	2.8	121.81	121.81

Tabla 2.1. Tabla para la determinación del área.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Formación	Cuerpo	Potencia en yacimientos tipos	Potencia de formación (m)
Guane	G - 1	5.18	15.00
	G - 2		
	G - 3		
Guevara	Gv - 1	8.70	12.00
	Gv - 2		
	Gv - 3		
	Gv - 4		
Villarreja	Vr - 1	0.00	3.00
	Vr - 2		
	Vr - 3		
Camacho	Cmc - 1	0.00	2.58

Tabla 2.2. Tabla para la determinación de la potencia.

Formación	Cuerpo	Area (m <sup>2</sup> )	Potencia (m <sup>2</sup> )	Kp	Recursos (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Guane	G - 1	71476000	15.00	0.7	750498000	875427000
	G - 2	3575000		0.7	37537500	
	G - 3	8323000		0.7	87391500	
Guevara	Gv - 1	214570000	12.00	0.8	2059872000	2780584800
	Gv - 2	71882000		0.6	517550400	
	Gv - 3	2889000		0.6	20800800	
	Gv - 4	25328000		0.6	182361600	
Villarreja	Vr - 1	635620000	3.00	0.4	762744000	763561200
	Vr - 2	781000		0.2	468600	
	Vr - 3	581000		0.2	348600	
Camacho	Cmc - 1	125318000	2.00	0.1	25063600	97121450

Tabla 2.3. Tabla Cálculo de recursos pronósticos.

En la tabla anterior se ve claramente que las formaciones Guane y Guevara tienen una amplia perspectiva en cuanto a los recursos pronósticos. No ocurre así con las formaciones Villarreja y Camacho, a pesar de amplia distribución, en el área de estudio, principalmente la Formación Villarreja, estas formaciones tienen espesores muy pequeños.

Al mismo tiempo, la calidad de la materia prima tanto en las formaciones Guane y Guevara, a juzgar por los yacimientos estudiados en esta área y por los yacimientos tipos existentes en áreas vecinas, es excelente.

Ricardo Mayet Hechavarria.

### **CAPITULO 3. MIRAGÉNIA Y PRONÓSTICO.**

El Mapa Mineragénico – Pronóstico de Cuba forma parte de un juego de mapa a escala 1:500 000 que comenzó su edición en conjunto con el Mapa Geológico de la República de Cuba, el Mapa Tectónico, Mapa de Yacimientos y Manifestaciones Minerales No – Metálicas y Combustibles, entre otros mapas durante los años 1985 y 1986.

En el mismo se muestran las regularidades de la distribución temporal y espacial de los tipos genéticos individuales de las materias primas no metálicas y su vínculo con las unidades y estructuras geológicas, así como las diferentes áreas pronóstico y su grado de perspectiva. Este mapa fue confeccionado por un colectivo de investigadores del Instituto de Geología y Paleontología (IGP) del Ministerio de la Industria Básica en 1990.

Según la regionalización mineralógica, el archipiélago cubano representa un territorio Mineragénico caracterizado por un amplio desarrollo de los arcos volcánicos del Cretácico y del Paleógeno con macizos de granitoides, por la presencia de áreas limitadas del basamento Pre – jurásico, por las formaciones jurásicas con algunos depósitos evaporíticos y con extensos macizos ofiolíticos. Para este territorio es típica la escasez de secuencias molasoides, y un extenso desarrollo de secuencias carbonatadas del Neógeno y de los depósitos Plio – Cuaternarios.

La mineragénia está basada en el hecho de que a cada etapa cualitativa y temporal de la evolución de la corteza terrestre le corresponde asociaciones rocosas regulares y a su vez determinados tipos genéticos de minerales y rocas industriales. Basado en este principio se pueden definir las categorías mineragénicas y a partir de ellos se podrá establecer la regionalización mineragénica, lo que conllevará a establecer las regularidades de aparición y distribución de las acumulaciones útiles de no – metálicos desde su forma general hasta la más particular. Ello facilitará el pronóstico regional. Del análisis del territorio mineragénico cubano se distinguen dos grandes unidades mineragénicas; “Zona Estructuro – Mineragénica” y “Subzona Estructuro – Mineragénica”.

Zona Estructuro – Mineragénica (ZEM): área que coincide con la Zona Estructuro – Fomacional o con partes de esta, en dependencia de la presencia y distribución del complejo de yacimientos minerales útiles acompañantes.

El desarrollo de la misma está determinado por un régimen tectónico específico, prevaleciendo un tipo de sedimentación, magmatismo y estructura, lo que condiciona la formación de un conjunto de yacimientos de diferentes materias primas dentro de las distintas formaciones geológicas.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Subzona Estructuro – Mineragénica (SZEM): área determinada dentro de la ZEM que equivale a partes de ZFE que no obstante haberse formado en condiciones paleotectónicas similares a la ZEF presenta diferentes situaciones estructurales, de sedimentación y magmatismo a las que se asocian yacimientos minerales de distintas materias primas de carácter bastante uniforme. Estas subzonas corresponden a formaciones geológicas muy distintas o a partes de ellas considerando fallas, corrimientos y facies, más el complejo de yacimientos minerales acompañantes, en dependencia de su frecuencia y distribución.

En la ZEM “Cobertura Pilo – Cuaternaria”, se distinguen un total de tres SZEM, con una carga mineragénica muy heterogénea, tal y como se muestra en la tabla siguiente.

<b>Zona Estructuro - Mineragénica "Cobertura del Plio - Cuaternario"</b>	
Subzona Estructuro - Minaragénica	Carga Minergénica
Subzona turbáceo - arenoso - arcillosa	TU, AA, AC
Subzona arcilloso – arenosa	AR, BT,
Subzona arenoso – arcilloso – conglomerática	AC, AA, AR, AG-CD, BT

TU - Turba.

AA - Arena polimíctica

AC - Arena cuarzosa

AR - Arcilla.

BT - Bentonita.

AG - Agata.

CD - Calcedonia.

Tabla 3.1. Carga mineragénica de la cobertura Plio – Cuaternaria.

La formación geológica que contiene mineralización útil es una formación geológica mineragénica (FGM). Atendiendo a la relación de la formación geológica con la mineralización esta se puede clasificar como:

- Portadora (FGM–p): la mineralización útil es parte integrante de la formación geológica como resultado del surgimiento de la misma, o como producto de su desarrollo posterior. Esta mineralización estará contenida o encajada por la formación siempre que se cumplan los vínculos mineralización – formación, sean genéticos y/o paragenéticos.



Ricardo Mayet Hechavarria.

- Formadora (FGM–f): la mineralización útil es producto de la acción de la propia formación geológica a expensas de las sustancias y/o minerales constituyentes de la formación con la cual tiene vínculo genético o paragenético.
- Encajante (FGM–e): la mineralización útil está encajada en la formación geológica sin vínculos genéticos o paragenéticos. O sea la mineralización proviene de otras formaciones, es epigenética.
- Generadora (FGM–g): la formación geológica es fuente de la sustancia mineral y de los agentes transportadores de estas sustancias. Los productos generados son hallados en otras formaciones geológicas.

La carga mineragénica esta referida a los tipos genético – industriales de yacimientos, los cuales son representantes de las formaciones y subformaciones minerales detectadas en las formaciones geológicas mineragénicas.

Estas formaciones mineragénicas representan la composición sustancial de las acumulaciones industriales de las materias primas (carbonatada, arcillosa, turbácea, silícea, etc.), en tanto las subformaciones minerales permiten conocer la especialización minera de las materias primas.

En el área de estudio la ZEM “Cobertura Plio – Cuaternario” está constituida por tres formaciones geológicas Mineragénicas e igual número de Formaciones Mineragénicas.

### **3.1. Análisis Mineragénico.**

#### **3.1.1 Zona Estructuro – Formacional “Cobertura Plio – Cuaternaria”.**

La ZEF “Cobertura Plio – Cuaternaria” abarca el último y actual período del desarrollo geológico de Cuba, el cual comienza en el Plioceno y continúa hasta la época actual. Para el análisis mineragénico se separaron los depósitos Plio – Cuaternarios como un complejo individual, puesto que ellos presentan marcadas diferencias tanto litológicas como mineragénicas, donde solo las rocas carbonatadas Plio – Cuaternarias tienen un vínculo estrecho con las rocas carbonatadas más antiguas.

Los depósitos Plio – Cuaternarios son de origen aluvial, marino, de origen mixto marino – aluvial y eluvio - coluvial, presentando una litología muy diversa.

Los depósitos carbonatados se encuentran desarrollados solo en la franja costera septentrional, al Norte del territorio del área de los trabajos. Están representados por secuencias de calizas arrecifales, organógenas, órgano – detríticas y calcarenistas de poco espesor y con una fuerte carsificación. Los sedimentos de origen mixto marino – aluvial se caracterizan por depósitos de playa y de mangle, de pantanos costeros y por depósitos de conglomerados, arcillas, arenas, con una menor porción de gravelitas, gravas y cantos rodados.

Los sedimentos aluviales, están formados por dos grupos diferentes. El primero está constituido por los depósitos aluvio – deluviales, aluviales, representados por la alternancia de

Ricardo Mayet Hechavarria.

arcillas, arenas y gravas, pasan de una facies a otra, gradual o bruscamente. El segundo lo forman los depósitos eluviales sobre distintos tipos de rocas; entre estos depósitos predominan las arcillas y arenas. Los depósitos eluviales forman parte de las cortezas de intemperismo, las cuales se han desarrollado intensamente en el período del Neógeno – Cuaternario. Las secuencias del Plio – Cuaternario se originaron en una época de inquietud tectónica, lo que provocó una gran variedad litológica y una considerable variabilidad de espesores de las mismas, así como en la formación de fenómenos geomorfológico típicos como son las terrazas marinas y la intensa carsificación de las rocas.

En el área de estudio esta ZEF abarca tres formaciones geológicas que se han separado fundamentalmente en base a su litología y su génesis.

FG. Turbáceo – arenoso – arcillosa: los sedimentos de esta formación son de origen aluvio – marino, representados por pantanos y pantanos turbáceos con depósitos de playas y de mangles con limos calcáreos, arcillosos y arenosos, arcillas, arenas cuarzosas y polimícticas y arenas con gravas. Los depósitos de esta formación se vinculan estrechamente con las zonas costeras bajas teniendo, como regla general, pocos espesores y una variabilidad litológica considerable.

FG. Arcilloso – Arenosa: está constituida fundamentalmente de arcillas, arcillas arenosas, arena y arena con grava, ocasionalmente acumulaciones de concreciones ferruginosas. La formación se compone de cuatro facies diferentes; tres de ellas se corresponden con las unidades litoestratigráficas Villarroja, Guevara y Camacho.

FG. Arenoso – arcilloso – conglomerática: representa un conjunto de facies diferentes las cuales corresponden a unidades litoestratigráficas específicas. Una vasta distribución tienen eventualmente las formaciones Guane y depósitos aluviales que se extienden por todas las provincias occidentales. Las facies de depósitos aluvio – eiluviales y proluviales están distribuidas por todo el país.

La composición litológica de este conjunto es muy diversa y su desarrollo espacial muy variado. A diferencia de la formación geológica precedente en la cual predominan las arcillas, en la formación en cuestión prevalecen las arenas y conglomerados.

### **3.1.2. Zona Estructuro – Mineragénica “Cobertura Plio – Cuaternaria”.**

Tiene una carga mineragénica abundante y diversa. La frecuencia y distribución por todo el país la tienen los depósitos de arena y grava para la construcción, pertenecientes a diferentes tipos genéticos. Por regla estos depósitos típicos tienen pequeños espesores, variabilidad litológica y variabilidad del contenido de materia arcillosa.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Las arcillas pertenecientes a dicha zona mineragénica conforman el 85% de todos los depósitos conocidos en Cuba, estando distribuidos por todo el país. Las acumulaciones mayores se encuentran en la parte Sur de la provincia de Pinar del Río. La mayor parte de los depósitos de arcillas son de origen aluvial y aluvio – eluvial, marino, aluvio - marino que se vinculan con las formaciones Guevara, Guane, Villarroja.

Generalmente las arcillas Plio – Cuaternarias se emplean en la cerámica roja, así como materia prima en la producción de cemento.

Al grupo de arcillas pertenecen por su composición mineralógica y por su granulometría los depósitos de caolín, de bentonita las cuales tiene gran distribución en la provincia La Habana. También otras materias primas como la turba, el ágata, la calcedonia y el ópalo se hallan en estos depósitos como depósitos o redepositados de las unidades más antiguas.

Para la región de estudio se reconocen tres Subzonas Estructuro – Mineragénicas (SZEM) las cuales tiene un amplio desarrollo en la misma.

SZEM Turbácea – arenoso – arcillosa: presenta una carga mineragénica relativamente uniforme, conteniendo sólo arena cuarzosa, arena polimíctica, arena con grava y turba.

