

INTRODUCCION

El presente Trabajo Titulado Esquema Ingeniero Geológico del Valle Guantánamo, comprende el estudio Ingeniero Geológico -- de esta área por la Graduanda Sara Rodríguez Prado, guiada -- por el Ingeniero Geólogo Manuel Hernández (Tutor Docente).

Dicho trabajo de Diplomas tiene como objetivo hacer una valoración Ingeniero Geológica del área, mediante la aplicación de los métodos de tipificación Ingeniero Geológica.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la porción Sur -- Oeste de la actual Provincia de Guantánamo, abarcando una superficie aproximadamente de 3 600 Km², limitada por las coordenadas geográficas según el Sistema Lambert.

X: N 180 000 - S con el Mar Caribe.

Y: E 645 000 - W 690 000.

En la realización de este trabajo se interpretaron las Car--tas Topográficas 5176 (Guantánamo) y 5175 (Morrillo Chico) -- del Mapa Topográfico 1:100 000; confeccionandose los anexos gráficos que complementan la memoria escrita.

El trabajo consta de seis (6) capítulos, divididos en dos -- partes; una parte General (comprende los capítulos I y II) y una parte Especial (comprende los capítulos III, IV, V y VI).

En la parte General se describen las características Físico-Geológicas y Económicas del área, así como también se describen las investigaciones Geológicas e Ingeniero Geológicos -- realizadas hasta el momento.

En la parte Especial, se hace una valoración de las informaciones recopiladas por la Autora, también comprende un estudio de las características Geológicas del área en general, - lo que abarca la estratografía (descrita por Formaciones), - las características Tectónicas, Geomorfológicas e Hidrogeológicas (descrita por 4 horizontes acuíferos). Además se hace una valoración de los procesos y fenómenos geológicos desarrollados en el área, así como un estudio Ingeniero Geológico del área en base al cual esta queda dividida en tres (3)-zonas Ingeniero Geológicas y diez (10) sub-zonas; haciendo - una descripción de cada una de ellas en base a los criterios de regionalización Ingeniero Geológica.

Finalmente se dan las conclusiones y recomendaciones a que - llegó la Autora.

R E S U M E N

El presente Trabajo de Diplomas Titulado: Esquema Ingeniero Geológico del Valle Guantánamo, tiene como objetivo hacer una valoración desde el punto de vista Ingeniero Geológico del área en cuestión.

El trabajo consta de seis (6) Capítulos en dos partes: una parte General y otra parte Especial, además de numerosos -- anexos gráficos que complementan la memoria escrita.

Para la confección de este trabajo se recopilaron datos e -- informes Bibliográficos de varios Autores, con una duración de cinco (5) meses.

Antes de concluir, consideramos necesario expresarle nuestro más sincero y profundo agradecimiento al Ingeniero Geólogo Manuel Hernández (Tutor Docente) por la valiosa ayuda que en todo momento nos prestó.

Por último a todos aquellos que de una forma u otra nos brindaron su apoyo, le hacemos llegar nuestro más sincero agradecimiento.

CAPITULO I

CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICOS Y ECONOMICOS DEL AREA.

1.1.1.- Ubicación Geográfica:

El Valle de Guantánamo se encuentra situado en la porción Sur Oeste de la antigua Provincia de Oriente, abarcando una superficie aproximadamente de 3 600 Km². Se encuentra expuesta en las hojas 5 176 (Guantánamo) y 5 175 (Morrillo Chico) del mapa topográfico a escala 1:100 000 , confeccionado por el I.C.G.C. .Se encuentra limitada por las siguientes coordenadas geográficas según el sistema LAMBERT.

Y: E 645 000 - W 690 000

X: N 180 000 - Sur con el Mar Caribe.

(VER ANEXO No. 1).

1.1.2.- Relieve:

El Valle Guantánamo se encuentra situado en la llamada Cuenca "Guantánamo", la cual se encuentra ubicada entre el macizo de Baracoa y la Gran Piedra, esta Cuenca posee una topografía bastante llana con características de meseta hacia la parte Norte y Este.

Bordeando el Valle encontramos en la Zona alta que conforman un relieve montañoso con pendientes muy abruptas que pueden alcanzar ángulos mayores de los 80°, en tanto que en parte bajas el relieve es típico de llanura con pendientes suaves generalmente del orden de 0 a 20°.

La cota máxima es de 700 m y se encuentra al Sur-Oeste del área, la cota mínima es de 3 metros y se encuentra bordeando la Bahía de Guantánamo.

Las elevaciones que se destacan en el área serán:

Sierra Canasta: Ubicada hacia la parte Noroeste del área con cota máxima de 364 metros y pendientes de 80 grado en sus flancos Norte y Sur (coloración roja), así como pendientes de 40°-80° en todo su borde Norte (coloración marrón). Hacia la parte alta alcanza pendientes más suaves entre 20 y 40° (coloración naranja), presentando en su cima una forma de meseta con pendientes entre 20 y menores de 20° (coloración amarilla).

(VER ANEXO No. 2).

Sierra Maquey: Localizada en una franja que se extiende de Norte a Sur por el Este del área, presentando cota máxima de 324 metros con pendientes muy abruptas por el Oeste (mayores de 80°), mientras que por el Este son pendientes menos abruptas (entre 20 y 40°).

Sierra Guaso: Ubicada hacia el Norte del área, presenta cota máxima de 400 metros con laderas muy abruptas y pendientes mayores de 80°.

Sierra Gran Piedra: Ubicada al Sur-Oeste del área, con una cota máxima de 700 metros, laderas muy abruptas y pendientes mayores de 80°.

Bordeando las zonas bajas, encontramos que las pendientes se van haciendo más suaves desde los 40° hasta los 20° y luego menores de 20 en las partes más bajas.

Podemos concluir, que el área de estudio, es una zona relativamente llana con pequeñas elevaciones y bordeadas por zonas montañosas con pendientes muy abruptas.

1.1.3.- Hidrografía

En el área de estudio, la red hidrográfica se presenta bastante desarrollada, existiendo una gran cantidad de ríos, arroyos y cañadas. Los ríos principales están representados por: Jaibo, Guaso, Guantánamo, Yateras, Baño y arroyo Hondo; todos tienen su nacimiento en las zonas montañosas de la Región, corriendo hacia el Sur, y desaguando en la Bahía de Guantánamo.

Los ríos Guaso y Guantánamo en su desembocadura en la Bahía forma un delta tipo pata de gallina,

Estos ríos poseen muchos tributarios, los cuales poseen, unos carácter permanente y otros son intermitentes transportando agua solo en el período de lluvias.

Los ríos pueden caracterizarse como Maduros por su edad, ya que presentan valles perfectamente desarrollados y en algunos casos llegan a ser meandriiformes.

La Red Hidrográfica en general presenta una forma dendrítica.

1.1.4.- Clima

El Clima del área, al igual que el de la Provincia -- Guantánamo es tropical, presentando algunos sectores semi-áridos con vegetación espinosa y suelo arenoso.

Se presentan dos estaciones bien marcadas: una que va de Mayo a Octubre y que corresponde al período lluvioso, caracterizado por precipitaciones medias mensuales de más de 100 mm y temperaturas que oscilan entre 30 y 19° C. La humedad relativa es del orden de los 65 %. El período seco se extiende de Noviembre hasta Abril y se caracteriza por medios mensuales de lluvia menores de 50 mm, temperaturas entre 32 y 17°C. y humedad relativa cerca de 70 %. Durante este período tenemos déficit de agua en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, siendo en 1980 el mes de mínima precipitación Enero con 13.91 mm de lluvia caída.

Los vientos predominantes son los del Esté o rumbo próximo, encontrándose también que el área está sometida al régimen de brizas y tenales por el Sur.

1.1.5-Vegetación

En general el área presenta una vegetación fundamentalmente de arbustos en las zonas altas, alrededores de las corrientes fluviales, la vegetación está representada -- por árboles y arbustos con follajes muchas veces tupidos como con los árboles maderables y frutales. Hacia las partes llanas encontramos una vegetación compuesta de caña, cítricos y pastos para el ganado; presentando también vegetación típica de zonas áridas en zonas cercanas a las costas, así como vegetación típica de pantanos que bordean la Bahía.

1.2.- CARACTERISTICAS ECONOMICAS

1.2.1- Desarrollo Económico

El desarrollo económico de la región descansa fundamentalmente en la agricultura, así como en otras ramas secundarias como son: Industria Ligera, Alimenticia, Sede ro Mecánica, etc.

La parte agropecuaria descansa fundamentalmente en el sector azucarero con el cultivo de la caña de azúcar en las partes bajas de la región; este sector cuenta con 6 centrales con capacidad de 960 000 arrobas y 27 275 hectáreas de caña. En general las plantaciones cañeras se caracterizan por presentar bajos rendimientos, aunque existen zonas donde se obtienen rendimientos superiores al promedio provincial. En los últimos años, la producción azucarera muestra una tendencia ascendente.

Además se localizan cultivos de cítricos en el Municipio Niceto Pérez, donde la construcción del C.H. "La Yaya" - permite cumplir los requerimientos de agua que plantea - esta región.

El Sector Ganadero, se localiza fundamentalmente en los Municipios: Manuel Tames, Niceto Pérez y Guantánamo, logrando transformar genéticamente gran parte del ganado - vacuno en ganado de marcada característica lechera; debiendo destacarse los significativos avances obtenidos - en los servicios de Veterinaria.

En la Región se desarrollan otros cultivos de importancia, como son: viandas y vegetales, así como hacia la zona montañosa el cultivo del café.

En general la actividad agrícola está conformada de forma tal que las producciones obtenidas se destinan a satisfacer las necesidades de materias primas que requieren las industrias y las demandas de la población.

Por otro lado en campo industrial, la producción de materiales de construcción se ha incrementado notablemente - con las instalaciones de capacidades de producción, tales como las de tubo y piezas de barro, carpintería, etc.

También tenemos el prefabricado (siendo destinado este - último a la construcción de viviendas, centros educacionales y obras agropecuarias.

La Industria Sestero-mecánica representada por la Fábrica de pico y palas incrementa su producción en la construcción de limas, palas, azadones, cuchillos, etc.

La Industria Alimenticia a tenido un incremento considerable con respecto a sus unidades de producción y servicios, entre ellos podemos señalar la Fábrica de refrescos, Fábrica de Galletas de sal, Fábrica de leche fluida y pasteurizada.

1.2.2.- Desarrollo Social

Socialmente la región presenta buenas condiciones, la Rama Educacional ha incrementado notablemente las actividades de la Educación Técnica y Profesional, la formación de maestros, así como la enseñanza universitaria, funcionando 2 044 centros educacionales, de los cuales, el 53 % son dedicados a la Enseñanza General y el 51.5% a la Enseñanza Primaria. Además cuenta con 14 Círculos Infantiles, aparejadamente se incrementa el desarrollo Científico, Cultural y Deportivo.

La Rama de Cultura cuenta para su difusión con una Emisora Local, también con unidades o equipos de proyección que brindan esta actividad en las zonas rurales de la Región, así como salas, teatros, salones de exposición, museos, bibliotecas, librerías, etc.

Los servicios de Salud Pública están al alcance de toda la población, aún en las zonas montañosas, donde se cuenta con puestos médicos rurales, policlínicos, etc.

