

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO AGROLOGICO DE SUELOS CON FINES
DE RIEGO, DEL VALLE DE RABINAL"

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

CARLOS FEDERICO FERNANDEZ RIVERA

En el acto de su investidura de

INGENIERO AGRONOMO

Guatemala, Diciembre de 1978

01
T(349)
C3

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano en Funciones
Vocal 2o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Vocal 5o.
Secretario

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Dr. Antonio Sandoval S.
Ing. Agr. Sergio Mollinedo
Br. José Miguel Irías
P. A. Giovani Reyes
Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano en Funciones
Examinador
Examinador
Examinador
Secretario

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Dr. Antonio Sandoval S.
Ing. Agr. Héctor Murga
Ing. Agr. Carlos Aguirre
Ing. Agr. Leonel Coronado C.

27 de noviembre de 1978

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Decano de la Facultad
de Agronomía
Presente

Por este medio tengo el honor de dirigirme a usted para manifestarle que de acuerdo con el nombramiento recibido para asesorar el trabajo de tesis titulado "ESTUDIO AGROLOGICO DE SUELOS CON FINES DE RIEGO DEL VALLE DE RABINAL" el cual fue realizado por el estudiante CARLOS FEDERICO FERNANDEZ RIVERA y que después de haberse concluido y analizado, se ha encontrado satisfactorio para llenar los requisitos exigidos por la Universidad de San Carlos, para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Al mismo tiempo se considera que constituye una contribución hacia el desarrollo de la agricultura bajo riego en el país.

Atentamente,

"D Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Oscar A. González H.
Director Depto. Ingeniería Agrícola
ASESOR

Guatemala, 27 de noviembre de 1978

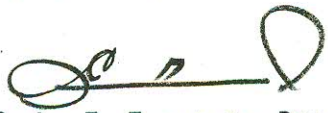
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"ESTUDIO AGROLOGICO DE SUELOS CON FINES
DE RIEGO, DEL VALLE DE RABINAL"

Como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,


Br. Carlos F. Fernández Rivera

ACTO QUE DEDICO

Al Creador del Universo

A mis Padres:

JORGE FERNANDEZ (Q.E.P.D.)
JULIA RIVERA VDA. DE FERNANDEZ

A mi Esposa:

ILIANOWA DE LEON DE FERNANDEZ

A mi Hijo:

RICARDO FERNANDEZ DE LEON

A mis Hermanos:

JORGE, BLANCA, OLGA Y LILIANA

A mis familiares y amigos en general.

DEDICO ESTA TESIS

A mi Madre:

JULIA RIVERA VDA. DE FERNANDEZ

A mi Esposa:

ILIANOWA DE LEON DE FERNANDEZ

A mi Hijo

RICARDO FERNANDEZ DE LEON

AGRADECIMIENTO

Hago patente mi agradecimiento a todas las personas e instituciones, que en una u otra forma contribuyeron al logro final de este trabajo, en forma especial.

- Al Director de la Unidad de Estudios y Proyectos, de la Dirección General de Servicios Agrícolas, del Ministerio de Agricultura.
- Al personal Administrativo, Campo, Laboratorio y Dibujo del Area de Desarrollo de Especialidades Técnicas, de la Unidad de Estudios y Proyectos.

RECONOCIMIENTO

Quiero expresar mis agradecimientos al Ing. Agr. M.
Sc. Oscar Alejandro González Hernández, por su
constante y acertado asesoramiento para llevar a ca
bo la presente investigación.

INDICE

	Página
Indice de Cuadros	i
Indice de Gráficos	i
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
4. GENERALIDADES	16
4.1 Localización	16
4.2 Descripción del Valle	17
4.3 Clima y Ecología	18
4.4 Balance Hidrológico	19
5. MATERIALES Y METODOS	23
5.1 Gabinete	23
5.2 Campo	23
5.3 Laboratorio	24
5.4 Gabinete	26
6. RESULTADOS OBTENIDOS	27
6.1 Suelos	27
6.2 Aguas	27

	Página
7. INTERPRETACION DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES DEL USO Y MANEJO	45
7.1 Clasificación Agrológica con fines de Riego	45
7.2 Calidad de las Aguas	63
7.3 Pruebas de Infiltración	64
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
8.1 Conclusiones	65
8.2 Recomendaciones	67
9. BIBLIOGRAFIA	68
10. ANEXOS	71
10.1 Costos de Habilitación y Nivelación de Suelos	73
10.2 Mapa de Clasificación Agrológica con fines de Riego	81

LISTADO DE CUADROS

Cuadro	TITULO	Página
1	Balance Hidrológico del Valle de Rabinal	19
2	Resultado de Campo de los Perfiles Típicos del Proyecto Rabinal.	29
3	Determinaciones Físico-químicas del Proyecto Rabinal.	35
4	Análisis de Calidad de Agua para fines de Riego del Proyecto del Valle de Rabinal.	43

LISTADO DE GRAFICAS

Gráfico	TITULO	
1	Balance Hidrológico del Valle de Rabinal.	21

1. INTRODUCCION

El estudio y evaluación de los recursos naturales, humanos y económicos constituyen los pasos pioneros para la planificación racional de cualquier área específica que se pretenda desarrollar. De esta manera al analizar la complejidad de los recursos mismos, vemos que el suelo y el agua como producto de una complicada interrelación, constituyen factores sumamente importantes como parte de cualquier proyecto que pretenda alcanzar la meta anteriormente expuesta; el desarrollo, principalmente si este va unido a una conciencia ecológica sobre el racional aprovechamiento de los recursos naturales.

Considerando que la agricultura constituye el mayor renglón en la actividad económica del valle de Rabinal, la perspectiva de instalación de un sistema de riego, constituye una obra futura de mucha relevancia, puesto que presupone una elevación significativa en el coeficiente de productividad agrícola y que coincidirá con un desarrollo socio-económico que beneficie a la mayoritaria comunidad local dedicada a menesteres agrícolas. Esto cobra singular importancia si se toma en cuenta que en la actualidad la utilización de agua en forma de riego sigue patrones tradicionales, con el uso de presas temporales en época seca, que benefician a menos del 10% de la población activa en faenas agrícolas.

Consecuentes de lo anterior el presente trabajo de investigación pretende abarcar el estudio de suelos y calidad de aguas que se sustentan en el Valle de Rabinal, como una primicia en la aportación de información básica que pueda ser útil en la promoción de proyectos de implantación de obras de riego.

La aportación de este estudio consiste en la información completa sobre los aspectos de clasificación agrológica de suelos con fines de riego tomando en cuenta los parámetros siguientes: situación geográfica, descripción general del valle, estudios de clima y ecología, geología superficial, geomorfología, topografía, hidrología, vegetación, drenaje superficial e interno, pendiente, relieve, profundidad, permeabilidad, textura, estructura, consistencia, etc., además una serie de análisis físico-químicos efectuados en el laboratorio.

La metodología que se siguió en este estudio fue el sistema de Clasificación Agrológica de suelos con fines de riego, de acuerdo a las normas del United States Bureau of Reclamation (U.S.B.R.), adoptado y modificado a nuestro medio.

Es de considerar que la forma de elaboración y detalle de un estudio como el presente, basado a los lineamientos ya expuestos, son de mucho interés e importancia, sin embargo aún no llega a ser de la categoría de un estudio semidetallado, debido a que para llenar este requisito es necesario completar algunos aspectos de tipo socio-económico, geológico, hidrológico y agronómico, aún así, la parte de estudio sobre el recurso suelo debe considerarse casi completa, con excepción de profundizar la parte de clasificación genética del suelo.

El área estudiada comprende 2,663.6 Has., de las cuales 1,528 Has. que representan el 57.36%, son aptas para riego y 1,135.6 Has., que representan el 42.64%, no son aptas para riego.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo se realizó con los siguientes objetivos:

- 1.- Delimitar el área que de acuerdo a las características del suelo presente la posibilidad de desarrollar e implementar agricultura bajo riego, clasificándola en clases agrológicas, lo cual permitirá tomar decisiones en la implementación de un sistema de riego.
- 2.- Delinear recomendaciones para las diferentes clases agrológicas en el manejo de suelos, al ponerlos bajo riego.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

Los estudios de suelos son indispensables principalmente al planificar la utilización racional de los recursos del suelo, de una finca, una región o de un país ya que este es quizás el más importante de los recursos naturales que subordinados al clima, agua y aire, constituye las bases de la existencia humana (5).

El levantamiento de suelos es el resultado de las investigaciones efectuadas en el campo para determinar las características más importantes de suelos, clasificarlos en tipos definidos y otras unidades de clasificación, así como delimitar y dibujar sobre los mapas, los linderos de las diferentes clases de suelos. El levantamiento de suelos se utiliza en la correlación y predicción de su mejor adaptabilidad a diferentes cultivos, pastos, árboles y su posible respuesta a varios sistemas de manejo. Asimismo, con el levantamiento de suelos se puede predecir una estimación del rendimiento de los cultivos bajo diferentes prácticas de manejo de suelos.

En un levantamiento moderno de suelos existe una secuencia de actividades que sin considerar el nivel de intensidad deberán efectuarse antes de que pueda producirse el mapa final con su correspondiente informe. Los diferentes niveles de intensidad pueden reducir el alcance de cada paso en el procedimiento y aún eliminar algunos de ellos, pero en términos generales las fases serán las mismas, efectuándose ajustes en consideración a la intensidad del levantamiento, a la disponibilidad de fotos aéreas y mapas básicos, de técnicos, de equipo, de tiempo y en algunos casos a la accesibilidad de ciertas áreas.

La metodología variará también con el propósito del levanta-

tamiento. Los levantamientos nacionales permanentes de suelos consisten en operaciones continuas mientras que un levantamiento hecho con un propósito específico como es el caso de desarrollo económico, de identificación de un proyecto o de un estudio de factibilidad, se encuentra limitado en tiempo y alcance (4).

El objetivo principal del levantamiento de suelos es hacer predicciones y como tal tiene varios usos. El levantamiento de suelos ayuda a los propietarios de fincas y administradores a mejorar las prácticas de manejo del suelo y del agua. El levantamiento de suelos se usa para determinar el valor relativo de fincas individuales por los agricultores y otras personas que deseen vender o comprar tierras; por los bancos locales o extranjeros y otro tipo de organizaciones privadas interesadas en prestar dinero sobre tierras, cultivos o ganado, por agencias gubernamentales con fines de tributación fiscal, para asignar prioridades a proyectos de desarrollo rural, para proyectos de rehabilitación de tierras (riego y drenaje), para la localización de tierras adecuadas para estaciones experimentales, parques nacionales, conservación y otros usos.

El levantamiento de suelos también ayuda a determinar el uso potencial de la tierra y programas de conservación de suelos, servicios de desarrollo rural y organizaciones conectadas con el planeamiento del desarrollo agrícola.

El mapa y reporte de un levantamiento de suelos puede usarse para establecer el inventario nacional por medio de la evaluación de los recursos básicos de tierras como un apoyo de la planificación agrícola y programas catastrales.

No existe ningún patrón definido en el arreglo u ordenamiento en la presentación del contenido del levantamiento de suelos. El contenido del levantamiento de suelos y su orden de pre-

sentación variará de una región a otra y de un país a otro, dependiendo del objetivo del levantamiento, de los problemas y necesidades del área y también de la agricultura del área en que se muestra interés.

Existen varios métodos para la preparación de un levantamiento agrológico, los cuales actualmente están siendo usados por organizaciones estatales y firmas privadas o individuales.

Dependiendo de la exactitud o el fin que se requiera en el estudio, así será el tipo de metodología a aplicar. Los estudios agrológicos para fines de riego acá en Guatemala se dividen en:

- a.- Reconocimiento
- b.- Semidetallado
- c.- Detallado

A continuación se detalla cada uno de los estudios a diferentes niveles. Estos documentos son una guía para la realización de un estudio agrológico y de ninguna manera tiende a restringir el criterio técnico. Al mismo tiempo estas metodologías pueden servir de base a otros estudios relacionados con la evaluación de los recursos naturales, siempre que se hagan las modificaciones correspondientes.

Debe recordarse sin embargo que estas metodologías tienen que ser necesariamente flexibles para adaptarse a las diferentes condiciones que se encuentran en el Campo

a.- ESTUDIO AGROLOGICO DE RECONOCIMIENTO (1)

INTRODUCCION:

- Antecedentes

- Objetivos
- Categoría del estudio
- Materiales y métodos de trabajo

1.- Generalidades:

Localización del área de comunicación, tenencia de tierra, climatología agrícola.

2.- Agricultura y Ganadería:

Sistemas de explotación agrícola y ganadera.

3.- Suelos:

Descripción general, topografía, uso del suelo, factores limitantes, clasificación agrícola de suelos para fines de riego.

4.- Irrigación y Drenaje:

Hidrología, calidad de aguas, necesidad y posibilidades de establecer el riego, necesidad de drenaje agrícola.

5.- Conclusiones:

Sobre la capacidad de uso bajo riego y sobre la necesidad de efectuar estudios agrológicos de mayor detalle.

6.- Bibliografía

Mapas

En un estudio agrológico de reconocimiento los mapas se hacen usualmente para identificar los suelos apropiados para cultivos, pastoreo o uso forestal y son muy útiles para la planificación de desarrollo regional. Otro uso es el de determinar cuales son las áreas con problemas definidos de manejo, como el control de la erosión y la necesidad de encalado. Estos mapas sirven de guía para el uso racional de grandes extensiones de terreno. Se hacen levantamientos a nivel de reconocimiento en algunas áreas donde la agricultura no es intensiva y la información sobre los suelos es limitada (4).

Generalmente los mapas de reconocimiento se hacen a escala que varía de 1:30,000 a 1:60,000, pero en nuestro medio se utiliza la escala de 1:50,000 y con 1 ó 2 calicatas de muestreo por 25 Has, dependiendo de la homogeneidad del paisaje.

b.- ESTUDIO AGROLOGICO SEMIDETALLADO (2)

INTRODUCCION:

- Antecedentes
- Objetivos
- Categoría del estudio
- Materiales y Métodos de Trabajo

1.- Localización del área:

Situación geográfica, política, superficie estudiada y límites, vías de comunicación.

2.- Aspectos Socio-Económicos:

Demografía, tenencia de la tierra, servicios públicos.

3.- Aspectos Fisiográficos:

Geología superficial, geomorfología, topografía, hidrología, vegetación.

4.- Climatología Agrícola:

Generalidades, datos meteorológicos, clasificación del clima, análisis del clima en relación a la agricultura de riego.

5.- Agricultura:

Sistemas de explotación, cultivos.

6.- Ganadería:

Sistemas de explotación, especies y razas existentes.

