

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

" Determinación de las Características Edáficas é Hidricas
de la Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán, Champerico,
Retalhuleu, Con Fines de Riego y Drenaje. "

TESIS:

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

POR:

OSCAR OSWALDO HERNANDEZ DIAZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

Guatemala, Noviembre de 1995.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

INDICE

No.	CONTENIDO	Página
RESUMEN		
1.	INTRODUCCION.....	1
2.	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	2
3.	JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	3
4.	MARCO TEORICO.....	4
4.1	Marco conceptual.....	4
4.1.1	Factores para el planeamiento de áreas de riego.....	4
4.1.1.1	Estudios topográficos.....	4
4.1.1.2	Estudios de suelos.....	4
4.1.1.3	Características y propiedades físicas del suelo.....	6
	a. Textura del suelo.....	6
	b. Estructura del suelo.....	6
	c. Densidad aparente del suelo.....	6
	d. Velocidad de infiltración.....	7
	e. Porosidad del suelo.....	7
4.1.1.4	Disponibilidad y calidad de agua.....	8
4.1.1.5	Conductividad Eléctrica.....	9
4.1.1.6	Clima.....	9
4.1.1.7	Estudios agronómicos.....	9
4.1.1.8	Estudios Socioeconómicos.....	9
4.1.1.9	Drenaje agrícola.....	10
4.1.1.10	Estudios necesarios ó específicos del drenaje.....	10
	a. Plano de Isobatas.....	11
	b. Plano de Isohipsas.....	11
	c. Tipos de drenes.....	11
4.1.2	MARCO REFERENCIAL.....	12
4.1.2.1	Ubicación y localización geográfica.....	12
4.1.2.2	Vías de Comunicación.....	12
4.1.2.3	Temperatura.....	12
4.1.2.4	Precipitación.....	12
4.1.2.5	Zonas de vida y clasificación climática.....	13
4.1.2.6	Recursos suelo.....	13
4.1.2.7	Geología.....	13
4.1.2.8	Vegetación.....	13
4.1.2.9	Cultivos.....	13
4.1.2.10	Recursos hídricos.....	14
4.1.2.11	Extensión.....	14
5.	OBJETIVOS.....	15
5.1	Generales.....	15
5.2	Específicos.....	15

6.	METODOLOGIA.....	16
6.1	Gabinete.....	16
6.2	De campo.....	16
6.2.1	Reconocimiento.....	16
6.2.2	Delimitación de clases agrológicas.....	16
6.2.3	Toma de muestras de suelo.....	16
6.2.4	Pruebas de infiltración.....	17
6.2.5	Disponibilidad y muestreo de agua.....	17
6.2.6	Levantamiento topográfico.....	17
6.3	Laboratorio.....	17
6.3.1	Análisis de suelos.....	17
6.3.2	Análisis de agua.....	18
6.4	Gabinete.....	19
6.4.1	Resultados de suelos.....	19
6.4.2	Resultados de agua.....	19
6.5	Elaboración de Conclusiones y Recomendaciones.....	19
7.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
7.1	Determinación de áreas potenciales de riego.....	20
7.1.1	Clase 1.....	21
7.1.1.1	Descripción del perfil.....	21
7.1.1.2	Discusión.....	22
7.1.2	Clase 1t.....	24
7.1.2.1	Descripción del perfil.....	25
7.1.2.2	Discusión.....	26
7.1.3	Clase 1t*.....	29
7.1.3.1	Descripción del perfil.....	29
7.1.3.2	Discusión.....	31
7.1.4	Clase 2d.....	32
7.1.4.1	Descripción del perfil.....	33
7.1.4.2	Discusión.....	34
7.1.5	Clase 3da.....	36
7.1.5.1	Descripción del perfil.....	36
7.1.5.2	Discusión.....	38
7.1.6	Clase 4t.....	40
7.1.6.1	Descripción del perfil.....	41
7.1.6.2	Discusión.....	42
7.1.7	Clase 4t*.....	44
7.1.7.1	Descripción del perfil.....	44
7.1.7.2	Discusión.....	45
7.1.8	Clase 5ds.....	47
7.2	Determinación de la calidad y cantidad de agua.....	47
7.2.1	Calidad de Agua.....	47
7.2.1.1	Río Samalá.....	47
7.2.1.2	Lagunas.....	48

7.2.1.3	Napa Friática.....	49
7.2.2	Cuantificación de las fuentes de agua.....	51
7.2.2.1	Aforo río Samalá.....	51
7.2.2.2	Laguna el Chorríto.....	52
7.2.2.3	Napa Friática.....	52
7.2.3	Balance Hídrico.....	53
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
9.	BIBLIOGRAFIA.....	58
10.	ANEXO	

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	CONTENIDO	Página
1.	Clasificación agrológica y áreas.....	20
2.	Análisis de suelos unidad 1.....	22
3.	Análisis de suelos unidad 1t.....	26
4.	Análisis de suelos unidad 1t*.....	30
5.	Análisis de suelos unidad 2d.....	34
6.	Análisis de suelos unidad 3da.....	38
7.	Análisis de suelos unidad 4t.....	42
8	Análisis de suelos unidad 4t*.....	45
9.	Fuentes de agua y toma de muestras.....	47
10.	Características químicas de agua del río Samalá.....	48
11.	Características químicas de agua de lagunas el Chorríto. y Chicales.....	48
12.	Características químicas de puntos de muestreo.....	49
13.	Características químicas de puntos de muestreo.....	50
14.	Características químicas de puntos de muestreo.....	50
15.	Resultado de aforo al río Samalá.....	51
16.	Datos climáticos promedio mensual de 1,984 a 1,994.....	53

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA No.	CONTENIDO	Página
1.	Curva de velocidad de infiltración punto 1, clase 1.....	23
2.	Curva de velocidad de infiltración punto 2, clase 1.....	24
3.	Curva de velocidad de infiltración punto 1, clase 1t.....	27
4.	Curva de velocidad de infiltración punto 2, clase 1t.....	28
5.	Curva de velocidad de infiltración punto 1, clase 1t*.....	32
6.	Curva de velocidad de infiltración punto 1, clase 2d.....	33
7.	Curva de velocidad de infiltración punto 1, clase 3da.....	39
8.	Curva de velocidad de infiltración punto 2, clase 3da.....	40
9.	Curva de velocidad de infiltración punto 1, clase 4t.....	43
10.	Curva de velocidad de infiltración punto 1, clase 4t*.....	46
12.	Gráfica de balance hídrico década 1,984 - 94.....	54

v

" Determinación de las Características Edáficas é Hídricas
de la Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán, Champerico,
Retalhuleu, Con Fines de Riego y Drenaje. "

"Determination of the soil's and Hydric's Characteristic's of the
Agrarian Community of Nueva Olga María Cuchupán, Champerico
Retalhuleu, with the end's of irrigation and Drainaje"

RESUMEN

La Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán, se encuentra ubicada en un segmento de la zona de vida bosque húmedo sub-tropical, cubriendo una extensión de 1432.50 hectáreas.