En la Región se encuentran 5 hospitales, diversos policlínicos; además de la dotación de camas a los dispensarios de las Escuelas en el campo.

La Zona cuenta con un sistema de Comunicaciones bastante bueno, ya sea por carretera, avión, telégrafo y marino.

La comunicación por carretera se hace a través de la vía azul que atraviesa la Región de Oeste a Este; además de contar con numerosas carreteras que unen a la Ciudad Guantánamo con el resto de la zona. Además cuenta con un Aeropuerto de capacidad media, mediante el cual se hacen conexiones con la capital de la Isla, Barranca, Moa, etc.

Se cuenta con un Puerto en Boquerón.

1.2.3.- Desarrollo Constructivo

Antes de 1959 el desarrollo constructivo de esta área - era al igual que en el resto del País muy pobre y estaba en manos de algunas empresas particulares.

En el Triunfo de la Revolución se lleva a cabo la tarea de desarrollar innumerables construcciones de varios tipos, tanto industriales como obras sociales de distintos géneros.

Se han creado distintos organismos que se ocupan de esto y realizan programas de construcciones que abarcan - varios quinquenios; es por esto que para los próximos - años está planificado un amplio desarrollo constructivo en esta área, principalmente en la Ciudad de Guantánamo y sus alrededores.

Este desarrollo se caracteriza por un crecimiento hacia el Norte, Oeste y Centro de la Ciudad, fundamentalmente, aunque también se efectúan construcciones hacia el Sur, - así como otras grandes obras en el Valle tales como: varias E.S.B.E.C. , I.P.U.E., Filiar Universitaria, etc., - además de la construcción de varios complejos hidráulicos.

Al Sur - Este de la Ciudad a lo largo de la carretera - de Circunvalación se han efectuado construcciones destinadas al desarrollo industrial tales como: Fábrica de - Refrescos, Galletas, Combinado Lácteo, etc.

Al Norte se desarrolla un amplio plan de viviendas en - el Reparto "Caribe", donde se construyen Semi-Internados, Círculos Infantiles, edificios de viviendas y edificios altos como son: las edificaciones del P.C.C. Provincial, de Hidroeconomía, Hotel "Guantánamo", etc.

Al Noroeste de la Ciudad se realizan grandes construcciones, tales como Hospital Provincial, Escuela de Enfermería y otras.

Al Noroeste, igualmente se desarrolla un amplio plan de viviendas, donde se construyen edificios de 5 plantas, semi-internados, círculos infantiles, un Poligráfico, etc. (comprende el Reparto Obrero).

El Centro de la Ciudad comprende planes de construcciones aisladas como edificios de 5 plantas, remodelación y remozamiento de los edificios antiguos.

Siguiendo la Carretera que une a Guantánamo con Jamaica, encontramos otros edificios dedicados al desarrollo industrial como son: la Fábrica de "Pico y Pala", Hierro Gris", etc.

Como se puede observar en general caracteriza a este desarrollo constructivo un predominio de las construcciones al Norte (E y W) de la Ciudad de Guantánamo.

CAPITULO II

HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS E INGENIERO GEOLOGICAS REALIZADAS.

2.1- Historia de las Investigaciones Geológicas

El área ha sido pobremente estudiada, desde el punto de vista de la Geología General, sobre todo en lo que se refiere a las cuestiones estructurales.

Las primeras observaciones geológicas de interés sobre la Provincia Guantánamo, provienen de DARTON y MEINZER (1926) y que son recogidas en su Informe "Geology of the Guantánamo Basin Cuba". En este Informe se describen de forma bastante general las características de las formaciones geológicas presentes en la Cuenca de Guantánamo, llegando a una serie de conclusiones que hoy son reconocidas por la Literatura Geológica, tales como:

La descripción por vez primera de la Formación Maquey, Calizas Guaso, Lutitas Guantánamo. Las dos últimas hoy se toman por la equivalencia de las calizas Guaso con la formación Charco Redondo y de las Lutitas Guantánamo, con la parte alta de la Formación San Luís. Además Dartón describe la Formación Maquey, cuya existencia y características estratigráficas propias son inobjectables.

En 1934, S. Taber, publicó algunos datos de interés sobre esta Región, pero basado fundamentalmente en los informes de los autores antes mencionados.

En Noviembre de 1944 fue publicado por F.G. Keijzer su trabajo "Outline of the Geology of the Eastern Part of the Province of Oriente, Cuba (E of 76 WL) With notes of the other parts of the Island" en el cual aparece un capítulo dedicado al análisis geológico del Valle de Guantánamo y específicamente a la Formación San Luís. Describe además el resto de las unidades estratigráficas presentes en la Cuenca, precisando la edad de las formaciones que compone dicho Valle.

Otro trabajo realizado sobre la Cuenca Guantánamo corresponde a M.T. Kozary (1955) bajo el título de "Geological Reconnaissance of the Guantánamo Basin Area" (reconocimiento Geológico de la Cuenca Guantánamo) el mismo recoge la geología del Valle de Guantánamo y un área relativamente extensa de sus alrededores.

Entre los años 1973 - 1974 se realizó el levantamiento geológico a escala 1:550 000 por parte de la Academia de Ciencias de Cuba en colaboración con la Academia de Ciencias de Hungría.

En 1974, R. Corratge hace un estudio geológico e hidrogeológico de la parte Sur de la Sierra Canasta.

Además se cuenta con los informes geológicos de los diferentes complejos hidráulicos localizados en el área.

2.2- Historia de las Investigaciones Ingeniero Geológicas

El área desde el punto de vista Ingeniero Geológico ha sido pobremente estudiada; solo existen algunos informes de Ingeniero Geológicos de los Complejos Hidráulicos: "La Yaya", "Jaibo", "Clotilde" y "Esquema Guantánamo"; siendo las primeras observaciones de este tipo las realizadas por -- Stoiko Stoev (1967) en su Informe sobre El Esquema Guantánamo en el cual el autor realiza estudios en diferentes zonas con vista a la construcción de obras hidrotécnicas.

En 1968 Kiril Kaschiev realiza en su Informe del Complejo Hidráulico "La Yaya" una descripción de toda el área que comprende dicho Complejo.

En ese mismo año, este autor realiza también el estudio del -
Complejo Hidráulico "La Clotilde" dividiendo igualmente la zo-
na que comprende este Complejo en zonas Ingeniero Geológicas.

En 1976 Kiril Chovikok en su Informe Ingeniero Geológico del -
Complejo Hidráulico "Jaibo" divide la zona comprendida en dife-
tes zonas Ingeniero Geológicas, haciendo una descripción deta-
llada de cada una de ellas.

CAPITULO III

VOLUMEN Y METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS

3.1.- Recopilación de la Información

Para llevar a cabo la regionalización Ingeniero Geológica del Valle Guantánamo se realizó un análisis detallado al material de archivo de la E.P.O.I. y E.I.A.C. de Holguín, el cual estuvo constituido por un total de 14 informes de construcciones realizadas en el área de trabajo desde los años 1966 hasta la fecha.

También fueron analizados varios informes suministrados por la Empresa de Hidro-Economía de Guantánamo, así como la recopilación de datos haciendo uso de bibliografías de diferentes autores.

Además se hicieron consultas a varios trabajos de diplomas archivados en la Biblioteca del I.S.M.M.

Se contó también con informaciones orales de compañeros que realizan investigaciones directas en el área que comprende nuestro trabajo.

3.2.- Análisis de las Informaciones

Haciendo un análisis detallado de toda la información recopilada se ha podido llegar a cumplir con el objetivo de este trabajo, es decir realizar la división del área en zonas y sub-zonas Ingeniero Geológicas.

Debiendo destacarse que muchos de los Informes antes citados adolecen de ciertas dificultades ya que los mismos son netamente geotécnico, entre estas dificultades podemos señalar:

- 1.- Mala descripción de la hidrogeología.
- 2.- En las investigaciones de algunas obras no se realizaron ensayos de importancia tales como:
 - Ensayo de humedad
 - Peso Específico
 - Límite líquido y plástico, así como otros.
- 3.- No se realizan estudios sobre el fenómeno sísmicos.

Desde el punto de vista Ingeniero Geológico la documentación con que se cuenta es muy estricta, cumpliendo estas con las características y objetivos planteados por este trabajo.

Por otro lado las bibliografías recopiladas satisfacen los objetivos con que se han consultados.

3.3- Generalización de la Información

En base a todas las informaciones estudiadas pudimos -- llegar satisfactoriamente a cumplir el objetivo de este trabajo, al efectuar la división o regionalización Ingeniero Geológica del área del área con un carácter de Esquema.

Todas estas obras antes mencionadas (14) fueron ubicadas sobre un plano del Valle a escala 1:100 000 (VER ANEXO - No. 3).

Realizandose un estudio minucioso y detallado a cada uno de los informes que acompañan a dichas obras, haciendose una valoración de las propiedades físico-mecánicas y condiciones naturales del área en general.

Los valores de las propiedades físico-mecánicas fueron generalizados y promediados de manera sencillas, pues el número de valores en la totalidad de los casos no excedió de 6, por lo que no se hizo necesario la resolución de cálculos complejos.

En base a los valores de las propiedades físico-mecánicas y a las condiciones naturales se subdividió el área en tres zonas -- Ingeniero Geológicas y diez sub-zonas, valiendonos para ello -- del método de tipificación Ingeniero Geológico.

CAPITULO IV

PROCESOS Y FENOMENOS FISICO-GEOLÓGICOS PRESENTES - EN EL AREA.

Un aspecto de importancia a analizar en el área de estudio son los procesos geológicos que en ella -- ocurren, siendo los más estudiados el intemperismo o meteorización y el carso, ya que los demás presentan un desarrollo muy limitado.

4.1.- Meteorización

La meteorización comprende los procesos de desintegración mecánica y descomposición química de los minerales y rocas, originados por la variación de la temperatura, la acción del agua, acción de los organismos, etc.

Los procesos de meteorización actúan con mayor rapidez cuando las rocas presentan un fuerte agrietamiento, las rocas se tornan inestables y empiezan a desintegrarse.

La meteorización física es originada por factores tales como la temperatura, mientras que la meteorización química es el resultado de la interacción de las rocas y los elementos químicamente activos, ocurriendo los procesos de disolución.

En el área este fenómeno es el más extendido, pues puede observarse en la región que en mayor o menor grado todas las rocas han sufrido este proceso.

De acuerdo con su producto final se han separado en --
3os tipos:

1.- Meteorización Arcillosa.

Esta presenta su mayor desarrollo en las áreas comprendidas dentro de las Subzonas II A y II B, actuando con mayor intensidad en la segunda, alcanzando potencia de 5 a 10 metros, lo cual se encuentra en dependencia de los diversos factores loca--

2.- Meteorización Arcillosa y de agrietamiento.

Este tipo de meteorización se hace evidente en la transición gradual desde la roca madre hasta las arcillas finales, observandose fundamentalmente sobre las rocas que comprenden las Sub-zona III A.

3.- Meteorización Química.

La Meteorización Química es intensa en la Sub-zona -- III D, provocando la alteración de las calizas que en ocasiones presentan un aspecto típicamente margoso .

4.2.- Carso

Fenómeno provocado por la acción de las aguas subterráneas y superficiales al lixiviar las rocas solubles, -- así como pueden influir otros factores que aceleren este proceso tales como: Geomorfológicos, Textónicos, -- Químicos, etc.