7.- Suelos:

Descripción general de los suelos, descripción de las series de suelos, salinidad y/o sodicidad de suelos, clasificación agrícola de suelos para fines de riego, superficies por series y clases agrícolas de suelos para fines de riego.

8.- Irrigación:

Situación actual, calidad de aguas.

9.- Drenaje Agrícola:

Drenaje superficial, manto freático, drenaje subterráneo.

10.- Capacidad de uso y manejo de suelos:

Cultivos recomendables, técnicas de cultivo, riego, fertilización, mejoramiento de suelos salinos y/o sódicos, drenaje agrícola, control de erosión, ganadería, silvicultura.

11.- Conclusiones:

Cuadro de superficies por series y clases agrícola, sobre conveniencia de llevar a cabo la obra de riego, sobre la explotación agrícola y ganadera, aprovechamientos silvícolas y reforestación sobre la necesidad de efectuar estudios agrológicos de mayor detalle.

Bibliografía

Mapas

El mapeo semidetallado generalmente se hace utilizando fotointerpretación de fotografías de escala de 1:20,000 ya que se encuentra muy bien adaptado a los inventarios de los recursos físicos, especialmente en áreas donde el uso de la tierra es de moderado a intensivo. Este tipo de levantamientos se puede ha-

cer en menos tiempo que el detallado y en muchos lugares resulta de similar utilidad. En él se identifican prácticamente las mismas series y tipos de suelos que se reconocen en un estudio detallado, pero se hacen menos observaciones de perfiles y las delimitaciones de las unidades de suelos no son tan cuidadosamente verificadas en el campo. Se puede hacer un levantamiento semi detallado de suelos y luego seleccionar aquellas partes del área que justifiquen estudios detallados (4).

En nuestro medio se hacen mapas a escala de 1:20,000 a 1:10,000 con 3 a 4 calicatas por 25 Has. siempre y cuando el paisaje en estudios sea homogénea.

Los estudios semidetallados se realizan en zonas o áreas identificadas en un estudio de reconocimiento con posibilidades de desarrollo o bien que han sido seleccionadas previamente por su importancia en la región.

c.- ESTUDIO AGROLOGICO DETALLADO: (3)

INTRODUCCION:

- Antecedentes
- Objetivos
- Categoría del Estudio
- Materiales y Métodos de Trabajo

1.- Localización del área:

Situación Geográfica política, superficie estudiada y límites, vías de comunicación.

2.- Aspectos Socio-Económicos:

Demografía, tenencia de la tierra, servicios públicos.

3.- Aspectos fisiográficos:

Geología superficial, geomorfología, topografía, hidrología, vegetación.

4.- Climatología Agrícola:

Generalidades, datos meteorológicos, clasificación del clima, análisis del clima en relación a la agricultura.

5.- Agricultura:

Sistemas de explotación, cultivos, técnicos de cultivos, mercado y comercialización de la producción, financiamiento y asistencia técnica.

6.- Ganadería:

Sistemas de explotación, especies y número de cabezas existentes, coeficiente de agostadero, mercado y comercialización de la producción, financiamiento y asistencia técnica.

7.- Suelos:

Descripción general de los suelos y de las series de suelos, clasificación agrícola de suelos para fines de riego, salinidad y/o sodicidad, superficies por series, tipos, fases y clases agrícolas de suelos para fines de riego.

8.- Irrigación:

Situación Actual, pruebas de campo, calidad de aguas.

9.- Drenaje Agrícola:

Drenaje Superficial, manto freático, drenaje subterráneo.

10.- Capacidad de uso y manejo de suelos:

Programa de cultivos, técnicas de cultivos, riego, fertilización, mejoramiento de suelos salinos y/o sódicos, drenaje agrícola, control de erosión, ganadería, silvicultura.

11.- Conclusiones:

Cuadro de superficies de series, tipos, fases y clases agrícolas de suelos para fines de riego, sobre la conveniencia de llevar a cabo la obra de riego, so-

bre la explotación agrícola y ganadera, sobre aprovechamientos silvícolas y reforestación, sobre la necesidad de efectuar estudios agrológicos especiales.

Bibliografía

Mapas

Los levantamientos detallados de suelos se hacen por lo regular a escalas más grandes que los estudios de reconocimiento y semidetallado y van de 1:20,000 hasta 1:2,000 dependiendo de la extensión estudiada y el detalle que se requiera. Las unidades de mapeo generalmente son fases o tipos de suelo y sus límites precisos. Estos estudios requieren un trabajo más cuidadoso y minucioso que el requerido por levantamientos menos intensivos y por lo tanto son más caros (4).

Usualmente se efectúan para la planificación final de proyectos con gran inversión de capital o en áreas de agricultura intensiva.

En nuestro medio se efectúan de 6 a 7 calicatas por cada 25 Has. siempre y cuando el paisaje sea homogéneo.

Actualmente en Guatemala se ha venido trabajando con la metodología de la clasificación agrológica norteamericana (U.S.B.R.) para uso con fines de riego, para conservación de suelos y para uso potencial (U.S.D.A.). Esta metodología ha sufrido cambios para su mejor adaptabilidad a nuestro medio, tomando en cuenta que toda metodología no debe ser puramente estricta sino lo más flexible posible sin salirse de su estructura básica.

En Guatemala se han venido haciendo diferentes estudios agrológicos de suelos con fines de riego siguiendo la política de U.S.B.R. y para el efecto se han llevado a cabo estudios a nivel de uso potencial, de reconocimiento, semidetallado para riego y detallado para riego, haciendo un total aproximado de 90 entre estudios de suelos realizados y en ejecución.

4. GENERALIDADES

4.1 Localización:

El valle de Rabinal se encuentra situado en el municipio del mismo nombre del departamento de Baja Verapaz, Colinda al Norte con Uspantán (Quiché), al Este con San Miguel Chicaj (Baja Verapaz); al Sur con el Chol, Granados y Salamá (Baja Verapaz), al Oeste con Cubulco (Baja Verapaz). El valle es regado por diferentes ríos, entre los que tenemos San Rafael, Rabinal, Sajcap y otros (7).

Existen dos vías de comunicación principales para llegar al valle: por una parte se comunica con la cabecera departamental Salamá por medio de la Ruta Nacional No. 5, carretera de terracería accesible en toda época del año, teniendo una distancia de 26 Kms y por esa misma ruta existe comunicación con la Capital y cuya distancia es de 144 Kms.

Por otro lado existe otro acceso que es la Ruta Centroamericana No. 9 más conocida como Ruta al Atlántico, vía a Cobán con desvío en Santa Elena, con una distancia de 177 Kms. existiendo asfalto hasta la cabecera departamental Salamá.

El banco de marca que es el punto de referencia geográfico, fue establecido por la Dirección General de Caminos en el parque de la cabecera municipal, a una altura aproximada de 972.69 m, sobre el nivel del mar y a una latitud de 15° 05' 30" y a una longitud de 90° 26' 50" según el meridiano de Greenwich.

4.2 Descripción del Valle

El valle de Rabinal se encuentra rodeado de montañas de pequeña altura, por el lado Este y Norte, las montañas son casi áridas y se cubren de vegetación únicamente durante la época de lluvia o invierno, manifestándose dos épocas bien marcadas, época seca y época lluviosa. Muchas áreas particularmente las cimas más altas, han sido desmontadas para la siembra de maíz, gran parte de las áreas están desprovistas de vegetación necesitando ser protegidas contra el fuego, erosión y agricultura migratoria para fomentar la regeneración natural.

Los suelos del valle de Rabinal están clasificados entre los suelos latosólicos, aunque el término "latosol", actualmente se encuentra muy discutido, sin embargo lo utilizamos, para definir a los suelos derivados de lavas basaltos y cenizas volcánicas, blancos y porosos, que fue depositada en terrenos a lo largo del valle y que debido a la mayor precipitación pluvial de la zona que ocupan, son suelos en los cuales la meteorización ha penetrado profundamente trayendo consigo la disolución del material básico y lavado, lo cual ha traído una disminución en la fertilidad. Ocupa relieves que van de planos a muy ligeramente ondulados, suelos profundos generalmente sin ninguna capa limitante para la penetración de raíces, textura que va de franco arenoso a franco arcillo arenoso.

El agua es escasa en gran parte de la región abasteciéndose el valle de los ríos San Rafael, Rabinal, Sajcap y algunas fincas poseen sus propios pozos o manantiales que los utilizan en sus regadíos particulares. Todas estas fuentes excepto las de mayor caudal, tienden a agotarse durante la época de sequía.

Los habitantes de la región se dedican principalmente a la agricultura, siendo los cultivos más importantes, el maíz, frijol,

café, caña de azúcar, tomate, árboles frutales como zapote, mango y la famosa naranja de Rabinal que goza de merecida fama en el país.

La vegetación natural, que en su mayoría ha sido intervenida ha adoptado la apariencia que le imprime las condiciones ambientales circundantes, por lo cual es interesante observar que en la época seca la vegetación se torna en apariencia de color grisáceo-plomizo.

En general los suelos del valle de Rabinal son profundos y livianos con topografía más o menos plana, la vegetación compuesta de árboles, arbustos y monte bajo.

4.3 Clima y Ecología

El sistema de clasificación del clima de Thornthwaite coloca a esta región como clima semicálido, con un invierno benigno y seco con vegetación natural característica de postizal. Según la clasificación ecológica del Dr. Holdridge sitúa esta región dentro del bosque seco sub-tropical cálido (bs-Sc)

Según los datos de la estación meteorológica de Rabinal, localizada a una latitud de $15^{\circ} 05' 07''$, a una longitud de $90^{\circ} 29' 31''$ y a una altitud de 997 m, sobre el nivel del mar, la precipitación total anual es de 628.4m.m., con un total de 118 días de lluvia, siendo los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre los más lluviosos del año y los restantes de escasísima precipitación.

La temperatura máxima promedio anual es de 30.2°C , la mínima promedio anual es de 14.5°C y la media promedio anual es de 22.4°C , siendo los meses más fríos, Enero y Febrero y los meses más cálidos Marzo y Abril.

Cuadro No. 1:

4.4 Balance Hidrológico

Evt.pot. = Evapotranspiración potencial

$$\text{Evt.pot.} = \frac{K \% P (45.7 \times t + 813)}{100} \quad (\text{Blaney-Criddle}) \quad 1/$$

Mes	% P 2/	t° C 3/	Evt.pot. (m.m.)	Precipi tación (m.m.)	Balance 4/
Enero	9.64	20.8	170.01	2.5	-167.51
Febrero	9.42	22.0	171.29	6.7	-164.59
Marzo	10.45	23.5	197.19	2.6	-194.59
Abril	9.61	23.6	181.77	9.3	-172.47
Mayo	7.83	23.2	146.67	87.4	- 59.27
Junio	6.81	23.6	128.81	167.5	+ 38.59
Julio	8.00	22.4	146.93	115.6	- 31.33
Agosto	7.63	22.5	140.49	52.6	- 87.89
Septiem	6.77	22.2	123.72	104.1	- 19.62
Octubre	6.59	22.2	120.43	60.2	- 60.23
Novbre.	7.72	22.8	143.20	16.8	-126.40
Dicbre.	9.53	21.7	171.99	3.1	-168.89

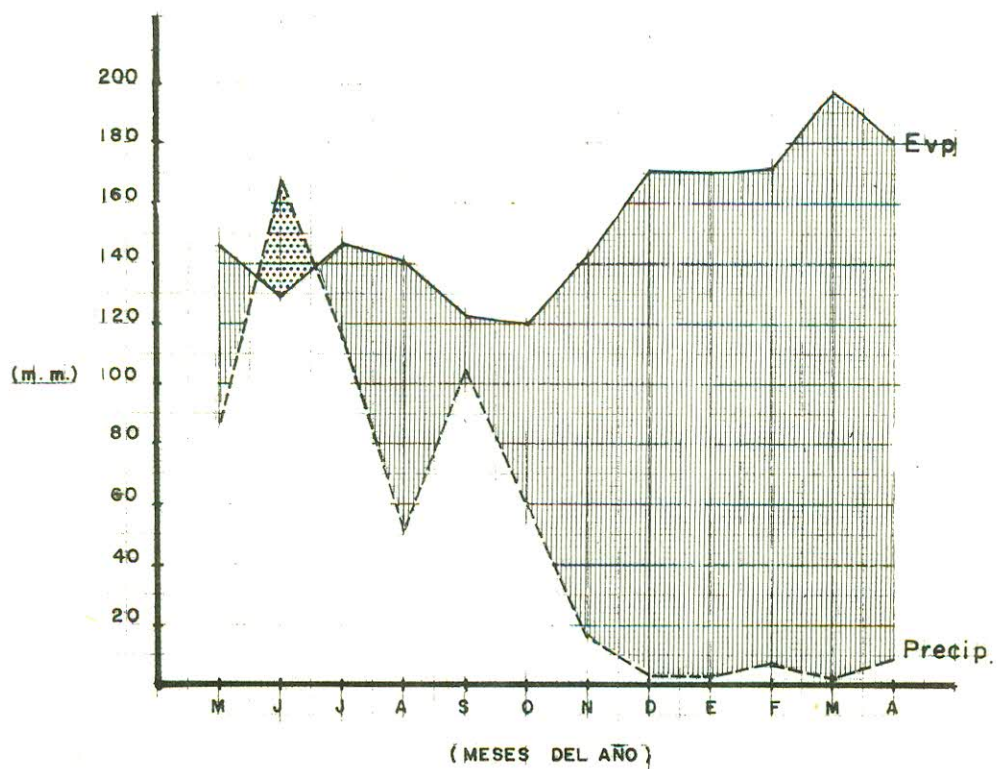
- 1/ Para estimar evapotranspiración potencial se consideró el valor de K igual a 1.
- 2/ Los cálculos de % P se tomaron de la estación de San Jerónimo, en vista de no existir registro de insolación en la estación de Rabinal y por ser la estación más cercana.

3/ Temperatura media mensual.

4/ Signo + exceso, signo - déficit de requerimiento de riego potencial.

(GRÁFICA No. 1)

BALANCE HIDROLÓGICO DEL VALLE DE RABINAL



Epoca de Deficit

Epoca de Exceso

5. MATERIALES Y METODOS

Al desarrollar el presente trabajo se cubrieron las siguientes fases:

5.1 Gabinete

Revisión de toda información existente de la región a estudiar.

Estudio de los mapas cartográficos de Cubulco hoja No. 2061 II y Salamá hoja 2161 III, escala 1:50,000.

Elaboración del mapa de la región a escala 1:20,000 para su uso en el campo.

Programación, preparación y ordenación del trabajo de campo.