La mayor importancia industrial la tienen las arenas cuarzosas. Estos depósitos representan una playa o terraza marina fósil, en la cual la actividad del mar ayudó en la reclasificación de la arena. Estas se emplean en la producción de vidrio, en la cerámica y en fundición. Otros tipos se utilizan como aditivo para el cemento.

SZEM Arcilloso – arenosa: tiene una carga mineral vinculada sólo a la materia arcillosa. En ella se reconoce la Formación Guevara que contiene arcillas aprovechables para la cerámica y aptas como aditivo en la producción de cemento.

Para la industria de la cerámica roja las capas de arcillas poco arenosas, con escasas concreciones ferruginosas y vetillas caolinitizadas, son las más propicias.

Preferiblemente con un grado medio de intemperización. Reconocible en su aspecto por la coloración del moteado, que le otorga su carácter abigarrado la cual es gris – verdoso y rojo – violácea, sin presentar las moteaduras gris – blanquecinas – amarillas y rojo – violáceas que ofrecen otras capas de esta formación, que han perdido la coloración característica gris – verdosa de su composición original. Es decir, las capas de grado medio de intemperización, con bajo contenido de montmorillonita y de abundante caolinita y en ocasiones abundante montmorillonitas.

Estas facies de arcillas de la Formación Guevara se encuentran distribuidas en varias partes de la llanura meridional de la provincia de La Habana donde afloran en superficie. Los afloramientos más importantes se ubican en el extremo oeste de la provincia desde los límites provinciales en las proximidades del caserío El Francés y la granja Jejenes, hasta poco antes

Ricardo Mayet Hechavarria.

del Corojal Otras localidades donde se distribuyen estas facies en la llanura meridional y central de la Habana son Zona de Mangas (hoja Artemisa), Zona de Pijirigua Este tipo facial de la Formación Guevara tiene buenas características para la cerámica roja y también son empleadas en la industria del cemento.

En las tablas 3.2 y 3.3, se muestra la composición química de las secuencias de Guevara en los depósitos Las Mangas y Pijirigua respectivamente.

Además en provincia La Habana se encuentran varios depósitos de bentonitas fundamentalmente de tipo Ca, Mg, que son utilizadas en la fundición y lodos de perforación para pozos de poca profundidad.

Elementos	Desde (%)	Hasta (%)
SiO <sub>2</sub>	59.80	74.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.30	19.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.80	8.00

Tabla 3.2. Componentes químico principales en Las Mangas.

Elementos	Desde (%)	Hasta (%)
SiO <sub>2</sub>	59.70	74.70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.15	16.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.14	7.65
CaO	1.05	3.77

Tabla 3.3. Componentes químicos principales en Pijirigua.

La tabla siguiente muestra en contenido de impurezas de la Formación Guevara.

Elementos	Desde(%)	Hasta(%)
K <sub>2</sub> O	0.08	0.75
Na <sub>2</sub> O	0.24	0.71
SO <sub>3</sub>	En forma de trazas	

Tabla 3.4. Contenido de impurezas de la Formación Guevara.

En las tablas 3.5 y 3.6 se pueden observar las características físicas y químicas de las bentonitas de la Formación Guevara según Kukla.

La Formación Villarroja contiene depósitos de arcillas para la cerámica roja ubicados principalmente en las provincias La Habana y Matanzas. Estas arcillas son del tipo mineralógico

Ricardo Mayet Hechavarria.

montnorillonítico – illítico, caracterizadas por ser plásticas hasta muy plásticas, fácilmente fusibles presentando una buena dispersión.

Esta secuencia en su conjunto presenta una gama colores que varían tanto en profundidad como lateralmente con matices y combinaciones de colores pardo, rojo y amarillentos – pardo claro, presentando abundantes concreciones ferruginosas y de Mn en toda su masa de 2 m a 3 m de espesor y mayores. El espesor útil oscila en un rango de 2.00 m a 7.00 m o más.

La facie correspondiente con la Formación Camacho se considera como potencial para arcillas.

SZEM Arenoso – arcilloso – conglomerática: tiene abundante carga mineragénica. Todas las facies son productivas salvo la que corresponde con la Formación Jamaica en Cuba oriental. La subzona abarca numerosos depósitos de arena, arena con grava y arena cuarzosa.

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>
Punto de fusión	-	1080 °C	-
Punto de vitrificación total	-	1200 °C	-
Punto de fundición	-	1410 °C	-
Densidad natural	1.50	-	-
Humedad natural	38.00	30.00	45.00
Dureza de MOBS	menos de 1	-	-
Resistencia a la presión (kg/cm <sup>2</sup> )	2.60	1.30	3.50
Permeabilidad de gases (kg/cm <sup>3</sup> )	272.00	250.00	300.00
Porcentaje de arcilla en lodo estable y en 100 cc.	0.20	-	-
Viscosidad Stomer centipois (c / 20%)	25.00	13.00	66.00
Filtración (c/20%)	-	90.00	240.00
Residuo sobre malla 270 (%)	2.60	0.34	5.74
Cambio de cationes s/valeger milequiv. 100 g.	55.30	51.20	63.80

Tabla 3.5. Propiedades tecnológicas de las bentonitas de Formación Guevara.

Ricardo Mayet Hechavarria.

<b>Elementos</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>
SiO <sub>2</sub>	55.08	60.61	57.99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.81	25.81	24.77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.54	12.54	10.59
CaO + MgO	6.19	6.19	5.42
SO <sub>3</sub>	0.25	0.25	0.14

Tabla 3.6. Composición química de las bentonitas de la formación Guevara.

Estos depósitos se relacionan con las formaciones Guane y Guevara y con facies aluviales y aluvio – deluviales.

Los depósitos de arcilla se vinculan con las unidades antes mencionadas. Las arcillas tienen composición mineralógica predominante montmorillonítica, illítica o mixta. La mayoría de las arcillas tiene buena plasticidad y baja refractariedad siendo utilizadas en la cerámica y a menor escala como aditivo en la producción de cemento. En ocasiones el contenido de montmorillonita se eleva considerablemente, así como su intercambio catiónico, donde pueden tener lugar depósitos de bentonitas con la calidad semejante a los de la SZEM Arcilloso – arenosa.

Los depósitos de arenas y arcillas son en su mayoría de pequeños tamaños y de una litología muy variable.

En el área de estudio existen varios depósitos de diversas materias primas tales como yacimientos de calizas, arcillas bentónicas y arcillas, estos últimos son objeto de estudio, entre ellos se puede hacer alusión a los yacimientos de arcillas Kessel, Mangas, Pijirigua, Bauta (vea anexo 7.1) y por último las manifestaciones minerales San Pedro y Ballón.

#### Yacimiento Kessel.

Este yacimiento está enmarcado en los límites siguientes: tiene como centro al Centro de Acopio Kessel y queda atravesado por el terraplen que entronca con la carretera Central en su tramo comprendido entre los poblados Mangas y Maga Dulce. Al Norte está limitado por la línea férrea La Habana – Pinar del Río, que lo une al poblado de Artemisa, distante por esta vía a 9 km.

Kessel se ubica a un 1 km. al Oeste del paradero de Mangas, de donde sale un terraplen, hacia el Sureste rumbo a las Mangas y una carretera que une a los poblados Pijirigua, el C.A.I “Abraham Lincoln”, La Curva, entroncando en El Portugués con la carretera Central, a 3 Km aproximadamente de Artemisa.

La zona de Kessel está constituida por depósitos de la Formación Guevara sirviéndole de base las rocas carbonatadas de edad miocénica.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Estos mismos autores consideran que los depósitos de la Formación Guevara aparentemente fueron dejados por una de las transgresiones marinas glacioeustáticas del nivel del mar.

Los espesores cortadas por los pozos de perforación en el sector Kessel oscilan entre los 3.8 m y los 16.3 m.

Sobre la base de los ensayos realizados se definió la existencia de tres tipos tecnológicos bien diferenciados:

Tipo tecnológico I: comprende los tipos litotecnológicos de las arcillas poco y muy poco plásticas, semi – plásticas y plásticas. El comportamiento de este tipo viene avalado por los resultados de las muestras agrupadas A y B contenidos en la tabla 3.6, así como por los obtenidos de la muestra M -1. que se exponen en tabla 3.7 respectivamente. Su rasgo distintivo es la posibilidad de uso directo como corrector.

Muestra	LI(%)	Ip(%)	Cs(%)
A	38.1	20.7	8.6
B	36.8	21.5	7.67

LI - Límite líquido

Ip - Índice de plasticidad

Cs - Contracción en seco

Tabla 3.7. Resultados de las pruebas tecnológicas realizadas a las muestras agrupadas A y B.

Tipo tecnológico II: está representado por arcillas muy plásticas. Este tipo aparece caracterizado por las muestras agrupadas M – 3, 4 y 5 cuyos resultados se exponen en la tabla 3.7. Este necesita de un corrector para bajar la plasticidad.

Muestra	Ap(%)	Cs(%)	Temp(°C)	PPI(%)	Ch(%)	Ct(%)	Abs(%)
M - 1	28.3	6.8	950	7.6	0.8	7.6	20.4
			1050	7.5	0.9	7.5	20
			1150	7.9	1.8	8.7	14.9
M - 3	26.5	8.4	950	6.1	0.7	9.2	18
			1050	6.4	0.8	9.7	17.9
			1150	6.3	0.2	9.3	15.6
M - 4	25.7	8.5	950	7.3	0.3	8.8	16.5
			1050	7.8	1	9.3	15.4
			1150	8	0.5	9	14.1
M - 5	24.1	7.4	950	7.1	0	7.3	16.2
			1050	7.3	0.4	7.8	15.4
			1150	7.6	0.8	8.4	14.2
M - 6	39.2	12.9	950	9.6	2.1	15.3	15.8
			1050	9.8	3.6	15.8	10.4
			1150	9.9	4.7	16.7	8.1

Tabla 3.8. Resultados realizados a las muestras agrupadas M – 1, 3, 4, 5 y 6.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Tipo tecnológico III: se corresponde con el tipo litotecnológico de las arcillas extra – plásticas y su comportamiento está acorde con su excesiva plasticidad. La muestra agrupada M – 6 caracteriza al tipo en la parte Occidental y en ella predomina a la vez el subtipo A.

Cada tipo tecnológico de materia tiene sus posibilidades. El tipo tecnológico I es preferentemente utilizable para la producción de ladrillos a una temperatura de quema menor a los 950 °C, también este tipo tecnológico por baja plasticidad puede usarse como corrector de las arcillas muy plásticas. El tipo II, dosificado con la arenisca puede ser usado para producción de ladrillos y elementos aligerados a una temperatura de 950 °C, empleando la dosificación adecuada. También se puede producir GRESS (losas de azotea y tuberías de canalización) siempre y cuando se logre obtener una absorción menor de 14%, entre los 1000 °C y los 1050 °C (losas de azoteas) y con menos de 8% de absorción y a 1050 C para la producción de tubos. El tipo tecnológico III presenta alta plasticidad, pero con un corrector, puede utilizarse en la producción de ladrillos a una temperatura de 950 °C. También puede emplearse en la producción de losas de azoteas y tubas de canalización, a una temperatura de 1000 °C a 1100 °C. Vea anexo 7.4.

#### Yacimientos Pijirigua y Mangas.

El yacimiento Pijirigua está situado en un área de desarrollo de la Formación Guevara está representado por arcillas y arenas arcillosas abigarradas, infrayacida por las calizas de la Formación Güines.

El yacimiento está representado por dos estratos de arcillas arenosas con distintos grados de coloración parda, diferentes matices de color verde y carmelita. Estos estratos están separados por secuencias de arenas arcillosas con fragmentos de sílice.

El ancho del yacimiento varía desde 200 a 250 m en la parte Sur y desde 500 m a 800 m en la parte Norte y en dirección Sureste la extensión es de 2.0 Km.

La capa superior está desarrollada en toda el área del yacimiento y es observable en todos los pozos perforados en el área, situada entre el cauce viejo del río Pedernales y el nuevo cauce del mismo río. El espesor de esta capa oscila entre 2.0 m y 14.0 m. Los mayores espesores se aprecian hacia la parte Norte del yacimiento.

El yacimiento Mangas es análogo por completo al yacimiento Pijirigua. Ambos están asociados al valle del río Pedernales. Las arcillas están representadas por variedades de color pardo con matices de color verde y carmelita, que yacen en dos capas divididas por arenas.

El espesor de los depósitos varía desde 1.7 a 6.8, siendo el ancho de la parte explorada de 1.2 km. El depósito está descubierto al Norte y al Este, en estas direcciones es posible su continuación. Todo parece indicar que las buenas características de estos yacimientos se



Ricardo Mayet Hechavarria.

deben a la reelaboración de los materiales arcillosos de la Formación Guevara por parte del río pedernales y a la de algunos lentes arenosos del propio río.