La acción recíproca entre el agua subterránea y las rocas agrietadas solubles originan las diversas formas -- cársticas.

Este proceso es uno de los que más afecta en la Zona -- III en general, distinguiendose los siguientes tipos -- de carso .

1.- Carso semiestratificado.

Este fenómeno se observa en rocas carsificadas, en capas de gran espesor, siendo un carso activo hasta el nivel de base de erosión, de ellos se encuentran manifestaciones en las rocas de las Sub-zonas III A, III B, III C y III D.

2.- Carso Sumergido.

Se observa en la zona pantanosa que comprende la -- Sub-zona Ingeniero Geológica I B .

3.- Carso Costero.

Se observa igualmente en la sub-zona I B, donde las rocas presentan agua de intensa salinidad.

4.3.- Erosión

Este fenómeno es provocado por factores tales como: las - aguas y la temperatura, influyendo la velocidad del escu - rrimiento superficial, el estado de la roca, el clima, -- etc.

El proceso de variación de las orillas de los ríos y caña - das es producto de la acción de las aguas superficiales, lo que trae como consecuencia la reelaboración de las ori - llas, provocando deslizamientos, desprendimientos y otros. Este proceso es uno de los más activos en todas las sub - zonas Ingeniero Geológica, en las cuales se debe en gran medidas a los ríos y corrientes temporales, manifestando se más intensamente en épocas de grandes lluvias.

En las sub-zonas I A y II A este fenómeno ha erosionado la corteza aluvial hasta la roca madre.

4.4.- Agrietamiento.

El agrietamiento tiene una gran importancia para la valo - ración Ingeniero Geológica, ya que este fenómeno es el - que determina en la mayoría de los casos la solides, es - tabilidad y deformabilidad de las rocas en su interac - ción con las obras.

El agrietamiento en las rocas no solo caracteriza las -- propiedades externas, sino también determina las propie - dades acuíferas y por tanto la penetración de los agen - tes de intemperismo.

Este proceso se evidencia claramente en la Sub-zona I A, donde las rocas agrietadas y fracturadas alcanzan una -- profundidad de hasta 8 metros.

En la Sub-zona II A influye también el agrietamiento, -- tanto el debido al intemperismo como el debido a los movimientos tectónicos a los que ha estado expuestas la Re gión.

En la Sub-zona II B las rocas se encuentran muy fractura das y agrietadas con poca resistencia al cortante y poca cohesión .

Las calizas arenó margosas de la Sub-zona III B se presentan en ocasiones muy fracturadas, a veces estas fracturas se encuentran rellenas al parecer de calcitas.

Igualmente se encuentra presente este proceso en las calizas de la Sub-zona III C, provocando que estas rocas pierdan su cohesión.

4.5.-Empantanamiento.

Este proceso está condicionado por una humedad excesiva -- del suelo, resultado de ello es una elevación del nivel -- freático.

Los pantanos constituyen un elemento imprescindible de -- las llanuras aluviales-deltáicas, encontrándose así mismo en costas marinas bajas donde se extienden a lo largo del litoral marino.

Este fenómeno se observa en gran escala en la Sub-zona -- I B. existiendo en dicha Sub-zona dos tipos de pantanos:

1.- Pantanos Costeros.

Ocupan la parte más cercana a la costa, teniendo un -- contacto directo con las aguas del mar.

2.- Pantanos de río.

Son aquellos que se encuentran bordeando la desembocaca

dura de los Ríos "Guaso y Guantánamo".

4.6.- Deslizamientos y Derrumbes.

Los deslizamientos consisten en el movimiento de la masa de roca o suelo a través de una pendiente por la acción de las fuerza de gravedad, las presiones hidrodinámicas, hidrostáticas, movimientos sísmicos y otros.

Estos fenómenos solo se observan a lo largo de ríos y arroyos, sobre todo se hace más evidente en épocas de lluvia.

Hacia las zonas montañosas que comprenden fundamentalmente las sub-zonas III A? III C y III D estos fenómenos se hacen más evidentes debido a las abruptas pendientes, así como a las estratificaciones favorables, en los cuales al ocurrir intensamente los procesos erosivos hace que la roca pierda estabilidad y cohesión, provocando la ocurrencia de pequeños derrumbes y deslizamientos.

Estos fenómenos en general en la Región no ocurren a grandes escalas.

4.7.- Sismo

Fenómeno provocado por la acción de las fuerzas internas de la tierra.

La Región en general presenta una actividad sísmica de grado 6 a 8 según la Escala Internacional M.K.S., con aceleración de 50-100 Cms/seg², esto se debe a la cercanía de la falla de la Sierra Maestra por el Sur, que conforma una parte de la fosa de Barttall, región sísmicamente activa, lo que se refleja en la existencia de movimientos epirogénicos actuales de ascenso.

La falta de datos sistematizados de una regionalización sísmica de la Provincia Guantánamo impide abundar sobre este importante tema, por lo demás debe tenerse muy presente este proceso durante la proyección de futuras obras.

CAPITULO VCARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL AREA.5.1.- Características Estratigráficas.

En la composición geológica de la Región toman parte las siguientes Formaciones analizadas por edad.

Sistema Paleógeno:

Comprende las Formaciones: "Cobre", "Charco Redondo", "San Luís", "Boquerón", "Jamaica", "Yateras" y "Ma---quey".

Sistema Cuaternario:

Comprende las Formaciones: "Río", "Jutía", "Jaimanitas".

Seguidamente se procederá a detallar cada una de estas Formaciones:

5.1.1.- Sistema Paleógeno(Pg).5.1.1.1- Formación "Cobre" (Cretácico Superior, Paleoceno-Eoceno Inferior).

Descrita por Taber (1931). El Autor no señaló una localidad tipo para dicha Formación, pero evidentemente trató de designar con este nombre las rocas volcánicas de la Sierra Maestra con sus calizas intercaladas. El Cobre situado a 15 Kms. al Oeste de Santiago de Cuba se presume que sea su localidad tipo.

Litológicamente esta Formación está constituida por material tobacó, pequeñas proporciones de calizas tobáceas, areniscas, margas, aglomerados, etc.

En el área de estudio se encuentra ocupando la parte Sur-Oeste, en una extensión aproximada de unos 50 Kms.

5.1.1.2.- Formación Charco Redondo (Pg2)

La Formación Charco Redondo fue descrita originalmente por Wodring W.P. y Davies S.N. Su localidad tipo está referida al poblado del mismo nombre.

En la Zona estudiada se extiende según una franja estrecha con dirección NW-SE , comprende la Sierra Guaso y hacia la parte Noroeste comprendiendo a Sierra Canasta, hacia el Sur-Oeste forma parte de la elevación de la Gran Piedra.

Litológicamente está compuesta por una secuencia de calizas de color blanco cremoso, en general corresponden con calizas microcristalinas.

En las condiciones de campo estas calizas son fácilmente reconocible. Se presentan en grandes afloramientos, con estratificaciones muy desarrolladas y siempre de color blanco cremoso, presentando textura masiva, muy homogénea.

Es característico en esta calizas la presencia de procesos cárticos, sobre todo hacia la parte periférica de la Sierra Canasta.

El límite inferior de la Formación corresponde al -- contacto concordante con las tobas de la Formación Cobre, dicho contacto no es gradacional de forma tan manifiesta como por ejemplo en la Zona de Ramón de Las Yaguas.

El límite superior está determinado por el contacto con la Formación San Luís, el cual es evidentemente concordante, dado los datos de fauna reportados para ambas Formaciones, así como las evidencias de -- campo.

Morfológicamente las rocas de esta Formación expresan las características del relieve en el cual ellas se desarrollan, dando lugar a colinas con pendientes abruptas y cimas redondeadas como es el caso de Sierra Canasta.

5.1.1.3.- Formación San Luís (Pg - Pg.)

Esta Formación fue estudiada y descrita por Taber en 1934. Su localidad tipo la refirió al Poblado de San Luís, relativamente cercano a las ciudades de Palma Soriano y Santiago de Cuba.

En el área de estudio está dada por una potencia de rocas sedimentarias de unos 10 metros de espesor. - Las litologías predominantes están representadas -- por margas de color claro amarillento, areniscas -- calcáreas interestratificadas con margas y lutitas, las lutitas se encuentran finamente estratificadas por lo que se hace casi imposible la toma de muestra para reflejar sus condiciones, además también se encuentran algunas calizas margosas.

Es prácticamente imposible el seguir una capa u horizonte guía dentro de la Formación. Es singularmente característico que solo la margas puedan ser reconocidas con una posición estratigráfica definida, pues aparecen siempre en las partes más altas del corte -- tratigráfico de dicha unidad.

Esta Formación ocupa una extensión superficial aproximadamente de 1 300 Km²., distinguiéndose muy bien del resto de las unidades estratigráficas. En todos sus afloramientos el color predominate es el marrón, el cual es más o menos oscuro en dependencia de la -- cantidad de material carbonatado que existen.

La Formación San Luís descansa directamente encima -- de la Formación Charco Redondo con la cual forma un contacto concordante.

El límite inferior corresponde al contacto con la -- Formación Maquey que aflora en forma de una franja -- por el Este de Norte a Sur, este contacto es estratigráfico y de carácter concordante.

Su origen está referido a una cuenca de sedimentación cubierta por aguas marinas de profundidad media-elevada dado los datos paleontológico. La composición petrográfica de las rocas indica que las mismas son el resultado del aporte de material clástico y carbonatado; el primero de ellos como consecuencia de la erosión de rocas volcánicas de composición media.

Sobre las rocas de esta unidad se desarrolla un relieve típico a bases de colinas elevadas, entre las cuales se han formado amplios valles.

Lewis y Straczek (1955) aplicaron el nombre de "Camarones Conglomerate Member" a las capas más altas de estas Formaciones, la cual aflora hacia la parte Noroeste del área, según estos autores la lutitas de la porción inferior de la Formación San Luís están cubiertas sin discordancia por conglomerados gruesos que denominan " Miembro Conglomerado Camarones". Taber (1934) incluye estos conglomerados en su definición de las rocas de la Formación San Luís.

5.1.1.4- Formación Boquerón

Definida y estudiada por Darton N.H. (1926), el Autor las denominó Conglomerados de Boquerón y Caimanera, - ambas son localidades situadas a ambos lado de la Bahía de Guantánamo.

Litológicamente esta Formación está representada por conglomerados de clastos de areniscas poco metamorfizadas y subordinadamente de rocas vulcanógenas.

En el área de estudio afloran en Boquerón así como - en el área ocupada por la Base Naval, ocupando un -- área pequeña de aproximadamente de unos 50 Km².

Darton reportó un conglomerado de aproximadamente 15 metros de potencia dispuesto en gruesos bancos y regulares, poco cimentados, buzando de 8° a 10° hacia el Sureste en los acantilados y lomas de Boquerón. los - guijarros tienen de una a tres pulgadas de diámetros y consisten principalmente en cuarcitas, dioritas y otras rocas igneas.

5.1.1.5.- Formación Jamaica. (?)

Esta Formación aún no ha sido caracterizada, encontrándose compuesta por conglomerados, es evidentemente terrígena.

En el área se encuentra de forma aislada en pequeños afloramientos.

5.1.2.- Sistema Neógeno

5.1.2.1.- Formación Yateras (Pg)

En 1955 Kozari describió las rocas carbonatadas de una posición estratigráfica similar a la localidad del Alto de Majimiana, denominadola Formación Yateras, refiriéndose solamente a calizas arrecifales - de edad oligoceno inferior a medio.