5.2 Campo

Caminamiento en toda el área para hacer una inspección ocular más detallada. Delimitación y localización de las áreas a muestrear; al mismo tiempo se observó problemas de erosión, salinidad, declive, pedregocidad superficial e interna, uso actual de la tierra, drenaje superficial e interno y vegetación dominante.

Se delimitó en el mapa a escala 1:20,000 las diferentes áreas.

Lectura y hechura de 29 calicatas representativas, el tamaño de éstas fue de $1 \times 1 \times 1.50$ m, distribuidas en áreas representativas, a las que se les tomó datos generales y de cada horizonte pedológico. De cada horizonte se recolectó 4 libras de suelo en una bolsa de polietileno debidamente identificada con una etiqueta para ser trasladada al laboratorio.

Se efectuaron 28 pruebas de infiltración con cilindros de 18×18 pulgadas en triplicado para cada punto.

Se tomaron en envases especiales de $1/2$ litro muestras de agua superficiales y subterráneas de la región, colocándoles su etiqueta respectiva.

5.3 Laboratorio

Las muestras al nomás traerlas del campo se tendieron para efectuar un secamiento al aire, trituradas con un rodillo de madera, seguidamente fueron tamizadas con un tamiz con malla de 2 mm, luego se homogenizaron para así poder utilizarse en todos los análisis respectivos.

Los análisis físico-químicos efectuados a las muestras de suelos fueron los siguientes:

- Humedad en base seca: método gravimétrico.
- Análisis granulométrico: método de Bouyoucos, las fracciones se clasificaron de acuerdo al sistema de U. S. D. A.
- Densidad aparente: relación peso volumen, método de la probeta.

- Humedad equivalente: método de Centrífuga (1/3 At.)
- Coeficiente Higroscópico: método de la cámara húmeda con ácido sulfúrico al 3.3% en peso.
- Materia Orgánica: Método de Walkley y Black modificado.
- pH: Por medio del potenciómetro de Orion Research, relación suelo-agua 1:1.
- Color: por medio de la Escala de Munsell, U.S.A. 1954 (en húmedo y seco)
- Carbonatos cualitativos por efervescencia, con ácido Clorhídrico, relación 1:10.
- Capacidad de Intercambio Catiónico (Ca, Mg, Na, K) extracción con acetato de amonio y determinados por espectrofotometría de absorción atómica en un Espectrofotómetro: Perkin Elmer modelo 290 B.
- Hidrógeno Intercambiable: por diferencia.
- Capacidad Total de Intercambio: por extracción con cloruro de sodio al 10% pH 2.5 y destilación por el método del semimicro de Kjeldhal.

Los análisis efectuados a las aguas fueron los siguientes:

- Conductividad Eléctrica: por medio del puente de Conductividad de Wheatstone.
- pH: Por medio de Potenciómetro de Orión Research.

- Cationes Intercambiables: (Ca, Mg, Na, K,) por medio del espectrofotómetro de absorción Atómica Perkin Elmer modelo 290-B-.
- Aniones: $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^{-} por titulación con ácido sulfúrico, Cl^{-} por titulación con Nitrato de Plata, $\text{SO}_4^{=}$ por precipitación con cloruro de bario)
- Sólidos en Solución (p.p.m.): por evaporación en Crisoles de platino.

5.4 Gabinete

- Tabulación de resultados de campo y laboratorio.
- Descripción de los perfiles típicos obtenidos.
- Clasificación Agrológica.
- Clasificación de las aguas con fines de riego.
- Gráficos de Infiltración.
- Cálculos de Caudales de agua para riego.
- Dibujo y Cálculos del Mapa Agrológico.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 Suelos

De acuerdo al trabajo realizado se presenta en el cuadro No. 2, los resultados obtenidos en el campo el cual contiene la información de profundidad, textura, estructura, consistencia en seco y en húmedo, y color en seco y en húmedo, de los 20 puntos seleccionados como típicos o representativos del área estudiada.

En el cuadro No. 3, se muestran los resultados de análisis de laboratorio de los mismos puntos seleccionados del trabajo de campo. Dichos resultados dan la información sobre las características físico-químicas de los suelos estudiados, asimismo la Lámina de Agua necesaria para los diferentes horizontes.

6.2 Aguas

Para el estudio sobre la calidad del agua, se analizaron 12 muestras provenientes de 3 pozos (aguas sub-terráneas) y 9 ríos y/o quebradas (agua de escorrentía o superficial) distribuidas dentro del área estudiada. En el cuadro No. 4 se presentan los resultados del análisis químico del agua y la identificación de su procedencia. Las muestras analizadas fueron tomadas en la época en que se consideró podría ser requerida el agua para ser usada en riego (Febrero-Abril).

Clase Agro-lógica	Perfil	Profundidad (Cms.)	Textura	Estructura	Consistencia		Calor	
					Seco	Húmedo	Seco	Húmedo
I	8	0-22	Franco	Bloques sub-angulares medianos débilmente desarrollados	Suave	Friable	10YR 5/2	10YR 3/2
		22-50	Franco arenoso	Bloques " " " moderadamente desarrollados	Lig. dura	Friable	10YR 5/3	10YR 3/3
		50-75	Franco	Bloques " " " " "	"	"	10YR 5/3	10YR 3/2
		75-110	Franco arenoso	Bloques " " " débilmente " "	Suave	"	5YR 5/6	5YR 4/4
		110-150	Franco arenoso	Bloques " " " pequeños " " "	Suave	Muy Friable	5YR 5/6	5YR 4/6
	11	0-24	Franco arenoso	Bloques " " " medianos moderadamente " "	Lig. dura	Friable	10YR 6/4	10YR 3/3
		24-61	Franco	Bloques " " " " fuertemente " "	"	" Firme	10YR 5/3	10YR 3/3
		61-105	Franco	Bloques " " " " " " "	"	"	10YR 6/6	10YR 5/3
		105-128	Franco arenoso	Bloques " " " " moderadamente " "	"	"	10YR 5/4	10YR 4/4
	19	0-28	Franco arenoso	Bloques " " " " moderadamente " "	"	" Friable	10YR 5/3	10YR 4/4
		28-42	Franco arenoso	Bloques " " " pequeños débilmente " "	Suave	Friable	10YR 6/4	10YR 4/4
		42-70	Franco	Bloques " " " medianos moderadamente " "	Lig. dura	"	10YR 6/3	10YR 4/4
		70-115	Franco arenoso	Bloques " " " " débilmente " "	Suave	"	10YR 6/3	10YR 4/4
		115-150	Franco	Bloques " " " " moderadamente " "	Lig. duro	"	10YR 6/3	10YR 4/4
	28	0-16	Franco arenoso	Bloques " " " pequeños débilmente " "	Suave	"	10YR 6/4	10YR 4/3
		16-50	Franco	Bloques " " " medianos moderadamente " "	Lig. duro	"	10YR 6/4	10YR 4/4
		50-85	Franco	Bloques " " " " " " "	"	"	10YR 6/4	10YR 5/4
		82-120	Franco arenoso	Bloques " " " " débilmente " "	Suave	muy friable	10YR 7/3	10YR 5/4
		120-145	Arena	Sin estructura (grano sencillo)	Suelta	Suelta	10YR 7/2	10YR 6/2
II	4	0-16	Franco arenoso	Bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados	Lig. dura	Friable	5YR 4/8	5YR 3/4
		16-33	" Arc. "	Bloques " " " " " "	Lig. duro	Friable	5YR 4/4	10YR 3/4
		33-46	Franco arcilloso	Bloques " " " " " "	"	"	5YR 4/6	5YR 4/4
		46-87	Franco arenoso	Bloques " " " " " "	"	"	5YR 4/4	10YR 4/4
		87-113	" "	Bloques " " " " " "	"	"	5YR 5/6	5YR 4/6
		113-150	" "	Bloques " " " " " "	"	"	5YR 5/6	5YR 4/6
	5	0-18	" "	Bloques " " " " débilmente " "	Suave	Friable	5YR 5/4	5YR 3/3
		18-40	" Arc. arenoso	Bloques " " " " moderadamente " "	Lig. duro	"	5YR 4/3	10YR 3/2
		40-65	Franco arcilloso	Bloques " " " " fuertemente " "	Dura	Friable	5YR 4/3	10YR 3/2
	7	0-37	Arena sin estructura (grano sencillo)		muy suave	muy Friable	10YR 7/2	10YR 5/3
		37-67	Arena franca sin estructura (grano sencillo)		"	"	5YR 5/4	5YR 4/4
		67-103	" " " " " "		"	"	5YR 6/6	5YR 5/6
		103-150	Franco arenoso	Bloques sub-angulares medianos débilmente desarrollados	Suave	Friable	5YR 6/6	5YR 4/4

13	0-14	Franco arc. arenoso	Bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados	Lig. dura Friable	10YR 5/4	10YR 4/3
	14-33	" arenoso	Bloques " " " moderadamente desarrollados	" " "	10YR 4/4	10YR 4/4
	33-58	" "	Bloques " " " " "	" " "	7.5YR 4/4	7.5YR 4/4
	58-83	" "	Bloques " " " " "	" " "	7.5YR 4/4	7.5YR 4/4
	83-103	Arena franca	sin estructura	Suelta Suelta	7.5YR 5/4	7.5YR 4/4
	103-150	Franco arc.	Bloques sub-angulares medianos fuertemente " "	dura Firme	10YR 5/3	10YR 4/2
15	0-16	" arenoso	Bloques " " " moderadamente " "	Lig. dura Friable	10YR 5/3	10YR 3/4
	16-40	" arc.	Bloques " " " " "	Duro Firme	10YR 4/3	10YR 3/4
	40-75	" Arc.	Bloques " " " " "	Dura Firme	10YR 5/6	10YR 3/4
	75-105	" Arc. Are.	Bloques " " pequeños " "	Dura Firme	10YR 5/3	10YR 3/3
	105-150	Arcilloso	Prismas medianos moderadamente desarrollados	Dura Firme	10YR 5/3	10YR 4/2
18	0-13	Franco arenoso	Bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados	Lig. dura friable	10YR 5/2	10YR 2/1
	13-28	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. dura friable	10YR 5/3	10YR 3/2
	28-62	" Arc. Are.	Bloques " " " " "	Lig. dura friable	10YR 5/3	10YR 3/3
	62-93	" "	Bloques " " " " "	Lig. dura friable	10YR 6/4	10YR 5/4
	93-116	Franco	Bloques " " " " "	Lig. dura friable	10YR 6/4	10YR 4/4
	116-150	Franco	Bloques " " " " "	Lig. dura friable	10YR 6/4	10YR 4/4
20 "A"	0-20	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. dura friable	10YR 5/3	10YR 3/2
	20-40	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. dura friable	10YR 5/3	10YR 3/2
	40-60	Arena franca	Sin estructura	Suelta Suelta	10YR 6/3	10YR 4/3
	60-90	Franco arenoso	Bloques Sub-angulares " débilmente " "	Suave Friable	10YR 5/3	10YR 3/2
	90-125	Arena franca	Sin estructura	Muy suave muy fría	10YR 5/3	10YR 4/3
	125-150	Franco arenoso	Bloques sub-angulares medianos débilmente desarrollados	Suave Friable	10YR 5/3	10YR 3/3
23	0-15	Franco arenoso	Bloques " " " moderadamente " "	Lig. suave Friable	10YR 5/3	10YR 4/3
	15-30	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. suave Friable	10YR 5/3	10YR 3/3
	30-65	Franco arenoso	Bloques " " pequeños débilmente desarrollados	Suave Friable	10YR 6/3	10YR 3/3
	65-100	Franco	Bloques " " medianos moderadamente " "	Lig. dura Friable	10YR 5/3	10YR 4/4
	100-118	Franco arenoso	Bloques " " " débilmente " "	Suave Friable	10YR 6/3	10YR 4/3
	118-130	Arena	Sin estructura	Suelta Suelta	10YR 6/6	10YR 5/8
27	0-20	Franco arenoso	Bloques sub-angulares medianos moderadamente " "	Lig. dura Friable	10YR 6/3	10YR 4/3
	20-53	Fco. Arc. Are.	Bloques " " " " "	Lig. dura Friable	10YR 5/2	10YR 3/2
	53-85	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Suave Friable	10YR 6/3	10YR 4/4
	85-117	Franco arenoso	Bloques " " " débilmente " "	Suave Friable	10YR 6/4	10YR 5/6
	117-150	Franco arcilloso	Bloques " " " moderadamente " "	Suave Friable	10YR 7/4	10YR 5/4

III	1	0-13	Franco arenoso	Bloques sub-angulares medianos débilmente desarrollados	Suave Friable	10YR 5/2	10YR 3/2
		13-40	Fco. Arc. Are.	Bloques " " " moderadamente "	Lig. dura Friable	10YR 4/3	10YR 3/2
		40-80	" " "	Bloques " " " fuertemente "	Dura Firme	10YR 4/4	10YR 3/4
		80-105	" " "	Bloques " " " moderadamente "	Lig. duro Friable	7.5YR 5/4	10YR 3/3
		105-125	Franco arenoso	Bloques " " pequeños "	Lig. duro Friable	10YR 6/4	10YR 4/4
		125-150	Franco arcilloso	Bloques " " medianos fuertemente "	Muy duro Muy firme	10YR 5/2	10YR 4/2
	2	0-20	Franco	Bloques " " " moderadamente "	Lig. duro Friable	10YR 5/3	10YR 3/3
		20-67	Arcilloso	Bloques " " " fuertemente "	Dura Firme	10YR 5/2	10YR 3/2
		67-116	Fco. Arc. Are.	Bloques " " " moderadamente "	Lig. duro Friable	10YR 5/4	10YR 4/4
		116-150	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. duro Friable	10YR 5/3	10YR 4/4
	9	0-20	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. duro Friable	10YR 4/1	10YR 2/1
		20-42	franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. duro Friable	10YR 4/4	10YR 3/3
		42-80	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Suave Friable	10YR 5/4	10YR 4/4
		80-115	Arena franco	Sin estructura (grano sencillo)	Suelta Suelta	10YR 5/8	10YR 5/6
	10	0-10	Fco. Arc. Are.	Bloques sub-angulares medianos moderadamente "	Dura Friable	10YR 5/3	10YR 3/3
		10-40	Arcilloso	Bloques " " " fuertemente "	Muy dura Muy firme	10YR 5/2	10YR 3/2
		40-70	Arcilloso	Prismas medianos fuertemente desarrollados	Muy dura Firme	10YR 5/2	10YR 3/2
		70-85	Arcilloso	Prismas medianos fuertemente desarrollados	Dura Firme	10YR 6/2	10YR 5/2
	16	0-12	Franco arenoso	Bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados	Lig. dura Friable	10YR 5/3	10YR 3/3
		12-16	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. dura Friable	10YR 5/3	10YR 3/3
		26-57	Franco	Bloques " " " " "	Lig. dura Friable	10YR 5/3	10YR 4/3
		57-68	Franco	Bloques " " " " "	Lig. dura Friable	10YR 5/2	10YR 3/3
		68-150	Franco	Bloques " " " " "	Lig. dura Friable	10YR 6/2	10YR 4/3
	17	0-12	Franco arenoso	Bloques " " " débilmente "	Suave Muy friable	10YR 5/3	10YR 4/4
		12-25	Franco arenoso	Bloques " " " moderadamente "	Lig. duro Friable	10YR 6/3	10YR 4/4
		25-40	Franco arenoso	Bloques " " " " "	Lig. duro Friable	10YR 6/3	10YR 4/4
	22	0-15	Franco	Bloques " " " " "	Lig. duro Friable	10YR 6/4	10YR 3/4
		15-40	Franco arcilloso	Bloques " " " fuertemente "	Dura Firme	10YR 5/3	10YR 3/3
		40-76	Arcilloso	Prismas medianos fuertemente desarrollados	Dura Firme	10YR 6/4	10YR 4/3
		76-95	Arcilloso	Prismas medianos fuertemente desarrollados	Dura Firme	10YR 6/3	10YR 4/2
		95-120	Arcilloso	Prismas medianos fuertemente desarrollados	Lig. dura Friable	10YR 6/4	10YR 4/4

