

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LA CUENCA
DEL RIO SAUCE Y AREA ANEXA
EN EL ESTOR, IZABAL

TESIS

presentada a la Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía

por

CARLOS ALBERTO MOLINA URIZAR

al conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL USAC.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

Guatemala, marzo de 1979

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano en funciones:

Vocal Primero:

Vocal Segundo:

Vocal Tercero:

Vocal Cuarto:

Vocal Quinto:

Secretario:

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.

Dr. Antonio Sandoval

Ing. Agr. Sergio Mollinedo

Br. Juan Miguel Irías

P.A. Giovani Reyes

Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano en funciones:

Examinador:

Examinador:

Examinador:

Secretario:

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.

Ing. Agr. José Manuel Díaz

Ing. Agr. Sergio Mollinedo

Ing. Agr. Aguillermo de León

Ing. Agr. Leonel Coronado C.

1(388)
01
R

Guatemala, 5 de marzo de 1979

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA,
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

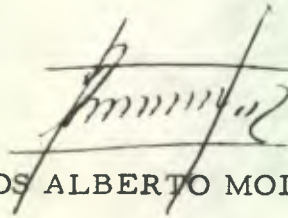
De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LA CUENCA DEL
RIO SAUCE Y AREA ANEXA, EN EL ESTOR, IZABAL".

Habiendo cumplido con el último requisito para optar al título profesional de "INGENIERO AGRONOMO" en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Suscribiéndome de ustedes,

Respetuosamente,



CARLOS ALBERTO MOLINA URIZAR



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

6 de marzo de 1979

Ing. Agr.
Rodolfo Estrada González
Decano en Funciones
Facultad de Agronomía
Presente

Estimado Señor Decano:

Atentamente me permito informarle que de acuerdo a la designación que me hiciera el Decanato, he asesorado al estudiante Carlos Alberto Molina Urizar en su trabajo de tesis titulado "ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO SAUCE Y AREA ANEXA, EN EL ESTOR, IZABAL".

Considero que el trabajo mencionado llena ampliamente los requisitos de una tesis de grado y constituye un significativo esfuerzo para promover un mejor conocimiento de las cuencas de Guatemala.

Sin otro particular, me suscribo, su atento servidor,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. César Castañeda
Asesor

CC/asmm.

DEDICO ESTE ACTO:

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

DEDICO ESTA TESIS:

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AGRADECIMIENTO

Al:

**Ingeniero Agrónomo César Castañeda
Asesor del presente trabajo**

y

**A todas las personas que de una u otra
forma colaboraron en el desarrollo del
presente estudio.**

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Análisis de recursos naturales	3
2.2 Consecuencias de la deforestación	4
III. MATERIALES Y METODOS	6
3.1 Localización	6
3.2 Comentario sobre el Municipio de El Estor	9
3.3 Clima	9
3.4 Vegetación	10
3.5 Suelos	10
3.6 Metodología	10
3.6.1 Descripción de las principales características de la cuenca	10
3.6.2 Estudio de parámetros morfométricos	11
3.6.3 Determinación del uso actual	13
3.6.4 Determinación del uso potencial	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	17
4.1 Características generales de la cuenca	17
4.1.1 Ecológicas	17
4.1.1.1 Zona sub-tropical muy húmeda	17
4.1.1.2 Zona sub-tropical húmeda	17
4.1.2 Geológicas	20
4.1.3 Fisiográficas e hipsométricas	22
4.1.4 Suelos	24
4.2 Características morfométricas	28
4.3 Uso actual y potencial	30
4.4 Comparación del uso de la tierra en 1964 y el uso actual, en el área anexa de estudio	38
V. RESUMEN Y CONCLUSIONES	42
VI. BIBLIOGRAFIA	44
VII. ANEXOS	46
7.1 Clave de interpretación de clases de capacidad agrícola de los suelos	47
7.2 Características generales de la Exmibal	57
7.2.1 Breve historia	58
7.2.2 Extracción	59
7.2.3 Proceso	59
7.2.4 Energía eléctrica	60
7.2.5 Protección ambiental	60
7.2.6 Beneficios	61
7.2.7 Desarrollo de la comunidad	61

LISTA DE MAPAS

	Pág.
1. Mapa de localización en la República.	7
2. Mapa de la cuenca y localización del área anexa de estudio.	8
3. Mapa de zonas de vida vegetal.	19
4. Mapa geológico.	21
5. Mapa hipsométrico.	23
6. Mapa de suelos.	26
7. Mapa de drenaje externo.	29
8. Mapa del uso actual de la cuenca y el área anexa de estudio.	32
9. Clasificación agrológica.	36
10. Mapa de comparación del uso de la tierra en 1964 y el uso actual del área anexa de estudio.	39

LISTA DE CUADROS

	Pág.
1. Suelos de la cuenca y área anexa, según Simmons.	27
2. Uso actual de la tierra, cuenca del Río Sauce.	33
3. Uso potencial de la tierra, cuenca del Río Sauce y área anexa de estudio.	37
4. Uso de la tierra en 1964, en la zona anexa de estudio.	40
5. Uso actual de la tierra en zona anexa de estudio.	41

I.

INTRODUCCION

El desarrollo de los países latinoamericanos está íntimamente ligado a los proyectos que en la región se realizan para el aprovechamiento racional de los recursos naturales. Estos recursos, que son abundantes están desigualmente distribuidos por lo que cualitativamente ofrecen muy diferentes posibilidades. Por consiguiente, no sólo se requiere para evaluarlos su adecuada cuantificación, sino también la acertada interpretación de su potencial y calidad en forma tal que se pueda realizar una planificación inmediata y práctica de los resultados obtenidos.

La ampliación de la frontera agrícola de los países latinoamericanos y el crecimiento de la población y la producción de las tierras actualmente dedicadas a labores agrícolas exige obtener datos cada vez más completos acerca de los recursos naturales y determinar cuáles son los métodos más apropiados para desarrollar y explorar cada uno de esos recursos.

De todos los dones de la naturaleza ninguno es tan indispensable como el suelo, siendo de por sí uno de los cuatro elementos primarios indispensables para la vida, junto con la luz solar, el aire y el agua, la tierra nutre la vida vegetal y sustenta los seres vivos.

Por tales razones el conocimiento del suelo, su ubicación, sus características y su potencial es uno de los prerequisites de una planificación eficiente y de un desarrollo económico exitoso.

El uso agrícola inapropiado de las tierras ganaderas y forestales es común en las naciones menos avanzadas. Existe todavía una amplia variación en la efectividad del uso y la productividad dentro de la categoría correcta, o sea de la agricultura en las tierras agrícolas, del pastoreo en las tierras ganaderas y el uso del bosque en las tierras forestales (13).

El presente estudio se realizó en la cuenca del Río Sauce (Sub-cuenca del Río Dulce), con un área de 351.83 km², en el municipio de El Estor, departamento de Izabal, sus objetivos fueron los siguientes:

1. Descripción general de las principales características de la cuenca.
2. Determinación de algunos parámetros relacionados con la morfometría de la cuenca.
3. Determinación del uso actual (1978) y potencial de la cuenca.
4. Evaluación comparativa del uso en 1964, actual y potencial en el área anexa donde ocurre la explotación de níquel por parte de la Exmibal.

Durante el desarrollo del presente trabajo se decidió ampliar el área de estudio en 89.3 km² la cual se denominó área anexa en la parte sur fuera de la cuenca (ver Mapa

No. 2). El propósito fue evaluar de una manera preliminar los cambios que provoca en la vegetación o sea la deforestación en la zona de explotación minera y también su clasificación agrológica para su uso potencial posterior.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 ANALISIS DE RECURSOS NATURALES

En un estudio realizado en la cuenca del Río Villalobos, Aragón (1) nos revela que el interés en un plan de aprovechamiento potencial no es solamente desde el punto de vista técnico de una mejor explotación de los recursos, sino que es una necesidad de carácter urgente. Dicho autor afirma que ello se debe a la situación crítica que representa la escasez de productos agrícolas, y al crecimiento excesivo de la población, por la alta tasa de crecimiento. Debido a esto es que se necesita aumentar la producción y el rendimiento de la tierra, lo cual se logra únicamente con una planificación del aprovechamiento de los recursos con que se cuenta, obteniendo los mayores rendimientos por unidad de área.

La OEA (18), en un compendio práctico de experiencias de campo en la investigación de los recursos físicos para el desarrollo económico, afirma que los mapas de reconocimiento se hacen usualmente para identificar los suelos apropiados para cultivos, pastoreo o uso forestal, y son muy útiles para la planificación de desarrollo regional. También se les usa para la ubicación de granjas experimentales y de demostración, así como para delinear las áreas en las cuales se puede utilizar la experiencia adquirida en estas granjas. Otro uso es el de determinar las áreas con problemas de manejo definido, como el control de la erosión (clasificación agroológica) y la necesidad de encalado. Estos mapas sirven de guía para el uso racional de grandes extensiones de terreno. La adaptabilidad de ciertos cultivos a zonas determinadas dentro de estas grandes áreas, puede ser establecida por medio de estudios más detallados (18).

Sicco Smith (20) nos indica que en trabajos hidrográficos la vegetación debe delinearse sobre las fotografías (fotointerpretación), no por su valor comercial o por la presencia de especies, sino desde el punto de vista de la infiltración y protección contra el desagüe superficial todos estos en combinación con el suelo. En Estados Unidos, por ejemplo, el suelo está dividido o clasificado en cuatro grupos (A, B, C y D) según el desagüe potencial, el cual va desde bajo hasta alto. La vegetación se nota en tres clases, mala, regular y buena, para cualquiera de los siguientes usos: bosques, pastizales y terrenos destinados para la agricultura.

La división para bosques es, por ejemplo:

- | | |
|---------|---|
| MALA. | Sin vegetación baja, debido a quemas o pastoreo y con poco material vegetal muerto. |
| REGULAR | Sin quemas, material vegetal en el suelo, parcialmente pastoreado. |
| BUENA: | Protegido contra fuego y pastoreo, con cobertura vegetal abundante. |

Para la cuenca de la quebrada La Oliva, cuenca superior del Río Chinchiná, departamento de Caldas, Colombia, la vegetación fue clasificada en la siguiente forma:

1. Bosque natural;

2. Bosque montañoso (tipo rastrojo);
3. Pastizales;
4. Barbecho, rotación con agricultura (papa) y pastizales.

Holdridge (13), indica que la clasificación de suelos tan detallada, requerida para el uso intensivo agrícola de los mismos, no se necesita para el manejo de bosques, de pastizales y de cuencas hidrográficas. En estos casos, en los que se requieren solo planes de manejo extensivo, es suficiente con tomar las series de suelos y las asociaciones vegetales como unidades básicas.

Actualmente la fotografía aérea, es un valioso instrumento de trabajo, a tal punto que los levantamientos topográficos actuales se realizan a partir de su uso. El morfólogo utiliza sobre todo la visión estereoscópica. Una misma porción de terreno tomada desde un avión con dos clichés sucesivos, o sea desde dos puntos separados por una corta distancia revela, al superponer las dos vistas los más insignificantes detalles del relieve. No se obtiene solamente una representación que por la razón misma de la visión binocular exagera los relieves, ya que la distancia entre los dos puntos de vista es muy superior a la separación de los ojos. Es fácil considerar la importancia de la fotografía aérea como instrumento para el estudio de las formas, ya que permite observar puntos difícilmente accesibles, tales como pequeños relieves en las selvas ecuatoriales (3)

La evaluación ecosistemática de los paisajes en Guatemala nació de la necesidad de inventariar, analizar, interpretar, diagnosticar y legislar los recursos físico naturales y la infraestructura cultural-biológica de las regiones, a una escala (1:50,000) que permitiera una definición de los flujos energéticos y la capacidad de producción máxima de los recursos. Esto tiene la ventaja que permite detectar daños al paisaje y determinar la metodología y objetivos para la recuperación y manejo prioritario de las áreas más devastadas.

Los proyectos de evaluación de los recursos, de manera individual, han quedado atrás, ya que no se puede considerar aisladamente la magnitud del deterioro

La importancia de los estudios integrados a nivel ecológico se hace aún más evidente, puesto que la población de Guatemala para el año 2000, será de 10 a 10.5 millones de habitantes (11), para lo cual será necesario inventariarlos, basados en diseños ambientales, con el objeto de ordenar la arquitectura del paisaje y evitar la pérdida de calorías a través de la fuga de los recursos (11).