Durante los trabajos de exploración no fueron detectados fenómenos tectónicos. En la región de estos yacimientos durante la exploración, en ninguno de los pozos perforados a una distancia de 20 m y más desde el cauce del río, fueron muestreadas aguas subterráneas. Todos los pozos resultaron secos. Por lo que se puede decir que las aguas correspondientes a los horizontes próximos al río.

Las arcillas de estos yacimientos tienen propiedades que corresponden a las exigencias planteadas para la materia prima para la producción de cemento tipo Portland. A continuación se muestra la composición química promedio de ambos yacimientos. Vea anexos 7.7 y 7.8

Yacimiento Mangas					
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	PPI
68.04	13.9	7.46	1.07	0.67	7.76
Yacimiento Pijirigua					
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	PPI
64.9	14.06	7.34	2.11	0.75	

Tabla 3.8. Composición química promedio de los yacimientos Mangas y Pijirigua.

#### Manifestaciones San Pedro y Ballon.

La zona se corresponde con los depósitos arcillosos del Pleistoceno (Q<sub>1-3</sub>), representados por la formación Guevara (Q<sub>1-2</sub> gv). Esta formación está representada por arcillas abigarradas, conteniendo gravas y arenas arcillosas. Su coloración es gris verdosa y rojiza, con manchas de color blancuzco en las zonas intemperizadas; en la parte superior de la zona de intemperismo, frecuentemente aparece un horizonte de concreciones ferruginosas. En estas arcillas aparecen clastos de rocas silíceas, hardpan, cuarzo y concreciones ferruginosas redepositadas.

Los sedimentos no intemperizados tienen a la montmorillonita como mineral característico del componente arcilloso, en cambio, en los sedimentos intemperizados la montmorillonita se sustituye por caolinita y caolinita – esmectita interestratificada.

Según L. Peñalver, en la mayoría de los pozos de los sectores San Pedro y Ballón se presenta en la parte superior del corte, un tipo de arcilla que pudiera corresponderse con la Formación Camacho. La unidades correspondientes a Guevara aparece en profundidad y hacia la parte inferior se presenta un tipo de arcilla con clastos de hasta 3 cm a 4 cm de tamaño, que pudiera corresponderse con los depósitos de la Formación Guane. El infrayacente de los pozos está conformado por arcillas carbonatadas y margas miocénicas de la formación Paso Real.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Desde el punto de vista de su composición química estas arcillas clasifican como ácidas, al contener valores de alúmina menores del 14%, características que se mantienen común para los depósitos arcillosos de las tres formaciones cuaternarias presentes en el corte litológico de las zonas investigadas.

Atendiendo al contenido de óxidos de hierro, sus valores se reportan por encima del 3% y los valores de SiO<sub>2</sub> se manifiestan altos, por encima del 50% como regla. Las muestras de botón fundido demostraron que estas arcillas no funden a la temperatura de 1300°C en estado natural, temperatura a la cual aparecen sinterizadas; las mezclas con caolín y chamota permitieron verificar que a 1350°C se mantienen sin fundirse, lo cual se produce a 1450°C. Estos datos revelan un comportamiento semirrefractario, e incluso, una pequeña cantidad de muestras (11 en total) no se fundieron a 1450°C, manifestando estas características cercanas a las de las arcillas refractarias.

La presencia de contenidos de alúmina bajos, que no superan el 20%, por una parte y por otra, el comportamiento semirrefractario en sentido general observado, hace que una parte del contenido de SiO<sub>2</sub> reportado se corresponda con cuarzo libre y por esto el punto de fusión no es bajo. La presencia de cuarzo libre es absolutamente posible, dadas las características del material clástico de las tres formaciones que conforman la secuencia arcillosa estudiada.

La composición química de las arcillas en los dos sectores difiere en lo que respecta a contenidos precisamente de sílice.

Componentes	Sector San Pedro		Sector Ballón	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio
SiO <sub>2</sub> (%)	50,96 – 84,90	71,09	57,90 – 74,80	63,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	3,23 – 16,32	10,38	6,67 – 13,33	11,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	1,76 – 13,17	8,20	6,30 – 13,96	11,51
CaO (%)	0,20 – 2,62	1,69	0,45 – 2,66	1,19

Tabla 3.9. Composición química de las arcillas.

Esta caracterización se corresponde a las secuencias de arcilla evaluadas como útiles para ser utilizadas como materia prima semirrefractaria. En el caso del sector San Pedro comprende casi la totalidad del área investigada y en profundidad puede alcanzar prácticamente la base del corte de rocas arcillosas.

Al observar el comportamiento de la alúmina, se puede decir que prácticamente es el mismo en ambos sectores, ligeramente superior en Ballón. El óxido de hierro es mayor relativamente en

Ricardo Mayet Hechavarria.

los contenidos de las muestras del sector Ballón; esto debe influir en el comportamiento de las muestras de este sector al realizarles el ensayo de botón fundido, donde una gran cantidad de muestras se funden a la temperatura de 1300 °C, contrariamente a lo que ocurre en el sector San Pedro, sinterizando todas las muestras a esa temperatura. La mayor diferencia entre ambos sectores viene dada por los contenidos de sílice; mayores en las muestras de San Pedro e inferiores en Ballón.

Existe un grupo de muestras correspondientes al sector San Pedro que tienen una respuesta cercana a las arcillas refractarias, pues a la temperatura de 1450 °C no se han fundido. Estas muestras se localizan en las partes media-inferior del corte y por eso no solo se corresponden con las arcillas de la formación Guevara, sino también de la formación Guane. Estas muestras representan tan solo el 9% del total de las muestras básicas tomadas durante la investigación, pero constituyen una información de interés. La composición media de estas muestras es la siguiente.

SiO2(%)	Al2O3(%)	Fe2O3(%)	CaO(%)
82.11	5.7	6.72	0.79

Tabla 3.10. Composición media de las muestras básicas

En la tabla se muestran con más detalle los datos de los análisis químicos de estas nueve muestras. Se excluyen los datos de otras dos (muestras 25.61 y 25-62) que no se fundieron a 1450°C, más no se cuenta con los datos de su composición química.

Pozo	Muestra	Espesor(m)	Al2O3(%)	Fe2O3(%)	SiO2(%)	CaO(%)
20	20-26	2,0	7,58	6,02	78,8	1,11
21	21-22	0,5	3,23	7,46	83,75	0,79
22	22-16	1,0	3,83	11,66	81,80	0,64
23	23-12A	1,5	6,50	6,67	82,15	0,86
	23-25	1,5	4,47	6,33	84,45	0,62
	23-56	1,5	4,13	10,52	81,25	0,65
26	26-5	2,0	5,66	6,48	84,90	0,48
	26-6	1,6	6,89	4,63	82,00	0,87
33	35-29	2,3	6,02	4,47	81,45	0,95
Total		13,90	5,70	6,72	82,11	0,79

Tabla 3.11. Composición química de las muestras de alto contenido de sílice.

Los ensayos físicos realizados a un total de diez muestras arrojaron los siguientes resultados que se ofrecen en la siguiente tabla.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Sector	Pozo	Muestra	Agua Plástica (%)	Indice Plasticidad (%)	Peso Volumétrico (g/cm <sup>3</sup> )
Ballón	34	34-2	49,4	34,3	2,12
	40	40-11	61,5	43,0	2,20
	42	42-17	63,3	47,3	2,12
		42-20	59,8	40,8	2,03
San Pedro	21	21-17	68,0	48,3	1,98

Tabla 3.12. Ensayos físicos realizados en los sectores San Pedro y Ballón.

El contenido de agua plástica es superior al 40% y el número de plasticidad, que se determinó según Pfeferkom, resulta mayor que 25, clasificando estas arcillas como muy plásticas. Esto significa que se dejan moldear y adoptan de manera estable una forma determinada que puede perdurar a lo largo de todo el proceso.

El alto grado de plasticidad permite catalogar a estas arcillas como arcillas grasas. Este tipo de arcilla presenta como inconveniente que puede llegar a agrietarse con facilidad al perder agua durante el proceso de calcinación y disminuir su plasticidad. Como casi siempre se requiere añadir desgrasante para aumentar su consistencia, añadiendo el caolín poco plástico que utiliza la planta de refractarios, se logran mejorar las condiciones físicas de las arcillas y al mismo tiempo aumentar su contenido de alúmina; esto ya fue comprobado con las muestras de mezcla arcilla-caolín-chamota realizadas y probadas.

El peso volumétrico se comporta en el entorno de 2,19 g/cm<sup>3</sup>, con valores mínimos de 1,98 y máximos de 2,20. Estos valores resultan algo elevado para una arcilla, aunque por sus características de contener clastos, podrían corresponderse. Ante la imposibilidad de su repetición, se decidió excluirlos de la información práctica.

Según la información de los resultados de los análisis granulométricos, estas arcillas son plásticas – muy plásticas, al obtenerse valores mayores al 75% en el tamiz < 0,063.

Según el análisis cualitativo, aparecen un grupo de minerales asociados a las esmectitas. En la parte alta del corte. Esto permitió al investigador L. Peñalver identificar a estas arcillas como exponentes de la formación Camacho en Cuba Occidental. La presencia de esmectita indica que no se ha sufrido un intenso proceso de intemperismo como le ocurrió a los depósitos de la infrayacente formación Guevara alterados y con predominio de la caolinita como mineral arcilloso.

Los principales minerales subordinados, que fueron reportados en estas muestras fueron: limonita, óxidos e hidróxidos de hierro, cuarzo, plagioclasas, carbonatos manchados de hierro, materia orgánica, minerales de manganeso y magnetita.

Ricardo Mayet Hechavarria.

También se reporta la presencia en un grado de mayor subordinación, de pirita, geothita, mica, minerales del grupo de la serpentina, ilmenita y rutilo. Todo esto se ilustra en la siguiente tabla, donde se señalan los minerales detectados, tal como se muestra en la tabla 3.13.

Por otra parte, en los termogramas ATD, DTG y TG se detectan los endoeftos de la arcilla esmectítica, en este caso montmorillonita, ricas en iones hierro. Se aprecia además el efecto endotérmico de pérdida de agua estructural del oxihidróxido de hierro (goethita).

Con el objetivo de mejorar las características de estas arcillas se probó su mezcla con un desgrasante que al mismo tiempo que mejorara la consistencia de estas arcillas grasas, también la beneficiará en cuanto a su enriquecimiento con alúmina como elemento portador de las propiedades refractarias fundamentales.

A un grupo de 18 muestras tomadas aleatoriamente se le adicionó un 20% de caolín poco plástico, utilizando en su proceso productivo por la Empresa Refractarios Habana. El caolín empleado, según los datos de la ficha resumen de las características físicos químicos suministrado por la Empresa, tenía las siguientes características:

Composición química:	Propiedades físicas:
SiO <sub>2</sub> – hasta 40%	Humedad - < 18%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – hasta 35-40%	Contracción total al quemar - hasta 17%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - < 1,5%	Retenido en malla 325: < 1%
CaO – 1,5 – 1,8 %	Refractariedad: 1710 – 1730 °C
Na <sub>2</sub> O+ K <sub>2</sub> O - < 1,65%	Tipo: granulado gris.

Tabla 3.13. Características físico – químicas del caolín empleado.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Mineral	MUESTRAS											
	21-17	22-13	23-Dic	24-Jul	24-ago	27-52	29-44	29-45	30-39	31-35	31-36	32-31
Goethita												
Limonita												
Cuarzo												
Plagioclasa												
Materia orgánica												
Cuarzo algo sucio												
Óxidos e hidróxidos de hierro												
Minerales de manganeso												
Rutilo												
Ilmenita												
Carbonato manchado de hierro												
Magnetita												
Minerales grupo de la serpentina												
Mica												
Pirita												

Tabla 3.14. Minerales detectados en diferentes fracciones.

Las muestras tomadas aleatoriamente tenían las siguientes características como arcillas en estado natural, provenientes del sector San Pedro, las que se reflejan en la siguiente tabla.

Ricardo Mayet Hechavarria.

No. Muestra	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %
20-25	77,05	5,59	9,40	0,70
21-19	69,56	10,94	8,25	1,15
22-14	76,35	7,35	7,80	0,92
23-11	63,00	13,31	7,55	2,59
23-12	79,90	7,28	6,10	0,95
24-7	58,54	15,02	12,11	0,93
24-10	57,70	15,43	14,05	1,00
24-54	68,82	10,03	10,40	0,83
26-1	66,38	14,29	7,14	0,54
26-6	82,00	6,89	4,63	0,87
27-52	69,48	10,00	5,72	1,90
28-50	58,24	11,96	7,14	1,21
29-46	57,20	25,93	11,13	1,24
30-41	82,00	7,49	4,85	0,77
33-30	64,58	14,73	6,62	1,14

Tabla 3.15. Propiedades químicas de las arcillas del sector San Pedro.

Todas estas muestras sinterizaron a la temperatura de 1300<sup>0</sup>C y una de ellas, la muestra 26-6 no se fundió a la temperatura de 1450<sup>0</sup>C.