Pt.	Prof.	Textura	Arci- lla %	D.A. gr. /cm ³	H. E. %	C. H. %	M.O.	pH	C.E. x 10 mmhos/m Extracto % de Sodio Intercambiable	CATIONES INTERCAMBIABLES										meq/100 gramos			L=HE- (0.45C.H) DA.Z 100
										meq/100 gramos					C.T.I.								
										Ca.	Mg.	Na.	K.	H.									
CLASE I																					Ca/Mg.	Mg/K	Ca+Mg K
8	0-22	Franco	19.11	1.0678	33.56	5.820	5.752	7.68	745	1.07	8.53	2.36	0.23	0.14	10.19	21.45	3.61	16.86	77.78	7.27			
	22-50	Franco arenoso	17.32	1.2392	24.82	4.380	1.897	7.15	425	1.65	6.18	1.34	0.25	0.06	7.29	15.12	4.61	22.33	125.33	7.92			
	50-75	Franco	17.11	1.3827	23.10	4.106	1.351	7.42	155	1.48	6.42	2.14	0.20	0.10	4.67	13.53	3.00	21.40	85.60	7.35			
	75-110	Franco arenoso	14.61	1.4050	22.97	3.340	0.703	7.38	290	1.66	4.97	1.22	0.18	0.06	4.43	10.86	4.07	20.33	103.16	10.56			
	110-150	Franco arenoso	8.27	1.4205	8.65	2.265	0.054	7.23	140	2.55	3.23	0.73	0.16	0.04	2.10	6.26	4.42	18.25	99.00	4.34			
11	0-24	Franco arenoso	7.04	1.4877	8.25	1.053	0.958	6.07			1.41	0.52	0.12	0.08	0.66	2.79	2.71	6.50	24.12	2.78			
	24-61	Franco	26.44	1.1894	19.40	4.568	0.976	7.08			7.54	1.74	0.19	0.12	6.68	16.27	4.33	14.50	77.33	7.63			
	61-105	Franco	25.71	1.3045	21.50	5.333	0.452	7.16			6.91	4.23	0.17	0.08	4.85	16.24	1.63	52.87	139.25	10.96			
	105-128	Franco arenoso	15.70	1.3802	14.35	3.239	0.347	7.38			4.79	1.84	0.12	0.04	3.69	10.48	2.60	46.00	165.75	4.09			
	128-150	Franco arenoso	11.71	1.3832	10.70	1.515	1.954	6.58			3.83	0.91	0.14	0.30	100.00	2.81	4.21	3.03	15.80	3.05			
19	0-28	Franco arenoso	11.83	1.2307	14.81	1.666	1.555	7.90			6.12	1.26	0.10	0.14	4.07	11.69	4.86	9.00	52.71	4.84			
	28-42	Franco arenoso	6.26	1.3712	6.92	2.884	0.452	8.04			3.64	0.75	0.12	0.08	1.70	6.38	4.85	9.37	54.87	1.08			
	42-70	Franco arenoso	11.85	1.2882	16.37	3.947	0.883	7.86			6.03	1.25	0.16	0.12	4.48	12.04	4.82	10.42	60.66	5.26			
	70-116	Franco	10.20	1.3118	13.82	1.941	0.642	8.06			5.40	1.26	0.16	0.10	3.56	10.48	4.28	12.60	66.60	7.64			
	115-150	Franco	13.52	1.2516	16.87	3.883	0.952	8.14			6.35	1.54	0.18	0.10	4.55	12.72	4.12	15.40	78.90	6.62			
28	0-16	Franco arenoso	7.80	1.2668	11.48	2.535	1.741	7.11			3.54	0.87	0.10	0.14	4.54	9.19	4.07	6.21	31.50	2.09			
	16-50	Franco	14.86	1.0222	20.47	4.438	1.860	8.17			6.11	1.49	0.20	0.06	6.30	14.16	4.10	24.83	126.67	6.42			
	50-85	Franco	12.43	1.0752	18.92	3.929	1.021	8.04			5.09	1.18	0.20	0.04	5.71	12.22	4.31	29.50	156.75	6.45			
	85-120	Franco arenoso	5.15	1.1671	8.56	2.446	0.405	7.35			2.52	0.54	0.16	0.02	2.49	5.73	4.67	27.00	153.00	3.05			
	120-145	Arena	3.53	1.3988	2.46	1.205	0.000	6.24			0.68	0.10	0.10	0.02	1.46	2.36	6.80	5.00	39.00	0.98			

CLASE II

4	0-16	Francoarenoso	10.02	1.5131	11.12	2.028	1.473	6.69	720	2.24	2.83	0.71	0.16	0.32	3.13	7.15	3.98	2.22	11.06	2.47
	16-33	Fco. arcillo "	24.22	1.3316	17.42	4.615	1.473	5.90	500	1.00	3.27	1.39	0.20	0.20	14.93	19.99	2.35	6.95	23.30	3.47
	33-46	Fco. arcilloso	31.02	1.1773	23.82	7.342	1.169	6.09	290	0.93	4.76	3.00	0.17	0.17	10.24	18.34	1.59	17.65	45.65	3.14
	46-87	Fco. arenoso	17.74	1.2481	17.36	4.288	0.703	6.62	250	2.41	2.86	1.16	0.20	0.14	3.45	8.31	2.46	8.28	28.71	7.89
	87-133	Fco. arenoso	13.92	1.3337	10.67	2.724	0.225	6.82	200	1.65	1.83	1.01	0.18	0.12	7.78	10.92	1.81	8.42	23.66	5.89
	133-150	Fco. arenoso	8.47	1.3766	6.57	1.675	0.191	6.70	235	2.63	1.23	0.60	0.16	0.08	4.00	6.07	2.05	3.75	22.87	1.36
5	0-18	Fco. arenoso	6.37	1.5129	10.37	1.165	1.146	5.88			1.51	0.52	0.14	0.16	2.57	4.90	2.90	3.25	12.69	2.68
	18-40	Fco. arc. Are.	20.31	1.3064	20.90	4.434	1.453	6.28			4.80	1.37	0.27	0.04	8.19	14.67	3.50	34.25	154.25	5.43
	40-65	Fco. arcilloso	33.55	1.3775	24.94	6.896	1.760	6.56			7.33	1.47	0.19	0.17	10.26	19.42	4.99	8.65	51.76	7.52
	65-150	Piedra grav. are.	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0-37	Arena	2.61	1.3869	3.44	25.743	0.157	7.74			1.35	0.26	0.16	0.00	1.57	3.34	5.19	0.00	0.00	4.18
	37-67	Arena franca	5.36	1.3407	10.91	1.720	1.078	7.61			3.23	0.48	0.20	0.02	3.95	7.88	6.73	14.00	185.50	4.08
	67-103	Arena franca	3.21	1.4982	4.83	0.833	0.362	7.87			1.08	0.30	0.16	0.00	2.00	3.54	3.60	0.00	0.00	2.40
	103-150	Francoarenoso	14.67	1.2490	11.87	2.169	0.805	7.57			3.54	0.69	0.26	0.00	2.34	6.83	5.13	0.00	0.00	6.39
13	0-14	Fco. Arc. Are.	28.65	1.4016	22.25	7.273	0.487	7.08			7.22	4.54	0.16	0.10	5.75	17.77	1.56	45.40	117.60	3.72
	14-33	Fco. Arc. Are.	14.87	1.3602	12.40	3.200	1.447	5.79			3.46	1.12	0.14	0.06	3.73	8.51	3.09	18.66	76.33	8.83
	33-58	Francoarenoso	14.06	1.3474	11.65	3.478	0.731	6.04			3.57	1.12	0.12	0.04	3.88	8.73	3.19	28.00	117.25	3.40
	58-83	Francoarenoso	16.32	1.3874	12.35	4.072	0.620	6.16			3.26	1.18	0.16	0.04	5.19	9.83	2.76	29.50	111.00	3.65
	83-103	Arena franca	8.68	1.3597	6.40	2.649	0.225	6.26			1.17	0.59	0.12	0.00	3.31	5.19	1.98	0.00	0.00	1.42
	103-150	Fco. arcilloso	33.51	1.3024	28.00	7.954	0.889	6.49			8.69	5.24	0.21	0.08	6.64	20.86	1.66	65.50	174.12	14.95
15	0-16	Fco. arenoso	14.25	1.7384	13.30	1.316	2.164	6.31			4.27	0.98	0.16	0.16	5.00	10.57	4.36	6.12	32.81	3.53
	16-40	Fco. arcilloso	34.47	1.2389	22.60	5.439	1.570	6.40			8.60	2.93	0.15	0.10	8.65	20.43	2.93	29.00	115.30	5.99
	40-75	Fco. arcilloso	37.36	1.3347	23.70	6.818	1.098	6.55			9.02	3.67	0.19	0.13	8.68	21.69	2.46	28.23	97.61	9.64
	75-105	Fco. Arc. Are.	28.91	1.2270	19.15	5.050	0.853	6.60			8.32	2.81	0.19	0.08	29.25	40.65	2.96	35.12	139.12	6.21
	105-150	Arcilla	47.04	1.1764	36.30	8.377	1.011	6.67			14.90	3.83	0.23	0.34	10.68	29.98	3.89	11.26	55.09	17.22
18	0-13	Francoarenoso	15.48	1.3679	15.27	3.734	2.262	5.64			5.09	0.84	0.16	0.31	2.98	9.38	6.06	2.71	19.13	2.42
	13-28	Fco. Arc. Are.	16.23	1.3758	15.22	3.292	2.158	5.47			5.20	0.82	0.08	0.20	6.48	12.78	6.34	4.10	30.10	2.83
	28-62	Fco. Arc. Are.	25.85	1.3392	17.28	5.587	1.090	5.82			5.89	1.72	0.12	0.17	8.05	15.95	3.42	10.12	44.76	6.72
	62-93	Fco. arcilloso	29.78	1.3566	23.08	6.746	0.418	6.44			6.77	3.23	0.42	0.21	7.88	18.51	2.09	15.38	47.62	8.43
	93-116	Franco	25.70	1.2969	22.51	6.167	0.263	6.90			6.94	2.80	0.41	0.19	5.43	15.77	2.48	14.74	51.26	5.89
	116-150	Franco	21.51	1.2775	22.59	5.454	0.263	7.81			7.86	2.48	0.39	0.14	5.52	16.39	3.17	17.71	73.86	8.75

20"A"	0-20	Fco.arenoso	10.26	1.2794	10.65	3.030	1.538	6.95	4.78	0.65	0.16	0.16	3.08	8.83	7.85	4.06	33.94	2.38
	20-40	Fco.arenoso	11.73	1.2110	13.45	2.836	0.935	7.83	5.60	0.84	0.10	0.16	10.65	17.35	6.67	5.25	40.25	2.95
	40-60	Arena franca	5.13	1.3318	6.09	3.070	0.280	7.96	1.47	0.32	0.08	0.10	2.78	4.75	4.59	3.20	17.90	1.25
	60-90	Fco.arenoso	8.12	1.3180	9.51	1.442	0.400	7.93	4.26	0.57	0.08	0.16	2.31	7.38	7.47	3.56	30.19	3.50
	90-125	Arena franca	5.47	1.3525	7.70	1.490	0.298	7.99	3.44	0.43	0.08	0.10	2.46	6.51	8.00	4.30	38.70	3.33
	125-150	Fco.arenoso	14.57	1.2082	18.13	3.350	0.952	7.95	7.49	1.02	0.10	0.14	1.90	10.66	7.27	7.36	60.86	5.02
23	0-15	Fco.arenoso	8.34	1.0766	12.40	0.900	3.385	7.44	3.96	1.02	0.10	0.26	3.70	9.04	3.88	3.92	19.15	1.94
	15-30	Fco.arenoso	9.71	1.1828	12.35	2.910	1.912	7.14	3.87	0.98	0.10	0.10	5.87	10.92	3.95	9.80	48.50	1.96
	30-65	Fco.arenoso	4.73	1.4246	6.20	0.690	0.575	7.41	2.22	0.32	0.10	0.00	1.68	4.32	6.94	0.00	0.00	2.94
	65-100	Franco	18.89	0.9758	23.15	3.790	2.391	7.59	7.22	1.63	0.17	0.06	7.83	16.91	4.43	27.17	147.50	7.32
	100-118	Fco.arenoso	6.28	1.2901	7.70	1.830	0.661	7.44	2.63	0.55	0.12	0.02	1.56	4.88	4.78	27.50	159.00	1.58
	118-130	Arena	3.83	1.3937	3.05	0.430	0.000	7.27	0.77	0.20	0.08	0.00	2.19	3.24	3.85	0.00	00.00	0.48
27	0-20	Fco.arenoso	11.13	1.1909	11.59	2.725	1.192	5.71	2.23	0.65	0.08	0.53	4.31	7.80	3.43	1.23	5.43	2.47
	20-53	Fco.Arc.Are.	20.91	1.0480	18.95	5.233	1.158	6.34	3.69	1.23	0.10	0.39	8.42	13.83	3.00	3.15	12.61	5.74
	53-85	Fco.arenoso	17.82	1.0576	15.01	4.229	0.319	6.45	2.85	0.82	0.10	0.35	5.60	9.72	3.47	2.34	10.48	4.44
	85-117	Fco.arenoso	15.88	1.0470	14.26	4.167	0.165	6.72	2.51	0.92	0.10	0.33	4.94	8.84	2.61	2.91	10.51	4.15
	117-150	Fco.arcilloso	31.98	1.0339	28.04	9.668	0.781	6.74	5.09	3.16	0.14	0.69	10.12	10.20	1.61	4.58	11.96	8.08