2.2 CONSECUENCIAS DE LA DEFORESTACION

Mitak (16) determinó que la reducción de la cubierta vegetal en Guatemala ha sido dramática a partir de 1950, si se tiene en cuenta que para ese año se calculaba que el territorio nacional estaba cubierto por 64.70% de bosques, en tanto que para 1975 se señala únicamente el 36%.

Mientras sigue la disminución de los bosques, prosigue en peor escala la destrucción de los suelos por la erosión. Hay que tomar en cuenta que las fases consecutivas de la erosión son desprendimiento, arrastre y deposición.

Si logramos evitar los desprendimientos, tendremos que el proceso erosivo se detendría, es por eso que la cubierta vegetal reviste gran importancia dentro de este fenómeno, por ser de carácter protector contra el desgaste del suelo.

Muchas cuencas se encuentran en situación crítica.

Muchas vertientes se secan cada vez más y el material que arrastran los ríos en la época de las lluvias sigue aumentando. La utilización que hace el hombre de las superficies boscosas es, por lo tanto, sobre gran parte del globo terráqueo, la principal influencia en relación con el caudal de sus ríos, es decir con sus características, las pérdidas de agua y la calidad de las mismas.

Las partículas finísimas de la arcilla y del humus coloidal no se sedimentan ni siquiera en las aguas tranquilas, sino que permanecen en suspensión y hacen las aguas de los ríos turbias y sucias (11).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

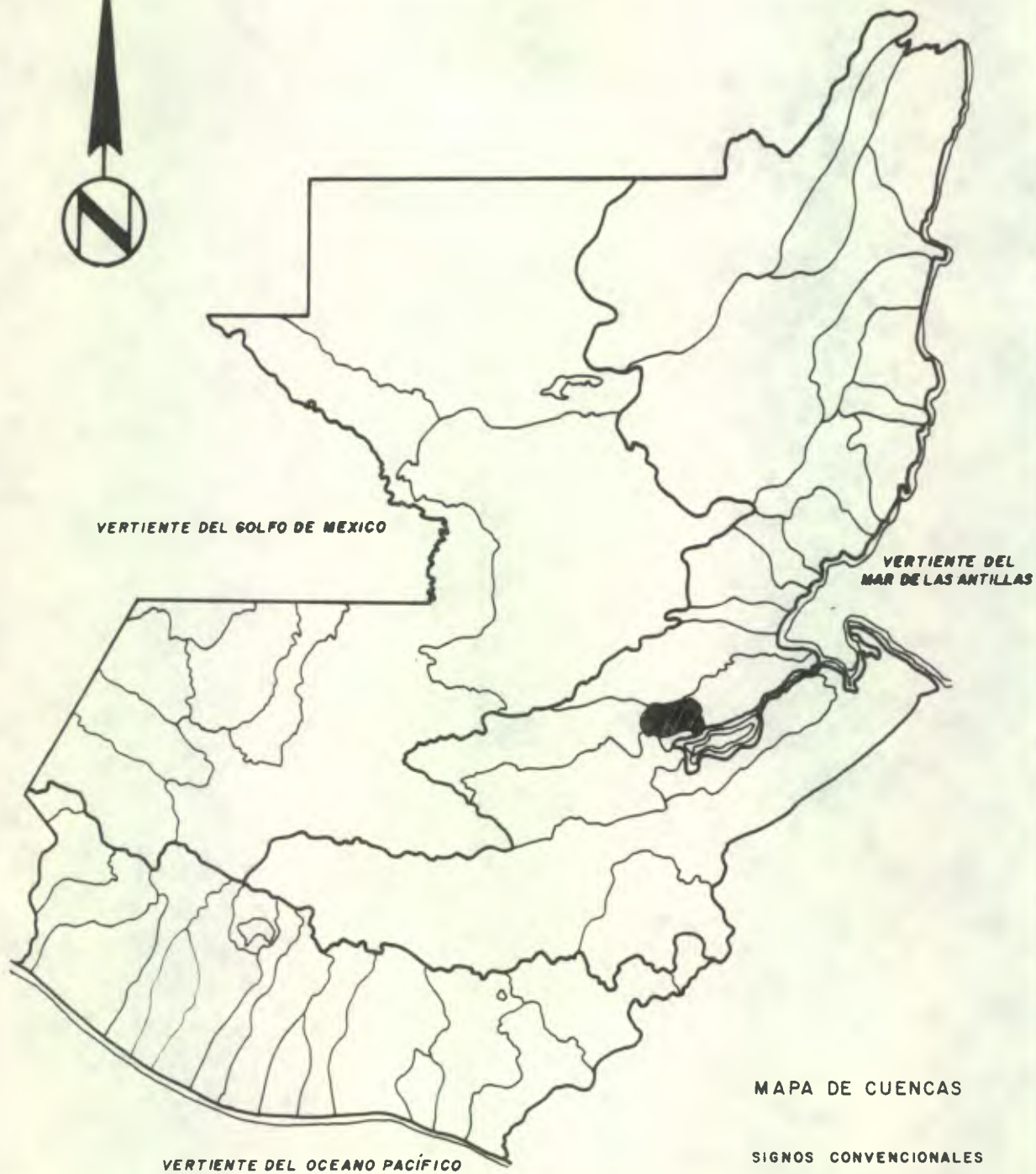
Este trabajo se llevó a cabo en la cuenca del Río Sauce (Sub-cuenca del Río Dulce), localizada en el municipio de El Estor, departamento de Izabal (7). (Ver Mapa No.1). Dicha cuenca, que pertenece a la vertiente del Mar de las Antillas, se encuentra en los paralelos 15°31' y 15°41', y los meridianos 89°15' y 89°33' (10).

El área de estudio original abarca una extensión de 35,183 Ha. o 351.83 km².

Dentro del desarrollo del trabajo, se decidió ampliarlo en un área de 89.30 km² en la parte sur fuera de la cuenca, para poder evaluar los cambios que sufre la vegetación, en la explotación minera. Esta nueva parte del estudio se delimitó de la siguiente forma: al sur con la coordenada UTM 1715 y la ribera del lago de Izabal, al norte con la divisoria de la cuenca, al este con la divisoria de aguas y al oeste con la coordenada UTM 228. Siendo el total del área de estudio 441.13 km² (Ver Mapa No.2).

MAPA DE LOCALIZACIÓN

CUENCA DEL RIO SAUCE



MAPA DE CUENCAS

SIGNOS CONVENCIONALES

— Oivisoria de Vertientes

— Divisoria Superficial de Cuencas

■ Cuenca del Rio Sauce

10 0 10 30 50 Kms.

MAPA DE LA CUENCA DEL RÍO SAUCE Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA ANEXA DE ESTUDIO



REFERENCIAS

- DIVISORIA DE AGUAS DE LA CUENCA _____
- LÍMITE DEL ÁREA ANEXA DE ESTUDIO _____
- LÍNEAS DE LA CUADRÍCULA UNIVERSAL DE MERCATOR _____ UTM.
- ÁREA TOTAL ESTUDIADA _____ 441.13 Km²

DIBUJÓ: CARLOS MOLINA U.

3.2 CARACTERISTICAS DEL MUNICIPIO DE EL ESTOR

Debido a que el presente estudio se realizó en El Estor, se presenta una síntesis de sus características. Posee una municipalidad de 4a. Categoría, con una extensión aproximada de 2,896 km². Colinda al norte con San Luis (Petén), Livingston (Izabal) y Chahal (Alta Verapaz); al este con Livingston y Los Amates (Izabal) y el municipio de Gualán (Zacapa), al sur con el municipio de Gualán, Zacapa y Teculután (Zacapa); al oeste con Panzós, Senahú, Cahabón y Chahal (Alta Verapaz).

Es un importante puerto lacustre en las márgenes del lago de Izabal; la cabecera municipal esta sobre la ruta nacional 7-E, que en el departamento de Alta Verapaz entronca con otras rutas nacionales.

De El Estor a Panzós, sobre la ruta nacional 7-E, hay 44 km. El municipio cuenta también con caminos de herradura y veredas que unen a los poblados entre sí y con los municipios vecinos. El banco de marca establecido por la Dirección General de Cartografía, al sur-este del edificio municipal de la cabecera, está a 1.65 mts. sobre el nivel del mar.

Muchos de los habitantes se dedican a la pesca, así como a la crianza de ganado. Entre los principales productos agrícolas del municipio, figuran el frijol, café, cacao, chile, maíz, caña de azúcar, madera y corozo.

El municipio cuenta con un pueblo que es la cabecera, El Estor, y con 20 caseríos (6).

3.3 CLIMA

El departamento se encuentra en una región de lluvia moderada bien distribuida. La precipitación pluvial promedio generalmente oscila entre 2,000 a 3,000 mm. anuales. Los meses más secos son febrero, marzo y abril, y aun en estos meses cae una precipitación aproximada de más de 50 mm. Las temperaturas son altas durante el día y relativamente frescas durante la noche. Los cambios estacionales son leves. Los fenómenos atmosféricos tales como el granizo y los vientos huracanados son raros. Sin embargo, los vientos fuertes como para ocasionar daños en ciertas plantaciones ocurren muy rara vez (21).

Según el sistema de Thornthwaite (9), el área de estudio tiene el siguiente clima:

- Jerarquía de temperatura Cálido
- Tipo de variación de la temperatura Sin estación fría bien definida
- Jerarquía de humedad Muy húmedo
- Vegetación natural característica Selva
- Tipo de distribución de la lluvia Sin estación seca bien definida

3.4 VEGETACION

De acuerdo a Simmons, el área estuvo originalmente muy densamente forestada, especialmente con árboles deciduos y palmeras. Casi en su totalidad, el área estuvo cubierta de selva sub-tropical densa de maderas preciosas como el cedro y la caoba, actualmente toda el área está cubierta por bosques, aunque gran parte de las maderas valiosas han sido cortadas (21).

3.5 SUELOS

Dentro del área de estudio se encuentran los siguientes grupos de suelos:

- a) Suelos de los cerros de caliza: se caracterizan por pendientes escarpadas y suelos poco profundos.
- b) Suelos de las tierras bajas del Petén-Caribe: la mitad del área del departamento de Izabal cabe en la división fisiográfica de las tierras bajas del Petén-Caribe. Casi todos los suelos son completamente lixiviados y son ácidos.
- c) Clases misceláneas de terreno: incluyen áreas en donde alguna característica geológica, o algún factor, limita su uso agrícola permanente (21).

3.6 METODOLOGIA

3.6.1 Descripción general de las principales características de la cuenca.

El análisis de las características de la cuenca se basó en la información de mapas temáticos de la República a escalas 1:1.000.000, 1:500.000 y 1:250.000. Las características descritas son geológicas, edáficas, fisiográficas, hipsométricas y drenaje externo.

Los mapas se redujeron a la escala de trabajo 1:50,000 que es la escala recomendada para el análisis de datos en los estudios de tipo preliminar. Para la reducción, se utilizó una máquina ampliadora reductora, primero se efectuó la reducción de escala o ajuste de la escala de trabajo, por medio de tornillos de ajuste y un micrométrico o de foco.

Luego se hizo el dibujo correspondiente a cada característica sobre papel mantequilla, tomando en cuenta las referencias en los mapas, las coordenadas UTM, coordenadas geográficas y accidentes geográficos tales como ríos, quebradas, caminos o simplemente cuadrícula.

Seguidamente se dibujaron los mapas en limpio sobre papel albanene y se le colocó a cada plano la escala gráfica (no numérica), para poder ser reducidos en forma de mapas temáticos a tamaño carta.

3.6.2 Estudio de parámetros morfométricos.

La morfometría de la sub-cuenca se analizó a través de los datos obtenidos por medio cartográfico.

A) Trazo de divisoria de aguas:

La divisoria de aguas de la cuenca se trazó en el mosaico elaborado en las hojas . . . 1:50,000 detalladas a continuación:

EL ESTOR No. 2362 IV

SEARRANX No. 2363 III

CHIMOXAN No. 2262 I

RIO TUNICO No. 2362 I

Para el trazo de la divisoria de aguas se tomó en cuenta la dirección del drenaje externo, intermitente y perenne y las curvas de nivel (isolíneas altitudinales). Con un planímetro de rodillo se procedió a determinar el área, con la siguiente fórmula:

$$\text{AREA} = K \times P = \text{metros}^2$$

$$K = \left(\frac{\text{Escala del plano}}{\text{Escala del planímetro}} \right)^2 \times 2$$

B) Con un curvímetro fueron medidos los siguientes parámetros:

- 1) Longitud de todos los afluentes.
- 2) Longitud del curso más largo.
- 3) Perímetro de la cuenca.