Una vez dosificadas al 20% con el caolín se prepararon los cuerpos para someterlos a las pruebas de quemado a 1350<sup>0</sup>C. Todas las muestras sinterizaron, mejorando sus parámetros, excepto las muestras 24-77, 22-14 y 29-47 que fundieron.

Las muestras fueron clasificadas por el Laboratorio, como semirrefractarias y por las características que ya presentaban no fueron sometidas a la prueba a 1450<sup>0</sup>C.

Se dosificaron con 30 y 40% de chamota en calidad de desgrasante, realizándoles los análisis de botón fundido y pruebas tecnológicas a 1350<sup>0</sup>C y 1410<sup>0</sup>C.

Las muestras tomadas del sector Ballón y mezcladas con 30% y 40% de chamota en calidad de desgrasante, proveniente del flujo tecnológico de la Empresa de Refractarios Habana se sometieron a análisis tecnológicos a una temperatura de 1350<sup>0</sup>C y 1410<sup>0</sup>C. Según la ficha técnica de la chamota, responde a las siguientes características técnicas:

SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	K <sub>2</sub> O(%)	Na <sub>2</sub> O(%)	TO <sub>2</sub> (%)
57.95	<b>35.98</b>	1.13	0.5	2.82	<b>0.12</b>	0.71

Tabla 3.16. Composición química de las arcillas del sector Ballón.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Muestra	Ap (%)	Cs(%)	Cq(%)	Ct(%)	Abs(%)	Rq(kg/cm2)
21-18	20,8%	9,5%	1,3 %	10,7 %	9,9 %	107,5 %
22-14	25,5%	9,5%	Fundida	-	-	-
23-Nov	28,2%	9,7%	3,2 %	12,6 %	8,6 %	143,4 %
33-27	20,8%	7,0%	2,3 %	9,2 %	8,1 %	131,9 %

Tabla 3.17. Características tecnológicas de las arcillas del sector Ballón.

Las muestras tuvieron un comportamiento semirrefractario, pero los mejores resultados fueron evaluados por los especialistas en la muestra 33-27 dosificada al 30% y en esta misma muestra, además de la muestra 23-11, dosificadas al 40 %. Estas muestras tienen una cantidad menor de puntos negros. Todas las muestras fundieron a la temperatura de 1410 °C.

Las mezclas mejor recomendadas de arcilla – chamota fueron analizadas químicamente para conocer sus características después de dosificadas. Esta comparación la presentamos a continuación.

No Muestra	Tipo de muestra	Contenido, %			
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
23-Nov	Natural	63,00	13,31	7,55	2,59
	Dosificada al 40%	57,85	27,28	5,40	1,22
32-27	Natural	70,62	11,18	7,62	0,67
	Dosificada al 30 %	65,85	21,74	4,84	0,39
	Dosificada al 40 %	61,29	25,28	4,58	0,39

Tabla 3.18. Composición química. Muestras en estado natural y dosificado.

La dosificación de estas muestras permite mejorar lógicamente sus parámetros físicos y al enriquecerlas con alúmina reafirmar su comportamiento semirrefractario como arcilla sílico – aluminosa. Por sus características estas arcillas conforman un solo tipo tecnológico, cuya mejor representación se corresponden con las características del sector San Pedro.

Ap (%)	Ip(%)	Pv(%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO(%)
68.3	48.3	2.21	71.09	10.38	8.2	1.69

Tabla 3.19. Características del tipo tecnológico descrito en San Pedro.



Ricardo Mayet Hechavarria.

Especialmente en el sector San Pedro abarcan todo el corte arcilloso que prácticamente incluye las formaciones Camacho, Guevara y Guane, aspecto que define en el sector Ballón, donde en los pozos evaluados ocupa la parte alta del corte, excepto en el pozo 40 que lo integra en todo el corte. Realmente en Ballón no hay Formación Camacho. Prácticamente es la Formación Guevara desde la superficie.

Como se demostró con las muestras dosificadas con caolín y chamota, estas arcillas semirrefractarias pobres en alúmina, pueden enriquecerse, lo cual responde a las expectativas que existían en la Empresa de Refractarios Habana, de utilizar materias primas que pudieran emplearse en la fabricación de productos de escaso rigor, evitando el uso para esto de materias primas de primera calidad, casi siempre importadas.

Las arcillas investigadas, partiendo de su comportamiento en estado natural o dosificadas con un desgrasante, con una temperatura de fusión ubicada en un intervalo supuesto entre 1310 – 1350°C y 1410 – 1450°C, pueden clasificar como semirrefractarias. Como materia prima estas arcillas constituyen semirefractarios ácidos y su utilización básica es la fabricación de ladrillos. Su bajo contenido de alúmina, clasificable en el rango 10-30% de alúmina y los contenidos relativamente altos de sílice, permiten emplear estas arcillas como semirefractarios sílico-aluminosos, principalmente si son enriquecidas en alúmina mediante la dosificación adecuada.

Con todas estas características es posible teóricamente obtener productos silicosos, con un punto de reblandecimiento en el orden de 1400°C. Según los datos obtenidos al realizar la prueba tecnológica de Laboratorio con muestras dosificadas con chamota al 30 y 40 %, el cuerpo horneado tiene una resistencia a la presión / flexión de 100 – 147 kgf/cm<sup>2</sup>. El contenido de óxido de hierro en estas arcillas provoca que los productos horneados mantengan un color carmelita rojizo.

La posibilidad de fabricar ladrillos que podrían soportar temperaturas de 1300 – 1350°C, permitiría fabricar productos para usos que no requieren de un régimen de trabajo superior a los 1400°C. Existe un mercado para determinadas piezas que no responden a grandes exigencias técnicas y que no se desarrolla plenamente porque el insumo de costosas materias primas hacen inevitable su realización mercantil. Proyectándose hacia este tipo de mercado, que en algunos casos se corresponden con la satisfacción de necesidades de la esfera social no productiva, muy sensible por sus características, fue que años atrás la Empresa Refractarios Habana comenzó a buscar materias primas alternativas. En ese contexto de búsqueda de posibles soluciones se perfiló un plan de varios temas investigativos, que involucran a diferentes entidades no solo ramales afines a la industria de refractarios, sino también de otros organismos como el CIPIMM.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Los resultados obtenidos fueron expuestos en la Dirección Técnico Productiva de la Empresa Refractarios Habana, considerando sus representantes que estas arcillas con sus características de semirefractarios de bajo contenido de alúmina ( $10 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 30$ ) les resulta de interés para el momento en que económicamente sea factible, profundizar en el estudio de sus características como materia prima alternativa.

Conociendo que existe una amplia información acerca de las características químicas y tecnológicas de diversos depósitos arcillosos desarrollados en las formaciones Guevara y Guane en la provincia de Pinar del Río, es necesario utilizar estos datos de forma comparativa, con los datos obtenidos en la región de estudio, ya que aquí también se distribuyen las formaciones Guevara y Guane. En este sentido, como yacimientos patrones se emplearon depósitos tales como Bermejales, Moja Hueva, Club de Cazadores, Consolación del Sur, Ovas I y Ovas II.

#### Yacimiento Bermejales.

Yacimiento de arcillas para la cerámica roja, localizado en las siguientes coordenadas X = 243480, Y = 319980 hoja 3584 1:100 000. Está ubicado a 1 Km de Santa Cruz.

El yacimiento esta constituido por arcillas aluviales de color rojo, con lentes de arcillas plásticas y arenas con un espesor de 1,4 m a 6 m; y por residuos de rocas provenientes de la Formación Guane, por arcillas arenosas de color amarillo hasta rojo – carmelita, con un contenido de 1,4% de gravas y concreciones ferruginosas, arcillas muy arenosas con colores desde amarillo crema hasta el amarillo rojizo. El espesor de ambos tipos litológicos varia desde 0,5 m a 5 m y tienen una distribución heterogénea. El grado de estudio del mismo está basado en una búsqueda detallada.

El espesor útil promedio es de 4,75 m y la de del destape 0,99 m. Las condiciones hidrogeológicas son desfavorables dada la existencia de aguas artesianas y el limite Oeste de yacimiento pasa por río Santa Cruz.

Las capas y lentes están constituidos por arcillas (Tipo II), arcillas plásticas (Tipo I), arenas arcillosas (Tipo III) arenosas. Las arcillas plásticas son generalmente de color carmelita amarillento rojizo, con manchas de color gris claro y negro, con fragmentos de pedernal, gravas y gravillas de cuarzo, feldespatos y caliza; concreciones ferruginosas, que aparecen en forma de capas. Las arenas arcillosas son de granos finos, color rojizo – carmelita y amarillento con manchas color gris claro y negro – azulado, presentan fragmentos de rocas, gravas y gravillas de cuarzo; feldespatos y concreciones ferruginosas; estas se encuentran ampliamente distribuidas por el yacimiento. Las arcillas generalmente de color carmelita amarillento y rojizo, con manchas color gris claro y negro, presentan fragmentos de rocas, gravas y gravillas de

Ricardo Mayet Hechavarria.

cuarzo; feldespatos y concreciones ferruginosas, se presenta en forma de lentes que poseen un espesor de 0,90 m a 3,70 m.

En las siguientes tablas se muestran los rasgos químicos y tecnológicos de los tres tipos tecnológicos existentes en el yacimiento. Vea anexo 7.2.

<b>Tipo tecnológico</b>	<b>SiO<sub>2</sub>(%)</b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(%)</b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(%)</b>	<b>TiO<sub>2</sub>(%)</b>	<b>CaO(%)</b>	<b>Na<sub>2</sub>O(%)</b>	<b>K<sub>2</sub>O(%)</b>	<b>SO<sub>3</sub>(%)</b>	<b>PPI(%)</b>
Tipo I	63.24	15.10	10.49	0.88	0.75	0.89	0.11	0.3	8.29
Tipo II	66.79	13.65	9.48	0.88	0.51	0.85	0.09	0.1	8.38
Tipo III	69.43	12.93	9.73	0.85	0.52	0.74	0.1	0.2	6.04

Tabla 3.20. Composición química.

<b>Tipo tecnológico</b>	<b>Ap(%)</b>	<b>Cs(%)</b>	<b>Rs(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ct(%)</b>	<b>Rq(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Tipo I	29.4	8.5	31.1	9.3	9.7
Tipo II	26	7.1	21.6	7.3	57.8
Tipo III	22.7	5.5	16.5	5.4	35.2

Tabla 3.21. Características tecnológicas.

<b>Tipo tecnológico</b>	<b>Mínimo °C</b>	<b>Máximo °C</b>
Tipo I	1120	1480
Tipo II	1160	1480
Tipo III	1300	1530

Tabla 3.22. Refractariedad de las arcillas del yacimiento Bermejales.

#### Yacimiento Consolación.

Yacimiento de arcillas refractarias, localizado en las coordenadas X = 240 900 Y = 293 700 hoja 3483 1:100 000. Ubicado a 7 km al Sur de Consolación del Sur y a 1,5 Km al lado derecho de la carretera Consolación del Sur a Batey.

El yacimiento está compuesto por capas de las formaciones Guevara y Guane, las cuales están representadas por arcilla y arenas en forma de capas y lentes irregulares que se remplazan unas con otras.

La materia prima principal es la arcilla de color blanco – grisáceo, gris hasta amarillento, con contenido irregular de arena.

Las arcillas refractarias se encuentran en dos capas útiles con espesor promedio de 1,5 m 3,6 m respectivamente. Estas capas yacen casi horizontales y están separadas por una capa de arcillas estériles de 1 m a 5 m de espesor.

Ricardo Mayet Hechavarria.

El grado de estudio está basado en una exploración orientativa. Las condiciones hidrogeológicas son poco favorables debido a la presencia de un horizonte acuífero entre el techo de la primera capa de arcillas y la base de las rocas permeables de la cubierta.

Estas arcillas tienen baja ley de  $Al_2O_3$  y alta ley de  $SiO_2$  y son de baja refractariedad. Son muy semejantes a las arcillas de la zona de Ovas II y a las arcillas plásticas de Bermejales.

En base a los datos tecnológicos estas arcillas pueden ser aprovechadas en la producción de cerámica refractaria.

Estas arcillas según sus propiedades pueden dividirse en dos tipos fundamentales Tipo I conformado por arcillas plásticas, de colores crema y beige con vetas rojas y negras, con un espesor que oscila entre 0,6 m y 2,7 m. Tipo II constituido por arcillas poco plásticas o desgrasante, la cual solo aparece en un escalón superior ubicado en la porción SE del yacimiento y alcanza un espesor de hasta 3,5 m, con predominio de coloración amarillo – rojiza.

En la siguiente tabla se muestra la composición química promedio y los resultados de las pruebas tecnológicas realizadas a ambos tipos tecnológicos.