El problema principal de esta comunidad y otras aledañas es el déficit de humedad durante seis meses del año, empezando en octubre y prologándose hasta el mes de mayo. Así mismo existen áreas con problemas de inundación. El agricultor de esta comunidad, minifundista, tiene que salir de la región a buscar empleo después de su cosecha anual, debido a que no existen posibilidades de emplearse.

Los objetivos planteados para la presente investigación fueron Determinar las áreas potenciales de riego en base a las características físicas y químicas de los suelos, Determinar la calidad y cantidad de agua a regar y existente, Realizar estudios de Isobatas é Isohipsas para conocer el comportamiento de la napa friática con respecto al nivel del suelo y del mar respectivamente y Realizar el plano topográfico de curvas a nivel que sirva de información base para llevar a cabo el posterior diseño del sistema de riego y drenaje más conveniente para cada una de las clases agrológicas determinadas.

La investigación consto de cuatro fases que fueron gabinete preliminar, fase de campo, fase de laboratorio y gabinete final.

En el área del proyecto se pudieron determinar tres clases agrológicas según su capacidad de uso y seis clases agrológicas según la clasificación de suelos con fines de riego de la United States Bureau of Reclamation (USBR).

La Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán, se subdivide su área productiva, en 4 clases de capacidad de uso y 6 clases de capacidad de riego. La clase IIII con capacidad de uso comprende 3 clases de capacidad de riego, que son las clases 1 con un área de 304.75 has, la clase 1t con 319 has y la clase 2d con 83.94 has.

4. MARCO TEORICO

4.1 Marco conceptual

4.1.1 Factores para el planeamiento de áreas para riego

El proceso de seleccionar y calificar las tierras de un área dada para riego es uno de los pasos esenciales en la decisión de establecer el mismo. (1)

Los estudios se dividen en los siguientes factores:

4.1.1.1 Estudios topográficos

Los levantamientos planialtimétricos suministran la información para:

- Proyectar la red de riego y de drenaje del área.
- Subdividir la propiedad en diferentes parcelas ó cuarteles.
- Seleccionar y proyectar los métodos de riego.
- Acondicionar las tierras para riego. (13, 17)

El aspecto planimétrico del estudio topográfico debe fijar claramente los límites de la propiedad y las parcelas existentes. Previo a este aspecto debe obtenerse un mapa preliminar de la zona con el fin de determinar el área plana a abarcar en el estudio a efectuar. Esta se hace en base a fotografías aéreas en las cuales deben observarse las características topográficas y fisiográficas delimitando en el mapa las unidades de suelos. (13, 14)

Posteriormente a la elaboración de los planos se debe proceder a lo que es el levantamiento altimétrico con el fin de elaborar las respectivas curvas a nivel. El aspecto altimétrico del estudio topográfico debe garantizar una correcta representación del relieve del campo que permita la subdivisión del mismo, seleccionar los métodos de riego a emplear y planear el desarrollo físico de las tierras. (13)

4.1.1.2 Estudios de suelos:

El factor suelo posee un conjunto de caracteres determinados morfológicamente, por análisis de carácter físico, químico y biológico que por sí mismos nos determinan en gran medida la productividad, demanda de agua, drenabilidad, etc. del proyecto. Sin embargo, es en base a su interacción con otros caracteres físicos como la disponibilidad de agua, la calidad de la misma

y sus caracteres topográficos, que debemos evaluar estas características del suelo para conocer su importancia local. Así es necesario en cada proyecto establecer los valores limitantes para las características y las cualidades del suelo utilizadas en cada clase, basándonos en lo posible en observaciones realizadas en áreas circunvecinas o similares, experimentación, etc. (1)

Chup Lim, citado por Mérida (14), menciona que los levantamientos de suelos son el resultado de investigaciones de campo que permiten determinar las características más importantes del suelo, clasificar éste en tipos definidos y en otras unidades de clasificación. También nos sirve para obtener las clases agrológicas de suelos. Se utiliza el levantamiento de suelos en la correlación y predicción de sus diferentes adaptaciones a cultivos, pastos, árboles, así como también nos permite predecir una estimación en el rendimiento de los cultivos de acuerdo a las diferentes prácticas de manejo ya sea con ó sin riego.

No existe ningún patrón definido en el arreglo ó ordenamiento de la presentación del contenido del levantamiento. El contenido del levantamiento de suelos y su orden de presentación 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 de la agricultura presente. (14)

La serie de suelos se describe en base al perfil y la secuencia de los horizontes que lo componen, con sus características morfológicas y comportamiento en cuanto a: textura, profundidad, drenaje interno y contenido de pedregosidad. El tipo de suelos refiere las características texturales del horizonte superficial, que es el que se remueve frecuentemente con los instrumentos de labranza. (13)

Un estudio semidetallado de suelos se utiliza en áreas específicas, con el fin de obtener información para utilizarla en la planificación general del uso de la tierra, el establecimiento del orden de prioridad entre proyectos y en determinados casos para la elaboración de anteproyectos de desarrollo. En áreas donde el patrón de distribución de suelos es uniforme, el nivel de estudio semidetallado provee información suficiente para proyectos donde la utilización del recurso suelo está en función de unidades de producción por área. (1)

Deben consultarse mapas que proporcionen información sobre los tipos de suelos del lugar y sus características. También deben realizarse investigaciones de campo para obtener información de los aspectos morfológicos, físicos y químicos de los suelos.

Hay cuatro características básicas de las tierras apropiadas para la agricultura de riego.

- a) Terrenos que pueden regarse.
- b) Suelos potencialmente fértiles.
- c) Un clima en el que puedan desarrollarse cultivos.
- d) Una fuente segura de agua de calidad constante. (16)

La finalidad de investigación de suelos es definir los tipos de suelo, las características de drenaje y el potencial agrícola de las tierras situadas en la zona del proyecto.

El potencial agrícola es una función del tipo de suelos y las características de drenaje con las limitaciones impuestas por la salinidad, la profundidad del suelo y la topografía. (16)

4.1.1.3 Características y propiedades físicas del suelo.

a. Textura del suelo.

Se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que contiene un suelo. Determina la capacidad de retención de agua, el movimiento de agua en el suelo y la cantidad de agua disponible a las plantas. Todo lo anterior determina la cantidad de agua a ser aplicada en un riego, la frecuencia, el tiempo y el método de riego más adecuado para ser usado. (12)

b. Estructura del suelo.

Se refiere a la agregación de partículas de suelo (arena, limo y arcilla) en grupos de partículas primarias, las cuales están separadas de los agregados adyacentes por superficies de ruptura. Afecta la velocidad de infiltración del agua, esta a la vez es determinante en el cálculo del tiempo necesario para aplicar una lámina de riego. El movimiento del agua dentro del suelo también es afectado, siendo esto important: en el drenaje agrícola. (12)

c. Densidad aparente del suelo. (D_a)

La densidad aparente del suelo es el peso de suelo seco por unidad de volumen de suelo, incluyendo los poros, se expresa en gramos por cm^3 .

$$D_a = P_{ss} / V_t$$

Donde: D_a = densidad aparente, gr/cm^3
 P_{ss} = peso de suelo seco. gr.
 V_t = volumen total de suelo, cm^3 (12)

d. Velocidad de infiltración. (I)

La velocidad de infiltración es la entrada vertical del agua a través de los poros por unidad de tiempo.