Estos datos se utilizaron en las fórmulas para determinar las características morfométricas, juntamente con el área de la cuenca en km^2 .

C) Orden de afluentes:

El orden de afluentes uno se dio a los afluentes menores, al sitio en que dos afluentes de orden uno se juntan se le dio el número dos. Los afluentes de orden menor que se juntan con afluentes de orden mayor, no influyen en el orden mayor. Esta relación está dada según la fórmula de Horton (20).

D) Densidad de drenaje:

La densidad de drenaje (D), es la relación entre la longitud total de los afluentes de todos los órdenes, dividida por el área total de la cuenca. Una densidad de drenaje alta o baja se deduce, lo siguiente, por ejemplo:

"D" bajo

Mucha resistencia a las rocas.

Suelo muy permeable.

Poco relieve.

Cobertura vegetal densa.

"D" alto

Poca resistencia a las rocas.

Capa de vegetación muy reducida.

Muy pendiente.

E) Coeficiente de relieve:

Es la relación entre la diferencia del punto más alto, el punto más bajo y la longitud del cauce más largo.

F) Radio de elongación:

Es la relación que existe entre el diámetro de un círculo de igual área de la cuenca y la longitud del cauce más largo.

G) Factor de forma:

Es la relación que existe entre el área de la cuenca y el largo máximo axial elevado al cuadrado.

H) Drenaje:

El drenaje externo o avenamiento es la cantidad de agua superficial que escurre en un paisaje o forma de la tierra. El agua escurrida proviene de las lluvias, y la cantidad del escurrimiento depende de las condiciones topográficas tales como: pendiente, cobertura vegetal, tipo de suelo, actividades humanas, evapotranspiración, etc.

En base del escurrimiento estacional o anual el drenaje externo se divide en:

PERENNE Cuando es continuo en todo tiempo.

INTERMITENTE. Cuando es continuo pero estacional.

EFIMERO Cuando es discontinuo y estacional.

En el Mapa No.7, el drenaje perenne está indicado por la línea continua, el intermitente por una línea discontinua con tres puntos intercalados, y el efímero hay que interpretarlo en base a la topografía del mapa, la cual está expresada en el mapa topográfico por las curvas de nivel.

Hay una asociación directa entre el tipo de drenaje perenne: ojos de agua o manantiales perennes, al drenaje intermitente: manantiales estacionales y el efímero: carece de manantiales. El drenaje externo se puede interpretar en base a varios factores que indican procesos geomorfológicos, por ejemplo:

- h.1) La densidad de drenaje vista anteriormente, indica la susceptibilidad a la denudación de las formas de la tierra. Entre más denso es el drenaje, hay más denudación, demuestra que el avenamiento está a mayor altitud y da la idea de incisión y transporte característicos de una cuenca receptora, a menor densidad es característico de un proceso de sedimentación (12).
- h.2) El patrón de drenaje indica el tipo de estructura geológica, geomorfogénesis, estado del suelo, cantidad de cobertura vegetal, características climáticas, etc. Hay diversos patrones, tales como el dentrítico, rectangular, subparalelo, trellis, trenzado, meándrico, centrípeto, etc. (12).
- h.3) La estructura, lineamientos, exposición y otras características del drenaje externo expresan los procesos naturales y culturales que se operan en el paisaje y además la capacidad de respuesta del ecosistema para absorber estos procesos (12).

3.6.3 Determinación del uso actual.

- A) Se elaboró un mapa índice de vuelo, el cual consiste en el ploteo de las fotografías en el mosaico hecho con las hojas topográficas. La base de dicho ploteo fueron los accidentes de referencia, tales como ríos, quebradas, caseríos, caminos, etc. Se plotearon solamente las fotografías aéreas pares en cada línea de vuelo, asignándoles una letra a cada línea, como siguen:

LINEA "A".	fotografías Nos.	1748
		1750
		1752
		1754
LINEA "B".	fotografías Nos.	1812
		1814
		1816
		1818
		1820

LINEA "C"	fotografías Nos.	1824
		1826
		1828
		1830
		1832

El mapa índice de vuelo sirvió para tener referencia rápida de fotografías a mapas, y también para tener referencias cuando se realizó el chequeo de la foto-interpretación en el campo.

B) Fotointerpretación:

Por medio de la fotointerpretación se determinó la cubierta vegetal con diferentes tipos y patrones de escorrentía, se consideraron algunas características fisonómicas de la vegetación y sus características estructurales, y se analizaron en detalle los diferentes usos de la tierra. Ello se realizó en gabinete utilizando fotografías aéreas pancromáticas convencionales, un estereoscopio de espejos, que permitió la delimitación de las áreas que se dedican a uso ganadero, agrícola y forestal.

C) Comprobación de campo:

Se realizó la comprobación en el campo para la corrección necesaria en todo tipo de fotointerpretación. Esta comprobación tuvo por objeto la determinación, comprobación y rectificación de los datos obtenidos por la aerofotointerpretación y la determinación de las características físicas del suelo.

Así mismo se clasificó la fisonomía y estructura de la vegetación que no fue posible fotointerpretar.

D) El mapa de uso actual se obtuvo compilando el material fotográfico, el cual se llevó a la escala de trabajo 1:50,000, con la máquina ampliadora reductora.

E) Las áreas y porcentajes de los diferentes tipos de uso actual se determinaron con el planimetro de disco y plantilla de cuadros. El estudio que se realizó en la cuenca no fue posible hacerlo con aparatos fotogramétricos (aparatos de gran precisión, en los cuales se trabaja a escalas más exactas), por lo tanto, utilizamos fotografías a escala aproximada 1:40,000 según las disponibilidades de material fotográfico del Instituto Geográfico Nacional, tomando en cuenta que para fines de trabajo preliminar, se está dentro de lo permisible (18).

3.6.4 Determinación del uso potencial.

A) Croquis del área de estudio:

Se hizo un reconocimiento preliminar, el cual se aprovechó para darnos toda situación de casa y poblados, pequeñas áreas de drenaje (natural o artificial), caminos, en general referencias accesibles a la fotointerpretación.

B) Clasificación de pendiente:

- a) Una pendiente es una relación entre una altura y una distancia horizontal cualquiera y se expresa en **grados y porcentajes**. En un mapa topográfico las pendientes están expresadas por las curvas de nivel, **isolíneas altitudinales**.
- b) En los mapas topográficos a escala 1:50,000 que existen en el país, el intervalo de curva es de cada 20 metros lo que fija ciertos criterios para interpretar cualitativa y cuantitativamente las pendientes.

Así tenemos que: en una escala 1:50,000 un centímetro es igual a 500 metros, dos centímetros a 1,000 metros (1 km). Si una curva de nivel (20 metros) está cortando esa distancia en el mapa, existe una relación de 20/1,000 ó 2/100 ó 2 por ciento.

Si hay dos curvas de nivel, el porcentaje es de 4 por ciento, 1 cm, el 8 por ciento, 0.5 cm ó 5 mm. El 16 por ciento, 2.85 mm, el 32 por ciento, 1.25 mm y de esa forma podemos hacer una escala de pendientes que se ajuste a las necesidades del estudio.

c) Procedimiento para clasificar pendientes:

Se analizan las curvas de nivel en el mapa y a la misma escala, se diseña una plantilla de pendientes:

CURVA DE NIVEL

20 mts.

ESCALA

1:50,000

1m:50,000 m

1cm: 500 m

1mm: 50 m

- d) Además las curvas a nivel nos indican procesos geológicos y geomorfológicos, condiciones topográficas e hidrológicas, estados de erosión, corredores biológicos, fragilidad de ecosistemas, tipos de rocas, pedogénesis, eficiencias de la fotosíntesis, etc. Por ejemplo: a mayor porcentaje de pendientes, como en el caso de la mayor

parte de la zona de estudio, tenemos: mayor susceptibilidad de erosión, capacidad de transporte hídrico, menor profundidad de los suelos. A menor pendiente hay deposición, menor capacidad de acarreo de partículas del suelo, mayor eficiencia en la vegetación, mayor profundidad de los suelos y otros aspectos tales como: potencialidad de inundación y menor eficiencia biológica.

Debido al microrelieve de algunas áreas y el relieve tan quebrado de otras en el área, se trató de homogenizar lo más posible la zona para delimitar las áreas con pendientes similares y se determinó las áreas homogéneas y su pendiente por medio de las plantillas antes mencionadas con la siguiente clasificación:

CLASE I	0 - 3°/o de pendiente
CLASE II	3 - 5°/o
CLASE III	5 - 8°/o
CLASE IV	8 - 10°/o
CLASE V	Clase especial con factores inhibitorios
CLASE VI	10 - 16°/o
CLASE VII	16 - 20°/o
CLASE VIII	20°/o más

- C) Se ajustó la clasificación agrológica en base a muestreo de suelos y calicatas en áreas homogéneas en cuanto a características generales del paisaje, también con la ayuda de estudio de suelos, efectuado por Simmons.
- D) En la clasificación agrológica final se tomaron los siguientes parámetros: con los estudios de campo, calicatas, barrenamientos y el mapa de suelos de Simmons como referencia, se ajustó finalmente la clasificación agrológica tomando en cuenta, por ser un estudio preliminar, los siguientes factores:
- a) Topográficos: pendiente
relieve (ondulado, escarpado y plano)
 - b) Suelos: profundidad, textura, estructura, permeabilidad.
 - c) Factores inhibitorios: drenaje, pedregosidad.

La presentación de resultados se hace en forma de mapas y cuadros que reflejan la situación de la cuenca y el área anexa de estudio.



IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA

4.1.1 Ecológicas:

Según Holdridge se establecen en la cuenca dos zonas de vida vegetal, tomando en cuenta las delimitaciones termométricas, de altitud y pluviométricas (ver Mapa No.3). Dichas zonas son la sub-tropical muy húmeda y la sub-tropical húmeda.

4.1.1.1 Zona sub-tropical muy húmeda:

En esta zona no existen especies importantes de madera en los bosques naturales, sino más bien varias maderas de regular valor. Se puede hacer una corta de selección de madera de construcción o de leña, pero el valor principal de los bosques en esta sección, es el servir como medio de protección debido a la alta precipitación.

De acuerdo a Holdridge (13) el uso de la tierra debiera de evitar que estos terrenos se dedicaran a cultivos limpios de alguna extensión y dedicar un porcentaje, lo más alto posible, de esta área a la población de bosques.

Cabe mencionar que dentro de esta zona existen pequeñas áreas que sí pueden ser sembradas con cultivos limpios, pero con técnicas de conservación y drenaje.

En las áreas que se siembra café, la poda anual de los árboles que proporcionan sombra a este cultivo suministra madera para el consumo local, esto es importante porque es una forma de evitar cortar los bosques que dan protección al suelo.

4.1.1.2 Zona sub-tropical húmeda:

Los bosques naturales de esta formación consisten de una vegetación más densa y exuberante, pero este aspecto por lo general va asociado a un mayor número de especies y, en cierto modo, a una concentración menor de especies de valor.

En la zona existen maderas suficientes para construir carreteras transitables en todo tiempo, y con la explotación de las maderas existentes se pagaría su costo.

Los pocos terrenos planos y fértiles se podrían utilizar entonces para cultivos permanentes y aprovechar los terrenos quebrados para la ordenación de bosques, bien cultivada esta sola formación podría aliviar la aglomeración de pueblos de formaciones menos productivas, y elevar considerablemente el estándar de vida de todo el país en las regiones

donde existen bosques vírgenes; la explotación simultánea de varias especies debiera contribuir a que los bosques fueran más productivos de lo que eran cuando se seguía el sistema de corte de una sola especie, y facilitar así la práctica intensa de la silvicultura, no sólo para mantener estos bosques en producción, sino también para promover la producción potencial de maderas.