En la zona de estudio se encuentra hacia el borde - Noreste.

Litológicamente constituye un típico depósito arrecifal, donde pueden observarse distintos complejos rocosos con texturas diferentes, aunque de composición muy similar, como son espesores de 20-30 Cms.- de calizas orgánógenas y organodetríticas, con intercalaciones de margas y dolomitas, brechas calcáreas, con cantos de calizas coralinas recristalizadas unidos por un cemento margoso que en ocasiones se vuelve arenoso.

Esta Formación sobreyace concordantemente a la Formación Maquey.

5.1.2.2.- Formación Maquey (Oligoceno Inferior, Medio y Superior, probablemente Mioceno Inferior).

Esta Formación fue estudiada y escrita por Darton - N.H. en 1926. El Autor no señaló una localidad tipo para esta Formación, pero exploró varios lugares de la Sierra Maquey, tales como la Piedra, las mesas - altas al lado Este del Río Yateras, San Antonio del Sur, etc.

En la zona de estudio esta Formación se localiza en forma de una franja que atraviesa por el Este el -- área de Norte a Sur. Litológicamente está compuesta por series sucesivas de areniscas, calizas y margas,

Esta Formación ocupa una extensión superficial aproximadamente de unos 550 Km²., descansando directamente en cima de la Formación San Luís, con un contacto de carácter discordante.

Meinzer (1933) describió las calizas y conglomerados procedente de la cercanía de la Estación Naval de -- Guantánamo (Loma Los Melones) y calizas, margas y lutitas, todos los cuales fueron incluido en la Formación Maquey.

El estudio de la microfauna de la Formación Maquey - indica una edad Oligoceno Inferior, Medio y Superior, siendo posible que las capas más altas sean del Mioceno Inferior.

5.1.3.- Sistema Cuaternario.

5.1.3.1.- Formación Jutía. (?)

Esta Formación se encuentra representada litológicamente por todos los sedimentos y pantanos costeros - de edad cuaternario.

Presenta un relieve bajo ocupado por pantanos, ubicados, bordeando la Bahía de Guantánamo, ocupando un -- área aproximadamente de 75 Km².

Las aguas subterráneas presentes en esta Formación son aguas saladas producto de la intrusión salina.

En ella se evidencia el fenómeno de empantanamiento, - así como el carso litoral y costero.

5.1.3.2.- Formación Río (?)

Comprende los sedimentos aluviales de las terrazas de - los ríos, así como la zona eluvial alterada y formaciones de luviales.

Estos sedimentos cuaternarios se observan siguiendo el cause de los diferentes ríos, estando constituido por clastos de diámetro variado a base de la litologías -- fundamentales del área.

Los sedimentos aluviales: Están representados por intercalaciones y lentes de arcillas arenosas, muy arenosas, poca arcillosas, con intercalaciones de gravas y cantos rodados, los cuales tiene una potencia variable.

Los sedimentos eluviales: Están formado por la roca madre alterada por los procesos de denudación, presentando alto contenido de arcilla y arena arcillosa de color carmelita con fragmentos de rocas alteradas.

Los sedimentos deluviales: Se han formado sobre todo en las faldas de las elevaciones de Sierra Cabasta, por -- ejemplo representadas por fragmentos de calizas y calizas margosas de color blanco crema con relleno arcilloso.

5.1.3.3.- Formación Jaimanitas: (?)

La Formación Jaimanitas fue descrita por Brodermann --- (1943), con este nombre se conocen los depósitos del -- Pleistoceno Marino de la Provincia de La Habana. Siendo su localidad tipo en las cercanías de Jaimanitas, y con siste en un arrecife costero de dos metros de altura -- con muchos microfósiles en buen estado de preservación.

Litológicamente se encuentra formada por calizas conchíferas masivas y calcarenitas masivas, así como por calizas muy duras.

Esta Formación se localiza en el área en forma de pequeños afloramientos bordeando la región costera.

Muestras analizadas por Aguayo (1938) de la Estación Naval de Guantánamo se evidenció una fauna formada por moluscos, corales y otros organismos marinos que se depositaron en mares de poco fondo sobre la Plataforma Insular.

Su origen está referido a las oscilaciones del nivel de los mares durante el Pleistoceno, dando lugar a distintos ciclos de deposición, quedando como resultado las terrazas marinas.

(VER ANEXO No. 4).

5.2.- Características Tectónicas.

La región forma parte del flanco Norte del Anticlinorial -- Sierra Maestra y del flanco Sur del Sinclinal de Cuba Oriental que se ha formado durante la Orogénesis cubana (Laramidica). De este Anticlinorio forma parte el Anticlinorial Sierra Canasta cuyo eje tiene dirección aproximada Este-Oeste, constituyendo su núcleo las calizas de la Formación Charco Redondo y parte de los flancos las areniscas y margas de la Formación San Luís.

Se hace notar la cercanía al Sur de la falla de la Sierra Maestra que limita una cuenca marina profunda, sísmicamente activa.

El desarrollo y formación de las estructuras en la zona que corresponde a la Orogénesis cubana se ha realizado desde el Eoceno al Neógeno conformando dos pisos estructurales (estos pisos corresponden a complejos rocosos, conformados por un mismo tipo de estructura que descansan discordantemente sobre otro piso estructural).

1.- Piso estructural del Eoceno Medio y Superior.

Este se corresponde con estructuras poco distorsionadas en las margas y areniscas de la Formación San Luis, por lo -- que en la zona no se desarrollan grandes fallas.

En las calizas de la Formación Charco Redondo existen grandes fallas y microfallas, así como una intensa fractura--- ción de estas rocas, tectónicamente conforma un gran blo--- que se ha levantado.

2.- Piso estructural del Oligoceno Inferior.

Este corresponde en la zona con estructuras tectónicamente levantadas, las que se corresponden con las Formaciones Ma quey y Yateras, ambas se encuentran muy falladas.

5.3.- Características Geomorfológicas.

Desde el punto de vista geomorfológico se propone la siguiente subdivisión (VER ANEXO No. 5).

I.- LLANURAS

- I.1.- Erosivo-acumulativa baja. Poco diseccionada .
- I.2.- Erosivo-denudativa alta. Diseccionadas.
- I.3.- Pre-montañosa alta. Diseccionadas e inclinadas.

II.- ALTURAS

- II.1- Anticlinales.
- II.2- Monoclinales.

I.1.- Erosivo-acumulativa baja (0-20mts.).

Su mayor desarrollo se alcanza hacia la zona Centro y Sur del área de estudio.

Relieve:

Presenta un relieve llano, con ciertos máximos de 20 metros. Está poco diseccionada, los canales de drenaje son poco numerosos y están bien marcados, en algunos lugares cerca de la desembocadura, los causes de los ríos no están bien definidos.

Hidrografía:

La zona está drenada por los causes de los ríos Jaibo, - Guantánamo, Guaso, Ullao, y Arroyo Hondo.

Litología:

La llanura está formada por depósitos areno arcillosos y limo arcillosos de depósitos recientes, que algunas partes cubren - un relieve antiguo, manifiesto en numerosas colinas aisladas - que asoman en la llanura en las áreas de Santa María, La Pastora, Novaliche y Las Lajas.

La litología ha determinado que los interfluviales sean casi - llanos o ligeramente ondulados. En general son más comunes las suaves pendientes poco convexas.

Procesos Físico Geológico:

La llanura es más bien acumulativa actualmente que erosiva, debido al transporte y deposición por el cauce de los ríos de la base erosionado, observandose undelta tipo papa de gallina formado por los ríos Guaso y Guantánamo.

En la zona encontramos que se desarrolla rodeando la Bahía dos tipos de carso .

1.- Carso Sumergido:

En zona pantanosa de la Formación Jaimanitas, en esta zona el drenaje es muy imperfecto.

2.- Carso Litoral y Costero:

Presente en rocas de la Formación Jaimanitas, donde las rocas son muy acuíferas.

En la zona también se desarrolla el proceso de empantamiento (bordeando la Bahía)Sevidenciandose en dos tipos de pantano:

1.- Pantanos de río.

2.- Pantanos costeros.

I.2.- Erosivo Denudativa alta (20-40metros).

Se extiende bordeando la unidad anterior, presentando su máximo desarrollo en la parte Occidental de la zona de estudio.

Relieve:

Presenta un relieve ondulado, con crestas entre 20 y 40 - metros, la dirección de las crestas son sublongitudinales, siendo estas redondeadas y anchas, con pendientes muy suaves .

Hidrografía:

Esta área está drenada por el Río Guantánamo y sus afluentes Iguanabana y Jaibo, lo cuales forman junto a los --- ríos de menor orden un modelo de drenaje subrectangular - con dos direcciones bien marcadas: NE - NO y de Norte a - Sur.

Litología:

La llanura está constituida por arenistas y aleurolitas - de la Formación San Luís , así como depósitos areno arcilloso y limo arcilloso de dicha Formación.

Procesos Físico Geológicos:

El fenómeno que con mayor importancia se manifiesta es la erosión, la intensidad de la misma es tal que prácticamente no hay suelo, o éste es muy poco potente en todo el - área que comprende esta unidad geomorfológica.

También es importante el agrietamiento, el cual presenta una mayor intensidad hacia La Sabana del Vinculo, como - resultado de los movimientos tectónicos que tuvieron lugar en el área. el agrietamiento superficial tiene importancia para toda la zona donde afloran las areniscas del Miembro Casimba de la Formación San Luís .

Las pendientes son suaves por lo que otros procesos tales - como deslizamientos no tienen lugar.

Existen proceso de acumulación, que se manifiestan por la - formación de terrazas en el cauce de los Ríos: "guantánamo y Guaso.

I.3-Pre-montañosa alta (40 - 80 metros)

Se extiende en dirección sublongitudinal como una faja de - anchura entre 5 y 7 Kms. que bordea a la unidad anterior es trechándose hacia la parte Sur-Este y Sur-Ceste, aumentando su anchura hacia la parte Norte.

Relieve:

Esta unidad se diferencia poco de la anteriormente descrita, es decir, presenta crestas redondeadas y anchas, con pendientes suaves y alargada en dirección sublongitudinal.

Las crestas oscilan entre 40 y 80 metros, el relieve en línea general presenta aspecto almohadillado.

Hidrografía:

El área está drenada por los ríos Jaibo, Guantánamo y sus - tributarios. Estos arroyos tributarios son de curso inter-mitente.

Litología:

El área está constituida por las areniscas de la Formación San Luís.

Procesos Físico Geológicos:

El más importante es la erosión, pues ésta ha descubierto - en muchos lugares a la roca madre y en otros a causa de este fenómeno el suelo tiene muy poca potencia.

También influye el agrietamiento, tanto el debido al intemperismo como el debido a los movimientos tectónicos a los que ha estado expuesta la región.

En esta zona no se observan deslizamientos .

II.1- Anticlinales

Comprende la Sierra Canasta, Sierra Maquey y Sierra Guaso, ocupando la parte Norte, Centro y Noroeste y Noreste del área de estudio.

Relieve:

Domos alargados, cuya altura máxima alcanza los 440 metros.

En Sierra Canasta el domo presenta Vertiente Norte - Sur Asimétrica, siendo la Vertiente Sur de pendientes más abrupta que la Norte .