Esta velocidad depende principalmente de la estructura y textura del suelo, el contenido de humedad del suelo, la compactación, la estratificación, la lámina empleada para la prueba, la temperatura del agua y suelo, y el estado físico-químico del suelo.

Para fines de riego la forma práctica y sencilla de aplicar para calcular la velocidad de infiltración es por medio de la ecuación de Kostyakov-Lewis.

$$I = Ktn$$

donde: I = infiltración acumulada (cm)
 t = Tiempo (minutos)
 k = constante
 n = constante (12)

e. Porosidad del suelo. (P_r)

Se define como el porcentaje del volumen total del suelo que está ocupado por poros:

$$P_r = (V_v / V_t) \times 100$$

Donde: P_r = Porosidad ó espacio poroso total (%).
 V_v = volumen de vacíos ó poros (cm^3).
 V_t = Volumen total (cm^3).

Este espacio poroso está ocupado por aire y/o agua. Generalmente los valores de porosidad varían de acuerdo con la textura del suelo fluctuando alrededor de los porcentajes siguientes:

Arena.....38.0% (de 32 a 42%)
 Franco.....47.0% (de 43 a 49%)
 Arcilloso.....53.0% (de 51 a 55%) (12)

4.1.1.4 Disponibilidad y calidad de agua:

Se hace una investigación agrológica para evaluar los recursos hidráulicos disponibles para el proyecto de riego. Se requieren por lo tanto registros de los mismos. En muchos casos, dichos registros no existen. El agua necesaria debe estar disponible para los cultivos cuando estos los requieren. Conviene entonces hacer un estudio de la disponibilidad de agua y su calidad. (12)

Hofman citado por Sandoval (17), menciona que en las regiones húmedas, la gran cantidad de lluvia que se recibe hace que el agua se filtre a través del suelo y hace que se arrastre fuera de la zona radicular de los cultivos, grandes cantidades de minerales solubles. La lluvia contiene pocas sales; sin embargo una precipitación pluvial anual de 250 mm puede depositar de 50 a 1250 Kg/ha de sal, dependiendo de la distancia del mar y de la dirección del viento. Cuando el agua está en contacto con rocas ó suelo, se disuelven las sales solubles de estos materiales. La siguiente tabla muestra un listado de estas sales:

<u>NOMBRE:</u>	<u>FORMULA:</u>
Cloruro de calcio	CaCl_2
Sulfato de calcio	CaSO_4
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Carbonato de calcio	CaCO_3
Cloruro de magnesio	MgCl_2
Sulfato de magnesio	MgSO_4
Carbonato de magnesio	MgCO_3
Cloruro de sodio	NaCl
Sulfato de sodio	Na_2SO_4
Carbonato de sodio	Na_2CO_3
Bicarbonato de sodio	NaHCO_3
Cloruro de potasio	KCl
Sulfato de potasio	K_2SO_4
Carbonato de potasio	K_2CO_3
Bicarbonato de potasio	KHCO_3 (17)

Al disolverse el agua, las sales pierden su identidad y se desdoblán para formar iones. Así, cuando se desdobra el cloruro de sodio, este se separa en iones de sodio y cloro. Por esto se acostumbra describir el análisis de agua en términos de iones y no de sales.

Los principales cationes que se encuentran en el agua y que deben de ser determinados para evaluar la calidad de agua con fines de riego son: Calcio, magnesio, sodio y potasio. Los principales aniones son: Carbonato, bicarbonato,

sulfato, cloro y nitrato. En algunos casos es necesario también conocer la cantidad de boro, litio, hierro y amonio. (17)

4.1.1.5 Conductividad Eléctrica

Es la forma más común para determinar la concentración total de los elementos ionizados y los sólidos en disolución, es a través de la Conductividad Eléctrica (C.E.), expresada en micromhos/cm ($CE \times 10^6$ a 25 °c), por la que se refiere a la suma de cationes y a la suma de aniones de las sales solubles expresadas en Miliequivalentes por litro (meq/l). (3)

4.1.1.6 Clima:

El clima es uno de los principales factores físicos que determinará la adaptabilidad y secuencia de los cultivos que pueden establecerse. Asimismo por su interacción con los otros factores influirá sobre ciertas cualidades del suelo y del drenaje del área, siendo entonces de importancia en el posterior diseño del sistema de riego, de drenaje y de la operación del sistema de riego seleccionado. (1)

El estudio de clima es importante para el posterior diseño de un sistema de riego. El clima puede ser un factor adicional que determine el método de riego a utilizar, por ejemplo, con vientos predominantes de alta velocidad y de baja humedad relativa se proscriben el sistema de riego por aspersión. Los parámetros climáticos de luminosidad del día, humedad relativa al medio día, así como un factor por cultivo de requerimiento de humedad son necesarios para los cálculos de la evapotranspiración, así mismo, la precipitación efectiva, parámetros indispensables para la obtención del intervalo de riego de diseño para el cultivo seleccionado. (17)

4.1.1.7 Estudios Agronómicos

Debe elaborarse un plan de cultivos que proporcionen resultados económicos aceptables. El cálculo de los requerimientos de riego forma parte de éstos estudios pues constituye el punto de partida para el diseño del sistema. (2)

4.1.1.8 Estudios Socioeconómicos

Se debe investigar sobre la mano de obra disponible, la población total activa y no activa, inmigraciones y emigraciones, tenencia de la tierra, necesidades, recursos e intereses de las personas que participarán del proyecto.

En lo económico, cada alternativa técnica implica una alternativa económica. La factibilidad económica del proyecto, comúnmente se evalúa por uno ó todos los coeficientes siguientes: relación beneficio - costo, tasa interna de rendimiento y exceso de beneficios sobre costos. (11)

4.1.1.9 Drenaje agrícola

Se entiende por todas aquellas acciones derivadas del hombre que tienden a eliminar los excedentes de humedad del suelo, donde se verifica el desarrollo radicular de las plantas. (4)

Se distinguen dos tipos de drenaje: Superficial é Interno. El primero drena los escurrimientos superficiales y el segundo los excesos de humedad subsuperficial.

Si el terreno tiene capacidad para eliminar todos los sobrantes, no importando la cuantía de la fuente (lluvia, riego, etc) se designa como drenaje natural. En otro caso cuando interviene la mano del hombre se denomina drenaje artificial.

4.1.1.10 Estudios necesarios ó específicos del drenaje.

Considerados como específicos para diagnosticar y analizar las causas ó factores que influyen directa ó indirectamente en el drenaje. Su formación y análisis son básicos para precisar las condiciones actuales de afectación y cuantificación, siendo los más importantes los siguientes:

- _ Estudios de los mantos friáticos.
- _ Estudios sobre la profundidad y espesor del manto friático
- _ Balance hidrológico

Comprenden los aspectos más importante para conocer la naturaleza y magnitud de los problemas del drenaje, ya que a través de ellos, se obtiene gran parte de la información que es necesaria para estimar sus condiciones.