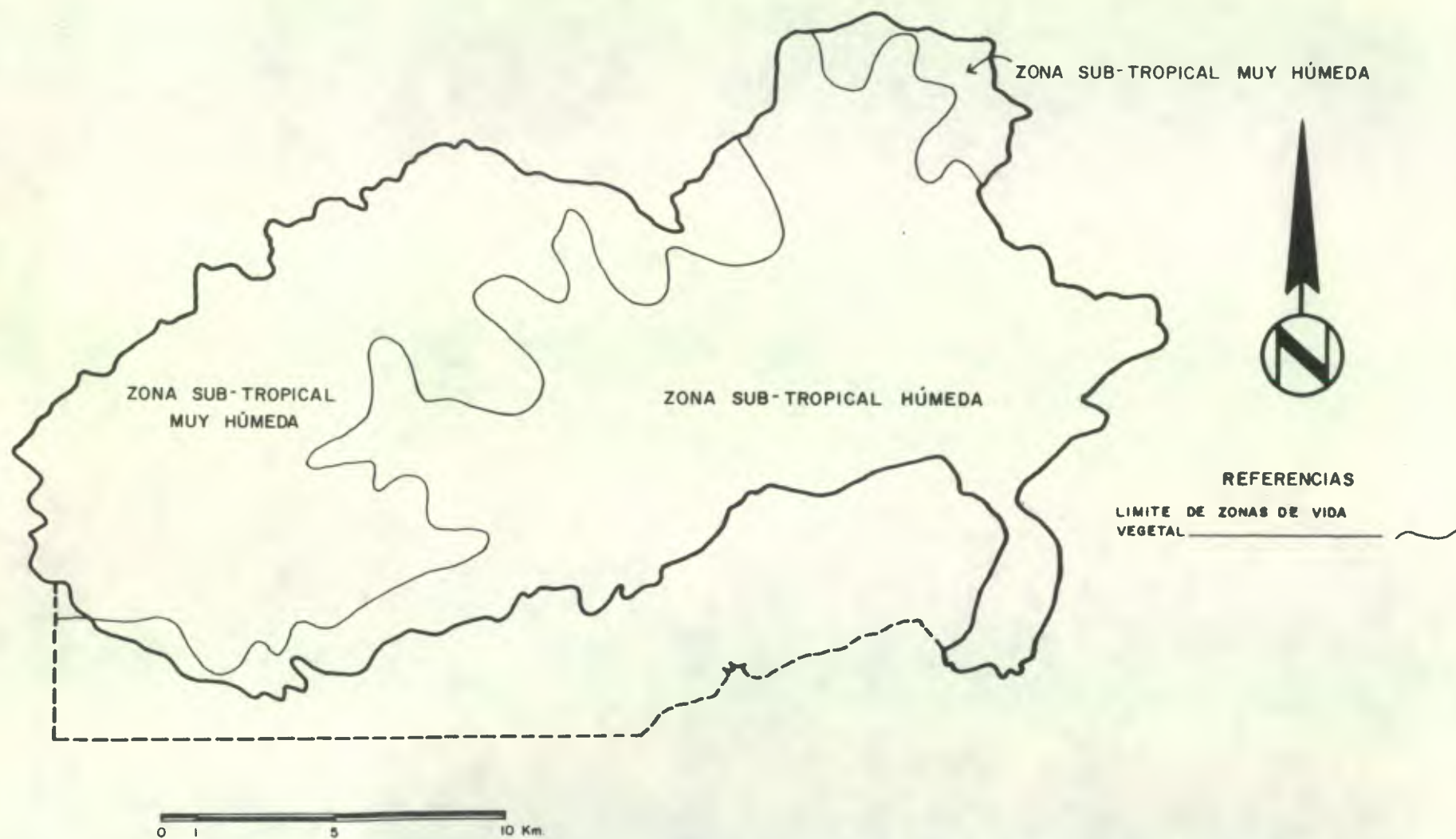
Esta formación ofrece la mayor posibilidad para el desarrollo futuro de una industria maderera en el país.

Las potencialidades para el incremento futuro en esta área de Izabal son enormes. El factor primordial que limita hoy día su desarrollo es la falta de caminos transitables durante el año, los puentes son de vital importancia debido a que pueden existir caminos en los cuales se trunca su accesibilidad debido a ríos que no poseen estas estructuras, ejemplo el Río Sauce a la altura de la finca Sacchajilá en el municipio de El Estor, Izabal.

Lo que se necesita son carreteras que atraviesen las bajuras con ramales que lleven a las montañas.

MAPA DE ZONAS DE VIDA VEGETAL SEGUN HOLDRIDGE

CUENCA DEL RÍO SAUCE Y ÁREA ANEXA DE ESTUDIO



DIBUJÓ: CARLOS MOLINA U.

4.1.2 Geológicas

En Guatemala predominan dos orientaciones estructurales y fisiográficas:

- 1) Un arco este-oeste, convexo hacia el sur, de rocas cristalinas y sedimentarias paleosóicas y mesozóicas que se extienden desde Chiapas hasta el mar Caribe, y
- 2) Un alineamiento noreste-sureste a través de América Central, expresado en rocas volcánicas Terciarias a Recientes, asentando por una hilera de conos cuaternarios.

La cuenca del Río Sauce se encuentra en el primer grupo y orientación, con las siguientes características (ver Mapa No.4).

- a) La mayor parte del área de estudio está constituida por rocas ultrabásicas, de edad desconocida predominantemente serpentinitas. En parte pre-maestrichtiano (T).
- b) En la parte norte de la cuenca existen dos áreas:
 - b.1 Rocas de carbonato Neocomiano-Campiano. Incluye formaciones Cobán, Ixcoy, Campur, Sierra Madre y Grupo Yojoa. Encontrándose una pequeña área con similares características geológicas al sur de la cuenca también, (Ksd).
 - b.2 Formación Sepur Campaniano-Eoceno. Predominantemente sedimentos clásticos marinos, incluye formaciones Toledo, Reforma y Cambio y Grupo Verapaz (Kst).
- c) En la parte sur de toda el área de estudio donde el terreno es más plano se encuentran aluviones cuaternarios (Qa).
- d) La única falla geológica que se encuentra dentro del área de estudio atraviesa la explotación minera Exmibal, la población de El Estor y sale al este por la finca Santa Rosa.

MAPA GEOLÓGICO

CUENCA DEL RÍO SAUCE Y ÁREA ANEXA DE ESTUDIO



REFERENCIAS

- ROCAS DE CARBONATO
NEOCOMIANO - CAMPIANO ——— Ksd.
- FORMACION SEPUR
CAMPANIANO - EOCENO ——— Kts.
- ROCAS ULTRA BÁSICAS ——— TT
- ALUVIONES CUATERNARIOS ——— Qa.
- FALLA GEOLÓGICA ——— . . .

FUENTE: MAPA GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
ESCALA 1:800,000

DIBUJÓ: CARLOS MOLINA U.

4.1.3 Características fisiográficas e hipsométricas:

La república de Guatemala está localizada en un área geológicamente compleja, en el extremo sur del sistema montañoso del oeste de América del Norte.

Las diferentes regiones de formas de la tierra que comprenden Guatemala están, por lo tanto, íntimamente relacionadas por los procesos y desarrollos geológicos propios del complejo montañoso.

La cuenca del Río Sauce se encuentra en dos grandes regiones fisiográficas que son:

1. Al norte, la mayor parte de la cuenca se encuentra en la región fisiográfica de las tierras altas sedimentarias.
2. Al sur una pequeña área (desembocadura del Río Sauce en el lago de Izabal). Se encuentra en la región fisiográfica denominada depresiones de Izabal.

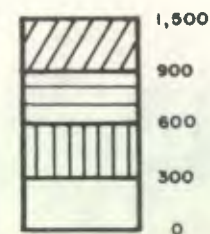
Las características fisiográficas de la cuenca se resumen así:

- En la parte sur de toda el área de estudio, son llanuras costeras, al centro un complejo montañoso plegado y fallado, al norte se encuentran sumideros y colinas tipo Karst.

En cuanto a las características hipsométricas (altura sobre el nivel del mar), se pueden apreciar en mejor forma en el Mapa No.5.

MAPA HIPSOMÉTRICO

CUENCA DEL RÍO SAUCE Y ÁREA ANEXA DE ESTUDIO



0 1 5 10 Km.

ALTURA SOBRE EL NIVEL
DEL MAR EN METROS.
FUENTE: MAPA HIPSOMÉTRICO DE LA REPÚBLICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
ESCALA 1:500,000

DIBUJÓ: CARLOS MOLINA U.

4.1.4 Suelos:

Según Simmons (21), para conveniencia en la discusión y para mermar la relación de las varias unidades al uso y manejo agrícolas las series de suelos del departamento de Izabal han sido clasificadas en 4 grupos amplios:

- I. Suelos de la Altiplanicie Central.
- II. Suelos de los cerros de caliza.
- III. Suelos de las tierras bajas de El Petén-Caribe.
- IV. Clases misceláneas de terreno.

Dentro de la cuenca se encuentran las siguientes unidades (ver Mapa No.6 y Cuadro No. 1).

A) Suelos Tamahu (Tm):

Corresponden al segundo grupo, suelos poco profundos sobre caliza, pendientes escarpadas. Estos suelos (Tm) son casi similares a los suelos Chacalté de las tierras bajas del Petén-Caribe, pero se encuentran en elevaciones más altas.

B) Suelos Chacalté (Cha):

Corresponden al tercer grupo, suelos poco profundos, sobre caliza, casi todos los suelos de este grupo son lixiviados y ácidos. Los suelos Chacalté no son aptos para los cultivos limpios, a causa de la inclinación tan severa de las pendientes. Puede ponerse en pastoreo ejerciendo un control estricto y exterminando las serpientes venenosas.

C) Suelos Guapaca (Gp.):

Corresponden también al grupo número tres, son suelos poco profundos sobre arcilla esquistosa. Ocupan relieve escarpado de pendientes cortas. No son adaptables a cultivos limpios. Son menos pedregosos y en muchas partes menos inclinados, muchas áreas se usan para la producción de maíz.

D) Suelos Sebach (Sh.):

Corresponden al grupo dos, suelos poco profundos sobre serpentina, pendientes escarpadas, poco profundos, es una región de lluvias altas y bien distribuidas. Estos suelos

están mejor adaptados a los bosques, pero algunas áreas pueden usarse para el pastoreo con las consiguientes prácticas de conservación de suelos.

E) Suelos Semuc (Su.)

Corresponden también al grupo dos, con la diferencia al anterior de que son poco profundos sobre serpentina. Se encuentra en la divisoria de aguas en la parte sur de la cuenca, en la montaña que se encuentra al norte de El Estor.

La parte del área se encuentra bajo bosques, pero podría cultivarse café ventajosamente ya que los suelos tienen una estructura excelente y son sueltos y porosos.

F) Suelos Aluviales no diferenciados (Sa.)

Corresponden al grupo cuatro. Estos suelos (Sa.) son casi similares a los suelos Polochic. Los suelos (Sa.) incluyen áreas donde alguna característica geológica o algún otro factor, limita su uso agrícola permanente.

MAPA DE SUELOS SEGÚN SIMMONS

CUENCA DEL RÍO SAUCE Y ÁREA ANEXA DE ESTUDIO



REFERENCIAS

SUELOS TAMAHU	Tm.
SUELOS CHACALTÉ	Cha.
SUELOS GUACAPA	Gp.
SUELOS SEBACH	Sh.
SUELOS SEMUC	Su.
SUELOS POLOCHIC	Pc.
SUELOS SETAL	St.
SUELOS ALUVIALES NO DIFERENCIADOS	SA.

DIBUJÓ: CARLOS MOLINA U.

CUADRO No. 1
CARACTERISTICAS DE LOS PERFILES DE LOS SUELOS
SEGUN SIMMONS

Serie	Simb.	Material madre	Relieve	Drenaje interno	Suelo superficial			Subsuelo			
					Color	Textura y consist.	Espesor aproxim.	Color	Consisten.	Textura	Espesor aproxim.
Tamahu	Tm.	Piedra caliza o Mármol	Escarpado	Rápido	Café muy oscuro	Franca friable	5 cm.	Café oscuro	Friable	Franco arcillosa o arcillosa	30 - 40 cm.
Guapaca	Gp.	Arcilla Esquistosa	Escarpado	Moderado	Café a café grisáceo	Arcilla friable	10 - 20 cm.	Café amarillento	Moderadamente friable	Arcillosa	30 cm.
Chacalté	Cha.	Piedra caliza dura y maciza	Escarpado	Rápido	Café muy oscuro	Arcillosa friable	10 - 20 cm.	Café	Plástica	Arcillosa	20 - 30 cm.
Semuc	Su.	Roca máfica serpentizada	Ondulado	Bueno	Café rojizo	Arcillosa friable	10 - 20 cm.	Café rojizo	Friable	Arcillosa	60 - 80 cm.
Sabach	Sh.	Serpentina	Escarpado	Moderado	Café muy oscuro	Arcillosa plástica cuando húmeda friable	10 - 15 cm.	Café oscuro	Plástica	Arcillosa	30 cm.
Suelos aluviales no diferenciados	Sa.	SIN CARACTERISTICAS									

4.2 CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS

1.	Area de la cuenca	351.83 km ²
2.	Perímetro de la cuenca	116.50 km
3.	Longitud del cauce principal	63.00 km
4.	Longitud de todos los afluentes	321.05 km
5.	Orden de afluentes	4
6.	Radio de elongación	0.34
7.	Densidad de drenaje	0.91 km/km ²
8.	Coeficiente de relieve	0.017
9.	Factor de forma	0.089

PATRON DE DRENAJE:

El patrón de drenaje de la cuenca estudiada es dentrítico, debido a la forma en que se unen los tributarios primarios y secundarios con la corriente principal, siendo este patrón bien integrado. Características de este patrón en la cuenca es la unión libre en todas direcciones del drenaje externo.