La rotura de pendientes que separa esta unidad geomorfológica de la anterior ocurre a lo largo de la cota 80 en toda la Vertiente Sur.

Hidrografía:

Está drenada por los ríos Jaibo y Banes, así como por pequeños ríos intermitentes con dirección de escurrimiento aproximadamente de Norte a Sur.

Litología:

Compuesta por las calizas de la Formación Charco Redondo, Maquey y Yateras, éstas son calizas algo arcillosas de color blanco estratificadas y en otras ocasiones masivas, cristalina.

Proceso Físico-Geológicos:

Esta unidad geomorfológica además de la erosión que ha desnuda

do la roca madre, en casi toda el área, tenemos el carso - de elevaciones como proceso físico geológico dominante.

El carso se ha desarrollado en las calizas masivas y cristalinas de la Formación Charco Redondo, manifiesta por campos de lapieés, algunas dolinas, paredes en cauce de bordes estrechos y afilados y cañones cortados por la acción de las aguas que bajan de la sierra.

El agrietamiento es importante pues ha contribuido a la formación del curso proporcionando las vías primarias para la circulación del agua.

I.2-Monoclinales

Se encuentra ocupando la parte Noreste de la zona, extendiéndose hacia el Sur en forma de una pequeña franja.

Relieve:

Las alturas forman una serie de crestas asimétricas cuyas pendientes subsecuentes buzan al Sur-Este con dirección de las crestas SE - NE. Las cotas oscilan entre 100 y 400 metros.

Hidrografía:

Se encuentra drenada por los tributarios al río Ullao que corre en dirección sublatitudinal al Sur.

Litología:

Está constituida por areniscas de la Formación San Luís.

Proceso Físico Geológicos:

La erosión es activa, debido a un descenso del nivel de base.

La meteorización es activa sobre todo en las areniscas de la Formación San Luís, produciendo la pérdida de cohesión entre los componentes de la roca.

El agrietamiento es importante por cuanto contribuye a -- que la acción de los agentes de la meteorización sean más intensos.

5.4.- Características Hidrogeológicas

En el área objeto de nuestro estudio practicamente no -- existen estudios hidrogeológicos.

En el marco de las investigaciones para el proyecto de -- los diferentes Complejos Hidráulicos presentes, deben haberse realizado trabajos hidrogeológicos pero lamentable -- mente de muy escasa información para el trabajo.

En el área se han determinado 4 Complejos Acuíferos: Uno relacionado con las calizas de la Formación Charco Redondo, al que llamamos "Complejo Acuífero Charco Redondo"; -- otro relacionado con las margas y areniscas de la Formación San Luís, al que llamamos "Complejo Acuífero San -- Luís"; el tercero se relaciona con las margas y calizas de la Formación Maquey, al que llamaremos "Complejo Acuífero Maquey"; y por último el Complejo Acuífero relacionado con los sedimentos del cuaternario, al que llamaremos "Complejo Acuífero Cuaternario".

A continuación se pasa a hacer una descripción de cada -- uno de estos complejos .

(VER ANEXO No. 6).

5.4.1- Complejo Acuífero Charco Redondo

Este comprende el área de afloramiento de las rocas de -- la Formación Charco Redondo, es decir la Sierra Canasta, Sierra Guaso y parte de la Sierra de la Gran Piedra, desarrollado en las calizas eocénicas pertenecientes a estos masivos cársticos.

Se rarece de datos para caracterizar este acuífero en Sierra - Guaso y Sierra de la Gran Piedra fundamentado solamente en estudio realizado en Sierra Canasta.

En este Complejo predominan las aguas con nivel libre, encontrándose agua con presión en la faja inmediatamente al Sur de la Sierra Canasta, en la zona de contacto de las calizas con las areniscas, siendo cortado el acuífero por el Pozo 5176 III-4 a los 80 metros de profundidad bajo las rocas de la cobertura de la Formación Charco Redondo, las aguas captadas son aguas a presión. En el Pozo 5176 III - 5 captamos agua con nivel libre, la diferencia de valores de éstos puede deberse a causas tales como el agrietamiento, caso con mayor o menor intensidad, al fallamiento, etc.

En base a los datos obtenidos de las investigaciones efectuadas el Acuífero tiene una acuosidad de 5 a 10 ls/ seg.

Según la clasificación de Alekin las aguas de éste Complejo pertenecen a las Hidrocarbonatadas Cálceicas.

A continuación se hace una breve descripción de sus propiedades químicas:

Su índice de turbiedad es bajo, El P.H. es neutro, oscilando -- sus valores entre 6.9 y 7.5 . La mineralización es bastante baja, como promedio 0.427 grs/litros. La dureza total de 225.8 --- Mgs/lits. (valor promedio). El índice geoquímico es de 25.1. -- Los valores del coeficiente de irrigación (Ka) son menores de 18.

De los análisis químicos de las muestras de agua tomadas concluimos que éstas son buenas para el consumo humano.

Según las observaciones del régimen de las aguas subterráneas, - del conocimiento de la estructura geológica, de la geomorfología, del escurrimiento y de las características químicas de estas --- aguas tenemos :

La alimentación de este Acuífero es producto fundamentalmente de las precipitaciones atmosféricas producto de la capacidad de in-

filtración del suelo, representado por un caudal de infiltración diaria de $602.7 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{día}$.

La densidad del drenaje es del orden de los 0.5 Km^2 , lo cual es índice de una gran infiltración en la zona. A lo largo de la cota 200 se encuentran algunos manantiales, cuyo gasto en el mes de Diciembre (mes con déficit de agua) es de 2 - 3 litros/seg.

La zona de descarga así como la dirección del escurrimiento subterránea es de Norte a Sur y NW - SE. Ocurriendo la descarga tanto subterránea como superficial a través de los arroyos que bajan de la sierra y fluyen en el Río: Guantánamo y Guibo.

Este Complejo es el de mayor interés hidrogeológico en la región, ya que las calizas poseen un coeficiente de filtración de hasta - 60 metros por día.

5.4.2.- Complejo Acuífero San Luís.

Comprende el área de afloramiento de las rocas de la Formación - San Luís desarrollándose en las margas y areniscas, rocas estas de permeabilidad muy débil.

Las aguas subterráneas en toda el área estudiada del Complejo ya cen con nivel libre.

En base a los resultados de los bombeos de prueba se tiene una - acuosidad de 1+3 Ltros/Seg.

Por su composición química según Alekin estas aguas pertenecen - al grupo de las Hidrocarbonatadas Sódicas del tipo I, ya que la cantidad de Mg eq./Ltros. de iónhidrocarbonato es mayor que las de los iones calcio y magnesio sumados.

Sus propiedades químicas de forma general son: coeficiente de -- irrigación (Ka) toma valores medios de 10, teniendo como valores extremos 1.6 y 48. La mineralización total media es de 1.218 --- Grs./Ltros. La dureza media es de 263.2 Grs./Ltros. El P.H. neutro.

Debido a la gran extensión de este Complejo Acuífero, así como las diferentes condiciones geológicas que encontramos y al insuficiente grado de estudio no podemos si no dar una característica general del movimiento de las aguas subterráneas que lo componen.

La dirección principal del escurrimiento subterráneo es de NE-SE, así como el escurrimiento superficial de Norte a Sur.

La alimentación del Acuífero ocurre en condiciones complejas, ya que existen aportes provenientes de la infiltración de las aguas que ocurren los ríos Jaibo, Guantánamo, Guaso, Arroyo -- Hondo, así como aporte proveniente de la infiltración desde -- los embalses de las diferentes presas "La Yaya", "Jaibo", "La Clotilde", "Ullao", etc., en fin los aportes provenientes de -- las aguas de lluvia. El tipo y magnitud de la infiltración varía localmente.

La descarga del Acuífero ocurre a través de los cauces de los ríos antes mencionados. El nivel freático de este Complejo lo encontramos algo profundo (15-18 metros) variando en dependencia del relieve.

Este Acuífero hacia la parte Central y Oeste de la Región se encuentra ocupado parcialmente por aguas ligeramente salobres con una mineralización de 1 a 1.5 Grs./Ltros., asumiendo que -- esto se deba a la acción de las aguas sobre las rocas que conforman Sierra Canasta y Sierra de la Gran Piedra, las cuales al -- disolverla y escurrirse hacia esta zona arrastran consigo parte de esta mineralización.

En la parte Centro-Sur, bordeando los sedimentos del cuaternario, este Acuífero se encuentra ocupado por aguas salobres con una mineralización menor de 5 Grs./Ltros., esto se debe fundamentalmente a la acción de la intrusión salina. Más hacia el -- Este el Acuífero se encuentra ocupado en un área pequeña en forma de una lengüeta por agua salada, con una mineralización mayor de 5 Grs./Ltros., dado también por la intensa intrusión salina.

5.4.3.- Complejo Acuífero Maquey

Comprende toda el área de afloramiento de las rocas de la Formación Maquey, representado litológicamente por las series sucesivas de areniscas, calizas y margas,-- las que presentan una permeabilidad débil o muy débil.

Se carece de datos suficientes para hacer una caracterización de este Complejo Acuífero.

El Complejo Acuífero en general debido a las características de las rocas de presentar permeabilidad débil o -- muy débil es de poco interés práctico.

Según datos tomados de las investigaciones del Complejo Hidráulico Yateras, las aguas de este Complejo se caracterizan por las siguientes propiedades químicas: la mineralización es de 0.521 Grs./Litros., por lo que son -- aguas pocas mineralizadas. La dureza es de 4.974 Meq./L. La agresividad de acuerdo al contenido libre de CO_2 es -- 0 y menores de 37, por lo que son aguas no agresivas, -- de acuerdo a la agresividad acarbonatada tampoco son -- agresivas,. Los valores del coeficiente de irrigación (Ka) es de 20.6.

Según la clasificación de Alekin las aguas de este Complejo pertenecen a las Hidrocarbonatadas Sódicas.

Este Complejo Acuífero presenta aguas de fisura con un caudal de 1.0-5.0 Litros/Seg.

5.4.4.- Complejo Acuífero Cuaternario.

Este comprende todo el área de los sedimentos del cuaternario, localizado fundamentalmente en los valles y terrazas de los ríos.

Este Complejo Acuífero está formado por sedimentos gravosos y arenos arcillosos. Comunmente el régimen es natural, aunque en ocasiones se presenta alterado por la explotación de las aguas subterráneas.

En el Complejo predominan las aguas de nivel libre, a una profundidad de 3 a 10 metros. Estas aguas se mueven entre los poros e intersticios que dejan los fragmentos de gravas entre sí. La transmisibilidad es variable, en ocasiones de hasta 5 000 m²/día y en otras inferiores, en dependencia de la granulometría que presenten los sedimentos en el corte.

De las muestras tomadas de las aguas subterráneas se describen brevemente sus propiedades químicas:.

El P.H. varió entre 6.85 y 7.00 (agua no agresivas). Por el contenido de CO₂ libre (21 Mlg./Ltros.) se consideran aguas no agresivas, determinandosele agresividad sulfática. Dureza desde 4.75 - 8.35, considerandose aguas algo duras hasta duras. La mineralización de 0.8 - 2.0 Grs./Ltros. es considerada como agua dulce hasta salobres.

Debido al suficiente grado de estudio de este Complejo, solo podemos dar una caracterización muy general del mismo, basado en las observaciones de las estructuras geológicas, geomorfológicas, escurrimiento y las características químicas.