SiO2(%)	Al2O3(%)	Fe2O3(%)	CaO(%)	SO3(%)	MgO(%)	PPI
7,7	13,9	1,5	0.9	-	0,73	5,2

Tabla 3.23. Composición química promedio de las arcillas del yacimiento Consolación.

Tipo tecnológico	Cs(%)	Rs(kg/cm2)	Rq(kg/cm2)	lp(%)	Abs(%)	Potencia(m)
Tipo I	7.6	6.6	7.9	17.2	18.81	1.2
Tipo II	5.8	4.6	6.5	13.5	12.6	2.3

Tabla 3.24. Resultado de las pruebas tecnológicas realizadas a tipos tecnológicos I y II

#### Yacimiento Moja Hueva.

Yacimiento de arcillas para la cerámica roja. Localizable en las coordenadas X = 245 500 Y = 287 210 hoja 3583 1:100 000. Ubicado en el km 15 de la carretera de Consolación del Sur – Alonso de Rojas, en las cercanías del puente Moja Hueva.

El yacimiento está formado por sedimentos marinos integrados por arcillas plásticas abigarradas con alcanzando un espesor máximo de 5.00 m, capas de arcillas de color marrón rojizo con una potencia máxima de 5.6 m y arcillas arenosas de color marrón y rojo, las cuales se encuentran generalmente en la parte Suroeste del yacimiento se distinguen. Gravillas y gravas (cuarcitas, arenas carbonatadas) por lo general en cantidades considerables en la parte oriental del yacimiento en las rocas subyacentes correspondientes a las calizas de la Formación Paso Real.

Ricardo Mayet Hechavarria.

El relieve es llano, las capas yacen horizontalmente. Las capas y lentes transicionan gradualmente de arcilla plástica a arcilla, de estas a arcillas arenosas y por último a las variedades más arenosas, hasta las arenas arcillosas. Los mayores espesores de arcillas plásticas se encuentran hacia la parte central y Norte del yacimiento y los menores hacia el Este.

El grado de estudio está basado en una búsqueda detallada. El yacimiento tiene un origen residual, con un espesor útil promedio de 8.77 m y un destape de 0.25 m. Las condiciones hidrogeológicas no están claras, no se conoce el nivel de las aguas subterráneas.

Las arcillas de este yacimiento pueden clasificarse como arcillas plásticas y según la norma GOST 9169 – 59 como arcillas semiácidas.

#### Yacimiento Club de Cazadores.

Yacimiento de arcillas rojas para la cerámica roja localizado en las coordenadas X = 243896, Y = 297240, hoja 3583 1:100 000. Esta ubicado a 4 Km al SE de Consolación del Sur.

Este es atravesado por una línea férrea que lo divide en dos sectores, la parte Noroeste está constituida por sedimentos aluviales de edad Holoceno tales como arcillas y arcillas arenosas rojizas, con un espesor de 0.50 m a 5.10 m; y por residuos de rocas provenientes de la Formación Paso Real, tales como arcillas plásticas con espesor de 3 m a 6 m, las cuales ocupan la base del corte. El sector está constituido probablemente por residuos de las formaciones Guevara y Guane entre las que se destacan arcillas arenosas de color carmelita, con guijaros, cuarcitas, concreciones ferruginosas. El espesor máximo es de 10 m, el espesor útil promedio es de 7.58 m y la de destape es de 0.39 m.

Se desarrolla en un sistema de llanuras que tiene lugar en la parte Sur de la provincia Pinar del Río. El relieve es llano, presentando algunas elevaciones en las que se depositan las arcillas arenosa y muy arenosas.

Está constituido por capas y lentes de depósitos areno – arcillosos, que está estructurados en el siguiente orden arcilla arenosa, arcilla y arcilla plástica. Las capas de arcillas son casi horizontales, observándose una pendiente hacia abrupta hacia el Este del yacimiento.

Los lentes están formados por arcilla muy arenosa, arena arcillosa y eventualmente de arcilla y arcilla arenosa. Existe una transición gradual de las arcillas a arcillas arenosas, tanto lateral como vertical, de las arcillas muy arenosas a las arcillas arenosas y de las arcillas a arcillas plásticas. Aunque también suelen aparecer cambios bruscos.

Estas arcillas clasifican como muy plásticas y según la norma GOST 9169 – 59, se clasifican como arcillas semiácidas. Vea anexo 7.3.

#### Yacimiento Ovas I.

Ricardo Mayet Hechavarria.

Yacimiento de arcillas para cerámica roja, localizable en las coordenadas X = 233 320 Y = 289 122, hoja 3483 1:100 000. Ubicado al Sur del poblado de Ovas, a la izquierda de la carretera Ovas – Briones.

El yacimiento está constituido por depósitos marinos tales como arcillas plásticas que forman capas y lentes con un espesor variable, que oscila entre 0.50 m y 9.70 m. En el misma también aparecen concreciones ferruginosas de hasta 0.50 mm de diámetro. Este depósito también está integrado por arcillas en forma de lentes con espesor de 0.40 m a 5.30 m y por residuos de rocas de la Formación Guane representados por capas de arcillas arenosas con un espesor de 0.10 m a 6.80 m, capas de arenas arcillosas con un espesor de 0.10 m a 6.80 m y por horizontes arenas arcillosas con un espesor de 0.30 m a 5.00 m.

Este yacimiento tiene una estructura simple, posee ligeras ondulaciones de pocos metros de elevación en la parte central y Noroeste, también existe un pequeño declive de las capas hacia el Sureste.

Las arcillas plásticas y las arcillas generalmente forman capas y al mismo tiempo las arenas constituyen capas y lentes de diversos tamaños y formas. Verticalmente existe una transición gradual de las arcillas plásticas a arcillas y de las arcillas a arena, aunque los lentes arenoso se intercalan entre las arcillas arenosas. Lateralmente la transición de las capas y lentes se hace gradual entre las arcillas plásticas y arcillas, al igual que entre las arcillas y las arcillas arenosas y lo mismo sucede con arcillas arenosas y las arenas.

Este yacimiento tiene un origen residuo – aluvial. El espesor útil promedio del mismo es de 9.80 m y el de destape de 0.35 m. Las condiciones hidrogeológicas son desfavorables debido a que el yacimiento es atravesado por el río Paso Viejo y también es atravesado por un canal.

La perspectiva del yacimiento está limitada por las condiciones hidrogeológicas desfavorables.

Las arcillas de este yacimiento pueden clasificarse como arcillas plásticas y según la norma GOST 9169 – 59, se clasifican como semiacidas. Vea anexo 7.5.

#### Yacimiento Ovas II.

Yacimiento de arcillas para cerámica roja, localizado en las coordenadas X = 233 300 Y = 286 300, hoja 3483 1:100 000. Ubicado a 1km del entronque de la carretera Ovas – Briones y Ovas – Coloma.

El yacimiento presenta ondulaciones, con altura de 5.00 a 10.00 m localizadas principalmente en el centro del yacimiento. El yacimiento está constituido por residuos de la Formación Guevara Guane, compuestos por capas de arenas de 0.40 m de espesor, arcillas en forma de

Ricardo Mayet Hechavarria.

lentes y arcillas plásticas. Todos estos tipos litológicos contienen gravas, gravillas cuarzosas y carbonatadas y concreciones ferruginosas.

El yacimiento presenta pequeñas ondulaciones localizadas principalmente hacia el centro. En su totalidad presenta una pequeña tendencia de acuñamiento hacia el Oeste.

Está constituido por capas y lentes de espesor variable que se remplazan unos a otros. Estos son casi horizontales.

Las arcillas arenosas ocupan un gran volumen, constituyendo capas de grandes espesores, ellas transicionan a arcillas muy arenosas, arenosas. A la vez las arcillas hacen transición a arcilla plástica y arcilla arenosa, estas transiciones se efectúan tanto horizontal como verticalmente. Generalmente los lentes se acuñan en transiciones graduales, salvo en raras excepciones que de arenas arcillosas pasan bruscamente a plásticas.

El grado de estudio del yacimiento está basado en una búsqueda detallada. Este yacimiento tiene un origen deluvio – residual. El espesor útil promedio es de 3.48 m y el de destape 0.34 m. Las condiciones hidrogeológicas no están claras. Vea anexo 7.6.

En las siguientes tablas se muestran las propiedades físico – mecánicas de los diversos tipos tecnológicos correspondientes a los yacimientos Club de cazadores, Moja Hueva, Ovas I y Ovas II. De esta manera, se puede establecer directamente las comparaciones entre un yacimiento y otro.

Yacimiento	Tipo	Temp	Ap	Cs	Rs	Abs	PPI	Cq	Rq
Club de cazadores	Arcillas plásticas	900	31.8	7	22	11.9	9.9	4	78
	Arcillas		23.8	3.9	13	15.6	4.3	-0.2	33
	Arcillas arenosas		18.4	2.7	9	14.4	3.5	-0.1	23
Ovas I	Arcillas plásticas	900	27	6.2	25	13.6	8.1	2.5	97.5
	Arcillas		22	5.4	24	13.7	5.9	0.7	82
	Arcillas arenosas		20.9	3.8	19	16.5	4.3	0.4	41
Ovas II	Arcillas plásticas	1100	23.8	5.2	15	12.4	5.9	11.5	88
	Arcillas		22.2	4.8	9	13	5.2	1.2	66
	Arcillas arenosas		18.2	1.9	8	14.3	3.4	-0.1	35
Moja Hueva	Arcillas plásticas	950	27	7.4	26.8	14.2	5.5	0.9	14
	Arcillas		25.2	7.2	25.5	14.1	5.1	0.4	66
	Arcillas arenosas		18.7	3.6	27.9	14.8	3.3	0.1	36

Temp - Temperatura °C  
 Ap - Agua plástica (%)  
 Cs - Contracción en seco (%)  
 Rs - Resistencia en seco (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Abs - Absorción (%)  
 PPI - Perdida por inición (%)  
 Rq - Resistencia a la quema (Kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla 3.25. Propiedades físico – mecánicas de los yacimientos Club de Cazadores, Ovas I Ovas II y Moja Hueva.

Ricardo Mayet Hechavarria.

En la tabla se muestra a continuación se exponen los usos mas frecuentes de las arcillas de estos yacimientos. Como se expreso anteriormente, las formaciones portadoras de estos depósitos, es decir las formaciones Guevara y Guane, se distribuyen en la región de estudio por tanto es posible que en algunos de sus depósitos arcillosos pueda brindar características tecnológicas semejantes a las que se observan en la tabla 3.25. De hecho, todos los datos obtenido en Kessel y San Pedro – Ballón pueden compararse con los antes expuestos.

<b>Yacimiento</b>	<b>Cerámica roja</b>	<b>Productos refractarios</b>	<b>Ceramica gressificada</b>	<b>Cerámica blanca</b>
Club de cazadores	Ladrillos mazizos, tejas y otros	-	-	-
Bermejales	Ladrillos mazizos y perforados; tejas y otros	-	-	-
Ovas I	Ladrillos mazizos y perforados; tejas y azulejos de terracota	-	-	Articulos de uso domestico y otros
Ovas II	Tejas y azulejos de terracota	Mezcla para ladrillos refractarios	Mezcla para ladrillos refractarios, tubos de clinker	-
Moja Hueva	Ladrillos mazizos y perforados; tejas y bloques	-	Clinker (elementos de ceramica sinterizado)	-
Consolación	Cerámica roja	En ciertas mezclas para la producción de ladrillos refractarios	-	Producción de azulejos

Tabla 3.26. Usos de las arcillas de los yacimientos patrones.



Ricardo Mayet Hechavarria.

### **3.2. Pronóstico.**

El pronóstico de la materia prima objeto de estudio sólo se tuvo en cuenta para dos de las SZEM presentes en el área de los trabajos, SZEM Arcilloso – arenoso y SZEM Arenoso – arcilloso – conglomerática. Este pronóstico es la extensión lógica del análisis Mineragénico en conjunto con el análisis de factibilidad. En este último se evalúan los distintos factores que favorecen o limitan las posibilidades de formación de acumulación útiles de los diferentes tipos genéticos – industriales de materias primas.

#### **3.2.1 Pronóstico para arcilla.**

Las arcillas están ampliamente distribuidas en la región de estudio, y teniendo en cuenta que estas son gran utilidad ya como materia prima para la cerámica o para el cemento, etc.

##### SZEM. Arcilloso – arenosa.

- Criterios: Formación Camacho, amplias superficies que representan una llanura plana débilmente inclinada hacia el mar. Es una formación potencialmente portadora de sedimentos terrígenos, principalmente capas de arcillas montmorilloníticas sedimentarias de origen marino.
- Indicios: numerosos afloramientos, existencia de dos manifestaciones San Pedro y Ballón de estas arcillas.
- Limitantes: generalmente la poco espesor de la formación, se presentan concreciones ferruginosas y cristales de yeso y calcita en la masa arcillosa.
- Grado de perspectiva: perspectiva no clara.
- Áreas perspectivas: Cmc – 1.