La posición del manto friático en el perfil, tanto en tiempo como duración, está íntimamente relacionado con el régimen de humedad y aireación que presenta el suelo dentro del espesor donde se desarrolla el sistema radicular de las plantas, por lo que a la profundidad a que debe conservarse deberá ser controlada mediante el funcionamiento de un drenaje eficiente.

a. Plano de Isobatas

Son planos de niveles freáticos con respecto a la superficie del terreno, y ayudan a precisar los siguientes aspectos:

- a.1 Localización de las zonas con diferentes niveles freáticos
- a.2 Las superficies mensuales con distintas profundidades del nivel freático.
- a.3 La magnitud total de la superficie donde el manto freático se encuentra a menos de 2.00 m de profundidad.
- a.4 Las áreas que presentan espesores de suelo saturado menos de 2.00 m de profundidad.
- a.5 Localización de las áreas con problemas de drenaje.

b. Plano de Isohipsas

Son planos de niveles freáticos con respecto a la superficie del mar. Sirven para determinar los recorridos de las líneas de corriente, sus posibles fuentes de alimentación y para estimar la velocidad de los desplazamientos del flujo en las diferentes zonas que comprende el estudio.

c. Tipos de drenes

Los drenes pueden clasificarse por su construcción, por su funcionamiento y por su disposición en planta. (4)

4.1.2 MARCO REFERENCIAL

4.1.2.1 Ubicación y localización geográfica

El área estudiada se encuentra localizada geográficamente dentro de las siguientes coordenadas:

Latitud Norte: 14°12'30" a 14°17'10"
Longitud Oeste: 91°45'38" a 91°48'56"

Y a una altitud aproximada de: 20 m.s.n.m. (5)

La Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán, Jurisdicción de Champerico, Retalhuleu, colinda al norte con la Finca Santa Julia, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con el Parcelamiento Victorias el Salto y al Oeste con las Fincas Balona, Cuchumatanes y finca la Campa.

4.1.2.2 Vías de comunicación

Para llegar a la Comunidad se recorren un total de 234 kms., 217 kms. sobre la carretera interamericana asfaltada de Guatemala a Champerico, 4 kilómetros antes de llegar al puerto se encuentra el entronque llamado El Rosario que conduce a la comunidad, el resto es carretera de terracería en regular estado, 17 kms. más, hasta llegar a la comunidad; anteriormente también podía llegarse a la finca vía aérea en avioneta, ya que la comunidad contaba con pista de aterrizaje. Es de notar que, hasta el año anterior, en época de invierno, el acceso era difícil desde el cruce llamado el codo en adelante. (11)

4.1.2.3 Temperatura

La temperatura esta comprendida en la media mensual de 25°C, dándose una oscilación durante todo el año de 20.8°C a 32.35°C. (5)

4.1.2.4 Precipitación

Las lluvias con mayor frecuencia é intensidad se presentan de mayo a octubre siendo escasa ó nula en la época comprendida de noviembre a abril, los valores con mayor intensidad de lluvia se presentan en los meses de junio a septiembre. Con valores de 10 años se promedia una precipitación anual de 1,590.59 mm. (5)

4.1.2.5 Zonas de vida y clasificación climática

Según De La Cruz (5), la zona de vida es un segmento del bosque húmedo subtropical que corresponde a la zona baja donde la bio-temperatura de estima sobre 30°C. La zona de la costa sur tiene un patrón de lluvias que van de 1200 mm. hasta 2000 mm. como promedio total anual, las biotemperaturas son alrededor de 25°C. Para esta zona la evapotranspiración potencial puede estimarse en 0.95 mm de promedio, los terrenos correspondientes a esta zona poseen una temperatura suave y la elevación varía desde el nivel del mar hasta los 80 m.s.n.m. identificándose en el mapa de zonas de vida, escala 1:500,000 con codificación bh-S (C).

4.1.2.6 Recurso suelo

Según Simmons et al (18), la serie de los suelos a la que pertenece una parte de la finca es a la serie de suelo Ixtan, caracterizados por ser profundos, moderadamente bien drenados, desarrollados sobre material de grano fino que parecen haber sido depositados en una terraza marina. Otra parte de la finca colindante con el mar, pertenece a la serie de suelos arena de mar, es una clase de suelo que forma una faja angosta a lo largo del Océano Pacífico en la Costa Sur de Guatemala, esta es un área de arena suelta de color oscuro que fue depositada por el mar en el tiempo geológico reciente.

4.1.2.7 Geología

De acuerdo al mapa geológico del Atlas Nacional la codificación geológica correspondiente al área en estudio pertenece a rocas del período Cuaternario de origen volcánico. (6)

4.1.2.8 Vegetación

La finca cuenta con poca cubierta forestal de especies como: Ceiba pentandra, Guazuma ulmifolia, Arbutus zalapensis, Salix sp, Abicemia germinans, Anacardium sp. y A. occidentalis, Tamarindus indica, Crescentia alata, Glicirida sepium, Enterolobium cyclocarpus. Todas ellas en forma aislada, generalmente en cercos ó como árboles únicos dentro de las parcelas. (11)

4.1.2.9 Cultivos

Los cultivos presentes actualmente en la comunidad son los siguientes: maíz principalmente asociado con ajonjolí (en época de invierno), frutales como marañón (15 manzanas dentro del área de reserva, en la franja de arena a la orilla del mar), cítricos y papaya en pequeñas áreas (1.2 Has.). (11)

4.1.2.10 Recursos hídricos

La comunidad cuenta con pozos para la extracción del líquido vital con niveles freáticos que van de 0.80 a 7 metros de profundidad. Existen las lagunas llamadas el Chorrito y Chicales, La laguna el Chorrito es considerada como fuente alternativa de agua, a 1.5 Kms. como promedio, lado sur-este de la comunidad pasa el río Samalá, al sur de la comunidad los esteros Cuchuapan I y II; suman entre todas las fuentes de agua un área de 34.33 has. (11)

4.1.2.11 Extensión

La Comunidad Agraria "Nueva Olga María Cuchuapán" posee una extensión de 30 caballerías., 54 manzanas., 8084.01 varas²., estimándose 1122.27 has. (78.34 %) de área productiva, 4.05 % de áreas con cubierta forestal y el resto, 17.61 % de área urbana (camino, centro urbano, fuentes de agua y otros). (11)

5. OBJETIVOS

5.1 General

- a. Establecer las características Edáficas é Hidricas de la Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán, Champerico, Retalhuleu, con fines de riego y drenaje.
- b. Realizar estudios que permitan determinar y clasificar las causas que provocan el encharcamiento y conocer el comportamiento de la napa friática.

5.2 Específicos

1. Determinar las áreas potenciales de riego en base a las características físicas y químicas de los suelos.
2. Determinar la calidad y cantidad de agua a regar y existente.
3. Realizar plano de Isobatas é Isohipsas para conocer el comportamiento de la napa friática con respecto al nivel del suelo y del mar respectivamente.
4. Realizar el plano topográfico de curvas a nivel a cada metro que sirva de información base para llevar a cabo el posterior diseño del sistema de riego y drenaje más conveniente para cada una de las clases agrológicas determinadas.