El patrón dentrítico es característico en zonas tropicales húmedas, donde la tierra tiene una cobertura vegetal densa (2), característica de la cuenca (ver Mapa No. 7).

MAPA DE DRENAJE SUPERFICIAL

CUENCA DEL RÍO SAUCE



REFERENCIAS

RÍOS PERENNES _____

RÍOS INTERMITENTES _____

0 1 5 10 Km

DIBUJÓ : CARLOS MOLINA U.

4.3 USO ACTUAL EN LA CUENCA DEL RIO SAUCE

Los resultados de la clasificación del uso actual de la tierra se presentan en el Cuadro No.2 y Mapa No.8, en base a las siguientes categorías:

1. USO FORESTAL

6A Identifica a las áreas con bosques latifoliados.

6B Bosque joven o monte bajo.

2. USO AGRICOLA

4B Identifica a las áreas cultivadas con granos básicos.

H Clasificación especial, identifica a las áreas heterogéneas, creada por la escala utilizada.

3. USO PECUARIO

5A Identifica a las áreas con pastos cultivados.

5B Identifica a las áreas con pastos no cultivados o monte bajo.

4. OTROS

N1 Urbano

EXMIBAL Instalaciones de Exmibal

MINA Zona de extracción de mineral

Las claves utilizadas en este estudio, a excepción de H, clasificación especial, son las mismas que utiliza el Instituto Geográfico Nacional (División de Geografía), debido a que las personas que consultan este tipo de mapa, la mayoría está familiarizada con dichas claves.

Existen zonas demasiado heterogéneas (granos básicos, pastos no cultivados, monte bajo, café, hule, cacao y cardamomo) a las cuales se les asignó una clasificación especial (H), debido a la diversidad de cultivos que se siembran en pequeña extensión, lo cual es imposible de interpretar en la fotointerpretación, debido al material utilizado, tamaño pequeño de las extensiones y la accesibilidad para el chequeo de campo.

La mayor parte del área de estudio está siendo usada principalmente con bosques latifoliados (6A) siendo las especies económicas más importantes las siguientes: caoba, cedro, chichipate, San Juan, naranjo, bulitrí, nance, zapote, cedrillo y corozo.

Hay pequeñas áreas (0.36%, ver Cuadro No.2), dedicadas a pastos cultivados que no son representativas para la región. Existen pastos no cultivados (1.40%) que posiblemente en años atrás existían en esas zonas y bosques latifoliados que fueron talados completamente.

En la parte norte de El Estor es fácilmente apreciable el bosque joven talado algunos años atrás. En las partes planas, siembran maíz y pastos cultivados existiendo áreas descuidadas, algunas de ellas inundadas, con monte bajo en las orillas del Lago de Izabal.

MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA

CUENCA DEL RÍO SAUCE



REFERENCIAS

BOSQUE LATIFOLIADO	6A
BOSQUE JOVEN D MONTE BAJO	6B
PASTOS CULTIVADOS	5A
PASTOS NO CULTIVADOS D MONTE BAJO	5B
GRANOS BÁSICOS	4B
ÁREAS HETEROGÉNEAS DE CULTIVOS (1)	H

(1) GRANOS BÁSICOS, PASTOS NO CULTIVADOS, MONTE BAJO, CAFÉ, HULE, CACAO Y CARDAMOMO, NO SE IDENTIFICARON POR LA ESCALA DE TRABAJO TAN GRANDE (1:40,000) Y LAS ÁREAS RELATIVAMENTE PEQUEÑAS QUE SE CULTIVAN.

DIBUJÓ CARLOS MOLINA U

CUADRO No.2
USO ACTUAL DE LA TIERRA
CUENCA DEL RIO SAUCE

351.83 km²

(Ver Mapa No.8)

Uso actual de la tierra	Area		Area acumulada en km ²	Area en % del total
	Hectáreas	km ²		
Bosque latifoliado	25,672.00	256.72	256.72	72.97
Bosque joven o monte bajo	4 122.75	41.23	297.95	11.72
Granos básicos	655.75	6.50	304.51	1.86
Áreas heterogéneas de cultivos *	4 088.50	40.88	345.39	11.62
Pastos cultivados	126.00	1.26	346.65	0.36
Pastos no cultivados o monte bajo	495.00	4.95	351.60	1.40
Mina Exmibal	23.00	0.23	351.83	0.07
TOTAL	35 183.00	351.77		100.00

* Por la escala utilizada y lo pequeño de las áreas, no fue posible identificar dentro de las áreas heterogéneas: **granos básicos**, **pastos** no cultivados, monte bajo, café, hule, cardamomo, cacao, por lo que se le llamó heterogéneas de cultivos.

USO POTENCIAL:

Las características principales que limitan el uso agrícola en toda el área de estudio, son las siguientes: suelos poco profundos (menores de 30 cm), drenaje interno deficiente, pendientes muy inclinadas (mayores de 32°/o), susceptibilidad a la erosión, pedregosidad.

La vocación de la mayor parte de toda el área de estudio (83°/o) es forestal y vida silvestre, determinada fundamentalmente por la pendiente y la poca profundidad de los suelos.

En resumen, los suelos que se encuentran en las Clases II y III son de uso agrícola intensivo (Ver Mapa No.9 y Cuadro No.3) cada uno con sus respectivas prácticas de manejo. El uso y prácticas para dichas clases agrológicas se consideran a continuación:

CLASE II:

Son de producción intensiva, aunque también son adaptables al uso extensivo, tales como pastos, praderas, bosques y fauna. Esta clase se encuentra ubicada en la desembocadura del Río Sauce en el Lago de Izabal y abarca unos 10 km aguas arriba. Son los mejores suelos encontrados, por ser de origen aluvial, profundos, franco arcillo limosos, con un buen drenaje.

Las prácticas agrícolas y de conservación para esta zona, son: labranza en contorno, rotación de cultivos, cultivos en fajas, cultivos de cobertura, sistemas sencillos de terrazas y subsolado.

CLASE III:

Se les puede dar un uso intensivo, tanto hortícola como frutícola, también se pueden usar para pastos, praderas y bosques. Esta clase es polifacética, tanto en el uso agrícola como en el uso ganadero, requiriendo solamente prácticas moderadas para prevenir su deterioro y mejorar las relaciones agua y aire. Las prácticas necesarias, algunas iguales a la clase II son: medidas contra la erosión, conservación del agua, drenaje, remoción de piedras grandes o numerosas, aumento de la fertilidad mediante el empleo de abonos orgánicos o inorgánicos.

CLASE IV:

Se pueden cultivar únicamente cultivos extensivos, especialmente frutícolas y hortícolas con la terracería adecuada, así como pastos, pradera, bosque y fauna.

Muchas de las tierras de la Clase IV, en regiones tales como la del estudio realizado,

pueden ocasionalmente cultivarse en rotaciones largas de cultivos, con granos básicos cada 5 ó 6 años, seguidas por cultivos forrajeros para heno o pastoreo durante varios años. Aunque esta clase se localiza en un lugar plano, no es propia para cultivos intensivos debido al mal drenaje.

CLASE VI:

En esta clase se reduce la selección de cultivos, a gramíneas y bosques, cobertura intensa y general de uso extensivo. Los suelos de esta clase son para uso permanente debido a las pendientes inclinadas, suelos poco profundos, baja capacidad de retención de humedad. Las limitaciones del uso de esta clase de tierra, son de naturaleza permanente; pendientes muy inclinadas, susceptibilidad a la erosión, suelos poco profundos, drenaje deficiente y exceso de humedad.

CLASE VII:

Sólo se pueden adaptar plantas para producción de cultivos extensivos, praderas y sobre todo reservas faunísticas y silvícolas.

La relación suelo-uso agrícola necesitaría de obras de ingeniería de alto costo para la conservación de los recursos y mantener la fertilidad y estructura del suelo, incluyendo la aplicación de fertilizantes.

Estas áreas se aconsejan principalmente para reservas faunísticas y áreas de control ecológico.

CLASE VIII:

En esta clase su uso extensivo únicamente nos permite la conservación de cuencas y fauna a través del uso apropiado del bosque.

La limitación principal de los suelos es que, poseen pendientes muy inclinadas, con exceso de humedad.

Contando con un buen manejo y entresaque del bosque, se podría obtener algún beneficio del área sin descuidar la conservación de la misma ni provocar desbalance en el ecosistema.

MAPA DE CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA

CUENCA DEL RÍO SAUCE Y ÁREA ANEXA DE ESTUDIO



0 1 5 10 Km

DIBUJÓ CARLOS MOLINA U.

CUADRO No. 3
USO POTENCIAL DE LA TIERRA
CUENCA DEL RIO SAUCE Y AREA ANEXA

441.13 km²

(Ver Mapa No. 9)

Uso potencial de la tierra	Area		Area acumulada en km ²	Area en % del total
	Hectáreas	km ²		
II	1 183.00	11.83	11.83	2.68
III	328.50	3.28	15.11	0.74
IV	735.50	7.36	22.47	1.67
VI	620.00	6.20	28.67	1.41
VII	3 708.50	37.09	65.76	8.41
VIII	36 710.00	367.10	432.86	83.22
URBANO	362.25	3.62	436.48	0.82
Instalaciones Exmibal	295.00	2.95	439.43	0.67
Mina	170.25	1.70	441.13	0.39
TOTAL	44 113	441.13		100.00

4.4 COMPARACION DEL USO DE LA TIERRA EN 1964 Y EL USO ACTUAL (1978), EN EL AREA ANEXA DE ESTUDIO.

El área anexa de estudio (89.3 km²) fue estudiada en cuanto a su uso anterior (1964) y su uso actual - potencial por las siguientes razones:

- 1) En ella se encuentra ubicada la faja más plana de El Estor.
- 2) Es importante establecer el uso de la tierra que se le da a la parte que le concedió el Gobierno a Exmibal (10).

En lo que respecta a instalaciones, la Exmibal utiliza aproximadamente 295 Ha. de lo que anteriormente era monte bajo a orillas del Lago de Izabal, los resultados sintéticos de la comparación del uso en 1964 y actual se presentan en los Cuadros 4 y 5 y Mapa No.10.

Se observa que la zona de extracción del mineral (mina) abarca una extensión de 170 Ha. a enero de 1978, las cuales estaban sembradas en un 80% por bosque latifoliado y un 20% con monte bajo.

El mapa de uso anterior (1964) nos sirvió para establecer, en forma preliminar, las diferentes variaciones que ha sufrido el uso de la tierra al año 1978.

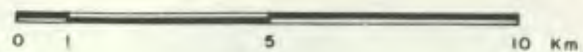
De acuerdo a pláticas con vecinos y autoridades de El Estor, se determinó que con la llegada de la Exmibal a la región se dieron una serie de fenómenos tanto sociales como económicos. Muchas de las personas que trabajaban en labores agrícolas fueron contratadas por la compañía, por lo cual abandonaron sus tierras o las fincas en que laboraban como mozos colonos por el sueldo tan elevado que pasaron a recibir, provocando un alza en los precios de los productos de consumo diario y suntuarios.

La Exmibal provocó una inmigración al pueblo de El Estor, fomentando su área en 3 km² aproximadamente, poblando zonas que en 1964 se dedicaban a granos básicos, pasto no cultivado y monte bajo. Como se observa en los Cuadros 4 y 5 el área cultivada de granos básicos en 1964 fue mayor (450.8 Ha.) que actualmente (323 Ha.). La disminución fue, como se corrobora en el mapa, en el área colindante a El Estor, por lo que se le atribuye a la ampliación del área urbana de dicha cabecera municipal. Esto está directamente relacionado con el incremento del área dedicada a urbanización ya que en 1964 tenía 62.7 Ha. y en 1978 362.2 Ha.