La dirección principal del escurrimiento subterráneo es de NW-SE, así como el escurrimiento superficial que es de Norte a -- Sur.

La alimentación del Acuífero es principalmente producto de las precipitaciones y a veces de las aguas carsticas.

La descarga del Acuífero ocurre a través de su drenaje hacia los ríos, a través de manantiales, etc. El coeficiente de filtración (Kf) puede llegar de 20 a 30 metros por día.

Este Complejo hacia la parte Sur-Oeste de la región presenta espesores de agua dulce menores de 10 metros. Hacia las zonas cercanas a la Bahía el Acuífero se encuentra ocupado totalmente por aguas saladas, las que presentan una mineralización superior a los 5 Grs./Ltros.

Los sedimentos cuaternarios que componen este Acuífero, fuera de la zona empantanada son poco acuíferos.

CAPITULO VICONDICIONES INGENIERO GEOLOGICAS DEL VALLE.

El área objeto de estudio se puede afirmar que es bastante homogénea desde el punto de vista geológico, es decir, como se ve en el Esquema Geológico -- del área no aparecen complicaciones de gran importancia.

6.1.-

Para llevar a cabo la regionalización Ingeniero Geológica del área se ha tomado en cuenta una serie de criterios enumerados a continuación:

- 1.- En primer lugar al dividir el área en zonas ingeniero geológicas se ha hecho cuidando de que -- cada zona presente una misma litología, esto -- quiere decir que en ninguna de ellas habrá dos litología, ya que esto significaría que en el -- área habría un contacto, lo que complicaría los estudios geológicos a realizar para efectuar -- las construcciones e implicaría una incorrecta regionalización.
- 2.- Otro criterio tomado han sido las propiedades físicas de los suelos, los que constituyen a su vez parámetros de clasificación como son: límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, humedad natural, densidad seca, índice de poros, peso específico, etc.

Estos se han tomado por zonas donde sus variaciones no sean sustanciales, es decir que hay -- un comportamiento homogéneo de estos parámetros.

- 3.- Se han tenido en cuenta los parámetros o propiedades mecánicas de los suelos tales como: cohesión, ángulo de fricción interna, módulo de deformación, etc. Estos parámetros para una misma Zona Ingeniero Geológica son prácticamente invariable.

4.- Se ha tomado como criterio para la división Ingeniero Geológico también el relieve, ya que las pendientes oscilan entre 1° y mayores de 80°, así como también se han tomado muy en cuenta las condiciones geomorfológicas presentes en el área.

Como otros criterios de regionalización citaremos los fenómenos geológicos, los cuales son de forma general el --- agrietamiento o meteorización, así como el proceso carstico y el empantanamiento .

El nivel freático de las aguas, el cual tiene variaciones sustanciales entre una y otra zona, por lo que se ha tomado como un factor para realizar la división Ingeniero Geológica.

Luego de tener en cuenta todas estas condiciones naturales y propiedades físico-mecánica del área, la misma se ha dividido en tres Zonas Ingeniero Geológicas y diez Sub-zonas, las que se corresponden con el desarrollo constructivo y - Plan Difector de la Ciudad.

A continuación se detallan cada una de las Zonas Ingeniero Geológicas en que se dividió el Valle, las cuales se subdividen a su vez en sub-zonas, exponiendo sus principales condiciones Ingeniero Geológicas en general.

(VER ANEXO No. 7).

Se repulí

6.1.- Zona Ingeniero Geológica I

Se encuentra ubicada hacia el Sur-Oeste, extendiéndose hacia el Noroeste, así como bordeando la Bahía de Guan-
tánamo. Está representada por los sedimentos del cua-
ternario, ocupando un área aproximadamente de unos 225
Kms².

Comprénde las Formaciones Terrígenas Jutía y Río, re-
presentadas por sedimentos costeros y de pantanos, así
como sedimentos arcillosos respectivamente.

Dicha Zona Ingeniero Geológica se subdividió en dos --
sub-zonas en base a su litología, condiciones geomorfo-
lógicas, hidrogeológicas, a los procesos y fenómenos -
geológicos, etc., así como teniendo en cuenta sus pro-
piedades físico-mecánica expresada en la tabla que se
anexa.

6.1.1.- Sub-zona Ingeniero Geológica I A

Esta Sub-zona está ubicada en la región ocupando diferentes áreas, en la Zona Centro y Sur-Oeste; Hacia el Noroeste y en la parte Central bordeando la Bahía, ocupa un área aproximadamente de 150 Km². !!

La litología de la misma comprende arcillas carmelitas algo arenosa, gravas y cantos rodados, formando parte de los sedimentos del cuaternario presentes en el Esquema Geológico de la Región. !!

El espesor promedio y aproximado de esta capa en la zona es alrededor de 5 Mts. Por debajo aparecen areniscas y margas.

Comprende los sedimentos aluviales de las terrazas de los ríos Guantánamo, Iguanabana, Ullao y Jaibo, así como la zona eluvial alterada y formaciones deluviales.

Se observan algunas discordancias de la Orogenésis Laramíca, en los sedimentos que rellenan la Cuenca formando pequeños pliegues anticlinales y sinclinales.

Presenta un relieve llano a ~~X~~ondulado que asciende desde la cota 0 a la 80, representado por terrazas altas y bajas del sistema fluvial.

La litología ha determinado que los interfluviales sean llanos o ligeramente ondulado, con pendientes suaves -- (menores de 20°), los canales de drenaje son poco numerosos.

Las aguas predominantes son aguas de poros e intersticios de nivel libre, con una mineralización que varía en el rango de los 0.8 y mayores de 5 Grs./Litros., formando parte del Acuífero Cuaternario presente en el Mapa Hidrogeológico (VER ANEXO No. 6).

En general es una zona poca acuífera debido a la poca permeabilidad que presentan las rocas que la componen. (Por qué?)

La llanura es más bien acumulativa que erosiva, debido al transporte y deposición por el cauce de los ríos de la base erosionada.

La erosión ha formado una intrincada red de cañadas y surcos -- profundos, así como han profundizado su cauce, existiendo cañadas con pendientes muy abruptas que han erosionado la corteza aluvial hasta la roca madre, lo que ha provocado la aparición de pequeños deslizamientos de carácter muy locales, ya que en sentido general los taludes son estables.

Las rocas se encuentran fracturadas y agrietadas hasta una profundidad de 8 metros, es decir que encontramos una pequeña corteza de meteorización o eluvio producto de la descomposición de las rocas..

En la tabla de propiedades físico-mecánicas (VER ANEXO No. 8). se muestra una granulometría (grava, arena, limo y arcilla), - que es promedio para todo el área, presentando un % elevado de arena, así como de grava, siendo la fracción predominante la arena .

??

Por el grado de saturación que presenta es una zona poco humedad. Presenta elevada plasticidad, poco compacta. En los perfiles Ingeniero Geológicos II - II' y III - III' se puede ver un corte de esta sub-zona, la cual yace sobre las margas y areniscas de la Formación San Luís .

Por sus condiciones físico-mecánicas en esta área no deben llevarse a cabo construcciones industriales, ni de viviendas, debiendo hacerse un estudio más detallado de ella en el caso de construcciones tales como Complejos Hidráulicos y Obras Viales.

Además se pueden utilizar como material de préstamo para construcciones de obras hidrotécnicas, viales, terraplenes, etc.

6.1.2.- Sub-zona Ingeniero Geológica I B

Comprende toda la zona aledaña a la Bahía, ocupando un área aproximadamente de 75 Km².

Geológicamente está ubicada dentro de la Formación Justa de edad Cuaternario, limitando al sur con las aguas de la Bahía, al Norte, Este y Oeste con la Sub-zona I A.

Las rocas presentes son sedimento de pantano, representado por arcilla arenosa plástica de color gris verdoso y arenas finas arcillosas, con poca materia orgánica.

El espesor promedio de esta Sub-zona es de 1 a 2 metros aproximadamente, por debajo aparecen margas del Eoceno - Superior.

Los procesos tectónicos no se evidencian en la sub-zona.

Es una zona baja ocupada por pantanos, distinguiéndose dos tipos de ellos : Pantanos costeros, los cuales ocupan la parte cercana a la costa y tienen un contacto directo con las aguas de mar; los segundos son pantanos de río, los cuales ocupan la parte cercana a la desembocadura de los ríos: Guaso y Guantánamo.

Las costas son abrasivas y erosivas presentando llanuras marinas.

Es una zona empantanada con agua que no presentan ningún interés económico, ya que estas aguas subterráneas son saladas, con una mineralización mayor de 5 Grs./Litros., - producto de la influencia de la intrusión salina.

El nivel freático oscila en una profundidad entre tres y cinco metros.

Se hace evidente el curso sumergido y costero, así como el fenómeno de empantanamiento.

La granulometría promedio dada en la tabla de propiedades físico-mecánicas tiene un elevado porciento de arena y arcilla, predominando la fracción arenosa.

El material presenta un elevado grado de saturación.

En el Perfil Ingeniero Geológico III - III' se representa un corte de este material pantanoso, el que yace sobre margas y areniscas de la Formación San Luis.

Según los valores de las propiedades físico-mecánicas mostradas para este material en la tabla que se anexa, proponemos que en esta Zona no se efectúe ningún tipo de construcción de índole social, haciéndose necesario destacar que en esta Sub-zona actualmente se encuentran dos salinas, así como el poblado de Caj manera.

Esta Sub-zona tiene un gran interés desde el punto de vista Hidrogeológico debido a la intrusión salina presente en el área, la cual como puede observarse en el Mapa Hidrogeológico (VER -- ANEXO No. 6), llega a afectar parte de la Sub-zona I A y II A.

6.2.- Zona Ingeniero Geológica II.

Representada por una secuencia de margas y areniscas estratificadas, así como sedimentos arcillosos, ocupando un área aproximada de 1 625 Km². Ubicada en la parte Central, Sur-Oeste y Noroeste del área.

Comprende la Formación San Luís, evidentemente terrígena.

Esta Zona se subdivide en tres Sub-zonas Ingeniero Geológicas, tomando como criterio fundamental la litología, - y los procesos y fenómenos geológicos tales como la meteorización, la cual se evidencia con mayor intensidad en - la Sub-zona II B, cambiando las propiedades físico-mecánicas de las rocas presentes en dichas Sub-zonas con respecto a las rocas presentes en la Sub-zonas II A y II C.

Otro factor importante tenido en cuenta al hacer la división Ingeniero Geológica fue el relieve.

6.2.1.- Sub-zona Ingeniero Geológica II A.

Comprende toda la parte Central del área, extendiéndose hacia el Este y Oeste.

Geológicamente está ubicada dentro de la Formación San Luís de edad Eoceno Superior. Ocupando un área aproximadamente de 1 100 Km².

Esta Sub-zona está compuesta por una secuencia de margas y areniscas estratificadas, así como arcilla limo arenosa con un espesor variable.

Es una Sub-zona con alteraciones tectónicas como son: - microplegamientos, fallas, hacia la parte Este forma parte de las estructuras hundidas o cuencas del piso estructural orogénico, específicamente del Oligoceno.

El relieve es bastante llano con pequeñas elevaciones hacia el Sur-Oeste, con cotas máximas de 100 Ms. y pendientes entre 20 y 40°.; hacia la parte Central se encuentran muy localmente restos de erosión de superficies antiguas.