CLASE III

1	0-13	Fco.arenoso	8.68	1.5027	8.72	1.525	1.574	5.80	1.13	0.50	0.18	0.22	4.89	6.92	2.26	2.27	7.41	1.57
	13-40	Fco.Arc.Are.	25.48	1.2340	19.47	6.005	1.372	5.95	3.08	1.21	0.16	0.10	10.10	14.65	2.54	12.10	42.90	5.59
	40-80	Fco.Arc.Are.	26.68	1.2946	21.73	6.046	1.034	6.05	3.28	1.56	0.16	0.10	10.07	15.17	2.10	15.60	48.40	9.84
	80-105	Fco.Arc.Are.	22.84	1.3287	18.32	4.296	0.713	5.85	2.45	1.41	0.18	0.08	7.29	11.41	1.74	17.62	48.25	5.44
	105-125	Fco.arenoso	11.92	1.4660	13.23	2.529	0.392	6.34	0.95	0.77	0.20	0.04	3.70	5.66	1.23	19.25	43.00	3.54
	125-150	Fco.Arc.	36.35	1.3678	26.93	7.833	0.629	6.35	5.22	4.18	0.29	0.17	11.21	21.07	1.25	24.59	55.29	8.00
2	0-20	Franco	27.21	1.2169	17.54	2.283	0.858	6.20	2.74	1.04	0.18	0.22	4.83	9.01	2.63	4.73	17.18	4.02
	20-67	Arcilla	41.80	1.5495	29.28	7.834	1.034	7.25	8.38	4.19	0.34	0.25	11.50	25.66	2.20	16.76	50.28	18.73
	67-116	Fco.Arc.Are.	28.54	1.3529	25.40	6.068	0.291	7.78	6.72	3.00	0.33	0.17	2.45	12.67	2.24	17.65	57.18	15.03
	116-150	Fco.arenoso	13.17	1.3811	12.43	3.112	0.291	6.83	3.35	1.42	0.20	0.10	9.74	14.81	2.36	14.20	47.70	5.18

9	0-20	Fco.arenoso	16.18	1.2544	17.16	4.721	4.294	7.99			19.05	1.74	0.18	0.20	100.00	15.79	10.95	8.70	103.95	3.77
	20-42	Fco.arenoso	14.40	1.2964	10.10	3.921	0.714	7.97			4.06	0.67	0.18	0.10	3.68	8.69	6.06	6.70	47.30	2.30
	42-80	Fco.arenoso	13.72	1.3928	9.25	2.288	0.015	8.05			4.84	1.01	0.18	0.10	1.00	7.13	4.79	10.10	58.50	4.35
	80-115	Arena franca	9.67	1.3353	6.61	1.395	0.102	8.04			1.87	0.62	0.14	0.00	2.77	5.40	3.02	0.00	0.00	2.79
10	0-10	Fco.Arc.Are.	23.02	1.3181	18.03	4.327	2.339	6.54	180	0.63	7.74	3.82	0.14	0.17	10.45	22.32	2.03	22.47	68.00	2.12
	10-40	Arcilla	54.99	1.1761	33.45	17.257	1.353	6.68	300	0.82	15.22	8.26	0.30	0.07	12.82	36.67	1.84	118.00	335.43	9.07
	40-70	Arcilla	57.68	1.1387	39.30	13.216	1.115	7.22	325	1.23	17.55	10.09	0.44	0.15	7.60	35.83	1.74	67.27	184.27	11.39
	70-85	Arcilla	66.01	1.0843	43.75	17.181	0.592	7.62	240	1.32	19.38	12.17	0.71	0.07	13.86	46.09	1.59	173.86	450.71	5.86
	85-150	Talpetate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0-12	Fco.arenoso	8.27	1.5363	8.55	1.587	1.899	6.24			3.23	0.57	0.12	0.20	2.26	6.38	5.66	2.85	19.00	1.44
	12-26	Fco.arenoso	12.82	1.3267	11.45	2.532	1.056	6.48			3.77	0.61	1.01	1.10	3.23	8.72	6.18	6.10	43.80	1.91
	26-57	Franco	20.94	1.3000	21.00	6.536	0.728	7.03			6.67	0.92	0.14	0.16	6.29	14.18	7.25	5.75	47.44	7.28
	57-68	Franco	25.29	1.2402	23.25	4.314	1.073	7.47			8.29	1.16	0.00	0.35	8.40	18.20	7.15	3.31	27.00	2.91
	68-150	Franco	22.06	1.2851	22.15	4.395	0.578	8.00			8.97	1.30	0.19	0.16	5.39	16.01	6.90	8.12	64.19	21.26
17	0-12	Fco.arenoso	7.09	1.4411	9.45	1.200	1.779	6.96			4.96	0.63	1.01	0.14	1.61	8.35	7.87	4.50	39.93	1.54
	12-25	Fco.arenoso	9.32	1.4774	11.30	1.887	1.641	6.94			3.55	0.47	0.08	0.10	4.37	8.57	7.55	4.70	40.20	2.01
	25-40	Fco.arenoso	12.05	1.3773	12.40	1.873	1.021	6.86			3.65	0.59	0.08	0.10	7.42	11.84	6.19	5.90	42.40	2.39
	40-150	Piedra y grava	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0-15	Franco	15.40	1.4085	13.85	3.960	1.997	5.72			2.94	1.18	0.08	0.24	5.33	9.77	2.49	4.92	17.17	2.54
	15-40	Fco.arcillo	29.99	1.3204	19.15	2.870	1.535	6.29			5.48	2.28	0.12	0.10	7.19	15.17	2.40	22.80	77.60	5.89
	40-76	Arcilla	49.34	1.2875	27.80	7.870	0.901	7.59			6.96	4.28	0.47	0.21	12.04	23.96	1.63	20.38	53.52	11.24
	76-95	Arcilla	45.85	1.3573	31.10	7.280	0.507	7.86			8.42	5.38	0.81	0.28	9.77	24.76	1.56	13.53	49.29	7.17
	95-120	Arcilla	46.66	1.1713	30.50	8.020	0.336	8.14			8.64	5.94	0.86	0.32	10.27	26.03	1.45	18.56	45.56	7.87

NOTA: En el valle de Rabinal no hubo presencia de carbonatos.

Cuadro No. 4. ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA PARA FINES DE RIEGO DEL PROYECTO DEL VALLE DE RABINAL

PROCEDENCIA	Identificación	pH Laboratorio	CE x 10 ⁻⁶ a 25°C.	Sólidos en solución p.p.m.	Suma de cationes meq. litro	Suma de aniones meq. litro	MILIEQUIVALENTES POR LITRO									%S.S.	RAS	Na2 CO3 RES	CLASE
							C A T I O N E S				A N I O N E S								
							Ca.	Mg.	Na.	K	CO3	HCO3	Cl	NO3	SO4				
-Aldea Corral	78-19	7.22	350	313	2.51	3.65	0.12	0.40	1.85	0.14	1.90	1.94	0.13	-	0.18	73.70	3.63	2.82	C2 S1
-Queb. Rabinal	20	7.02	325	243	2.26	3.48	0.13	0.50	1.50	0.13	1.24	2.00	0.07	-	0.17	66.37	2.67	2.61	C2 S1
-Aldea Pachalún	21	7.18	400	273	3.41	4.91	0.30	1.16	1.90	0.05	1.59	2.87	0.11	-	0.34	55.71	2.22	3.00	C2 S1
-Aldea Pachalún	22	7.44	450	255	2.41	4.14	0.56	0.72	1.06	0.07	1.36	2.46	0.17	-	0.15	43.98	1.33	2.54	C2 S1
-Río Sajcap	23	7.35	470	318	3.32	5.27	0.30	0.87	1.95	0.20	1.94	2.76	0.41	-	0.16	58.73	2.55	3.53	C2 S1
-Pozo P. 30 V.	24	7.08	520	590	3.73	4.21	0.12	0.63	2.75	0.23	1.01	1.79	0.97	-	0.44	73.72	4.49	2.05	C2 S1
-Río Quebrada	25	7.49	425	290	2.87	4.65	0.25	0.05	2.50	0.07	1.67	2.00	0.13	-	0.85	87.10	6.46	3.37	C2 S1
-Río Rab. L. Vegas	26	7.27	270	198	1.74	2.91	0.13	0.39	1.12	0.10	0.97	1.77	0.08	-	0.09	64.36	2.20	2.22	C2 S1
-Pozo P. 45 V.	27	7.30	235	238	2.08	3.21	0.00	0.04	2.00	0.04	2.21	0.78	0.11	-	0.11	96.15	14.14	2.95	C1 S2
-Río San Rafael	28	7.56	350	230	2.15	4.07	0.80	0.70	0.60	0.05	1.55	2.27	0.13	-	0.12	27.90	0.69	2.32	C2 S1
-Río Rabinal	29	7.33	395	323	2.42	4.08	0.60	0.83	0.83	0.16	1.63	2.17	2.14	-	0.14	34.29	0.98	2.37	C2 S1
-Río Pachirax	30	8.01	350	235	2.05	4.77	0.70	0.82	0.45	0.08	2.48	2.08	0.06	-	0.15	21.95	0.52	3.04	C2 S1

7. INTERPRETACION DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES DEL USO Y MANEJO

Del análisis efectuado a los resultados obtenidos tanto en el campo como en el laboratorio, se llevó a cabo la clasificación de los suelos para fines de riego (clases agrológicas), agrupando los perfiles típicos cuyas características en cuanto a pendiente, relieve, profundidad de la zona de desarrollo radicular, características físicas y químicas, fueran lo más homogéneas posibles.

De acuerdo a las características analizadas se interpretó el comportamiento de los suelos en cuanto a sus condiciones básicas, de capacidad de retención de humedad (C. R. H.), capacidad de retención de fertilidad (C. R. F.), relación agua-suelo-planta (R.A.S.P.), y susceptibilidad a la erosión (S. E.), en base a estas interpretaciones se propusieron algunas medidas para el uso, manejo y conservación de los suelos.

7.1 Clasificación Agrológica con fines de Riego

CLASE I

Esta clase abarca una extensión de 103.6 Has., lo que representa el 3.89% del área total en estudio, con una pendiente promedio de 1.5%, con relieve plano, en esta zona no existe ninguna restricción, la zona de desarrollo de raíces oscila entre 140 y 150 cms., los cultivos que se encontraron fueron café, caña de azúcar, maíz, frijol, tomate y árboles frutales, esta es un área óptima para riego.

Las características que presentan estos suelos según detalle

de los diferentes horizontes en estudio son las siguientes:

- La profundidad de la capa arable oscila entre 0-24 cms., textura mediana que va de franco a franco arenoso, estructura de bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados, consistencia ligeramente dura en seco y friable en húmedo, color pardo a cardo grisáceo muy oscuro en seco y pardo grisáceo a pardo amarillento claro en húmedo. El pH oscila entre 6.07 a 7.90 no presenta factores inhibitorios. Suelos permeables con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 1.0678 a 1.4887 gr/cm³., una humedad equivalente entre 8.25 a 33.56%, un coeficiente higroscópico de 1.053 a 5.820%, una materia orgánica que va de 0.958 a 5.752%. La capacidad total de intercambio es baja ya que oscila entre 2.79 a 21.45 meq/100 gr., esto se debe al bajo porcentaje de arcilla que tiene el suelo, la relación Ca/Mg va de 2.71 a 4.86 meq/100 gr., la relación Mg/K varía de 6.21 a 16.86 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 24.12

a 77.78 meq/100 gr., El contenido de Ca intercambiable varía de 1.41 a 8.53 meq/100 gr., el Mg va de 0.52 a 2.36 meq/100gr., al Na va de 0.10 a 0.23 meq/100gr., el K va de 0.08 a 0.14 y el H va de 0.66 a 10.19 meq/100 gr.

- El segundo horizonte tiene una profundidad que oscila entre 24-50 cms., textura que va de franco a franco arenoso, con una estructura de bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados, consistencia ligeramente dura en seco y friable en húmedo, color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro en seco y pardo a pardo amarillento cla

ro en húmedo. El pH oscila entre 7.08 a 8.17, no presenta factores inhibitorios. Suelos permeables con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 1.0222 a 1.3712gr/cm³., una humedad equivalente que va de 6.92 a 24.82%, un coeficiente higroscópico de 2.884 a 4.568%, una materia orgánica que va de 0.452 a 1.897%. La capacidad total de intercambio es baja ya que oscila entre 6.38 a 16.27meq/100gr., la relación Ca/Mg va de 4.10 a 4.85 meq/100gr., la relación Mg/K varía de 9.37 a 24.83 meq/100gr, la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 54.87 a 126.67 meq/100gr

El contenido de Ca intercambiable varía de 3.64 a 7.54 meq/100gr., el Mg va de 0.75 a 1.34 meq/100 gr., el Na va de 0.12 a 0.25 meq/100gr., el K va de 0.06 a 0.12 meq/100gr., y el H va de 1.79 a 7.29 meq/100gr.

- El tercer horizonte tiene una profundidad que oscila entre 50 - 105 cms., textura franco, estructura bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados, consistencia de dura a ligeramente dura en seco y friable en húmedo, color pardo a pardo amarillento oscuro en seco y pardo pálido a amarillo parduzco en húmedo. El pH oscila entre 7.16 a 8.04, no presenta factores inhibitorios. Suelos permeables con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: La densidad aparente oscila entre 1.0752 a 1.3827gr/cms³., una humedad equivalente que varía de 16.37 a 23.10%, un coeficiente higroscópico de 3.929 a 5.333%, una materia orgánica que varía de 0.452 a 1.351%.

La capacidad total de intercambio es baja ya que oscila entre 12.04 a 16.24 meq/100 gr., esto se debe al bajo porcentaje de arcilla que posee el suelo, la relación de $\frac{Ca}{Mg}$ va de 1.63 a 4.82 meq/100gr., la relación $\frac{Mg}{K}$ varía de 10.42 a 52.87 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$

varía de 60.66 a 156.75 meq/100gr., El contenido de Ca intercambiable varía de 5.09 a 6.91 meq/100gr., el Mg va de 1.18 a 4.23 meq/100gr., el Na va de 0.16 a 0.20 meq/100gr., el K va de 0.04 a 0.12 meq/100gr., y el H va de 4.48 a 5.71 meq/100 gr.