En cuanto a los cambios cuantitativos en la vegetación, el área deforestada es pequeña en relación al área de concesión (10), pero se estima que a la vuelta de los años (40, con 20 prorrogables) que dio el Gobierno, es posible que se produzca un desequilibrio ecológico en el área, si no se toman las medidas correspondientes. Eso nos da base para sugerir esta área como una importante fuente para futuros estudios a nivel más detallado.

MAPA DE COMPARACIÓN DEL USO DE LA TIERRA EN 1,964 Y 1,978

ÁREA ANEXA DE ESTUDIO



REFERENCIAS

BOSQUE LATIFOLIADO	6A
BOSQUE JOVEN O MONTE BAJO	6B
PASTOS CULTIVADOS	5A
PASTOS NO CULTIVADOS O MONTE BAJO	5B
GRANOS BÁSICOS	4B
ÁREAS URBANAS	NI

DIBUJÓ: CARLOS MOLINA U.

CUADRO No. 4
USO DE LA TIERRA EN 1964
EN LA ZONA ANEXA DEL ESTUDIO
89.3 km²

(Ver Mapa No. 10)

Uso de la tierra en 1964	Area		Area acumulada en km ²	Area en % del total
	Hectáreas	km ²		
Bosque latifoliado	4 663.45	46.63	46.63	52.22
Bosque joven o monte bajo	3 056.25	30.56	77.19	34.22
Granos básicos	450.80	4.51	81.70	5.05
Pastos cultivados	73.25	0.73	82.43	0.82
Pastos no cultivados o monte bajo	623.50	6.24	88.67	6.99
Areas urbanas	62.75	0.63	89.3	0.71
TOTAL	8 930.00	89.3		100.00

CUADRO No. 5

USO ACTUAL DE LA TIERRA
EN ZONA ANEXA DEL ESTUDIO
89.3 km²

(Ver Mapa No. 10)

Uso actual de la tierra	Area		Area acumulada en km ²	Area en % del total
	Hectáreas	km ²		
Bosque latifoliado	4 533 20	45 33	45 33	50 76
Bosque joven o monte bajo	2 499 75	25 00	70 33	28 00
Granos básicos	323 05	3 23	73 56	3 62
Pastos cultivados	68 50	0 69	74 25	0 77
Pastos no cultivados o monte bajo	701 00	7 01	81 26	7 85
Areas urbanas	362 25	3 62	84 88	4 05
Instalaciones Exmibal	295 00	2 95	87 83	3 30
Zonas de explotación (minas)	147 25	1 47	89 30	1 65
TOTAL	8 930 00	89 30		100 00

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio se realizó en la cuenca del Río Sauce (Sub-cuenca del Río Dulce) en el municipio de El Estor, departamento de Izabal. El área de estudio comprende 351 83 km² en la cuenca propiamente y 89.3 km² en un área anexa.

Los objetivos del estudio fueron, la descripción general de las principales características de la cuenca, en base a revisión bibliográfica, determinación de parámetros relacionados con morfometría y el estudio del uso actual y potencial de la cuenca. En el área anexa, además, se persiguió evaluar comparativamente las condiciones de uso a 1964, actual (1978) y potencial, por ser esta área donde ocurre la explotación del níquel por parte de la Exmibal

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron métodos cartográficos, que permiten hacer estudios de este tipo, sin caer en los métodos fotogramétricos utilizados en estudios detallados

Las principales conclusiones del trabajo, son las siguientes:

- 1 Sus zonas de vida vegetal, de acuerdo a la clasificación de Holdridge (9), son la zona sub-tropical muy húmeda y la zona tropical húmeda.
- 2 La mayor parte del área de estudio está constituida por rocas ultrabásicas de edad desconocida predominantemente serpentinitas
- 3 La mayor parte se encuentra en la región fisiográfica de las tierras altas sedimentarias, de alturas de 600 a 900 metros sobre el nivel del mar
- 4 Suelos poco profundos, sobre caliza con pendientes escarpadas
- 5 El patrón de drenaje dentrítico es característico de la cuenca. En tiempos de invierno la forma de la cuenca impide las crecidas muy rápidas.
- 6 El uso que actualmente se le da a la cuenca es predominantemente forestal (73^o/o) con bosques latifoliados. Le sigue en orden de uso, el bosque joven o monte bajo (11 7^o/o) que son áreas deforestadas y luego abandonadas, y las áreas heterogéneas de cultivos donde prevalecen los granos básicos, pastos no cultivados, café, hule, cardamomo y cacao.
- 7 Se estimó que el uso potencial de la cuenca, debe concentrarse en uso forestal y de vida silvestre (83^o/o), lo que es determinado fundamentalmente por la pendiente y la poca profundidad de los suelos. Otras características que limitan la vocación agrícola del área es el drenaje interno deficiente, la alta susceptibilidad a la erosión y su pedregosidad.

8. En el área anexa de estudio, al sur de la cuenca del Río Sauce, que le corresponden 89.3 km² se determinó que Exmibal ocupa un 3.30/o (295 Ha.) del área y 1.650/o (147 Ha.) en lo que respecta únicamente a la mina. En relación a dicha área se observa lo siguiente:
 - 8.1 El área urbana de El Estor varió de 1964 a 1978 fomentándose en 3 km². En el período mencionado, las zonas urbanas sustituyeron a las zonas aledañas a El Estor, principalmente aquellas utilizadas para granos básicos. Dichos cambios fueron generados por una fuerte inmigración al pueblo de El Estor, debido a la demanda de mano de obra que surgió con la instalación de la Exmibal.
 - 8.2 En el presente estudio no se detectaron cambios significativos en la cubierta vegetal aledaña a la explotación de níquel, debido a que ésta es aún pequeña.
 - 8.3 Se estima que esta área debe estudiarse multidisciplinariamente ya que la determinación de los cambios en las actividades humanas, en la vegetación, en la fauna y en el Lago de Izabal como ecosistema, pueden ser significativos, y su conocimiento puede permitir formular un manejo y uso adecuado del sistema.

BIBLIOGRAFIA

1. ARAGON CASTILLO, V. R., Aprovechamientos agrícolas potenciales de la cuenca del Río Villalobos hasta la desembocadura en el lago de Amatitlán Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. (Tesis Ingeniero Agrónomo). 136 p.
2. BELCHER, DONALD, Fotointerpretación. Venezuela, 1973 p. irr., (mimeografiado).
3. DERRUAU, M., Geomorfología. Trad. Luis Solé Sugranyes. Barcelona, Editoriales Aires, 1966. 442 p.
4. GONZALEZ, OSCAR, Mantenimiento y conservación de suelos. Copias de clase. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977.
5. _____. Riegos y drenajes II. Copias de clase. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977.
6. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE CARTOGRAFIA. Diccionario Geográfico de Guatemala. Guatemala, 1961. V. I.
7. _____. Mapa de Izabal, Escala: 1:400,000. Guatemala, 1950.
8. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas Hidrológico. Guatemala, 1976. p. irr.
9. _____. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, 1972. p. irr.
10. _____. Mapas topográficos, escala 1:50,000 Nos. 2362 IV, 2363 III, 2262 I, 2362 I. Guatemala, 1967.
11. _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. CENTRO TECNICO DE EVALUACION. Monografía preliminar de la hoja Totonicapán, escala 1:50,000. Guatemala, 1971. 213 p.
12. _____. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE ARQUITECTURA. Curso de análisis urbano. Guatemala, 1977. 18 p. (mimeografiado).
13. HOLDRIDGE, L. R., Ecología basada en zonas de vida. Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1978. 216 p.
14. HUGHH, BENNETT, Elementos de conservación de suelos. Trad. Carlo Gerhard. México, Fondo de Cultura Económica. 1965. 427 p.

15. KLINGEBIEL, A. A. y P. I. I. MONTGOMERY. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Trad. F. J. Valencia. México, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), 1962. 32 p.
16. MITTAK, WILHELM L., Estimación de la deforestación y reforestación necesaria en Guatemala. En Agronomía No. 12: 5-34, noviembre-diciembre 1978.
17. MUNSELL COLOR COMPANY, INC. Munsell color charts. Baltimore, Maryland, USA, 1954. 12 p.
18. ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS. Investigación de los recursos físicos para el desarrollo económico. Washington, D. C., Estados Unidos, 1975. 463 p.
19. PERDOMO, RODOLFO y HERBERT HAMPTON, Ciencia y tecnología del suelo. Centro de Producción de Materiales de la Universidad de San Carlos. Guatemala, 1970. 366 p.
20. SICCO SMITH, GERARDUS. La fotointerpretación para la reforestación y protección de vegetación en cuencas hidrográficas en zonas templadas. Bogotá, CIAF, 1969. 23 p.
21. SIMMONS, CHARLES, J. M. TARANO y J. H. PINTO, Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Editorial José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
22. VASQUEZ MORERA, ALEXIS, Estudio de conservación y riego de suelos agrícolas. Costa Rica, 1976. 40 p. (mimeografiado).

ANEXOS

A N E X O No. 1

CLAVE DE INTERPRETACION DE CLASES DE CAPACIDAD AGRICOLA DE SUELOS

CLASE AGROLOGICA I

- Profundidad:** suelos muy profundos, mayor de 90 cm.
- Textura:** texturas medias, o sea: franco arcillo limoso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco limoso, limoso, franco y franco arenoso.
- Permeabilidad:** permeable (2.4 a 6 cm/hora).
- Pendiente:** con un máximo de 40/o de pendiente general.
- Relieve:** plano u ondulado suave.
- Estructura:** granular o nuciforme, en algunos casos puede ser en bloques.
- Erosión:** imperceptible, menos del 12.50/o del horizonte "A" ha sido removido. En cultivos limpios puede ser de tipo laminar.
- Drenaje:** No hay peligro de inundación. La inundación y el drenaje por escorrentía se encuentran en balance. Si se produce la inundación, ésta no dura más de 48 horas. El patrón exterior es casi siempre sub-paralelo o dendrítico desarrollado. La densidad mecánica del drenaje está entre 0 y 2, factor resultante de dividir la longitud de las corrientes entre el área que determinan.
- Zona de restricción:** no presenta ningún estrato o "pan" que afecte el drenaje interno.
- Salinidad:** nula o muy ligera. El total de sales no debe exceder del 0.20/o.
- Alcalinidad:** no se evidencia la presencia de sodio.
- Nivel freático:** muy profundo (mayor de 150 cm)
- Capacidad de retención de fertilidad:** alta.
- Capacidad de retención de humedad:** alta.
- Contenido de materia orgánica:** alta.
- Factores inhibitorios:** no presenta signos evidentes de ninguno.
- Cobertura de malezas:** no hay malezas que incidan en los costos de desarrollo.

Uso de la tierra: Puede ser muy variado. En términos muy generales se recomiendan cultivos de ciclo anual, limpios (que necesitan escarda). Requieren prácticas sencillas de manejo.

Mecanización: Son fácilmente mecanizables.

Costo de desarrollo: Es la clase de más bajo costo de desarrollo y mantenimiento.

CLASE AGROLOGICA II

Profundidad: suelos profundos, de 50 a más de 90 cm.

Textura: poco finas o levemente gruesas, como: arcillo arenoso, franco arcillo limoso, franco arenoso o arena franca.

Permeabilidad: permeables (2.4 - 6 cm./hora)

Pendiente: pueden tener hasta el 80/o de pendiente general en el mismo plano. No debe exceder del 40/o en declives irregulares.

Relieve: Inclinaos u ondulados.

Estructura: Nuciforme, en bloques o bloques sub-angulares.

Erosión: de ligera a moderada, un 350/o del horizonte "A" ha sido removido. Erosión laminar o en surcos.

Drenaje: La escorrentía del drenaje externo está compuesta por corrientes perennes, intermitentes y efímeras, predominando las segundas. Densidad mecánica de 2 - 3, factor resultante de dividir la longitud de la corriente entre el área que determinan. El peligro de inundación es ocasional e infrecuente, con duración no mayor de 72 horas. El patrón exterior es de tipo dentrítico desarrollado y sub-paralelo con drenaje destructivo en desarrollo.

Zona de restricción: No existente.

Salinidad: Ligera, no debe exceder de 0.50/o, puede ser más alto en suelos porosos bien drenados. Aumenta después de los 90 cm. de profundidad.

Alcalinidad: No presenta evidencia de sodio.

Nivel freático: profundo (entre 90 y 150 cm)

Materia orgánica: contenido moderado.