##### Formación Villarroja.

- Criterios: portadora predominantemente de arcillas y algo de caolinita de génesis marina. Amplia distribución territorial en capas con espesores no superiores a los 3 m. Secuencias masivas con intercalaciones de gravilla y grava. Uso en la cerámica roja por evaluación tecnológica e industrial. Plasticidad favorable.
- Indicios numerosos afloramientos en el área de los trabajos.
- Limitantes: ocasionales gravillas, gravas y escasos cantos frecuentes fragmentos de concreciones ferruginosas y hardpan, mientras que en las fracciones arenosas se observa la participación de las arenas cuarzosas. Por lo general la potencia es muy reducida y su plasticidad es muy variable.
- Grado de perspectiva: Perspectivada limitada.
- Áreas perspectivas: Vr – 1, Vr – 2, Vr – 3.

Ricardo Mayet Hechavarria.

#### Formación Guevara.

- Criterios: portadora de arcillas montmorilloníticas, bien plásticas, mostrando en muchos lugares propiedades betoníticas. Secuencias de capas masivas de arcillas sedimentarias ampliamente distribuidas en el territorio con espesores promedios de 5 a 15 m. Utilizadas fundamentalmente para la cerámica roja y el cemento.
- Indicios: se conoce la existencia en la región de estudio de los yacimientos tipo “Kessel”, “Mangas”, “Pijirigua” y “Bauta”. Fuera de la región de los trabajos se encuentran los yacimientos patrones que se han utilizado para establecer comparaciones.
- Limitantes: depende de la aparición de interdigitaciones irregulares o transiciones graduales a arcillas arenosas. Participan también gravas, gravillas y cantos, ocurriendo en lentes irregulares o en forma diseminada. Los cortes frescos contienen mica, además de montmorillonita.
- Grado de perspectiva: Perspectiva.
- Áreas perspectivas: Gv – 1, Gv – 2, Gv – 3 y Gv – 4.

#### SZEM Arenoso – arcilloso – conglomérica.

##### Formación Guane.

- Criterio: portadora de capas y lentes de arcillas montmorilloníticas, plásticas, de origen aluvial con influencia marina, potencia útil favorable no mayor de 10 m y ausencia de componentes carbonatados. Uso comprobado por evaluación tecnológica industrial.
- Indicios: se conocen yacimientos en la provincia de Pinar del Río, tales como los los yacimientos patrones antes descritos.
- Limitantes: predominio de los depósitos congloméricos – arenosos y las areniscas cuarzosas poco consolidadas, pedernales y fragmentos de hardpan. Condiciones hidrogeológicas no claras. Áreas con predominio de sedimentos pelíticos.
- Grado de perspectiva: perspectiva.
- Áreas perspectivas: G – 1, G – 2 y G – 3.

##### Nota:

Estas áreas están reflejadas en el Mapa Mineragénico – Pronóstico de la cobertura Plio – Cuaternaria a escala 1:100 000, contenido en el anexo 6. Los recursos pronósticos determinados para cada una de las mismas están reflejados en la tabla 2.3 en el capítulo anterior.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo arrojó las siguientes conclusiones:

- Las formaciones Guane y Guevara son de amplia perspectiva, en el área de estudio.
- La materia prima de las formaciones Guanes y Guevara es de excelente calidad, tanto para la cerámica roja, cerámica técnica (refractaria y semirefractaria) y como materia prima para el cemento. Lo que está abalado por la presencia de de varios yacimientos en la región de estudio y áreas vecinas en la provincia de Pinar del Río.
- La Formación Villarroja a pesar de su gran distribución en el área de estudio, tiene perspectiva limitada, debido a su poco espesor, alta plasticidad y además en esta formación no se encuentran yacimientos tipo en el área de estudio. En algunos sectores bajo las secuencias de Villarroja, yacen las de la Formación Guevara.
- La Formación Camacho tiene perspectiva no clara, debido a que esta tiene poco espesor, también el horizonte acuífero se encuentra muy próximo a superficie y por el alto contenido de gravas y guijarros. Cabe destacar que en los sectores de mayor espesor bajo las secuencias de Camacho, yacen las de la Formación Guevara.
- El área seleccionada para el trabajo de diploma presenta características específicas desde el punto de vista geomorfo geológico, ya que representa una zona en que contactan la parte oriental de la llanura Pinar del Río y la parte occidental de la llanura Sur Habana – Matanzas. Las secuencias formaciones cuaternarias Guane y Guevara, muy potentes en la parte occidental y central de la llanura Sur de Pinar del Río con 20 m a 50 m, en esta zona decrecen y sus espesores no exceden los 20 m. Específicamente la Formación Guevara no se desarrolla hacia el territorio de la provincia La Habana. Ambas unidades son muy importantes, ya que está comprobado en el ejemplo de varios yacimientos, la buenas características que presenta esta materia prima en las industria de la cerámica roja y la cerámica refractaria y semirefractaria, además de sus propiedades en la industria del el cemento y entre otros usos.

Ricardo Mayet Hechavarria.

## **RECOMENDACIONES.**

Teniendo en cuenta la importancia práctica que tienen algunos tipos de arcillas en las diferentes industrias, sobre todo ahora que se quiere dar un nuevo impulso a las construcciones en el país, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Dar a conocer este trabajo en los centros productivos interesados, en especial a las empresas geológicas de Pinar del Río y Habana – Matanzas.
- Al estar reestructurándose la industria azucarera, debe valorarse el uso de más adecuado del terreno y tener en cuenta la perspectiva de explotación de las arcillas para su uso en la cerámica y cemento.
- Evaluar la zona de estudio de forma más detallada para entregar materia prima directa a la industria.

Ricardo Mayet Hechavarria.

## **BIBLIOGRAFIA.**

Alemañy, G., et al (1995). Informe. Busqueda y Exploración Orientativa y Detallada rocas para la producción de piedra natural aserrada y ladrillos en la zona Capellanía. ONRM. Inedito.

Alonso J.A., Vega, N. (1990). Análisis termogravimétrico cuantitativo de montmorillonita en arcillas. La Habana. Memorias evento Quimindustria. pág. 132-134.

Almenares, V. González, D. M. (1996). Informe. Exploración adicional y de exploración del Yacimiento Santa Teresa. ONRM. Inedito.

Balance Nacional de Recursos y Reservas Minerales. Estado a: 1/Enero/2004. No- Metálicos. Grafito, Asfaltitas, Turba y Peloides. ONRM. Inedito.

Barrios, E., Marrero, J.C. Portuondo, A. Núñez, R. Placeres R. (1988). Informe Levantamiento geológico a escala 1:100 000 y búsqueda acompañante. La Habana. ONRM. Inedito.

Barrios, E. Linares, A. (1990). Informe. Exploración Orientativa y Detallada. arcilla Club de Cazadores "Zona Norte". ONRM. Inedito.

Batista, R. Sosa D. et al. (2000). INFOYAC. "Sistema Informativo para los Recursos Minerales de Cuba". IGP.

Batista, R.. Sosa, D. et al. (2002). Mapa de Rocas y Minerales Industriales de Cuba. Escala 1: 100 000. CD rum. IGP.

Delgado, B. Lippstreu, L. et al. (1985). Sistematización y Generalización de las materias primas no metálicas de las provs. Habana - Matanzas. Tema 0109. ONRM. Inedito.

Garcia, D. Delgado r, et al (2003). Mapa Geológico de la región Habana – Matanzas a escala 1: 100 000 en base digital. V congreso cubano de Geología y Minería.

Garcia, D. Delgado r, et al (2005). Mapa Geológico de la provincia de Pinar del Río a escala 1:100 000 en formato digital. CD room 1<sup>era</sup> Convención de Ciencias de la Tierra. La Habana.

Ricardo Mayet Hechavarria.

García, M. A. González, E. M. et al. (2005). Problemática de diversas industrias consumidoras de materias primas minerales. posibilidades de solución. Cd rum. Memorias I Convención de Ciencias de la Tierra. La Habana.

González, E. M.. Garcia M.A. et al. 2005 ¿Le gustaria conocer el papel de los minerales en el desarrollo socio económico de Cuba actualmente? Cd rum. Memorias I Convención de Ciencias de la Tierra. La Habana.

González C.,Vega, N. Alonso, J.A. (1984). Análisis cuantitativo de goethita en lateritas. La Habana. Serie geológica No.2. MINBAS.

Hernández, J., Escalona, N. et al. (1979). Informe Busqueda Detallada de arcillas para cerámica roja y cerámica blanca en la Prov. Pinar del Río. ONRM. Inedito.

Ivanova V.P. et al. 1974. Análisis térmico de rocas y minerales. Editorial Nedra. 399 pp.

Kartashov I.P., Cherniajoski, A.G., Peñalver, L.L. (1981). El antropógeno de Cuba Moscú.Editorial. Nauka. Vol. 356. 145 pp.

Kartashov I.P., Mayo, N.A., Cherniajoski, A.G., Peñalver, L.L. (1976). Algunas formaciones geológicas del sistema Cuaternario reconocidas recientemente. La Habana. Serie Geológica. No 26 ACC.

Labrada, C., et al (1996). Informe. Sobre la exploración dentro de los límites del coto minero y exploración del Yac. Santa Teresa. Artemisa. ONRM. Inedito.

Mackenzie R. (1970). Análisis Térmico Diferencial. Editorial. Academic Press. vol. 1. Cap. 16-20. Pág. 463-607.

Martínez D., Fernández de Lara, R., et al. (1991). Informe sobre los resultados del levantamiento geológico y prospección a escala 1:50 000 Pinar-Habana. La Habana. Inédito. Inv. No. 171. ONRM. Inedito.

Martinez, J., Klen, L., et al. (1990). Mapa Mineragenico – Pronostico de la Republica de Cuba. Escala 1: 500 000. inedito. IGP

Ricardo Mayet Hechavarría.

Peñalver, L.L., Rodríguez, A., et al. (1991). Informe Prospección Preliminar y Detallada. Arcilla para cerámica roja. Artemisa. ONRM. Inedito.

Peñalver, L.L., Rodríguez, A., et al. (2003). Acerca de la existencia de la Formación Camacho en el extremo Sureste de la provincia de Pinar del Río. V Congreso cubano de Geología y Minería. La Habana.

Rojas, L., Montano, M., et al. (1990). Informe Exploración Orientativa y Detallada de arcilla para cerámica roja "La Conchita". ONRM. Inedito.

Stepenchenko, V. et al. (1971). Inf. Sobre resultados de trabajos geológicos de B de arcillas bentoníticas realizados en la provincia de la Habana en 1970-1971. ONRM. Inedito.

Torres, D., Vinet, J., et al. (2004). Informe Geológico final sobre la exploración dentro de los límites del coto minero del Yac. Santa Teresa Cantera II. Artemisa. Efectuado en el 2000, aprobado 2004. ONRM. Inedito.

Wanche, R. Escalona, N., et al. (1982). Informe Exploración Detallada .en el Yacimiento de arcilla Bermejál. ONRM. Inedito.

Vilimek, M., Nedved, Z., et al. (1976). Informe Cemento Artemisa. Materia prima para cemento. ONRM. Inedito.

Yastrembovich, G.P. (1966). Informe. Exploración Detallada de la materia prima de cemento para la planta Mártires de Artemisa. ONRM. Inedito.

Ricardo Mayet Hechavarria.