El cuarto horizonte tiene una profundidad que oscila entre 105-128 cms., la textura predominante es la franco arenoso, con una estructura de bloques sub-angulares grandes, moderadamente desarrollados, consistencia suave en seco y de friable a muy friable en húmedo, color pardo amarillento oscuro en seco y gris claro a pardo muy claro en húmedo. El pH oscila entre 7.35 a 8.06. No presenta factores inhibitorios. Suelos permeables con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 1.1671 a 1.4050 gr/cm³., una humedad equivalente que va de 8.56 a 22.97%, un coeficiente higroscópico que varía de 1.941 a 3.340%, una materia orgánica que va de 0.703 a 0.347%. La capacidad total de intercambio es baja ya que oscila entre 5.73 a 10.86 meq/100 gr., esto se debe al bajo porcentaje de arcilla que posee el suelo, la relación $\frac{Ca}{Mg}$ va de 2.60 a 4.67 meq/100 gr., la relación $\frac{Mg}{K}$ varía de 12.60 a 46.00 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de

66.60 a 165.75 meq/100gr. El contenido de Ca intercambiable varía de 2.52 a 5.40 meq/100gr., el Mg va de 0.54

a 1.84 meq/100gr., el Na va de 0.12 a 0.18 meq/100gr., el K va de 0.02 a 0.10 meq/100gr. y el H va de 2.49 a 4.43 meq/100 gr.

- El quinto horizonte tiene una profundidad que oscila entre 128-150 cms., la textura oscila entre franco y franco arenoso, con una estructura de bloques sub-angulares de medianos a grandes moderadamente desarrollados, consistencia de suave a ligeramente dura en seco y de friable a muy friable en húmedo, color gris parduzco claro a pardo amarillento oscuro en seco y gris claro a pardo pálido en húmedo. El pH oscila entre 6.24 a 8.14, presenta poca pedregosidad. Suelos permeables con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas que presenta este horizonte son las siguientes: La densidad aparente oscila entre 1.2516 a 1.4205 gr/cm³, una humedad equivalente que va de 3.46 a 16.87%, un coeficiente higroscópico de 1.205 a 3.883%, una materia orgánica que va de 0.054 a 1.954%. La capacidad total de intercambio es baja y que oscila entre 2.36 a 1.276 meq/100gr. y esto se debe al bajo porcentaje de arcilla que poseen estos suelos. La relación Mg/K varía de 5.00 a 18.25 meq/100gr., la relación Ca/Mg va de 4.12 a 6.80 meq/100 gr, la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 39.00 a 99.00 meq/100gr., El contenido

de Ca intercambiable varía de 0.68 a 6.25 meq/100gr, el Mg va de 0.10 a 1.54 meq/100gr, el Na va de 0.10 a 0.18 meq/100gr, el K va de 0.02 a 0.30 meq/100gr, y el H va de 1.46 a 4.55 meq/100gr.

Para poder recomendar una combinación de prácticas de manejo se necesita saber las características del suelo que se relacionan con la erosión y se debe estar en capacidad de interpretar es

tas características para determinar el uso potencial de la tierra y los tratamientos o prácticas generales requeridas no solo para controlar la erosión sino también para producir en forma eficiente y económica.

La clase estudiada presenta suelos de textura media a mediana, sin ninguna capa que restrinja el movimiento del agua, aire y raíces lo que nos da como resultado suelos profundos de muy buena permeabilidad con un contenido de materia orgánica que oscila entre baja y alta, lo que nos da un suelo con buena capacidad de retención de humedad.

Estos suelos son de baja capacidad de retención de fertilidad debido a su poco contenido de arcilla, de materia orgánica y por las condiciones estructurales del suelo. La relación de humedad de planta y suelos es el efecto que el suelo y la humedad tienen en el crecimiento de las plantas y en esta clase son las más aptas y deseables ya que permiten el mayor desarrollo de las raíces de las plantas para un adecuado suministro de humedad para la producción de cultivos. Los suelos permeables tienen la mejor relación de humedad de planta y suelo.

En cuanto a la susceptibilidad a la erosión ésta depende de la textura del suelo y la pendiente, (en esta clase es de plana a más o menos plana y por ende una susceptibilidad a la erosión de baja a ligeramente baja) para nuestro caso que predomina la franco arenosa, las partículas son fáciles de desprenderse pero difíciles de transportar debido a su peso. Estos suelos por ser profundos absorben más cantidad de agua antes que las fuerzas erosivas ocurran en comparación con los suelos de poca profundidad.

Como medida de manejo y conservación de esta clase de suelos se recomienda lo siguiente:

- La incorporación de materia orgánica de suelo para aumentar la capacidad de retención de fertilidad del mismo, para ello se recomiendan implantar prácticas como incorporación de abonos verdes, de residuos de cosechas, rotación de cultivos y fertilización.
- Las tierras de esta clase son con frecuencia, aunque no necesariamente las más productivas y por lo regular las más adecuadas, porque no exigen métodos especiales para su cultivo.
- Los cultivos recomendables para esta clase de suelos son los siguientes: maíz, frijol, maní, tomate, sandía, sorgo, tabaco, melón, ajonjolí, arroz, chile pimiento, cebolla, repollo, etc.

CLASE II

Esta clase abarca una extensión de 580.8 Has., lo que representa el 21.80% del total del área en estudio, teniendo una pendiente que oscila entre 1.5 y 3.5%, con relieve ligeramente inclinado, sin ninguna zona de restricción, con una zona de desarrollo de raíces que oscila entre 125 a 140 cms., los cultivos más comunes en esta clase fueron los siguientes: maíz, frijol, tomate, café y árboles frutales. Buena zona para riego.

Las características que presentan estos suelos según detalle de los diferentes horizontes en estudio son las siguientes:

- La profundidad de la capa arable oscila entre 0-22 cms, textura franco arenosa, estructura bloques sub-angulares -

medianos de débil a moderadamente desarrollados, consistencia de suave a ligeramente dura en seco y friable en húmedo, color pardo pálido a rojo amarillento en seco y negro a pardo rojizo oscuro en húmedo. El pH oscila entre 5.64 a 7.74. No presenta factores inhibitorios. Suelos de lentamente permeables a libremente permeables, con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas que presenta este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 1.0766 a 1.7384 gr/cm³., una humedad equivalente que varía de 3.44 a 22.25%, un coeficiente higroscópico que va de 0.900 a 25.743%, una materia orgánica que va de 0.157 a 3.385%. La capacidad total de intercambio es baja ya que oscila entre 3.34 a 17.77 meq/100gr., esto se debe al poco porcentaje de arcilla que posee el suelo, la relación Ca/Mg va de 1.59 a 7.35 meq/100gr., la relación Mg/K varía de 2.22 a 45.50 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 5.43 a 117.60 meq/100gr. El

contenido de Ca intercambiable oscila entre 1.36 a 7.22 meq/100gr., el Mg va de 0.26 a 4.54 meq/100gr., el Na va de 0.08 a 0.16 meq/100gr., el K va de 0.10 a 0.32 meq/100gr., el H va de 1.57 a 5.75 meq/100gr.

El segundo horizonte tiene una profundidad que oscila entre 22-60 cms., la textura oscila entre franco arenoso y franco arcillo-arenoso, con una estructura que oscila entre bloques sub-angulares pequeños o medianos moderadamente desarrollados, consistencia ligeramente dura en seco y friable en húmedo, color pardo rojizo a pardo amarillento oscuro en seco y pardo grisáceo muy oscuro a pardo amarillento oscuro en húmedo. El pH oscila entre 5.47 a 7.83. No presenta factores inhibitorios. Suelos de per-

meables a lentamente permeables, con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 1.0480 a 1.3758gr/cms³., una humedad equivalente entre 10.91 a 22.50%, un coeficiente higroscópico que va de 1.720 a 5.439%, una materia orgánica que va de 0.935 a 2.158% la capacidad total de intercambio es baja ya que va de 7.88 a 20.43 meq/100gr, la relación Ca/Mg va de 2.35 a 6.73 meq/100 gr., la relación Mg/K varía de 3.15 a 34.25 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 12.61 a 185.80 meq/100gr.,

El contenido de Ca intercambiable varía de 3.23 a 8.60 meq/100gr, el Mg va de 0.48 a 2.93 meq/100 gr., el Na va de 0.08 a 0.27 meq/100gr el K va de 0.02 a 0.39 meq/100gr., el H va de 3.73 a 14.93 meq/100gr.

- El tercer horizonte tiene una profundidad que oscila entre 60- 80 cms. la textura oscila entre franco arcilloso y franco arenoso, con una estructura que oscila entre bloques sub-angulares pequeños o medianos moderadamente o débilmente desarrollados, consistencia de suave a ligeramente dura en seco y friable en húmedo, color pardo pálido a pardo rojizo en seco y pardo oscuro a pardo amarillento oscuro en húmedo. El pH oscila entre 5.82 a 7.96. No presenta este horizonte factores inhibitorios. Suelos de lenta a libremente permeables, con drenaje mediano a normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 1.0576 y 1.4982 gr/cm³., con una humedad equivalente entre 4.83 y 24.94% un coeficiente higroscópico que va de 0.690 a 7.342%, una materia orgánica que va de 0.280 a 1.760 %, la capacidad total de intercambio va de 3.54 a 21.69 meq/100gr.,

la relación Ca/Mg va de 2.46 a 6.94 meq/100gr., la relación Mg/K varía de 2.34 a 28.23 meq/100gr., la relación $\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}}$ varía de 10.48 a 117.25 meq/100gr. El

contenido de Ca intercambiable varía de 1.08 a 9.02 meq/100gr., el Mg va de 0.30 a 3.67 meq/100gr, el Na va de 0.08 a 0.19 meq/100gr, el K va de 0.04 a 0.35 meq/100gr., y el H va de 1.68 a 10.26 meq/100gr.

- El cuarto horizonte tiene una profundidad que oscila entre 80-105 cms., la textura franco arenosa con estructura de bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados, consistencia de suave a ligeramente dura en seco y friable en húmedo, color pardo a pardo amarillento en seco y pardo amarillento oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, el pH oscila entre 6.15 y 7.93. No presenta este horizonte factores inhibitorios. Suelos permeables a libremente permeables, con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 0.9758 a 1.3874 gr/cms³., con una humedad equivalente entre 9.51 y 23.15 %, un coeficiente higroscópico que va de 1.442 a 6.746%, una materia orgánica que va de 0.165 a 2.391%. La capacidad total de intercambio va de bajo a alto y oscila entre 6.83 a 40.65 meq/100gr., la relación $\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}}$ varía

de 10.51 a 147.50 meq/100gr. El contenido de Ca intercambiable varía de 2.51 a 8.32 meq/100gr., el Mg varía de 0.57 a 3.23 meq/100gr, el Na varía de 0.08 a 0.42 meq/100gr., el K varía de 0.04 a 0.33 meq/100gr., y el H varía de 2.31 a 29.25 meq/100gr.

- El quinto horizonte tiene una profundidad que oscila entre 105-127, la textura varía entre franco arcilloso y franco

arenoso, con una estructura con bloques sub-angulares pequeños a medianos moderadamente a fuertemente desarrollados, consistencia de suave a ligeramente dura en seco, y friable en húmedo, color pardo muy pálido a pardo amarillento claro en seco y pardo amarillento a pardo oscuro en húmedo. El pH oscila entre 6.26 y 7.99. Este horizonte no presenta factores inhibitorios. Suelos lentamente permeables a libremente permeables, con drenaje normal.

Las propiedades físico-químicas de este horizonte son las siguientes: la densidad aparente oscila entre 1.0339 y 1.3597 gr/cm³, con una humedad equivalente que varía de 6.40 a 36.30%, un coeficiente higroscópico que va de 1.490 a 9.668%, una materia orgánica que varía de 0.225 a 1.011%. La capacidad total de intercambio varía de 4.88 a 29.98 meq/100gr., la relación Ca/Mg varía de 1.61 a 8.00 meq/100gr., la relación Mg/K varía de 4.30 a 27.50 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 11.96

a 159.00 meq/100gr., El contenido de Ca intercambiable varía de 1.17 a 14.90 meq/100gr., el Mg varía de 0.43 a 3.83 meq/100gr., el Na varía de 0.08 a 0.41 meq/100 gr., el K varía de 0.02 a 0.69 meq/100 gr y el H varía de 1.56 a 10.68 meq/100 gr.

- El sexto horizonte tiene una profundidad que oscila entre 127-150 cm, textura que varía de franco arcilloso a franco arenoso, con una estructura de bloques sub-angulares medianos débil o moderadamente desarrollados, consistencia de suave a ligeramente dura en seco, y de friable a firme en húmedo, color pardo a pardo amarillento en seco, pardo oscuro a pardo amarillento oscuro en húmedo. El pH varía de 6.49 a 7.95. No presenta factores inhibitorios. Suelos de lenta a libremente permeables, con drenaje nor-

mal a mediano.

Las propiedades físico-químicas que presenta este horizonte son las siguientes: La densidad aparente varía de 1.22082 a 1.3937 gr/cm³., con una humedad equivalente que varía de 3.05 a 28.00% un coeficiente higroscópico - que varía de 0.730 a 7.954%, una materia orgánica que varía de 0.191 a 0.952%. La capacidad total de intercambio oscila entre 3.24 y 20.86 meq/100., la relación de Ca/Mg es de 1.66 a 7.27 meq/100gr., la relación Mg/K es de 3.75 a 65.50 meq/100 gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 22.87 a 174.12 meq/100gr.,

El contenido de Ca intercambiable varía de 0.77 a 8.69 meq/100gr., el Mg varía de 0.20 a 5.24 meq/100gr., el Na varía de 0.08 a 0.14 meq/100gr., y H varía de 1.90 a 6.64 meq/100gr.

Esta clase presenta suelos de textura media, sin ninguna capa que restrinja el movimiento de agua, aire y raíces lo que nos da como resultado suelos profundos a poco profundos, de lentamente permeables a libremente permeables con bajo contenido de materia orgánica, lo que nos da un suelo con mediana capacidad de retención de humedad.

La capacidad de retención de fertilidad es mediana debido a su bajo contenido de arcilla y de materia orgánica.

La relación de humedad de planta y suelo es mediano debido a su permeabilidad. La fertilidad con que las partículas del suelo pueden ser desprendidas y transportadas por el agua difiere con la textura. En cierta área de esta clase de suelo existe poca erosión eólica y para contrarrestar este efecto se recomiendan barreras vegetativas en lo que respecta a erosión hídrica, en esta zona es muy leve.