6. METODOLOGIA

En la ejecución del presente trabajo se realizaron las siguientes fases:

6.1 Gabinete

Revisión de información existente de la región estudiada, sobre el área de estudio se recopilaron datos sobre climatología, revisión de mapas de suelos, precipitación media mensual, temperatura media mensual y anual, temperaturas absolutas, humedad relativa, velocidad del viento é insolación y fotointerpretación.

Estudio de los mapas cartográficos de Champerico hoja No. 1858 IV, escala 1:50,000.

Estudio de mapa de distribución de parcelas elaborado por el Instituto Nacional de Transformación Agraria, escala 1:12,000.

Programación, preparación y ordenación del trabajo de campo.

6.2 Campo

6.2.1 Reconocimiento: Se hizo un caminamiento por el área de estudio a fin de efectuar una inspección ocular observando y midiendo las diferentes pendientes así como aspectos como la pedregosidad, erosión y uso actual, drenaje superficial é interno.

6.2.2 Delimitación de clases agrológicas: Durante el caminamiento se hicieron barrenamientos a manera de corroborar las observaciones efectuadas durante la fotointerpretación. Al observar las diversas características del terreno chequeadas en el campo y los barrenamientos, se localizaron las clases agrológicas definitivas, definiendo sus límites sobre el mapa a escala 1:40,000.

6.2.3 Toma de muestras de suelo: Teniendo las clases agrológicas definidas, se buscaron los sitios má representativos para realizar las calicatas correspondientes. Se hizo una calicata por clase agrológica hasta encontrar el material original y se tomo una muestra de suelo de una libra por horizonte, así como su profundidad por estrato. Cada muestra fue transportada colocada en una bolsa de poliethileno con su respectiva identificación para su análisis químico.

6.2.4 Pruebas de infiltración: Por cada clase agrológica se efectuaron dos pruebas de infiltración por el método del doble cilindro para determinar la velocidad de infiltración del agua en cada una de las diferentes clases agrológicas determinadas.

6.2.5 Disponibilidad y muestreo de agua: Para obtener el caudal de agua que poseen las diferentes fuentes se efectuaron aforos en cada una de ellas, en los pozos se lleno un tonel de 54 galones de capacidad en un tiempo determinado, para obtener un caudal en galones/segundo para luego transformarlo a litros/segundo (LPS), midiendo básicamente el tiempo de recuperación de cada uno de los pozos muestreados. En las fuentes, como el río Samalá, se hizo el aforo por medio del método del flotador, Así mismo se reconocieron otras posibles fuentes de agua para riego.

De cada una de las fuentes se tomo una muestra de un litro de agua , en un recipiente de vidrio debidamente limpio é identificado, para su traslado al análisis de laboratorio. La identificación tenia los datos siguientes: Profundidad de la fuente (pozo, río, lagunas) fecha y hora de recolección, nombre del colector.

6.2.6 Levantamiento topográfico: Se realizo un levantamiento altimétrico haciendo cuadrícula a cada 50 metros, luego sobre el mapa planimétrico ya establecido se delimitaron las clases agrológicas determinadas, así como el total del área que por sus características agrológicas podía considerarse como regable.

6.3 Laboratorio

6.3.1 Análisis de Suelos

Las muestras de suelos colectadas fueron analizadas en los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para obtener los parametros siguientes:

- a. **Humedad en base seca:** Método del horno de convección. Datos en porcentaje de humedad.
- b. **Textura:** Método de Bouyoucos. Al obtener los porcentajes de limo, arcilla y arena se determino la clase textural del horizonte por el triángulo textural del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

- c. Coeficiente higroscópico: Método de la cámara húmeda con ácido sulfúrico al 3.3% en peso.
- d. Carbonatos cualitativos: Por efervescencia con ácido clorhídrico, relación 1:10.
- e. Materia orgánica: Método de Walkley - Black modificado. Resultados en porcentaje.
- f. pH: Por el potenciómetro, con una solución de suelo y agua 1:1, calibrando previamente el potenciómetro con soluciones amortiguadoras.
- g. Color: por medio de la Escala de Munsell, U.S.A. 1954 (en húmedo y seco)
- h. Humedad equivalente: Por el método de la olla de presión alta y baja.
- i. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Los cationes intercambiables se extrajeron con acetato de amonio 1 N a pH 7.0, posteriormente se lavo con etanol al 95% y extrayendo el acetato de amonio con una solución de cloruro de sodio al 10% y un pH de 2.8, determinando el CIC por destilación en micro-Kjeldhal.
- j. Calcio, magnesio, sodio, potasio: al hacer la prueba en el espectrofotómetro de absorción atómica a la solución de acetato de amonio se determinaron estos cationes.
- k. Bases totales: suma de cationes cambiabiles en meq/100g de suelo seco.
- l. Densidad aparente: por el método de la probeta.

6.3.2 Análisis de Agua

La muestra de agua al ser trasladada al laboratorio de la Facultad de Agronomía fue analizada para obtener los parámetros siguientes:

- a. Conductividad eléctrica: por medio del puente de conductividad de Wheatstone.
- b. pH: Por medio del potenciómetro.
- c. Cationes intercambiables: como el calcio, magnesio, sodio y potasio. Por el método del espectrofotómetro de absorción atómica.

- d. Aniones: Para carbonatos se utilizó como indicador la fenolftaleína; para bicarbonatos el anaranjado de metilo; ambos se obtuvieron por titulación con ácido sulfúrico de una concentración normal conocida.
- e. Ion cloruro: el indicador fue el dicromato de potasio y su titulación se verificó con nitrato de plata de concentración normal conocida.
- f. Ion sulfato: Por precipitación para lo cual se utilizó cloruro de bario.

6.4 Gabinete

Una vez obtenidos los datos de campo y laboratorio, se procedió a realizar los cálculos correspondientes.

6.4.1 Resultados de suelos

- a. Descripción de perfiles, normas del U.S.B.R. (Ver anexo).
- b. Elaboración del mapa de clases agrológicas con fines de riego.
- c. Cálculos y gráficas de velocidad de infiltración.

6.4.2 Resultados de Agua

- a. Clasificación de aguas con fines de riego, de acuerdo a la Universidad de Riverside, (Ver anexo).
- b. Cálculos de caudales de agua para riego.
- c. Calculo, diseño y dibujo de plano de Isobatas é Isohipsas.
- d. Calculo y dibujo de mapa topográfico.

6.5 Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Determinación de áreas potenciales de uso y riego

Inicialmente fue necesario dividir el área en varios sectores siguiendo las reglas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA), adaptado por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1982), en México, para determinar las clases de capacidad de uso del suelo. Así mismo, las reglas de la United States of Reclamation (USBR), para determinar la capacidad de riego, tomando en cuenta las características de pendiente, relieve, drenabilidad, profundidad de desarrollo radicular y características físicas y químicas. Esta división originó que la Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán se fraccionara en 4 clases de capacidad de uso y en 6 clases de capacidad de riego, (ver mapa 2, anexo) que se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación agrológica según su capacidad de uso y su capacidad de riego, sus áreas y porcentajes de área para cada una de ellas.