# Anexos



Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo 7.1. Ficha Resumen: Bauta

<b>Nombre</b>	Bauta				<b>Materia Prima</b>	Bentonitas			
<b>Coorde</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Siste.</b>	<b>Hoja 5000</b>	<b>Area</b>	<b>Explotación</b>	<b>Tamaño</b>
<b>nadas</b>	343050	349400	00-00-0	00-00-0	Norte	3684-I	0,3	No	Mediano
<b>Infraestructura</b>	A 30 Km de la capital y a 2 Km de Bauta por carretera.								
<b>Caracte. de la Materia prima</b>	Bentonita, arcillas montmorilloníticas abigarradas, plásticas.								
<b>Geología</b>	Como roca de caja, calizas y margas.								
<b>Tectónica</b>									
<b>Cond.Téc-Min.</b>									
<b>Relieve</b>									
<b>Observaciones</b>	Por el contenido de alumina se consideran del tipo semisecas.								
<b>Perspectividad</b>	Sin Datos								

**Estadio**  
Prospección Preliminar

**Génesis**  
Clástico

**Tipo**  
Sin Datos

**Usos**  
Industrias varias

**Provincia**  
La Habana

**Municipio**  
Bauta

<b>Comp.Químico</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Mineralogía</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	28.14	%		Minerales de Fe	0.0	0.0	0.0	%
CaO	0	0	0.13	%		Montmorillonita	0.0	0.0	0.0	%
ClC-Total	0	26	0	%						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	12	%						
K <sub>2</sub> O	0	0	0.6	%						
MgO	0	0	1.28	%						
Na <sub>2</sub> O	0	0	0.15	%						
SiO <sub>2</sub>	0	0	41.47	%						
SO <sub>3</sub>	0	0	0.14	%						
TiO <sub>2</sub>	0	0	1.03	%						

<b>Prop. física</b>	<b>Grado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Lit.tecno.</b>	<b>Min</b>	<b>Ma</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Agua Plástica				32.4	42.7	0	%
Granulometría	>0,063 mm			0	0	3.1	%
Granulometría	0,001			0	0	77.5	%
Granulometría	0,01 - 0,001			0	0	19.4	%
Humedad natural				2.14	2.83	0	%
Peso específico				2.52	2.72	0	g/cm <sup>3</sup>
Peso volumétrico				1.72	1.86	0	g/cm <sup>3</sup>
Temperatura				0	0	1435	°C

<b>Sector</b>	<b>Reservas</b>			<b>Recursos</b>			<b>Conce-si</b>			
	<b>Probada</b>	<b>Probable</b>	<b>Medido</b>	<b>Indicado</b>	<b>Inferido</b>	<b>Especula</b>	<b>Hipoteti</b>	<b>UM</b>	<b>onado</b>	<b>Enti</b>
	0	0	0	0	1772.8	0	0	x10(3)t	No	

### Bibliografía

Inf. Sobre resultados de trabajos geológicos de B de arcillas bentoníticas realizados en la provincia de la Habana en 1970-1971.	1971	V. Stepenchenko
Inf. Sistematización y Generalización de las materias primas no metálicas de las provs. Habana - Matanzas. Tema 0109.	1985	Blanca Delgado Jorge
		Lothar Lippstreu Zulema González Blanca Delgado Jorge Donis Pablo Coutin
Pasaportes Dept Yacimientos IGP. No- Metalicos.		Jesús Martínez
Correa		Lothar Lippstreu
Salcedo		

Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo7.2. Ficha Resumen: Bermejales

<b>Nombre</b>	Bermejales				<b>Materia Prima</b>	Arcillas	<b>Tamaño</b>
<b>Coorde</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Siste. Hoja 50000</b>	<b>Area</b>	<b>Explotación</b>
<b>nadas</b>	283480	319900		22.413	Norte	3584-II	Abandonad

**Infraestructura** Entre los poblados Santa Cruz de los Pinos, Mango Jobo y el caserío Bermejales.Limita al W con el río Santa Cruz.

**Caracte. de la Materia prima** Arcillas plásticas con grado variable de arenas (1,4-6 m), arcillas arenosas (0,5-5 m), muy arenosas, arenas arcillosas y arenas arcillo- carbonatadas (4,75 m).

**Geología** En la parte superior del corte aparecen algunos lentes de arenas y arcillas arenosas (1,3m).Las rocas subyacentes son calizas de la Fm Paso Real.Las

### Tectónica

### Cond.Téc-Min.

### Relieve

**Observaciones** Se evaluaron 4 tipos tecnológicos, según la resistencia a la flexión después de horneado a 850 o C.

**Perspectividad** Se abandono por no poderse procesar la materia prima con la tecnología disponible.

**Estadio**  
Exploración Detallada

**Génesis**  
Clástico

**Tipo**  
Sin Datos

**Usos**  
Cerámica roja

**Provincia**  
Pinar del Río

**Municipio**  
San Cristóbal

Comp.Químico	Min	Max	Pro	Un.	Materia Prima	Mineralogía	Min	Max	Pro	Un.
Al2O3	12.93	15.1	0	%		Montmorillonita	0.0	0.0	0.0	%
CaO	0.51	0.75	0	%						
Fe2O3	8.73	10.49	0	%						
FeO	0.65	0.71	0	%						
MgO	0.74	0.89	0	%						
Na2O	0.09	0.11	0	%						
PPI	6.04	8.38	0	%						
SiO2	63.24	69.43	0	%						
SO3	0.1	0.3	0	%						
TiO2	0.85	0.88	0	%						

Prop. física	Grado Tipo	Lit.tecno.	Min	Ma	Pro	Un.
Granulometría	> 0,25 mm		1.3	2.9	0	%
Granulometría	> 5 mm		0.7	2.5	0	%
Granulometría	0,005 mm		31.2	56.3	0	%
Granulometría	0,05 mm		18.6	47.8	0	%
Granulometría	0,5 - 0,005		22.2	26.2	0	%
Granulometría	0,5 mm		3.1	10	0	%
Plasticidad			34.1	37.5	0	%
Refractoriedad			11.2	15.3	0	°C

Sector	Reservas			Recursos			Conce-si			
	Probada	Probable	Medido	Indicado	Inferido	Especula	Hipoteti	UM	onado	Entic
const N. 7	0	0	0	2572.65	7840.39	0	0	x10(3)m3	Si	Mat
										Pinar

### Bibliografía

Inf. ED. en el Yac. de arcilla Bermejaj.	1982	Ivis Castillo Nalia Escalona
Gallardo		R. Wanche Tomás Rodríguez
Ayata		
Inf. Sistematización y Generalización de las materias primas no metálicas de la prov de	1985	Donis Pablo Coutin
Correa		
Pinar del Río.Tema 0109.		Eugenia Rodríguez Jan Tabak Jesús Martínez
Salcedo		

Monday, June 20, 2005

Página 1 de 2

Ricardo Mayet Hechavarria.

Pasaportes Dept Yacimientos IGP. No- Metalicos.

Correa

Salcedo

capas de arcillas adoptan la forma de la roca subyacente. Sedimentos  
deluviales.

José A. Quintana  
Nestor Cuellar  
Solveig Estada  
Stanislav Magdolen  
Blanca Delgado Jorge  
Donis Pablo Coutin

Jesús Martínez

Lothar Lippstreu  
Nelson Pérez Nevot

Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo7.3. Ficha Resumen: Club de Cazadores

<b>Nombre</b>	Club de Cazadores				<b>Materia Prima</b>	Arcillas			
<b>Coorde</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Siste. Hoja 50000</b>	<b>Area</b>	<b>Explotación</b>	<b>Tamaño</b>	
<b>nadas</b>	243896	297240		22.290	Norte	3583-III	1,29	Si	Grande

**Infraestructura** A 4 km al S de Consolación del Sur. La línea ferrea y un arroyo dividen al yac en dos partes.

**Caracte. de la Materia prima** Arcillas plásticas rojizas (3-6m), arcillas arenosas y muy arenosas (0,5-5,1m).

**Geología** Hacia arriba: arcillas plásticas con nódulos de Fe amarillenta-gris clara, arcillas plasticas abigarradas, arcillas arenosas y muy arenosas carmelita rojizo con

**Tectónica** No afectada.

**Cond.Téc-Min.**

**Relieve**

**Observaciones** Existen dos zonas: Norte y Sur (Bloque IIC2). Uso evaluado Ladrillos, lozas de pisos.

**Perspectividad** Sin Datos

**Estadio**  
Exploración Detallada

**Génesis**  
Clástico

**Tipo**  
Sin Datos  
**Municipio**  
Consolación del Sur

**Usos**  
Cerámica roja

**Provincia**  
Pinar del Río

<b>Comp.Químico</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Mineralogía</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Al2O3	11.65	20.71	0	%		Materia Orgánica	0.0	0.0	0.0	%
CaO	0.22	0.5	0	%		Limonita	0.0	0.0	0.0	%
Fe2O3	0.22	10.74	0	%		Montmorillonita	0.0	0.0	0.0	%
K2O	0.22	1.07	0	%		Caolinita	0.0	0.0	0.0	%
MgO	0.25	0.67	0	%						
Na2O	0	0	0.2	%						
PPI	5.11	8.14	0	%						
SiO2	53.34	72.77	0	%						
SO3	0	0	0.5	%						
TiO2	0.8	1.03	0	%						

<b>Prop. física</b>	<b>Grado Tipo</b>	<b>Lit.tecno.</b>	<b>Min</b>	<b>Ma</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Absorción			8.8	15.4	11.9	%
Agua Plástica			25.1	39.8	31.8	%
Contracción	al horneo		1	7.8	4	%
Contracción	al secado		6.2	8.5	7	%
Plasticidad			5.3	9.4	0	%

<b>Sector</b>	<b>Reservas</b>		<b>Recursos</b>			<b>Conce-si</b>		<b>onado</b>	<b>Entic</b>
	<b>Probada</b>	<b>Probable</b>	<b>Medido</b>	<b>Indicado</b>	<b>Inferido</b>	<b>Especula</b>	<b>Hipoteti</b>		
	0	0	986.73	2670.65	7017.74	0	0	x10(3)m3	No

### Bibliografía

Inf. Sistematización y Generalización de las materias primas no metálicas de la prov de Correa Pinar del Río.Tema 0109.	1985	Donis Pablo Coutin
Salcedo		Eugenia Rodríguez Jan Tabak Jesús Martínez
Inf. EOD. arcilla Club de Cazadores "Zona Norte".	1990	José A. Quintana Nestor Cuellar Solveig Estada Stanislav Magdolen Ada Linares Eliecer Barrios
Cardentey Balance de reservas 1999.	2000	ONRM ONRM ONRM

Monday, June 20, 2005

Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo 7.4 Ficha Resumen: Kessel

<b>Nombre</b>	Kessel				<b>Materia Prima</b>		<b>Arcillas</b>	
<b>Coorde</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Siste. Hoja 50000</b>	<b>Area</b>	<b>Explotación</b>	<b>Tamaño</b>
<b>nadas</b>	309755	327010	00-00-0	00-00-0	Norte	3684-III	No	Mediano

**Infraestructura** A 1 km al W de Paradero de Mangas.

**Caracte. de la Materia prima** Arcillas abigarradas muy poco plástica, poco plástica, semi-plástica, plásticas (abundante), muy plásticas (las más difundidas) y las extraplásticas (abundantes), con manchas y franjas de color blanquesino gris veredoso y rojo.

**Geología** En la base del corte calizas arcillosas, margas calcareas y arcillas mezcladas con fragmentos calcareos. Concreciones ferruginosas en todo el corte.

**Tectónica**

**Cond.Téc-Min.**

**Relieve**

**Observaciones**

**Perspectividad** Sin Datos

**Estadio**  
Prospección Detallada

**Usos**  
Cerámica roja

**Génesis**  
Clástico

**Provincia**  
La Habana

**Tipo**  
Sin Datos  
**Municipio**  
Artemisa

<b>Comp. Químico</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Mineralogía</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Au	1.6	20	0	g/t		Cristobalita	0.0	0.0	0.0	%
Cu	0	0	0	%		Anfibol	0.0	0.0	0.0	%
Zn	0	0	0	%		Calcita	0.0	0.0	0.0	%
						Cuarzo	0.0	0.0	0.0	%
						Montmorillonita	0.0	0.0	0.0	%
						Feldespatos	0.0	0.0	0.0	%

<b>Prop. física</b>	<b>Grado Tipo Lit.tecno.</b>	<b>Min</b>	<b>Ma</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Agua Plástica		-20	-50	0	%
Contracción	al secado	-4.5	12	0	%
Granulometría	<0,05 mm	-40	95	0	%
Peso volumétrico		1.1	2.55	0	g/cm3

<b>Sector</b>	<b>Reservas</b>			<b>Recursos</b>			<b>Conce-si</b>			
	<b>Probada</b>	<b>Probable</b>	<b>Medido</b>	<b>Indicado</b>	<b>Inferido</b>	<b>Especula</b>	<b>Hipoteti</b>	<b>UM</b>	<b>onado</b>	<b>Entic</b>
	0	0	0	0	17440.32	0	0	x10(3)m3	No	

### Bibliografía

Inf. PPD. Arcilla para cerámica roja. Artemisa. García

1991 Andrés Rodríguez

Balance nacional de Recursos y Reservas Minerales. Estado a: 1/Enero/2004. No-Sin Datos

2004 Luis Leandro Peñalver Sin Datos Sin Datos

Metálicos. Grafito, Asfaltitas, Turba y Peloides

Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo7.5. Ficha Resumen: Ovas I

<b>Nombre</b>	Ovas I				<b>Materia Prima</b>	Arcillas		
<b>Coorde</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Siste. Hoja 5000</b>	<b>Area</b>	<b>Explotación</b>	<b>Tamaño</b>
<b>nadas</b>	233300	289122		22.243	Norte	3483-II	No	Pequeño
<b>Infraestructura</b>	A la izquierda de la carretera Ovas - Briones. 6 Km al S del poblado de Briones.							
<b>Caracte. de la Materia prima</b>	Arcillas plásticas abigarradas algo arenosa y muy arenosas (0,5-9,7m), arcillas, arenas arcillosas (5,3m), arenas e impurezas cuarzosas y ferrosas							
<b>Geología</b>	Ligeras ondulaciones en la parte central y N del yac. El contenido de arena aumenta con la profundidad. Pot de destape 0,23 m.							
<b>Tectónica</b>	No hay señales de tectonismo.							
<b>Cond.Téc-Min.</b>								
<b>Relieve</b>								
<b>Observaciones</b>	Tres tipos tecnológicos; arcilla plástica, arcilla y arcilla arenosa todos lops tipos son semi - fusibles.							
<b>Perspectividad</b>	Se pueden aumentar reservas hacia el N y el S. Usos posibles; ladrillos macizos y perforados, tejas, azulejos.							