Como medidas de manejo y conservación en esta clase se recomienda lo siguiente:

- La adición de materia orgánica al suelo.
- Cultivos de rotación, cultivos de cobertura.
- Labores de contorno, cultivo en fajas, introducción de cultivos resistentes ante una ligera salinidad.
- Los cultivos recomendables en esta clase de suelo son los siguientes: maíz, frijol, maní, tomate, sandía, melón, pepino, sorgo, tabaco, diferentes variedades de chile, arroz, ajonjolí, tabaco, cebolla, repollo, etc.

CLASE III

Esta clase abarca una extensión de 843.6 Has., lo que representa el 31.67% del área total en estudio, con una pendiente que oscila entre 3.5 y 5%, con relieve más o menos plano con ligeras inclinaciones, con una zona de restricción entre 90 cms. y 122 cms., los cultivos que se encontraron en estas áreas fueron el maíz y la caña de azúcar.

Las características que presenta estos suelos en los diferentes horizontes estudiados son las siguientes:

- La profundidad de la capa arable en esta clase de suelo oscila entre 0-20 cms., con una textura que varía entre franco y franco arcillo-arenoso, con estructura con bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados, con consistencia de duro a ligeramente duro en seco y friable en

húmedo, color de pardo a pardo grisáceo en seco y pardo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. El pH oscila entre 5.622 a 7.99. Presenta piedra pequeña superficial. Suelos que varía de permeables a muy lentamente-permeables con drenaje de normal a deficiente.

Las propiedades físico químicas que presenta este horizonte son las siguientes: La densidad aparente oscila entre 1.2169 a 1.5363 gr/cm³., una humedad equivalente entre 8.55 y 18.03%, un coeficiente higroscópico que varía de 1.200 a 4.721%, una materia orgánica que va de 0.858 a 4.294%. La capacidad total de intercambio varía de 6.38 a 20.32 meq/100gr., la relación Ca/Mg va de 2.26 a 7.87 meq/100gr, la relación Mg/K varía de 2.27 a 22.47 meq/100 gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía 7.41 a 68.00 meq/100gr.,

El contenido de Ca intercambiable oscila entre 1.13 y 19.05 meq/100gr., el Mg varía de 0.50 a 3.82 meq/100gr., el Na varía de 0.08 a 1.01 meq/100gr., el K varía de 0.14 a 0.24 meq/100gr., y el H va de 1.61 a 10.45 meq/100 gr.

- El segundo horizonte tiene una profundidad que oscila entre 20-40 cms., textura que va de arcilla a franco arcillo-arenoso, estructura que oscila entre bloques sub-angulares medianos fuertemente desarrollados a prismas medianos fuertemente desarrollados, consistencia de ligeramente dura a muy dura en seco y de firme a muy firme en húmedo, color de pardo a pardo grisáceo oscuro en seco y pardo oscuro a pardo a pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. El pH oscila entre 5.95 y 7.97. Este horizonte presenta pedregosidad pequeña. Suelos que varía de permeables a lentamente permeables, con drenaje que oscila entre normal y deficiente.

Las propiedades físico-químicas que presenta este horizonte son las siguientes: La densidad aparente varía de 1.1767 a 1.5495 gr/cm³, una humedad equivalente entre 10.01 a 33.45%, un coeficiente higroscópico que varía de 1.887 a 17.257%, una materia orgánica que varía de 0.714 a 1.641%. La capacidad total de intercambio varía de 8.57 a 36.67 meq/100gr., la relación Ca/Mg varía de 1.84 a 7.55 meq/100gr., la relación Mg/K varía de 4.70 a 118.00 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía de 40.20

a 335.43 Meq/100gr., El contenido de Ca intercambiable oscila entre 3.08 a 15.22 meq/100gr., el Mg varía de 0.47 a 8.26 meq/100gr., el Na varía de 0.08 a 1.01 meq/100gr., el K varía de 0.07 a 0.25 meq/100gr., y el H varía de 3.23 a 12.82 meq/100gr.

- El tercer horizonte tiene una profundidad que oscila entre 40-76 cms, la textura oscila entre arcilla y franco arcillo-arenoso, con una estructura que oscila entre bloques sub-angulares medianos fuertemente desarrollados a prismas pequeños fuertemente desarrollados, consistencia ligeramente dura a muy dura en seco y firme en húmedo, color pardo a pardo amarillento en seco y pardo amarillento oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. El pH oscila entre 6.05 a 8.05. Este horizonte presenta pedregosidad pequeña. Suelos permeables a muy lentamente permeables, con drenaje que varía entre normal y deficiente.

Las propiedades físico-químicas que presenta este horizonte son las siguientes: la densidad aparente varía de 1.1387 a 1.3928 gr/cm³, una humedad equivalente entre 9.25 y 39.30%, un coeficiente higroscópico que varía de 1.873 a 13.216%, una materia orgánica que varía de 0.015 a 1.115%.

La capacidad total de intercambio varía de 7.13 a 35.83 meq/100gr., la relación Ca/Mg varía de 1.63 a 7.25 meq/100gr; la relación Mg/K varía 5.75 a 67.27 meq/100gr., la relación $\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}}$ varía de 42.40 a 184.27 meq/100gr.

El contenido de Ca intercambiable oscila entre 3.28 a 17.55 meq/100gr., el Mg varía de 0.59 a 10.09 meq/100 gr., el Na varía de 0.08 a 0.47 meq/100 gr., el K varía de 0.10 a 0.21 meq/100gr y el H de 1.00 a 12.04 meq/100 gr.

- El cuarto horizonte tiene una profundidad que oscila entre 76 a 105 cms, la textura oscila entre arcilla y franco arcillo arenoso, la estructura varía entre bloques sub-angulares medianos fuertemente desarrollados a prismas pequeños fuertemente desarrollados, consistencia de dura a ligeramente dura en seco y firme en húmedo, color pardo a gris parduzco claro en seco y de pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro en húmedo. El pH oscila entre 5.85 y 8.04. Este horizonte presenta pedregosidad pequeña. Suelos permeables a muy lentamente permeables, con drenaje que oscila entre normal y deficiente.

Las propiedades físico-químicas que presenta este horizonte son las siguientes: la densidad aparente varía de 1.0842 a 1.3811 gr/cm³., una humedad equivalente entre 6.61 a 43.75%, un coeficiente higroscópico que varía de 1.395 a 17.181%, una materia orgánica que varía de 0.102 a 1.073%. La capacidad total de intercambio varía de 5.40 a 46.09 meq/100gr., la relación de Ca/Mg varía de 1.59 a 7.15 meq/100gr., la relación Mg/K varía de 3.31 a 173.86 meq/100 gr., la relación $\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}}$ oscila entre -

27.00 a 450.71 meq/100 gr. El contenido de Ca intercambiable varía entre 1.97 a 19.38 meq/100gr., el Mg varía de 0.62 a 12.17 meq/100gr., el Na varía de 0.14 a 0.81 meq/100gr., el K varía de 0.07 a 0.35 meq/100gr y el H varía de 2.77 a 13.86 meq/100gr.

- El quinto horizonte tiene una profundidad que oscila entre 105-140 cms., textura de arcilla a franco, con una estructura que va de prismas medianos fuertemente desarrollados a bloques sub-angulares medianos moderadamente desarrollados, consistencia ligeramente dura en seco y de firme a friable en húmedo, color de pardo amarillento claro a pardo grisáceo en seco y de pardo amarillento oscuro a pardo grisáceo oscuro en húmedo. El pH oscila entre 6.34 a 8.14. Este horizonte presenta pedregosidad pequeña. Suelos permeables a lentamente permeables, con drenaje normal.

Las propiedades físico químicas que presenta este horizonte son las siguientes: la densidad aparente que varía de 1.1713 a 1.4660 gr/cm³., la humedad equivalente varía de 13.23 a 30.50%, el coeficiente higroscópico varía de 2.529 a 8.020%, la materia orgánica oscila entre 0.336 a 0.392%. La capacidad total de intercambio varía de 5.66 a 26.03 meq/100 gr., la relación de Ca/Mg varía de 1.23 a 6.90 meq/100gr., la relación de Mg/K varía de 8.12 a 19.25 meq/100gr., la relación $\frac{Ca + Mg}{K}$ varía

de 43.00 a 64.19 meq/100gr. El contenido de Ca intercambiable varía entre 0.95 a 8.97 meq/100gr., el Mg varía de 0.77 a 5.94 meq/100gr., el Na varía de 0.19 a 0.86 meq/100gr., el K varía de 0.04 a 0.32 meq/100 y el H varía de 3.70 a 11.21 meq/100gr.

En esta clase de suelo encontramos mayores limitaciones

que en las clases anteriores en cuanto a su manejo y conservación. Conforme la textura del suelo es más fina, menos cantidad de la humedad del suelo total está disponible para el uso de la planta ya que en nuestro caso la textura oscila entre mediana y fina, aunque existe mayor capacidad de retención de humedad en el suelo, posee una mediana relación de humedad de planta y suelo y una mediana condición para el desarrollo de las raíces de cierto tipo de plantas.

La capacidad de retención de humedad en estos suelos es alta en vista del porcentaje de arcilla en el suelo, por el contenido de materia orgánica y por las condiciones estructurales del mismo.

La facilidad con que las partículas del suelo pueden ser desprendidas y transportadas difiere con la textura. Suelos de textura mediana son más fáciles de desprender que los suelos de textura fina, pero son más difíciles de transportar que los de textura fina, debido al tamaño de sus componentes. En estos suelos la erosión es moderada y ha aumentado la susceptibilidad en relación a las otras clases agrológicas debido al porcentaje de la pendiente.

Como medida de manejo y conservación se recomienda lo siguiente:

- La adición de cultivos que dejen buena cantidad de materia orgánica sobre el suelo para mejorar la estructura y con ello lograr una mejor relación, agua-suelo-planta.
- Se recomiendan cultivos en contorno en fajas, rotación de cultivos, terrazas en ciertas áreas.
- Los cultivos recomendables en esta clase de suelo son los si

guientes: maíz, frijol, maní, arroz, sandía, melón, pepino, hortalizas en general.

7.2 Calidad de las Aguas

Se tomaron un total de 12 muestras de agua, tanto superficiales como subterráneas situados en diferentes puntos claves de la región en estudio.

Cada punto de muestreo se localizó en el mapa respectivo. El 92% de las muestras analizadas son aguas de salinidad media con bajo contenido de sodio ($C_2 S_1$) pueden usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, para cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumularse cantidades peligrosas de sodio.

Las aguas del pozo P 45 V (M-9) que representa el 8% restante son aguas de baja salinidad y con mediano-contenido de sodio, en suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente. Estas aguas solo pueden usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

7.3 Pruebas de Infiltración

Punto	Clase	Lámina de Infiltración $d = C \cdot t^m$	Vel. de Infiltración Instantánea $li = (K \cdot t^n)$
1	III	$d = 0.77 \pm 0.53$	$li = 24.49 \pm 0.47$
2	III	$d = 1.03 \pm 0.21$	$li = 12.98 \pm 0.79$
3	II	$d = 0.30 \pm 0.51$	$li = 9.18 \pm 0.49$
5	II	$d = 0.81 \pm 0.50$	$li = 24.30 \pm 0.50$
6	III	$d = 0.73 \pm 0.66$	$li = 28.91 \pm 0.34$
8	I	$d = 0.58 \pm 0.70$	$li = 24.36 \pm 0.30$
11	I	$d = 0.95 \pm 0.71$	$li = 40.47 \pm 0.29$
12	III	$d = 0.17 \pm 0.70$	$li = 7.14 \pm 0.30$
13	II	$d = 1.43 \pm 0.74$	$li = 63.49 \pm 0.26$
14	III	$d = 0.57 \pm 0.62$	$li = 21.20 \pm 0.38$
19	I	$d = 0.52 \pm 0.54$	$li = 16.85 \pm 0.46$
20	III	$d = 1.40 \pm 0.62$	$li = 52.08 \pm 0.38$
20 A	II	$d = 0.68 \pm 0.68$	$li = 27.74 \pm 0.32$
21	III	$d = 0.24 \pm 0.62$	$li = 8.93 \pm 0.38$
23	II	$d = 0.90 \pm 0.68$	$li = 36.72 \pm 0.32$
24	III	$d = 0.57 \pm 0.58$	$li = 19.84 \pm 0.42$
26	III	$d = 0.23 \pm 0.62$	$li = 8.56 \pm 0.38$
27	II	$d = 0.85 \pm 0.73$	$li = 27.23 \pm 0.27$
28	I	$d = 1.29 \pm 0.53$	$li = 41.02 \pm 0.47$

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

1. La Clase Agrológica I, abarca una extensión de 103.6 Has. lo que representa un 3.89% del área total estudiada, son suelos de textura mediana profundos, planos, permeables, de alta productividad.
2. La Clase Agrológica II, abarca una extensión de 580.8 Has., lo que representa un 21.8% del área total estudiada, son suelos de textura mediana, profundos, de lentamente permeables a libremente permeables, con bajo contenido de materia orgánica, son casi planos, son de mediana productividad.
3. La Clase Agrológica III, abarca una extensión de 843.6 Has., lo que representa el 31.67% del área total estudiada, son suelos de textura que oscila entre mediana y fina, suelos profundos en cuanto a la capa arable, el drenaje es deficiente abajo de la capa arable, ligeramente inclinados, de baja productividad.
4. En general las clases agrológicas de suelos estudiadas, aptas para cultivos bajo riego representan el 57.36% del área total.

5. La textura más generalizada en este proyecto es mediana, con una estructura de bloques sub-angulares medianos y pequeños; moderadamente o débilmente desarrollados.
6. En el área estudiada no se presentan problemas de salinidad actualmente y por su drenaje interno se considera que será remoto que se presente en el futuro, salvo que se modifique la estructura interna debido a mal manejo de suelos.
7. La calidad de las aguas superficiales, son aguas de salinidad media con bajo contenido de sodio.
8. Las aguas subterráneas son aguas de baja salinidad y con mediano contenido de sodio.
9. La Clase Agrológica de suelos no aptas para riego representan 1135.6 Has. lo que nos da un 42.64% del área total estudiada.
10. Como consecuencia de las conclusiones anteriores, se deduce que estos suelos son aptos para riego.
11. Con el funcionamiento de un sistema de riego se lograría en la región, un desarrollo sustancial tanto en la explotación agrícola como ganadera.