CAPACIDAD DE USO CLASE	CAPACIDAD DE RIEGO	AREA (Has)	%
IIIIt	1	304.75	21.27
	1t	248.00	17.31
	1t*	71.00	4.96
	2d	83.94	5.86
IVIs4	3da	232.85	16.26
	4t	69.23	4.83
VIIIt	4t*	112.50	7.85
Total Area Productiva		1,122.27	78.34
VIIIs12 (área comunal)	Sds	58.07	4.05
Area Urbana		217.83	15.21
Fuentes de agua		34.33	2.40
AREA TOTAL		1,432.50	100.00

En base a el análisis efectuado como de los resultados obtenidos en el campo y laboratorio, se determino la clasificación de los suelos con fines de riego. A continuación se presentan los resultados de la clase 1.

7.1.1 CLASE 1

Estos suelos se encuentran dentro de la clase con capacidad de uso IIIc, con una altitud que varía de 7 a 16 msnm, ocupa un área de 304.75 hectáreas, que constituye el 21.27 % del área total (ver plano 2, anexo). Son suelos profundos, de textura fina, sin ninguna restricción de arado. Sus pendientes oscilan de 0 a 3.5 %, su superficie va de plano a ligeramente ondulado. pH de medianamente ácido 5.80 a neutro 6.80, con niveles de fósforo y potasio adecuados en sus primeros 30 centímetros de profundidad, calcio y magnesio altos, una CIC alta y una saturación de bases promedio de 45.52, con un rango entre 52.22 y 38.82 % (ver cuadro 2, página 22). Son suelos ligeramente susceptibles a la erosión pudiendo ser de tipo hídrica leve, drenaje normal en su mayoría, actualmente se utiliza esta área para la siembra de cultivos limpios principalmente maíz y ajonjolí.

Con valores de sodio Na^+ 8.7 % el más alto y niveles de napa friática que van de 2 a 5 metros según el plano de isobatas y de 5.5 a 8 metros según el plano de isohipsas. (planos No. 4 y 5, ver anexo).

7.1.1.1 Descripción del perfil

- | | |
|----------------|--|
| Ap 0 - 30 cms | Café muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, café oscuro (10 YR 4/4) en seco; arcilloso, estructura granular media y debilmente definida, suave en seco, friable y adherente en húmedo, permeable, raíces pocas y finas, baja presencia de sodio y alta en calcio, pH neutro 6.8; muestra No. 100.1 |
| A2 + de 30 cms | Café oscuro (10 YR 2/2) en húmedo, café oscuro (10 YR 3/4) en seco; arcilloso, estructura granular fina y debilmente definida, ligeramente duro en seco, friable y adherente en mojado, permeable, con regular presencia de sodio, y alta en calcio. raíces escasas, pH medianamente ácido 5.8; muestra No. 100,2. |

Cuadro 2. Análisis de suelos de la clase con capacidad de uso III_t y capacidad de riego 1.

ANALISIS	MEDIDO EN	PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS	
		0 - 30	+ 30
pH		6.80	5.80
P	ugr / ml	8.51	3.47
K		133	15
Ca	meq / 100 ml	14.98	5.93
Mg		4.47	3.91
N.O.	%	3.23	0.49
CIC	meq / 100 gr Intercambiable	34.40	30.00
Ca		16.97	8.98
Mg		5.67	6.29
Na		0.32	2.61
K		0.68	0.06
SB	%	52.22	38.82
Ca / Mg		3.0:1	1.4:1
Mg / K		8.4:1	112:1
(Ca + Mg) / K		33.5:1	271:1
ARCILLA	%	44.86	68.71
LIMO		17.85	5.54
ARENA		37.29	25.74
CLASE TEXTURAL		ARCILLOSO	ARCILLOSO
CC 1/3 at		28.32	43.02
PPP 15 at		21.78	34.04
DENSIDAD	gr / cc	1.0256	1.0526

7.1.1.2 Discusión

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a las características presentadas anteriormente clasifican estos suelos como 1, aptos para riego.

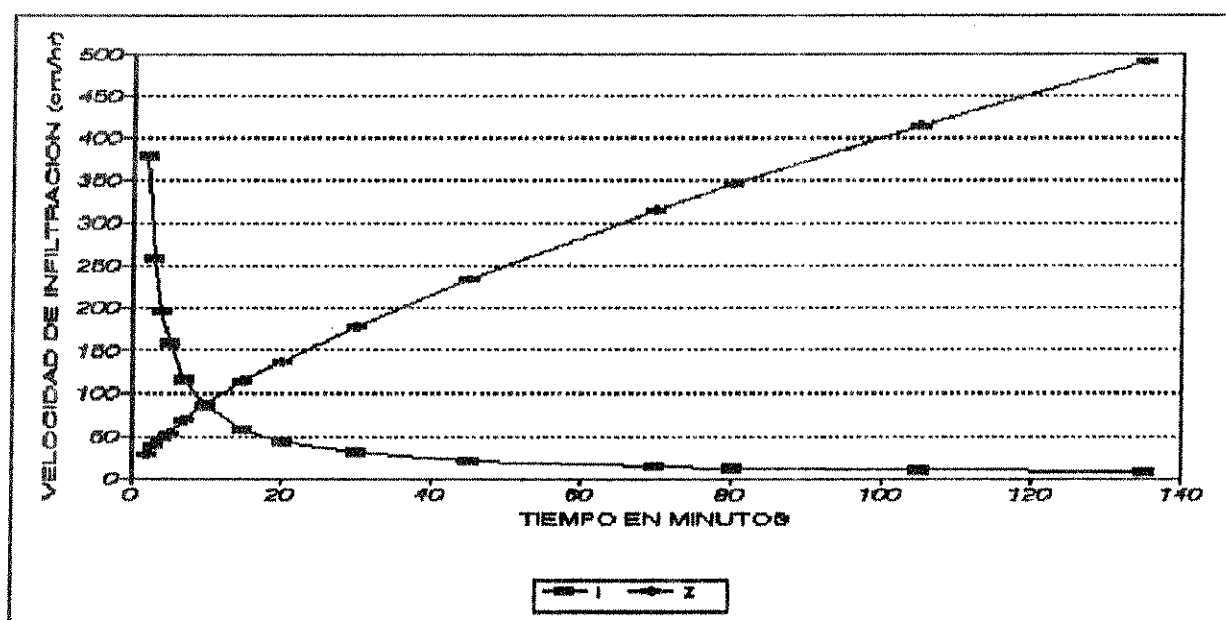
Estos suelos presentan la ventaja de ser buenos para riego en la mayoría de sus características, sin embargo es de notar su bajo contenido de materia orgánica por debajo de los 30 cms. de profundidad.

Son suelos sub utilizados, en su totalidad, con cultivos limpios (maíz y ajonjolí), en época de invierno. Sus porcentajes de saturación de bases varían en un rango de 52.22 - 38.88 %, con un promedio de 45.52 %, son suelos con

fertilidad adecuada en los primeros 30 centímetros de profundidad.

Es necesario aumentar la incorporación de materia orgánica para mejorar las características físicas y químicas del suelo en los primeros 50 cms. de profundidad.