Se desarrollan aguas de fisura en las margas y areniscas, rocas estas de permeabilidad muy débil, de aquí - su poca importancia hidrogeológica.

El nivel freático se encuentra a una profundidad bastante grande de 10 metros.

La erosión es un fenómeno muy activo en la Sub-zona, - llegando a descubrirse en muchos lugares a la roca madre, a causa de ésto el suelo presenta poca potencia.

También influye el agrietamiento, tanto el debido al intemperismo como el debido a los movimientos tectónicos a los que ha estado expuesta la Región.

El proceso de meteorización ha actuado hasta una profundidad de 2.5 a 3 metros.

El elavio que se desarrolla sobre las rocas tiene un espesor - aproximadamente de dos metros y se clasifica como arcilla limo arenosa poco compacta de densidad alta.

En los perfiles Ingeniero Geológicos II y III, se observan corte de esta Sub-zona, constituido por un potente espesor de margas y areniscas.

En el perfil Ingeniero Geológico III se observa en la cala 65 (Santa María I) una secuencia de margas, areniscas y argillitas , las cuales yacen sobre calizas cortadas a gran profundidad.

Consideramos el área óptima para el desarrollo constructivo según los datos exhibidos en la tabla de propiedades físico-mecánicas, lo que corresponde con los planes prospectivos de desarrollo de la Ciudad de Guantánamo, donde se prevén las construcciones de obras sociales, tales como: hoteles, hospitales, viviendas, etc., así como obras industriales.

En general en todo el área que comprende esta Sub-zona se pueden desarrollar construcciones de cualquier tipo, ya que sus condiciones físico-mecánicas y naturales son óptimas.

Sobre esta Sub-zona se construye actualmente la Autopista Nacional que une la Ciudad de Guantánamo con el resto del País.

6.2.2.- Sub-zona Ingeniero Geológica II B.

Se encuentra ubicada hacia la parte NW y Noreste de la Región. Ocupando un área aproximadamente de 225 ² kms.

Geológicamente está ubicada dentro de la Formación San Luis de edad Eoceno Superior.

La litología de la misma se encuentra representada por margas muy alteradas hasta una profundidad de 5 a 10 - metros, por debajo de los cuales yacen las mismas margas pero en estado fresco, estratificada con areniscas y arcillas arenolimosas.

En esta Sub-zona se observan fallas muy locales y alteraciones tectónicas pertenecientes al piso estructural orogénico, específicamente al oligocénico, el cual se corresponde con estructuras poco distorsionadas.

Presenta un relieve premontañoso con elevaciones máximas de 200 metros y pendientes mayores de 80°, hacia el Norte y muy localmente pendientes que oscilan entre 40 y 80° en las estribaciones de Sierra Camasta, así como también pendientes de 20 a 40°.

En la Zona se desarrollan las aguas subterráneas de fisisura, en general es una Sub-zona poco acuífera dado -- por la poca permeabilidad de las margas y areniscas.

El nivel freático se encuentra algo profundo a unos 15 a 18 metros, variando en dependencia del relieve.

La erosión representada en los arroyos y cañadas en los cuales se transforma el relieve al ir socabando sus fondos y orillas.

También en las cotas altas, aumenta la influencia de la carbonatización dando a los sedimentos un color carmelita muy claro (amarillento) característico.

Las rocas se encuentran muy fracturadas y agrietadas -- con poca resistencia al cortante y poca cohesión, producto del intenso proceso de meteorización a que se encuentran sometidas. Llegando a alcanzar una potencia de

hasta 10 metros.

La diferencia entre esta Sub-zona y la anterior radica principalmente en la humedad natural, la densidad seca, húmeda, porosidad, la cual la hace menos compacta, la cohesión disminuye, es decir disminuye la fracción arcillosa, disminuyendo la resistencia a la compresión.

El eluvio que se desarrolla sobre las rocas se puede clasificar como arcilla arenosa con alta plasticidad.

En los perfiles Ingeniero Geológico I y IV se hace un corte de este material, representado por margas muy alteradas en los primeros metros y debajo las margas frescas con intercalaciones de areniscas.

Proponemos en base a las condiciones físico-mecánicas expuesta en la tabla, que esta Sub-zona posee buenas condiciones para el desarrollo constructivo, sobre todo en lo que respecta a viviendas.

Las margas y areniscas alteradas y semifrescas pueden ser utilizadas en las construcciones de obras hidrotécnicas como material de construcción.

6.2.3.- Sub-zona Ingeniero Geológica II C

Se encuentra ubicada hacia el Sur-Oeste y Centro -Oeste de la Región. Ocupando un área aproximadamente de 300 - Kms.²

Litológicamente se encuentra formada por gruesas capas de conglomerados denominados "Conglomerado Camarones" - debajo yacen las margas y areniscas de la Formación --- San Luis.

Presenta un relieve montañoso con elevaciones entre 200 y 300 metros, con pendientes muy abruptas (mayores de - 80°).

Esta Sub-zona se encuentra cortada por algunas microfallas.

En base a las condiciones naturales y físico-mecánica de esta Sub-zona, concluimos que ella no presenta condiciones adecuadas para el desarrollo constructivo.

6.3.- Zona Ingeniero Geológica III.

Se encuentra ubicada por el Oeste de Norte a Sur, así como el Noroeste y Sur-Oeste. Agrupando las rocas del Paleógeno presentes en el área, ocupando aproximadamente 1 100 Km².

Comprende las Formaciones Carbonatadas: Yateras, Maquey y Charco Redondo.

Esta Zona se dividió en 5 Sub-zonas Ingeniero Geológicas. Para realizar esta subdivisión primeramente se analizó la litología, quedando divididas según las Formaciones presentes, luego se tuvo en cuenta el relieve, la geomorfología, los procesos tectónicos, fallamientos, procesos y fenómenos geológicos, así como las propiedades físico-mecánicas de estas rocas, quedando dividida de esta forma en 5 Sub-zonas.

6.3.1.- Sub-zona Ingeniero Geológica III A

Ubicada al Noreste de la Región, ocupando un área ---
aproximadamente de unos 50 Kms².

Geológicamente pertenece a la Formación Yateras de edad P.G., presente en el Esquema Geológico de la Región, --
compuesta por calizas organógenas y organodetríticas --
con intercalaciones de margas y dolomitas, brechas can-
cáreas con cantos de calizas coralinas recrystalizadas
unidas por un cemento margoso que en ocasiones se vuel-
ve arenoso.

Esta Sub-zona en general está formada por altas monta-
ñas, llegando a tener cota máxima de 720 metros y pen-
dientes que oscilan entre 40 y 80°, por lo que desde -
el punto de vista Ingeniero Geológico para el desarro-
llo constructivo no posee ningún interés práctico.

6.3.2.- Sub-zona Ingeniero Geológica III B

Ubicada hacia el Noreste, también se extiende en forma de una faja estrecha por el Este de Norte a Sur. Ocupa un área aproximadamente de unos 300 Km².

Geológicamente está ubicada dentro de la Formación Maquey de edad Oligoceno Inferior.

Litológicamente se encuentra formada por margas con capas de calizas recristalizadas, areniscas y conglomerados.

Tectónicamente es una Sub-zona que se encuentra cortada por grandes fallas.

Presenta un relieve premontañoso con cota máxima de - 80 metros y pendientes suaves, menores de 20°, aislada mente se observan pendientes que oscilan entre 20 y 40°.

Las calizas en ocasiones se presentan muy fracturadas, principalmente en la zona de mayor intemperismo. Las calizas areno margosas en la zona alteradas presentan fracturas finas en ocasiones rellenas al parecer con calcitas.

Las calizas presentan en ocasiones manifestaciones de carso, en la zona alterada se presentan de color crema con mucho óxido de hierro en sus fracturas.

En los perfiles Ingeniero Geológicos I y III se representa un corte de esta Sub-zona.

Estas Sub-zonas presentan características naturales y propiedades físico-mecánicas buenas como para contribuir al desarrollo constructivo del Valle,

6.3.3.- Sub-zona Ingeniero Geológica III C.

Está ubicada hacia el Este en forma de una faja que va de Norte a Sur ocupando un área aproximadamente de 300 Kms².

Geológicamente pertenece a la Formación Maquey, representada litológicamente por una secuencia de areniscas, margas, calizas y conglomerados.

Tectónicamente es una zona muy fallada, con microfallas y grandes fallas.

Presenta un relieve montañoso con pendientes muy abruptas (mayores de 80°) y cota máxima de 400 metros.

Existen aguas de fisuras, las cuales debido a la permeabilidad débil o muy débil de las rocas que componen estas Sub-zona las hace tener muy poca importancia -- prácticas.

Las calizas se encuentran muy fracturadas. Existiendo un intenso proceso de meteorización, lo cual provoca -- que las rocas pierdan su cohesión y provoque la ocurrencia de pequeños bloques deslizados.

En el perfil Ingeniero Geológico III se representa un corte de esta Sub-zona formado por calizas y margas.

Debido al carácter montañoso, con pendientes tan abruptas de esta Sub-zona, ella no presenta interés práctico para el desarrollo constructivo, exceptuando la construcción de viales, en casos muy necesario.

6.3.4.- Sub-zona Ingeniero Geológica III D.

Ubicada al Noreste y Sur-Este, así como formando pequeños bloques hacia el Norte limitando con la Coordenada 180, al Noreste formando parte del complejo de calizas de Sierra Canasta. Ocupa un área aproximadamente de -- unos 400 Kms².

Geológicamente pertenece a la Formación Charco Redondo de edad Eoceno Inferior y Medio.

Litológicamente se encuentra formado por calizas estructurales, densas, masivas o con estratificaciones muy -- gruesas (10 - 20 Cms.), así como calizas compactas con estratificaciones muy desarrolladas y ligeramente afectadas por el carso .

Tectónicamente es un gran bloque que se ha levantado, -- cortado por numerosas fallas que yacen con ángulos entre 8 y 10°, el agrietamiento es particularmente intenso y muy bien expresado.

El espesor promedio y aproximado de la capa de esta -- Sub-zona es alrededor de 100 metros, por debajo aparecen rocas piroclásticas, aglomerados volcánicos, tobas, intrusión ígnea de porfido diorítico y finalmente arenisca gris interestratificada s con tobas (VER PERFIL INGENIERO GEOLOGICO I Y III).

Presenta un relieve montañoso con pendientes muy abruptas (mayores de 80°) y en otras ocasiones oscilan entre 40 y 80°, con cota máxima de 370 metros.

El área que ocupa la Sub-zona hacia la parte Norte presenta igualmente pendientes muy abruptas, mayores de -- 80° con cota máxima de 400 metros ; la Sub-zona en la -- parte Sur presenta las mismas características pero con cota máxima de 600 metros.

Los datos que poseemos de esta Sub-zona todos se refirirán a estudios realizados en Sierra Canasta, pues en las otras áreas no tenemos datos del comportamiento de estas calizas, siendo tomado por analogías a la de Sierra Canasta.

Existen áreas subterráneas en la parte anticlinal, estas coinciden con la parte carsificada de las calizas bajo la base de erosión, se drenan por el contacto de las calizas con las series de arenisca margosas encontrándose manantiales en cota 80 y 90 de caudal variable.