8.2 Recomendaciones

1. Utilizar las áreas no aptas para riego con plantaciones perennes, tales como árboles frutales propios de la zona.
2. Existen algunas áreas prioritarias para que se inicien programas de reforestación y propicien la conservación de los mismos, poniendo énfasis en las especies propias de la zona. Quizás una de las medidas inmediatas sería delimitar las zonas y establecer un programa de conservación a efecto de que la vegetación arbustiva y arborea se regeneren.
3. Al elaborarse un programa o proyecto de desarrollo de agricultura bajo riego, se deben tomar en cuenta las medidas de manejo y conservación de suelos, estipuladas para cada clase agrológica.
4. Para mejorar la estructura y la capacidad de retención de humedad de estos suelos es necesaria la incorporación periódica de materia orgánica.
5. Para corregir el drenaje interno en la Clase Agrológica III, es necesario plantear un plan de drenaje para lograr con ello un mayor movimiento del agua, aire y desarrollo de las raíces en el suelo.

9. BIBLIOGRAFIA

- 1.- MEXICO, SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. Metodología para el informe de un estudio agrológico de re-
conocimiento. México, Secr. de Rec. Hidráulicos; Direc-
ción General de Estudios, 1974. p.p. 1-5.
- 2.- ----- . Metodología para el informe de un estudio agro-
lógico semidetallado. México, Secr. de Rec. Hidráulicos;
Dirección General de Estudios, 1974. p.p. 1-5.
- 3.- ----- . Metodología para el informe de un estudio agro-
lógico detallado. México, Secr. de Rec. Hidráulicos;
Dirección General de Estudios, 1974. p.p. 1-5.
- 4.- SECRETARIA GENERAL DE LA ORGANIZACION DE LOS
ESTADOS AMERICANOS. Investigación de los recursos fí-
sicos, para el desarrollo económico. Washington, D.C., -
Unión Panamericana, 1969. p.p. 141-153.
- 5.- PERDOMO, R. Resumen de notas de teoría de edafología
I. Guatemala, 's. c. e. ', 1970. p.p. 56-61.
- 6.- MAZARIEGOS A., F. J. Suelos de Guatemala. 1975. 8
p. (mimeografiado). (inédito).
- 7.- SIMMONS, C. S., TARANO, J. M. y PINTO, J. M. -
Clasificación de reconocimiento de los suelos de la repú-
blica de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Educación
Pública, Editorial "José de Pineda Ibarra" y Ministerio de
Agricultura, IAN-SCIDA, 1959. p.p. 503-526.
- 8.- GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL.

Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, 1972, 's.p.c.'

- 9.- GUNDERSEN, W. Curso de riego. Guatemala, USAC, Fac. de Agronomía, 1974. 221 p. (mimeografiado).
- 10.- GUATEMALA, DIRECCION GENERAL DE CARTOGRAFIA. Diccionario geográfico de Guatemala, Guatemala, Tip. - Nac. 1962. v. 2, p.p. 86-88.
- 11.- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México, Editorial Limusa, 1974. p.p. 87-88.
- 12.- GUATEMALA, INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos meteorológicos de las cabeceras departamentales. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, INSIVUMEH, 1977. 's. p.'
- 13.- CORONADO RIVERA, M. E. Estudio agrológico semidetallado de suelos con fines de riego del valle de Salamá. - Guatemala, USAC, Fac. de Agronomía, 1976. 90 p. (Tesis Ing. Agr.)
- 14.- I CONGRESO NACIONAL DE AGRONOMIA. Estudio agrológico semidetallado de suelos para riego del Proyecto Quezaltenango. Guatemala, Dirección Gral. de Rec. - Nat. Renovables, 1969. 45 p.
- 15.- HAMMOND BENNETT, H. Manual de Conservación de suelos. Panamá, 's.c.e.', 1950. 41 p.

Vo. Bo.

PALMIRA R. DE QUAN
JEFE CENTRO DE DOCUMENTACION
E INFORMACION AGRICOLA

10. ANEXOS

10.1 Costos de Habilitación y Nivelación de Suelos

10.2 Mapa de Clasificación Agrológica de Suelos con fines de Riego.

10.1 Costos de Habilidadación y Nivelación de Suelos

Se considera la Habilidadación y Nivelación de Suelos como un servicio que el Ministerio de Agricultura, a través de la Dirección de Recursos Naturales Renovables, presta a los Agricultores propietarios de terrenos ubicados dentro de los Distritos de Riego construidos por la División de Recursos Hidráulicos.

Tomando en cuenta que la Habilidadación incorpora a la producción de tierras que no se han trabajado y que la Nivelación incide directamente en un aumento de las cosechas, se ha considerado conveniente cobrar por estos servicios.

El cobro en sí podrá funcionar como un acicate para incrementar la productividad de los terrenos laborados.

<u>TRABAJO</u>	<u>COSTO / Ha.</u>
Habilidadación	Q. 180.00
Nivelación	Q. 160.00
Habilidadación y Nivel.	Q. 340.00

CALCULOS

Salarios Efectivos

Jornales + Prestaciones

a.-	Vacaciones	20	días por año
b.-	Feriados	11.5	
c.-	Séptimos días	52	
d.-	Medios Sábados	26	
		<u>109.5</u>	días por año, que no se trabajan pero se pagan.

- S_1 = Salario nominal diario
 S_2 = Salario + prestaciones ineludibles
 S_3 = Salario Efectivo = Salarios + Prestaciones + Indemnización

Días no trabajados	109.5
Días efectivos de trabajo	255.5

$$S_2 = \frac{365}{255.5} \times S_1 = 1.43 S_1$$

$$S_2 = 1.43 S_1 \text{ (Sin tomar en cuenta indemnización)}$$

$$S_3 = \frac{12 + 1}{12} S_2 = \frac{13}{12} \times 1.43 S_1 = 1.55 S_1$$

$$S_3 = 1.55 S_1 \text{ (con prestaciones + Indemnización)}$$

Para nuestros costos tomaremos:

$$\text{Salario efectivo} = 1.43 \text{ Salario nominal}$$

COSTOS DE MOTONIVELADORA JD-570 A

Costo de adquisición	Q.22,960.00
Potencia al freno	70 H.p.
Salarios Actuales	Operador Q.6.03/día
	Ayudante Q.2.91/día

1.- Costo de Adquisición Q.22,960
Vida útil 10,000 horas

$$\frac{22,960}{10,000} = \underline{2.30/\text{hora}}$$

2.- Costo de inversión

$$22960.00 \times 60\% = 13776.00 \times 13\% = 1790.00/2000 = 0.90$$

Costo de inversión = Q.0.90/hora = 0 (tomando en cuenta que el estado no es una empresa lu crativa)

3.- Costo de Mantenimiento y Reparaciones: 100% de la amor tización

$$\underline{Q.2.30/\text{hora}}$$

4.- Combustibles y Lubricantes:

$$\begin{aligned} 4 \text{ gal/hora} \times 0.56 &= 2.24 \\ \text{Lubricante} = 50\% \text{ de comb} &= 1.12 \\ \hline &\underline{\text{Q.3.36/hora}} \end{aligned}$$

5.- Personal:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Operador} &\text{ Q.6.03} \\ 1 \text{ Ayudante} &\underline{2.91} \\ &8.94/8 \text{ horas} = 1.12 \\ 43\% \text{ de prestaciones} &= 0.48 \\ &\underline{\underline{\text{Q.1.60/hora}}} \end{aligned}$$

RESUMEN DE COSTOS DE MOTONIVELADORA

1.- Adquisición	2.30
2.- Inversión	0.00
3.- Reparaciones	2.30
4.- Combustibles y Lubricantes	3.36
5.- Personal	1.60
	<u><u>9.56/hora</u></u>

COSTOS DE NIVELACION:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento de Motoniveladora} &\text{ Q.600 m}^2/\text{hora} \\ \text{Costo Unitario: } \frac{\text{Q.9.56/hora}}{600\text{m}^2/\text{ hora}} &\text{ Q.0.0159/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Q.159.33/ Ha}$$

$$\underline{\underline{\text{Q.160.00/ Ha}}}$$

Tomando en cuenta únicamente:

- Máquina
- Combustibles y Lubricantes
- Operador y ayudante

COSTOS DE BULLDOZER JD-450 B

Costo de Adquisición:	Q.17,500.00
Potencia al freno	92 HP
Salarios Actuales	Operador: Q.6.03/día
	Ayudante: Q.2.91/día

1.- Costo de Adquisición:	Q.17,500.00
Valor de Rescate	-----
Reparación total	<u><u>Q.17,500.00</u></u>

Vida útil = 5 años = 10,000 horas

$$\frac{17,500.00}{10,000.00} = Q.1.75/\text{hora}$$

2.- Costo de Inversión

$$17,500.00 \times 60\% = 10,500.00 \times 13\% = 1365/2,000 = 0.68$$

hora

Costo de Inversión = Q.0.68/hora = 0 (Tomando en cuenta que el estado no es una empresa lucrativa)

3.- Costo de Mantenimiento y Reparaciones: 75% de la amortización

$$1.75 \times 0.75 = \underline{\underline{Q.1.31/\text{hora}}}$$

4.- Combustibles y Lubricantes:

$$\begin{array}{rcl} 3 \text{ gal/hora} \times 0.56 & = & 1.68 \\ \text{Lubric.} = 50\% \text{ Comb} & = & 0.84 \\ & \underline{\underline{Q.2.52/\text{hora}}} & \end{array}$$

5.- Personal:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ Operador} & = & 6.03 \\ 1 \text{ Ayudante} & = & 2.91 \\ & \underline{8.94/8} & = 1.12 \\ 43\% \text{ de prestaciones} & = & 0.48 \\ & \underline{\underline{Q.1.60/\text{hora}}} & \end{array}$$

RESUMEN DE COSTOS DE BULLDOZER:

1.- Adquisición	1.75
2.- Inversión	0.00
3.- Reparaciones	1.31
4.- Combust. y Lubric.	2.52
5.- Personal	1.60
	<u><u>Q.7.18/hora</u></u>

C Costos de Habilitación:

Rendimiento del Bulldozer: 400 m² / hora

Costo Unitario: $\frac{7.18/\text{hora}}{400 \text{ m}^2/\text{hora}}$

Q. 179.50/Ha

Q. 180.00/Ha

Tomando en cuenta únicamente:

- Máquina
- Combustibles y Lubricantes
- Operador

AREA CLASIFICADA EN Ho. (I)

CLASE	REGABLE	NO REGABLE	% TOTAL
I	103.60		3.89
II	580.80		21.80
III	843.60		31.67
VI		1041.20	39.09
OTROS		94.40	3.55
TOTAL	1528.00	1135.60	100.00

MINISTERIO DE AGRICULTURA
D I G E S AUNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
AREA DE ESPECIALIDADES TECNICAS

PROYECTO RABINAL

CLASIFICACION AGROLOGICA DE
SUELOS CON FINES DE RIEGODIBUJO: J. R. Lima
Reducción de escala
(1:20,000)

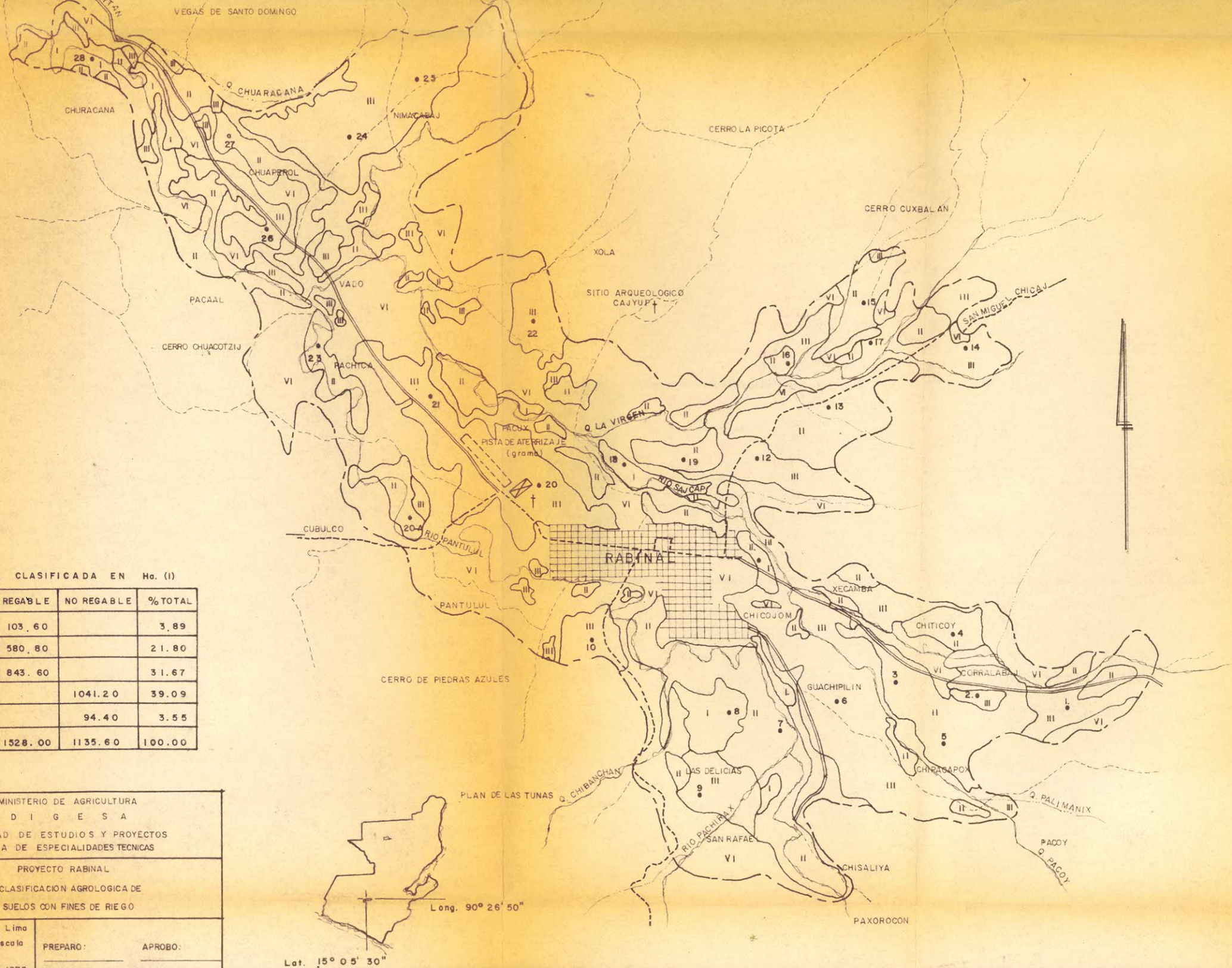
SEPTIEMBRE, 1978

PREPARO:

APROBO:

Lat. 15° 05' 30"

Long. 90° 26' 50"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE:

INC. AGR. RODOLFO ESTRADA
DECANO