Capacidad de retención de fertilidad: moderada.

Capacidad de retención de humedad: moderada.

Factores inhibitorios: Con muy poca pedregosidad externa o interna, con guijarros de menos de 7.5 cm. de diámetro. Con rocosidad expuesta de menos del 30/o del área. Pueden presentar problemas de salinidad fácilmente corregibles, exceso de humedad o ligeras limitaciones climáticas.

Cobertura de malezas: no es significativa.

Uso de la tierra: aptas para cultivos anuales o de dos cosechas por año. Requiere algunas prácticas de manejos como labranza en contorno, cultivos en rotación, abono verde, cubierta de rastrojos, riego y drenaje y ocasionalmente fertilización. La combinación de prácticas variará de acuerdo a las diferencias de suelo, relieve, drenaje, condiciones climáticas y sistema agrícola.

Mecanización: Presenta leves limitaciones uso de la escarda, tales como microrelieve, zonas de restricción, poca pedregosidad y pendiente.

CLASE AGROLOGICA III

Profundidad: suelos poco profundos (25 a 50 cm.)

Textura: arena franca o arcilla permeable.

Permeabilidad: lentamente permeables (1.2 a 2.4 cm./hora) o libremente permeables (más de 6 cm./hora)

Pendiente: Se admite hasta un 120/o en superficies planas, no debiendo exceder del 80/o en superficies irregulares.

Relieve: inclinado fuerte u ondulado fuerte.

Estructura: bloques subangulares o primásticas

Erosión: de moderada a severa, un promedio del 600/o de horizonte "A" ha sido removido. Alta susceptibilidad a la erosión por agua y viento. Se presenta en forma laminar y en surcos.

Drenaje: La escorrentía de drenaje externo está compuesta por corrientes perennes y efímeras. La densidad mecánica del drenaje está entre 3 y 4. El peligro de inundación es ocasional o poco frecuente.

Zona de restricción: pueden encontrarse estratos compactados en zonas inferiores al horizonte "B".

Salinidad: moderada, después de los 60 cm. El contenido total de sales no excede de 0.50/o pero puede ser mayor en suelos porosos y permeables bajo condiciones favorables de drenaje.

Alcalinidad: Puede presentar evidencias de sodio, aunque no en forma excesiva.

Nivel freático: moderadamente profundo (60 a 90 cm.)

Materia orgánica: bajo contenido.

Capacidad de retención de fertilidad: baja

Capacidad de retención de humedad: baja

Factores inhibitorios: puede presentar una combinación de uno o varios de los siguientes: microrelieve, con pedregosidad interna, con guijarros mayores de... 7.6 cm. de diámetro o cantos rodados y piedras de 25 cm. de diámetro con una pedregosidad y rocosidad expuesta del 3 al 100/o del área conformada. Puede presentar alto contenido de Selenio después de los 50 cm. de profundidad.

Cobertura de malezas: puede ser tal que incida de una forma significativa en la elevación de los costos de desarrollo.

Uso de la tierra: pueden ser usadas para cultivos anuales, pastos, praderas, cultivos perennes y bosques. Requieren de prácticas intensivas de manejo y conservación como cultivo en contorno, cultivos en rotación, abono verde, fertilización, incorporación de materia orgánica, nivelación, control de erosión mediante barreras de gramíneas y eventualmente muros de contención en cárcavas en formación.

Mecanización: hay moderadas limitaciones a la mecanización, la labranza de estos suelos puede producir amasamiento y ocasionar daños permanentes a la estructura del suelo, especialmente si se trabajan al estar mojados.

CLASE AGROLOGICA IV

Profundidad: suelos poco profundos (25 a 50 cm.) o muy poco profundos (menos de 25 cm.).

Textura: arena, arcilla o arcillo limosos.

Permeabilidad: muy lentamente permeables (0.024 a 1.2 cm./hora) o libremente permeables (más de 6 cm/hora).

Pendiente: hasta 160/o en superficies planas no debiendo exceder de 120/o en superficies irregulares.

Relieve: Ondulado fuerte o quebrado.

Estructura: prismática, columnar o degradada.

Erosión: severamente erosionados con presencias de cárcavas moderadas, altamente susceptibles a la erosión. Un promedio del 60 al 800/o del horizonte "A" ha sido removido.

Drenaje: su patrón es generalmente dentritico muy desarrollado, con un coeficiente de densidad mecánica mayor de 4, con propensión regular a las inundaciones y poco frecuentes en el semestre de verano.

- Zona de restricción: puede presentar estratos compactados desde los 25 cm.
- Salinidad: moderada después de los 50 cm.
- Alcalinidad: Hay sodio en forma moderada y pueden presentar pH mayores de 8.5.
- Nivel freático: superficial (25 a 50 cm.)
- Materia orgánica: puede ser media, baja o muy baja.
- Capacidad de retención de fertilidad: baja.
- Capacidad de retención de humedad: baja.
- Factores inhibitorios: con una pedregosidad y rocosidad expuesta del 10 al 20% de la superficie conformada, puede presentar afloramientos rocosos de un 20% del área con piedras y cantos rodados de más de 25 cm. de diámetro.
- Cobertura de malezas: puede ser muy difícil de corregir su presencia.
- Uso de la tierra: pueden usarse para cultivos de una cosecha anual, pastos, praderas, bosques o cultivos perennes. Requieren prácticas intensivas de conservación y mantenimiento como: rotación de cultivos, cultivos en contorno, aplicación de cobertura vegetal, siembra de cultivos densos con puntos de concentración en pastos, fertilización, incorporación de materia orgánica, cultivos que retornan grandes cantidades de materia orgánica al suelo, cultivos de gramíneas con sistemas radiculares fibrosas mezclándolas ocasionalmente con leguminosas o pastos de raíz profunda. Puede requerir prácticas onerosas como cultivos en terrazas y diques de contención de cárcavas.
- Mecanización: ofrece severas limitaciones a la mecanización.

CLASE AGROLOGICA V

- Profundidad: pueden ser profundos (50 a 90 cm.) o poco profundos (25 a 50 cm.)
- Textura: generalmente son finos en todo el perfil aunque puede ser mediana o gruesa en algunos casos.
- Permeabilidad: generalmente impermeables o lentamente permeables.
- Pendiente: pueden tener hasta un máximo de 24%, aunque es frecuente encontrar suelos de esta clase con pendientes casi planas.
- Relieve: planos, inclinados u ondulados.
- Estructura: en bloques, columnares o degradada.
- Erosión: tienen pocos problemas de erosión, tanto histórica como actual.

Drenaje:	son suelos muy pobremente drenados con muy alta susceptibilidad a la inundación; son con frecuencia suelos pantanosos con drenajes externos e internos muy deficientes. Pueden estar sujetos a avenidas o torrentes. Puede tratarse de suelos pantanosos o encharcados.
Zona de restricción:	puede presentar estratos compactados desde los 50 cm. de profundidad.
Salinidad:	severa
Alcalinidad:	con PH menores de 6.5 o mayores de 8.0 con alto contenido de sodio intercambiable (hasta 150/o de las sales disueltas) pueden ser suelos con alto nivel de oxidación o de reducción.
Nivel freático:	muy superficial permanentemente (menos de 25 cm.)
Materia orgánica:	media o baja
Capacidad de retención de fertilidad:	de media a baja.
Capacidad de retención de humedad:	excesiva.
Factores inhibitorios:	fragmentos rocosos sueltos hasta un 400/o del área y afloramientos rocosos hasta de un 300/o.
Uso de la tierra:	pueden dedicarse a praderas o bosques. Los costos de su desarrollo son tan elevados que no se les puede tomar en consideración para usos culturales. Puede pensarse en siembra de especies con alto coeficiente de transpiración o en especies hidrófilas, también puede ensayarse algún sistema de drenaje.
Mecanización:	son suelos no mecanizables.

CLASE AGROLOGICA VI

Profundidad:	muy poco profundos (menos de 25 cm.)
Textura:	estratos compactados desde la superficie o muy gruesa en todo el perfil.
Permeabilidad:	impermeables (menos de 0.024 cm/hora) o libremente permeables (más de 6 cm./hora).
Pendiente:	de 24 a 320/o.
Relieve:	ondulado fuerte o quebrado.
Estructura:	generalmente son estructuras grandes o pequeñas debilmente desarrolladas.
Erosión:	de severa a muy severa, del 80 al 1000/o del horizonte "A" ha sido removido. Se presenta en forma de surcos y cárcavas severas.

Drenaje:	drenaje superficial e interno muy deficiente. Son áreas sujetas a inundaciones, avenidas y torrentes. Coeficiente de densidad mecánica de 5 a 6.
Zona de restricción:	puede presentar estratos compactados desde los 25 cm. de profundidad.
Salinidad:	pueden presentar cantidades excesivas de sales disueltas.
Alcalinidad:	pueden presentar niveles excesivos de sodio a tal punto que se puede manifestar como suelo salino sódico, por otra parte, también es posible que se trate de suelos muy ácidos.
Nivel freático:	muy superficial (menos de 25 cm.) o ausente en los 250 cm. superficiales durante un semestre.
Materia orgánica:	bajo contenido.
Capacidad de retención de fertilidad:	baja.
Capacidad de retención de humedad:	baja.
Factores inhibitorios:	fragmentos rocosos sueltos hasta un 50% de la superficie y afloramientos rocosos de hasta un 40%. Superficies muy disectadas topográficamente. Pueden encontrarse áreas arables pequeñas localizadas en el centro de grandes áreas no arables. Condiciones climáticas severas.
Cobertura de malezas:	muy poca.
Uso de la tierra:	no son suelos aptos para cultivos. En términos generales puede decirse que son aptos para praderas o bosques aunque también pueden tomarse en consideración para algún tipo de cultivos perennes. Requieren prácticas, fundamentalmente de conservación, como pueden ser: diques de contención, pozos de absorción en cárcavas, acequias de infiltración, barreras de gramíneas.
Mecanización:	no apta para mecanizar.

CLASE AGROLOGICA VII

Profundidad:	muy poco profundos (menos de 25 cm.)
Textura:	estratos compactados desde la superficie o muy gruesa, con grava, en todo el perfil.
Permeabilidad:	impermeables (menos de 0.024 cm./hora) o libremente permeables (más de 6 cm./hora)
Pendiente:	mayor de 32%.
Relieve:	ondulado fuerte, quebrado o escarpado.

- Estructura:** degradada, débiles o macroestructuras generalmente de tipo blocoso.
- Erosión:** muy severa, hasta un 100% del horizonte "A" removido. Se presentan cárcavas muy severas, con denudación evidente. Formación de torrentes.
- Drenaje:** muy deficiente, el drenaje externo se manifiesta en escorrentía destructiva hasta torrentes incipientes, son suelos sujetos a inundación durante dos semestres del año de 4 a 6 meses en cada uno. Coeficiente de densidad mecánica de 6 a 7.
- Zona de restricción:** puede presentar estratos compactados desde los 25 cm. de profundidad o grava y piedras en capas inferiores del perfil.
- Salinidad:** es muy alta después de los 25 cm. aunque pueden presentarse suelos con porcentajes mínimos de sales en solución, lo que los hace particularmente infértiles. Pueden presentarse como suelos altamente lixiviados, muy pobres en sales.
- Alcalinidad:** pueden presentarse como suelos salino-sódicos, salinos o sódicos, también se pueden presentar como suelos muy ácidos.
- Nivel freático:** muy superficial (menos de 25 cm.) o completamente ausente durante por lo menos 8 meses del año.
- Capacidad de retención de fertilidad:** muy baja.
- Capacidad de retención de humedad:** muy baja o excesivamente alta.
- Contenido de materia orgánica:** muy bajo.
- Factores inhibitorios:** fragmentos sueltos de roca hasta un 50% de la superficie o afloramientos rocosos hasta un 40%. Pueden encontrarse concreciones de grava o roca en todo el perfil. Es muy frecuente encontrar motaduras de diversa índole en el mismo. Tienen limitaciones climáticas como fuertes vientos, cambios bruscos de temperatura, insolación, altitud, etc.
- Cobertura de malezas:** no hay.
- Uso de la tierra:** no es apta para cultivos aunque pueden considerarse algunos de tipo perenne. Puede dedicarse a praderas, bosques y protección de cuencas hidrográficas, se hacen necesarias prácticas intensivas de conservación como las mencionadas para la clase VI pero de mayor envergadura.
- Mecanización:** no es posible.