En la zona anticlinal sobre el nivel de base de erosión el proceso carstico se ha desarrollado con mayor intensidad que en la zona de contacto con la serie arenosa margosa, en la cual este proceso se evidencia a través de lapieés o diente de perro.

En las zonas profundas bajo el nivel de base de erosión el proceso se reduce al mínimo.

La meteorización es intensa, fundamentalmente la química, ella provoca la alteración de las calizas que en ocasiones presentan un aspecto típicamente margoso.

En los perfiles Ingeniero Geológico I y III se ve claramente un corte total de esta zona representado por la Cala 22 (Armita I).

Esta Sub-zona como tal no presenta debido a su litología y geomorfología ningún interés práctico para el desarrollo constructivo, como no sea necesario ejemplo en el caso de la Autopista Nacional que corta en muchos lugares rocas de esta Subzona.

Su interés constructivo radica en la alta calidad que presentan las calizas como áridos para la construcción.

Además desde el punto de vista hidrogeológico esta Sub-zona presenta muy buenas perspectivas como zona de explotación hidrogeológica.

6.3.5.- Sub-zona Ingeniero Geológica III E.

Ubicada en la parte Noroeste de la Región. Ocupando un área aproximadamente de unos 50 Kms².

Geológicamente forma parte de las calizas de la Formación Charco Redondo.

Litológicamente se encuentra formada por calizas margosas con capas intermedias de arcillas calcáreas de la Formación San Luís.

Se encuentra cortada por pequeñas fallas, limitada de la Sub-zona III C por una gran falla.

Representa un pliegue débil de la parte sinclinal de la Región, causado por la fase cubana del ciclo de plegamientos Laramídicos.

Las cotas del terreno oscilan entre 75 y 200 metros, con pendientes predominantes de 40 a 80°, raras veces mayores.

La Sub-zona presenta poco contenido de agua, existiendo agua subterránea pero sin interés práctico.

No se observa en la Sub-zona el efecto de ningún proceso o fenómeno geológico.

Desde el punto de vista del desarrollo constructivo no presenta interés práctico.

C O N C L U S I O N E S

- 1.- La Región , desde el punto de vista Geológica está representada por las Formaciones: Cobre, Charco Redondo, Maquey, Yateras, San Luis, Boquerón, Jamaica, Jaimonitas, Jutia y --- Río.
- 2.- Los procesos y fenómenos Geológicos en que se han desarrollado con mayor intensidad es la Meteorización y el carso en --- las calizas.
- 3.- En la Región estudiada se señalan desde el punto de vista Hidrogeológico los siguientes Complejos Acuíferos:
 - a)- Complejo Acuífero Charco Redondo
 - b)- " " San Luis
 - c)- " " Maquey
 - d)- " " Cuaternario.
- 4.- El área se dividió en tres (3) zonas Ingeniero Geológicas y 10 sub-zonas de acuerdo a los criterios de regionalización Ingeniero Geológica.
- 5.- De la división Ingeniero Geológica del área en zonas concluimos que la Zona II es la más perspectiva para el desarrollo constructivo, dada sus óptimas propiedades físico-mecánicas y condiciones naturales.
- 6.- Dentro de la Zona II, la Sub-zona II A es la que presenta - condiciones más favorables para el desarrollo constructivo en general, ya sean obras sociales, industriales, viales, - etc.

- 7.- Las calizas de la Sub-zona III - D presentan propiedades físico-mecánicas aptas para ser utilizadas como material de construcción.
- 8.- Las Sub-zonas III A, III C y III D presentan características desfavorable para el desarrollo constructivo.
- 9.- La Sub-zona I B presenta gran interés hidrogeológico desde el punto de vista intrusión salina.
- 10- La Región se considera una zona sísmicamente activa, presentando una actividad sísmica de grado 6 a 8 según la escala M.K.S., sin embargo no se ha hecho un estudio detallado de este proceso en la zona.

R E C O M E N D A C I O N E S

- 1.- Debe hacerse un estudio detallado del agrietamiento en toda el área de la Sub-zona III d, ya que se poseen pocos datos sobre este proceso.
- 2.- Debieron realizarse estudios hidrogeológicos, ya que en la región son muy escasos los datos hidrogeológicos.
- 3.- En la región debe hacerse un estudio de los procesos y fenómenos geológicos desarrollados en el área, ya que los datos que existen son muy pobres.
- 4.- Debe realizarse un estudio a fondo sobre la sismicidad y - tenerse muy en cuenta este factor a la hora de cualquier - tipo de construcción.
- 5.- Recomendamos como zona con condiciones óptimas para el desarrollo constructivo en general, ya sean obras sociales, viales, industriales, etc. a la Sub-zona Ingeniero Geológico II A, por sus buenas condiciones naturales y características físico-mecánicas.
- 6.- En caso de futuras construcciones en las Sub-zonas: I A, - II B, III C, se debe hacer un estudio Ingeniero Geológico, ya que este trabajo solo tiene un carácter de Esquema.
- 7.- Realizar en caso de futuras construcciones los ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo.

B I B L I O G R A F I A

A.C. Cuba

y

A.C.de la U.R.S.S. (1970) Atlas Nacional. Editora Cartográfica No.2 de la Dirección General de Geodesia y Cartografía adjunto al Consejo de Ministro de la U.R.S.S.

Bermudez P.J.

(1961) "Las Formaciones Geológicas de Cuba" Geología Cubana No. 1 Ministerio de Industrias I.C.R.M.

Corra TTGE.R.

(1977) " Geología e Hidrogeología de la -- parte Sur de la Sierra Canasta".

Carralero N.

(1976) " Levantamiento Geológico de la Región Palenque".

Cobiellas J.et al

(1977) Geología de la parte Central y Sur - Oriental de la Provincia "Guantánamo".

Chovik ~~kek~~ kiril

(1976) Informe Geológico del Complejo Hidráulico "Jaibo".

Degurnay B.

(1979) "Esquema I-G de Camagüey"

Dominguez E.

(1977) Estratigrafía de la Zona de Bayate.

Dartón N.H.

(1926) "Geology of the Guantánamo Basin Cuba".

Editorial Oriental (1977) Provincia Guantánamo.

Fernández J.E.

(1979) Características estructurales de Cuba Oriental en base a datos gravimétricos.

García L.M.

(1977) Geología del área de Bayate.

- García L.M. (1977) Geología del área de Bayate Norte.
- Gallardo F. (1975) Estratigrafía de las Formaciones sedimentarias del Valle de Imias.
- Ivonet H. (1975) "Geología del Valle de Imias.
- Kaschiev K. (1968) Informe Geológico del Complejo Hidráulico "La Yaya".
- Kaschiev K (1968) Informe Geológico del Complejo Hidráulico "Clotilde".
- Kaschiev K (1967) Informe Geológico del Complejo Hidráulico Dique Protección Guantánamo.
- Martínez M. (1976) Estratigrafía de Puriales de Caujerí.
- Navarro L. (1976) Geología de la Zona Felicidad de Yateras.
- Ortiz M. (1976) Estudio Petrográfico y Minerológico de - las rocas detríticas de la Región Palenque.
- Rivera H. () Informe Geológico del Complejo Hidráulico Derivadora Bavo.
- Rodríguez H. (1978) Geología de la Zona Caridad de los Indios Arenal - San Andrés.
- Ríos Y. (1980) Estudio petrográfico de las rocas metamórficas presentes en Yacabo Arriba, Municipio Imias.
- Ríos W. (1979) Estudio petrográfico, geológico y estructural de las anfibolitas presentes en San Antonio - del Sur. Area Macambo.
- Stoev. S (1967) Informe Geológico .Esquema Guantánamo.

Thopson O. (1976) Levantamiento Geológico del Valle de Cajobabo y sus alrededores.

Torralbas R. () Informe Geológico del Complejo Hidráulico "Yateras".

Vega C (1978) Estudio Petrográfico, Mineralógico, Mineralográfico de las anfibolitas Macambo.

Vega N. (1980) Geología del Valle San Antonio del Sur.

Vidal P. (1976) Estratigrafía del Valle de Cajobabo y - sus alrededores.

Yakushova A. Geología General. Editorial M.I.R. Moscú.

I N D I C E

1.-	Introducción	1
2.-	Resumen	2.1
3.-	Capítulo I. Características Físico Geográficas y Económicas del área .	
1.1.1	Ubicación Geográfica	3
1.1.2	Relieve	
1.1.3	Hidrografía	5
1.1.4	Clima	
1.1.5	Vegetación	6
1.2	Características Económicas	
1.2.1	Desarrollo Económico	6
1.2.2	Desarrollo Social	8
1.2.3	Desarrollo Constructivo	9
4.-	Capítulo II Historia de las Investigaciones Geológicas e Ingeniero Geológicas realizadas.	
2.1	Historia de las Investigaciones Geológicas.....	11
2.2	Historia de las Investigaciones Ingeniero Geológicas	12
5.-	Capítulo III . Volumen y Metodología de los trabajos	
3.1	Recopilación de la Información	14
3.2	Análisis de las informaciones	
3.3	Generalización de la Información	15
6.-	Capítulo IV. Procesos y Fenómenos Físico Geológicos Presentes en el área.	
4.1	Meteorización	17
4.2	Caño	18
4.3	Erosión	
4.4	Agrietamiento	19

4.5	Empantanamiento	20
4.6	Deslizamientos y Derrumbes.....	21
4.7	Sismo	
7.-	Capítulo V. Características Geológicas del área.	
5.1	Características Estratigráficas	
5.1.1	Sistema Paleógeno	
5.1.1.1	Formación Cobre	23
5.1.1.2	Formación Charco Redondo	24
5.1.1.3	Formación San Luís	25
5.1.1.4	Formación Boquerón	26
5.1.1.5	Formación Jamaica	27
5.1.2.	Sistema Neógeno	
5.1.2.1	Formación Yateras	27
5.1.2.2	Formación Maquey	28
5.1.3	Sistema Cuaternario	
5.1.3.1	Formación Jutía	28
5.1.3.2	Formación Río	29
5.1.3.3	Formación Jaimanitas	
5.2	Características Tectónicas	30
5.3	Características Geomorfológicas	32
5.4	Características Hidrogeológicas	
5.4.1	Complejo Acuífero Charco Redondo	38
5.4.2	Complejo Acuífero San Luís	40
5.4.3	Complejo Acuífero Maquey	42
5.4.4.	Complejo Acuífero Cuaternario	
8.-	Capítulo VI. Condiciones Ingeniero Geológica del Valle	
	Introducción	44
6.1	Zona Ingeniero Geológica I	46
6.1.1	Sub-zona Ingeniero Geológica I A	47

6.1.2	Sub-zona Ingeniero Geológica I B	49
6.2	Zona Ingeniero Geológica II	51
6.2.1	Sub-zona Ingeniero Geológica II A	52
6.2.2	Sub-zona Ingeniero Geológica II B	58
6.2.3	Sub-zona Ingeniero Geológica II C	56
6.3	Zona Ingeniero Geológica III	57
6.3.1	Sub-zona Ingeniero Geológica III A	58
6.3.2	Sub-zona Ingeniero Geológica III B	59
6.3.3	Sub-zona Ingeniero Geológica III C	60
6.3.4	Sub-zona Ingeniero Geológica III D	61
6.3.5	Sub-zona Ingeniero Geológica III E	63
9.-	Conclusiones	64
10-	Recomendaciones	66
11-	Bibliografía	67