<b>Estadio</b>	Prospección Detallada		<b>Génesis</b>	Clástico		<b>Tipo</b>	Sin Datos			
<b>Usos</b>	Cerámica roja		<b>Provincia</b>	Pinar del Río		<b>Municipio</b>	Consolación del Sur			
<b>Comp.Químico</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Mineralogía</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Al2O3	0	0	12.3	%		Caolinita	0.0	0.0	0.0	%
Fe2O3	0	0	4.6	%						
<b>Prop. física</b>	<b>Grado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Lit.tecno.</b>	<b>Min</b>	<b>Ma</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>			
Absorción				13.6	16.5	0	%			
Agua Plástica				20.9	27.3	0	%			
Contracción		al horneo		0.4	2.5	0	%			
Contracción		al secado		3.8	6.2	0	%			
Granulometría		> 5 mm		0.8	0.3	0	%			
Plasticidad				17	49	0	%			
Refractoriedad			Arcilla plástica	0	0	1400	°C			
Refractoriedad			Arcilla y arcilla	1390	1450	0	°C			
Rest.			A 900°C	41	114	0	kg/cm²			
<b>Sector</b>	<b>Reservas</b>			<b>Recursos</b>			<b>Conce-si</b>			
	<b>Probada</b>	<b>Probable</b>	<b>Medido</b>	<b>Indicado</b>	<b>Inferido</b>	<b>Especula</b>	<b>Hipoteti</b>	<b>UM</b>	<b>onado</b>	<b>Entio</b>
	0	0	0	0	3279.94	0	0	x10(3)t	No	

**Bibliografía**

Inf. B.D. de arcillas para cerámica roja y cerámica blanca en la Prov. Pinar del Río.	1979	Jorge Hernández Nalia Escalona
Gallardo Inf. Sistematización y Generalización de las materias primas no metálicas de la prov de Correa Pinar del Río.Tema 0109.	1985	Donis Pablo Coutin  Eugenia Rodríguez Jan Tabak Jesús Martínez
Salcedo		José A. Quintana Nestor Cuellar Solveig Estada Stanislav Magdolen Blanca Delgado Jorge Donis Pablo Coutin
Pasaportes Dept Yacimientos IGP. No- Metalicos.		Jesús Martínez
Correa		Lothar Lippstreu Nelson Pérez Nevot
Salcedo		

Ricardo Mayet Hechavarria.  
***Monday, June 20, 2005***

Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo 7.6. Resumen: Ovas II

Nombre	Ovas II				Materia Prima	Arcillas	Tamaño	
Coorde	X	Y	E	N	Siste. Hoja 50000	Area	Explotación	
nadas	233300	286300		22.230	Norte 3483-II	0,58	No	Pequeño

**Infraestructura** Aproximadamente a 4 Km del entronque de la carretera Ovas - Briones y Ovas - La Coloma, a la izquierda de la última. Al E del pueblo Cuba Nueva.

**Caracte. de la Materia prima** Arcillas plásticas abigarradas algo arenosas(0,3-4,4m), y muy arenosas (0-4m), arcillas (lentes 0-6m), arenas arcillosas y arenas con impurezas de gravas cuarzosas y carbonatadas, nódulos y perdigones de Fe..

**Geología** Pequeñas ondulaciones hacia el centro el yacimiento, pequeña tendencia de acuñamiento hacia el W. Las litologías distribuidas irregularmente, con

**Tectónica** No se observan señales de tectonismo.

**Cond.Téc-Min.**

**Relieve**

**Observaciones** Tres tipos tecnológicos; arcillas plásticas, arcillas y arcillas arenosas. Todos los tipos son semi - fusibles.

**Perspectividad** Se pueden incrementar las reservas hacia el N y el NE del yac. Usos posibles; Mezclas para ladrillos refractarios, tejas, azulejos de terracota.

**Estadio**  
Prospección Detallada

**Génesis**  
Clásico

**Tipo**  
Sin Datos  
**Municipio**  
Consolación del Sur

**Usos**  
Cerámica refractaria

**Provincia**  
Pinar del Río

Comp.Químico	Min	Max	Pro	Un.	Materia Prima	Mineralogía	Min	Max	Pro	Un.
Al2O3	0	0	11.32	%		Caolinita	0.0	0.0	0.0	%
Fe2O3	0	0	2.52	%						

Prop. física	Grado Tipo	Lit.tecno.	Min	Ma	Pro	Un.
Absorción			12.4	14.3	0	%
Agua Plástica			18.2	23.8	0	%
Contracción	al horneado		0.1	1.5	0	%
Contracción	al secado		1.9	5.2	0	%
Granulometría	> 5 mm		0.8	1	0	%
Plasticidad			16	42	0	%
Refractoriedad	Arcilla plástica		0	0	1506	°C
Refractoriedad	Arcilla y arcilla		1509	1524	0	°C
Rest.	A 900°C		35	88	0	kg/cm²

**Reservas**

**Recursos**

**Conce-si**

**Sector**

**Probada Probable Medido Indicado Inferido Especula**

**Hipoteti UM onado Entio**

### Bibliografía

Inf. B.D. de arcillas para cerámica roja y cerámica blanca en la Prov. Pinar del Río.	1979	Jorge Hernández Nalia Escalona
Gallardo Inf. Sistematización y Generalización de las materias primas no metálicas de la prov de Correa Pinar del Río.Tema 0109.	1985	Donis Pablo Coutin  Eugenia Rodríguez Jan Tabak Jesús Martínez
Salcedo		José A. Quintana Nestor Cuellar Solveig Estada Stanislav Magdolen Blanca Delgado Jorge Donis Pablo Coutin
Pasaportes Dept Yacimientos IGP. No- Metalicos.		Jesús Martínez
Correa		Lothar Lippstreu Nelson Pérez Nevot
Salcedo		



Ricardo Mayet Hechavarria.  
*Monday, June 20, 2005*

Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo 7.7. Ficha Resumen: Mangas

Nombre	Mangas				Materia Prima		Arcillas	Tamaño
Coorde	X	Y	E	N	Siste.	Hoja 50000 Area	Explotación	
nadas	313200	327500	00-00-0	00-00-0	Norte	3684-III	Si	Pequeño

### Infraestructura

Mártires de Artemisa y a 1.5 km del pueblo de Mangas.

A 14.5 km al W - SW de la fábrica de cemento

### Caracte. de la Materia prima

Arcillas pardo grisaseo con matices de color verde y carmelita(capa superior).  
Arcillas arenosas y muy arenosas de color pardo(capa inferior).

### Geología

Aluvial, que yacen sobre la superficie erosionada de calizas del Neogeno. Las arcillas llacen en dos capas divididas por arenas.

### Tectónica

### Cond.Téc-Min.

### Relieve

### Observaciones

capa superior. Las de la capa

La importancia industrial la tienen las arcillas de la

inferior se observaron sólo en pozos y tienen un espesor de cubierta de arena

### Perspectividad

Sin Datos

### Estadio

Exploración Orientativa

### Génesis Tipo

Clástico Sin Datos

### Usos

Cemento

### Provincia

La Habana Artemisa

### Municipio

Comp. Químico	Min	Max	Pro	Un.	Materia Prima
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.76	16.34	13.19	%	
CaO	0.38	1.71	1.07	%	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.8	8.65	7.46	%	
MgO	0.13	0.95	0.67	%	
Mod.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.43	2.56	0	%	
Mod.SiO <sub>2</sub>	2.18	4.37	0	%	
PPI	5.52	8.28	7.76	%	
SiO <sub>2</sub>	59.8	76.45	68.04	%	

Sector	Reservas				Recursos			Conce-si		onado	Enti
	Probada	Probable	Medido	Indicado	Inferido	Especula	Hipoteti	UM			
	0	0	0	0	4.67	0	0	x10(6)t	No		

### Bibliografía

Inf. ED. de la materia prima de cemento para la planta Mártires de Artemisa. 1966 G.P. Yastrembovich  
 Inf. Sistematización y Generalización de las materias primas no metálicas de las provs. 1985 Blanca Delgado Jorge  
 Habana - Matanzas. Tema 0109.

Pasaportes Dept Yacimientos IGP. No- Metalicos.

Lothar Lippstreu  
 Zulema González  
 Blanca Delgado Jorge  
 Donis Pablo Coutin Correa  
 Jesús Martínez Salcedo  
 Lothar Lippstreu  
 Nelson Pérez Nevot

Monday, June 20, 2005

Ricardo Mayet Hechavarria.

## Anexo 7.8. Ficha Resumen: Pijirigua

<b>Nombre</b>	Pijirigua				<b>Materia Prima</b>		Arcillas		
<b>Coorde</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Siste.</b>	<b>Hoja 5000</b>	<b>Area</b>	<b>Explotación</b>	<b>Tamaño</b>
<b>nadas</b>	311350	330650	00-00-0	00-00-0	Norte	3684-III		No	Pequeño

**Infraestructura** A 2.5 km al W del pueblo Pijirigua y a 16 km al W de la fabrica de cemento

**Caracte. de la** Arcillas aluviales arenosas y muy arenosas pardo y pardo grisaceas.

**Materia prima**

**Geología** Yacen sobre la superficie erosionada de las calizas intemperizadas del Neógeno. Las arcillas del horizonte superior son puras, el inferior con

**Tectónica**

**Cond.Téc-Min.**

**Relieve**

**Observaciones** La capa superior es hasta los 14 m.Cubierta de 0,28 m capa superior y 3,41m capa inferior.

**Perspectividad** Sin Datos

**Estadio**  
Exploración Detallada

**Usos**  
Cemento

**Génesis**  
Clástico

**Provincia**  
La Habana

**Tipo**  
Sin Datos  
**Municipio**  
Artemisa

<b>Comp.Químico</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Mineralogía</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Al2O3	6.52	22.05	14.71	%	Capa inferior	Carbonato	0.0	0.0	0.0	%
CaO	1.11	7.66	2.34	%	Capa inferior	Limonita	5	10	0.0	%
Fe2O3	5.34	9.65	7.46	%	Capa inferior	Manganeso	5	10	0.0	%
K2O	0.4	0.64	0	%	Capa inferior	Mica	0.0	0.0	0.0	%
MgO	0.18	1.32	0.69	%	Capa inferior	Feldespatos	5	10	0.0	%
Mod.Al2O3	1.07	2.57	3	%	Capa inferior	Hematita	0.0	0.0	0.0	%
Mod.SiO2	1.68	6.18	2.8	%	Capa inferior	Cuarzo	60	90	0.0	%
Na2O	0.08	0.5	0	%	Capa inferior					
PPI	5	14.65	9.16	%	Capa inferior					
SiO2	48.33	78	63.49	%	Capa inferior					
SO3	0	0	0	%	Capa inferior					
Al2O3	10.66	21.2	13.41	%	Capa superior					
CaO	0.94	3.09	7.21	%	Capa superior					
Fe2O3	5.56	8.98	7.21	%	Capa superior					
K2O	0.24	0.71	0	%	Capa superior					
MgO	0.2	1.45	0.81	%	Capa superior					
Mod.Al2O3	1.39	2.48	1.86	%	Capa superior					
Mod.SiO2	1.76	4.35	3.22	%	Capa superior					
Na2O	0.08	0.75	0	%	Capa superior					
PPI	6.48	12.47	8.3	%	Capa superior					
SiO2	58.34	72.79	66.33	%	Capa superior					
SO3	0	0	0	%	Capa superior					

<b>Prop. física</b>	<b>Grado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Lit.tecno.</b>	<b>Min</b>	<b>Ma</b>	<b>Pro</b>	<b>Un.</b>
Granulometría	0,088	Capa inferior		0.7	19.2	10	%
Granulometría	0,088	Capa superior		2.7	21.6	10	%
Granulometría	0,21	Capa inferior		0.7	26.7	5	%

<b>Sector</b>	<b>Reservas</b>				<b>Recursos</b>				<b>Conce-si</b>	
	<b>Probada</b>	<b>Probable</b>	<b>Medido</b>	<b>Indicado</b>	<b>Inferido</b>	<b>Especula</b>	<b>Hipoteti</b>	<b>UM</b>	<b>onado</b>	<b>Entic</b>
	0	0	0.67	4.5	0.9	0	0	x10(6)t	No	

### Bibliografía

Inf. ED. de la materia prima de cemento para la planta Mártires de Artemisa.

1966

G.P. Yastrembovich

Monday, June 20, 2005

Página 1 de 2

Ricardo Mayet Hechavarria.