CLASE AGROLOGICA VIII

- Profundidad:** muy poco profundos (menos de 25 cm).
- Textura:** cualquiera, aunque casi nunca son medianas.

Permeabilidad:	impermeables (menos de 0.024 cm./hora) o libremente permeables (más de 6 cm./hora).
Pendiente:	en cualquier caso mayor del 32°/o.
Relieve:	ondulado fuerte, quebrado o escarpado.
Estructura:	cualquiera.
Erosión:	muy severa (100°/o del horizonte "A" removido). Cárcavas muy severas con denudación muy intensa. Alta erosión histórica y muy alta susceptibilidad a la misma. Formación frecuente de torrentes, creptación y derrumbes de todo tipo.
Drenaje:	el drenaje se manifiesta casi exclusivamente como drenaje externo en forma de escorrentía altamente destructiva con un coeficiente de densidad mecánica de 7 a 8.
Zona de restricción:	puede presentar estratos compactados desde la superficie o bien grava y piedras en todo el horizonte.
Salinidad:	salino sódico o sódico en todo el perfil o con PH menores de 5.
Alcalinidad:	ver salinidad.
Nivel freático:	ausente durante todo el año.
Capacidad de retención de fertilidad:	nula.
Capacidad de retención de humedad:	nula o exagerada.
Contenido de materia orgánica:	imperceptible.
Factores inhibitorios:	fragmentos sueltos de roca cubriendo más del 50°/o de la superficie conformada o afloramientos rocosos de más del 40°/o. Concreciones de grava y piedra en todo el perfil. Severas limitaciones climáticas como fuertes vientos, insolación, cambios bruscos de temperatura, precipitación pluvial.
Cobertura de malezas:	no hay.
Uso de la tierra:	no apta para cultivos, sus limitaciones son tan severas que se debe dedicar a protección de cuencas (reforestación), abastecimiento de agua y recreación.
Mecanización:	no es posible.

ANEXO No. 2

ANEXO No.2

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA EXMIBAL

- A) BREVE HISTORIA
- B) EXTRACCION
- C) PROCESO
- D) ENERGIA ELECTRICA
- E) PROTECCION AMBIENTAL
- F) BENEFICIOS
 - a) Sociales y económicos
 - b) Fiscales y otros
- G) DESARROLLO DE LA COMUNIDAD

A) BREVE HISTORIA

Exploraciones y Explotaciones Mineras Izabal, S. A. (EXMIBAL), es una sociedad organizada bajo las leyes de Guatemala cuya finalidad es extraer y procesar los yacimientos lateríticos de níquel que se encuentran en el área del Lago de Izabal.

Fue establecida en 1960 por Inco Limited (conocida entonces como The International Nickel Company of Canada, Limited) y The Hanna Mining Company, después de que una investigación demostró que el contenido de níquel de la tierra roja en una finca situada al sur del Lago de Izabal ameritaba más estudio.

Una vez establecida, se llevó a cabo un amplio programa de perforación y apertura de pozos de prueba, así como de investigación con muestras a granel enviadas a las instalaciones de la Inco en el Canadá, confirmándose al fin que en el área del Lago de Izabal, había yacimientos de mineral de níquel con valor comercial.

En agosto de 1965, el Gobierno de Guatemala otorgó a Exmibal una concesión de explotación de 40 años de duración, renovable por 20 años adicionales. Posteriormente fueron otorgados a la empresa otras tres concesiones pequeñas.

En los años después de 1965 se continuó el trabajo de investigación y desarrollo de la planta piloto, así como el de ingeniería y evaluación financiera. Finalmente, en 1971, se suscribió un convenio con el Gobierno de Guatemala que más tarde, en 1973 hubo de modificarse cuando se comprobó que las condiciones imperantes en el mercado mundial de metales hacían imposible el financiamiento del proyecto anterior.

El nuevo convenio redujo el proyecto a escala de una planta capaz de producir unos 28,000,000 de libras de níquel en un sulfuro de níquel de alta pureza a un costo de Q 224,000,000. Estos fondos, dentro de los cuales se incluyen Q 30,000,000 de capital adelantado por los accionistas, fueron obtenidos de instituciones prestamistas oficiales y particulares, de proveedores en Centro América, los Estados Unidos, El Canadá, Gran Bretaña y Noruega y de la Inco y la Hanna.

Esta planta, de una sola línea de producción está distribuida de tal modo que podrá ser ampliada eventualmente.

B) EXTRACCION

El mineral laterítico del área de Izabal contiene níquel ligado químicamente con hierro, sílice, magnesio y otros constituyentes menores de la roca. Se encuentra a relativamente poca profundidad, debajo de una sobrecarga de material estéril.

En la operación extractiva, se utilizan máquinas pesadas tales como motoniveladoras, cargadoras frontales, retroexcavadoras, traillas y camiones de 35 toneladas. Con ellas arranca el material estéril, se excava el mineral, se transporta a la planta y, finalmente, se coloca de nuevo la sobrecarga para poder entonces rehabilitar las áreas minadas. Debido a que los yacimientos de mineral se encuentran dispersos en diferentes lugares, se requiere operaciones continuas de exploración, construcción de caminos de acceso y planeamiento detallado, a medida que avanza el trabajo de explotación de la mina.

C) EL PROCESO

El mineral se extrae a razón de unas 4,200 toneladas húmedas por día. En la planta, se pasa por la trituradora, donde máquinas a doble rodillo reducen la parte rocosa a un tamaño menor de 4 pulgadas. Luego se apila mecánicamente.

Con cargadoras frontales se transporta el mineral húmedo desde la pila hasta el secador, donde se reduce el contenido de humedad de un 30% a un 25% aproximadamente. El material en la descarga del secador se tamiza a un tamaño menor de pulgada y media, se muestrea y se apila y mezcla mecánicamente en el edificio de almacenamiento de material seco. Este edificio está equipado para mezclar el mineral y suministrarlo a una velocidad capaz de alimentar el resto del proceso de transformación de manera uniforme.

El mineral seco se extrae del apilamiento con cargadoras frontales y se traslada al horno de reducción. Aquí, mediante un complejo sistema de quemadores y sopladores, se termina de secar, luego se calienta a una temperatura de 925°C, se somete a una reducción selectiva y, finalmente, se le agrega azufre. El níquel reducido, siempre con un poco de hierro, se sulfura al combinarse químicamente con el azufre.

Ese material, convertido en una calcina, se transporta en recipientes sellados al horno

eléctrico, donde a una temperatura de aproximadamente 1540°C. se funde. La masa fundida se separa luego en dos componentes diferentes: una escoria que flota en la superficie, y una mata. La escoria contiene la mayor parte de hierro, magnesio y otros contaminantes en una forma compleja de silicato ferromagnésico. Esto se decanta del horno, se granula con agua y se transporta en camiones al área cercana a la planta destinada para desechos.

La mata de horno, con aproximadamente 25% de níquel en forma de sulfuro y 64 % de hierro, se vacía en cucharones y se traslada a uno de los dos convertidores de inyección lateral. Aquí se le agrega sílice como fundente y se le inyecta aire para oxidar el hierro, el cual se junta con el fundente para formar la escoria. Esta se decanta, solidifica y tritura antes de recircularla por el convertidor como elemento enfriador, o bien se apila.

Este ciclo se repite hasta que el convertidor contenga una cantidad suficiente del producto de calidad aceptable cuyo análisis reporte el 75% de Ni, siendo el resto principalmente azufre, con cantidades menores de impurezas. El producto fundido luego se vacía, se granula con un chorro de agua a presión alta y se separa por tamaño en un clasificador espiral. Este material se pasa por un secador rotatorio, luego se extraen muestras, se pesa y se envasa en recipientes contenedores para embarcarlo al mercado.

D) ENERGIA ELECTRICA

La planta eléctrica suministra toda la energía, el aire comprimido, el vapor y el agua de procesamiento para todo el complejo de transformación. La energía eléctrica se genera en la planta en una central termoeléctrica que emplea combustible residual Bunker "C". Dicha planta, cuya producción es de 61.3 MW está provista de una caldera que produce vapor a razón de 1200 psi e impulsa a su vez una turbina generadora. Además, cuatro generadores eléctricos y motores diesel, cuya producción combinada es de 10MW, suministran fuerza de reserva y emergencia. La planta eléctrica no sólo suministra fuerza para el proceso de transformación, sino también para la población de El Estor, incluyendo la nueva urbanización construida por Exmibal.

E) PROTECCION AMBIENTAL

Consciente de la necesidad de proteger la población y la región circundante de cualquier contaminación que pudiera ocurrir, Exmibal en toda la operación ha puesto el mayor empeño en la protección del medio ambiente.

Para tratar los gases antes de vaciarlos a la atmósfera por una de las dos chimeneas, se emplean multiciclones, cámaras para recuperar el polvo, depuradores húmedos y precipitadores electrostáticos. Se usan tanques de sedimentación, pozos espesadores, filtros y un neutralizador para remover los sólidos de las aguas de procesamiento antes de que éstas salgan de la planta. Además todas las aguas servidas de la planta y de la urbanización se purifican en instalaciones de tratamiento.

Un reconocimiento básico del agua, el aire y la biota del área se comenzó aproximadamente un año y medio antes de iniciar las operaciones y subsiguientemente se realiza un control continuo de las condiciones allí establecidas, el cual permitirá una evaluación constante de cualquier efecto que las operaciones puedan tener sobre el ambiente.

F) BENEFICIOS

a) Sociales y económicos:

Los variados programas educacionales y de adiestramiento de la empresa incluyen la capacitación de sus propios empleados dentro de la planta. Este programa puesto en marcha en todos los sectores de la compañía, hace posible que los empleados adquieran mayor destreza a fin de capacitarse para mejorar de posición dentro de la empresa a medida que surjan las oportunidades para hacerlo. Fue principiado un año antes de comenzar la etapa de producción y, en su primer año de operaciones, adiestró a más de 350 trabajadores en técnicas que les permitieron obtener puestos con mejores salarios.

Por medio de un programa iniciado en 1965, la empresa también mantiene continuamente vigentes diez becas a nivel universitario para el estudio, dentro o fuera del país, de carreras afines a la minería.

Además, Exmibal está cooperando con el Ministerio de Trabajo en un amplio programa de adiestramiento a diversos niveles, incluyendo el técnico-vocacional.

b) Fiscales y otros:

La mata de níquel constituirá un producto estable de exportación y fuente de divisas.

El gobierno de Guatemala percibirá ingresos por motivo de impuestos y regalías, así como dividendos pagaderos por la participación del 30% del capital social de la empresa que el Gobierno adquirirá durante los primeros diez años de producción.

El efecto multiplicador de las operaciones de la empresa ya se está haciendo sentir no sólo en la región de Izabal, donde están surgiendo toda clase de comercios para suplir las necesidades personales e industriales generadas por el proyecto, sino también en toda la comunidad empresarial debido a la política invariable de Exmibal de colocar cuantos pedidos le sean posibles con los proveedores nacionales.

G) DESARROLLO DE LA COMUNIDAD

Antes de que comenzaran las operaciones de Exmibal en el área del Lago de Izabal, El Estor era una pequeña y aislada población de unos 1,000 habitantes dedicados mayormente a la pesca y la agricultura de subsistencia.

Hoy día, es una población creciente de aproximadamente 10,000 habitantes, muchos de los cuales trabajan para la empresa o suministran bienes y servicios a sus empleados.

Las actividades de Exmibal han dotado al pueblo de electricidad, calles mejoradas, una más amplia fuente de agua potable, un centro de salud y una escuela pública regional.

Una nueva urbanización ya dotada de más de 200 viviendas construidas por la empresa, brinda a la comunidad otras nuevas instalaciones. Entre éstas se cuentan un hospital de 20 camas, una escuela privada bilingüe (español-inglés) cuyas puertas quedan abiertas para todos los niños de la región, un centro comercial y un sistema de drenajes con planta de tratamiento de aguas negras, el cual, mediante los esfuerzos conjuntos de las autoridades municipales y entidades del Gobierno nacional, se extenderá hasta incluir toda la población.

La empresa también ha contratado un servicio diario de buses entre la ciudad de Guatemala y Mariscos, que enlaza con un servicio lacustre de ferry hasta El Estor respaldado por la compañía. Ha construido también un nuevo aeropuerto equipado de radio faro y luces para aterrizajes nocturnos, que está abierto al público en general.

El aislamiento y subdesarrollo de El Estor están cediendo paulatinamente, a medida que la región entera se conmueve ante el impacto de la presencia de Exmibal.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE:

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ

DECANO