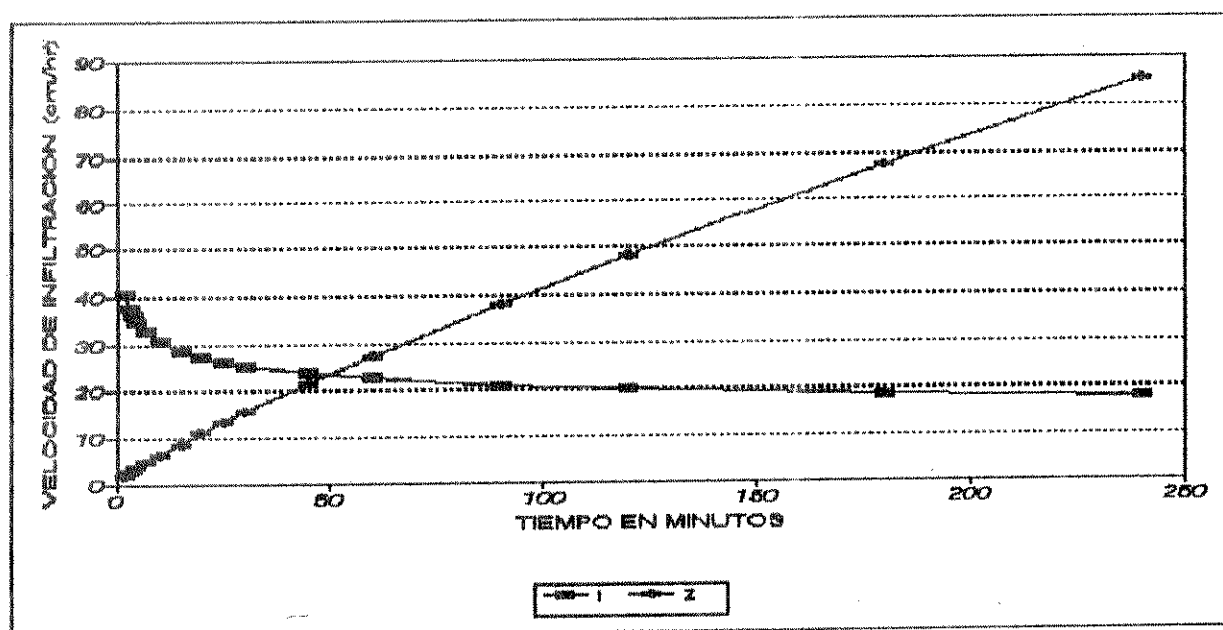
La infiltración de estos suelos es medianamente rápida y difícil de determinar su infiltración básica. Puede observarse su comportamiento en las gráficas siguientes:



Gráfica 1. Curva de velocidad de Infiltración del punto 1 de la clase 1 para riego.

Puede observarse en la gráfica anterior que transcurridos más de 120 minutos la lamina de infiltración se encuentra en valores cercanos a los 10 cms/hora, lo que indica que la aplicación de laminas de riego grandes con frecuencias cortas es la forma de manejar estos suelos.

En la gráfica 2, se observa que la infiltración de agua se aproxima a valores de 18 cms./ hora cuando han transcurrido 240 minutos, la forma más conveniente para aplicar el riego en esta área es similar a la anterior, laminas de riego grandes, periodos de riego largos y una frecuencia de aplicación corta.



Gráfica 2. Curva de velocidad de Infiltración del punto 2 de la clase 1 para riego.

Estos suelos poseen la capacidad de almacenar una lamina de humedad aprovechable LHA de 48.5 mm en los primeros 60 centímetros de profundidad; se recomienda aplicar una lamina de riego L_r de 24.2 mm. cada 2 días.

7.1.2 CLASE 1t:

Estos suelos pertenecen a la Llanura Costera del Pacífico que morfológicamente constituyen dos zonas de terrazas antiguas y recientes de un antiguo brazo del río Samalá. Se encuentran dentro de los suelos clasificados como III_t para capacidad de uso (9), ocupa un área de 248 hectáreas, que constituye el 17.31 % del área total (ver plano 2, anexo). La altitud de estos suelos es de 25 a 31 msnm, son suelos profundos, de textura fina (arcillosos) sobre material depositado, sin ninguna restricción de arado. En general sus pendientes oscilan de 0.00 a 5.00 %, encontrándose un canal natural con pendiente de 2.13 % que atraviesa esta clase desplazando los excesos de agua en época de invierno; su relieve es de plano a ondulado en algunas áreas de su extensión. pH que varía de ligeramente ácido 6.40 a neutro 6.70, con niveles de fósforo bajos, potasio, calcio, y magnesio altos; su capacidad de intercambio cationico C.I.C. en niveles altos, con una baja saturación de bases que varían de 61.9 y

46.66 %, 56.54% como promedio; las relaciones de calcio, magnesio y potasio se encuentran desbalanceados (Ver cuadro 3, página 26). Son suelos ligeramente susceptibles a la erosión pudiendo ser de tipo hidrica leve, su drenaje es desde bueno a ligero, actualmente se utiliza esta área para la siembra de cultivos limpios principalmente maíz y ajonjolí.

Con valores de Sodio Nat de 1.53 % el más alto, sus niveles de napa friática van de 6 a 7 metros de profundidad con respecto al nivel del suelo y de 19 a 23 metros sobre respecto al nivel del mar.

7.1.2.1 Descripción del perfil

- Ap 0 - 25 cms Café muy oscuro (5 YR 2.5/2) en húmedo, café oscuro (5 YR 3/3) en seco; arcilloso; estructura granular media y debilmente definida; suave en seco, friable y adherente en mojado; permeable, raíces pocas y finas; con baja presencia de sodio y alta en calcio; pH neutro 6.6; muestra No. 330,1.
- A2 25 - 60 cms Café oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo, café oscuro (7.5 YR 4/4) en seco; arcilloso; estructura granular media y debilmente definida; suave en seco y ligeramente friable y adherente en mojado; permeable; raíces muy pocas y finas; baja presencia de sodio, alto en calcio y magnesio; pH neutro 6.7; muestra No. 330,2.
- B + 60 cms Café oscuro (5 YR 5/3) en húmedo, café (5 YR 4/4) en seco; arcilloso; estructura granular media y debilmente definida; suelto en seco y ligeramente plástico y adherente en mojado; permeable; raíces inexistentes; baja presencia de sodio, alta en calcio y magnesio; pH ligeramente ácido 6.4; muestra No. 330,3.

Cuadro 3. Análisis de suelos de la clase con capacidad de uso IIII y con capacidad de riego It.

ANÁLISIS	MEDIDO EN	PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS		
		0 - 25	25 - 60	+ 60
pH		6.60	6.70	6.40
P	ugr / ml	6.62	5.99	2.84
K		233	170	40
Ca	meq / 100 ml	14.35	16.85	7.18
Mg		3.50	4.01	2.21
N.O.	%	2.42	2.66	0.53
CIC	meq / 100 gr Intercambiable	29.60	33.60	24.80
Ca		16.72	19.46	10.98
Mg		4.19	4.61	3.17
Na		0.37	0.23	0.38
K		1.23	0.83	0.21
SB	%	61.90	61.07	46.66
Ca / Mg		4.0:1	4.2:1	3.5:1
Mg / K		3.4:1	5.5:1	15:1
(Ca + Mg) / K		17:1	29:1	67:1
ARCILLA	%	51.16	46.96	62.41
LIMO		18.90	21.00	11.84
ARENA		29.94	32.04	25.74
CLASE TEXTURAL		ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO
CC 1/3 at		30.25	30.62	35.97
PMP 15 at		24.03	23.47	29.30
DENSIDAD	gr / cc	1.00	1.0811	0.8756

7.1.2.2 Discusión

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior estos suelos son clasificados con fines de riego como It.

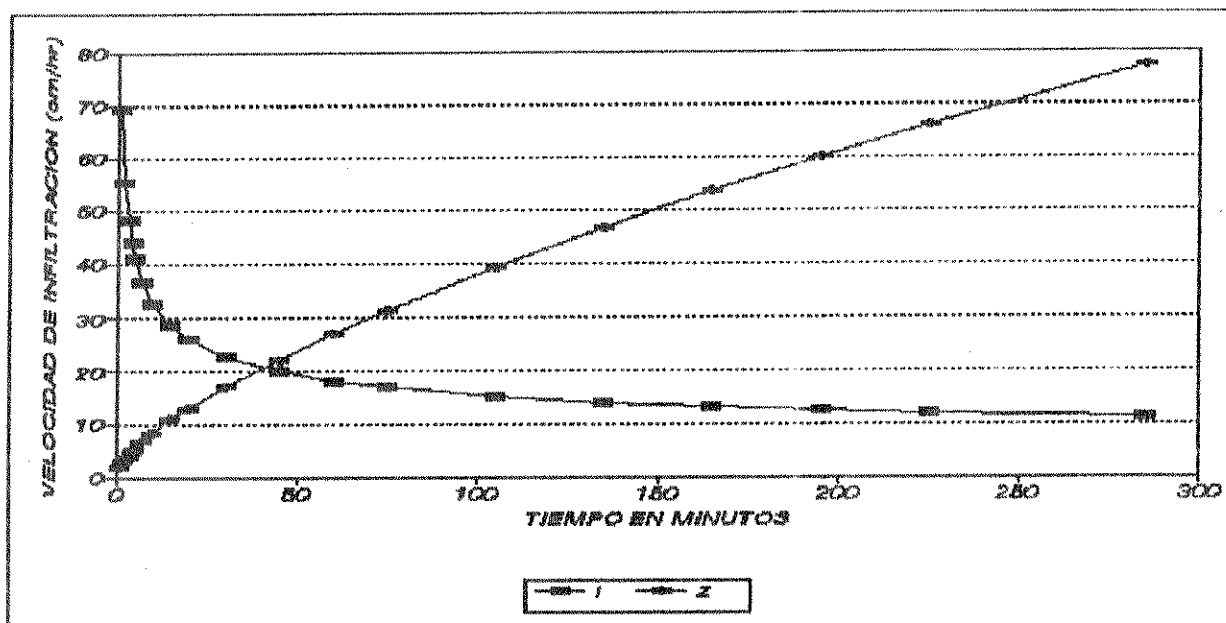
Presenta como principal limitante la pendiente sobrepasando el límite del rango de aceptabilidad (0 - 4 %) para la clase 1 arable. Son aptos para riego siempre y cuando se realicen prácticas leves que ayuden a mejorar ó regular la pendiente. En general presenta buenas características.

Sus valores de saturación de bases que varían en un rango de 46.66 - 61.9 %, con un promedio de 56.54 %, indican que son suelos de baja fertilidad.

Los cationes que se encuentran en mayor cantidad son el Ca^{++} y el Mg^{++} , constituyendo estos el 71.37 % de la saturación de bases, estando el Na^+ y el K^+ en cantidades menores. Existe desbalance en las relaciones Ca/Mg y $(\text{Ca}+\text{Mg})/k$ en todo el perfil estudiado. Es necesario considerar la incorporación de fósforo que ayude a mejorar la fertilidad de los suelos.

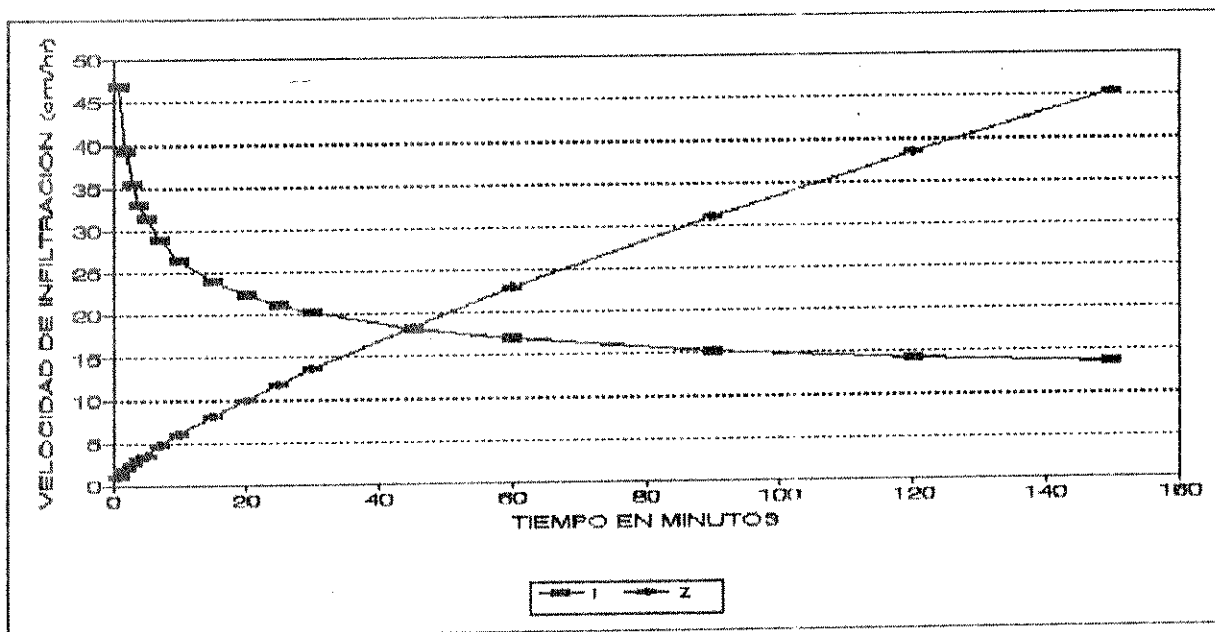
Teniendo estos suelos un contenido regular (2.54 % como promedio en sus primeros 60 centímetros de profundidad) de materia orgánica, es necesario incentivar la incorporación de esta para llevar sus contenidos a valores que ayuden a mejorar las características físicas y químicas del suelo en sus primeros 50 cms de profundidad.

La infiltración de estos suelos es medianamente rápida y difícil de determinar su infiltración básica. Como puede observarse en las gráficas siguientes:



Gráfica 3. Curva de velocidad de Infiltración del punto 1 de la clase 1, para riego.

Como puede observarse en la gráfica 3, la infiltración se encuentra en valores de 11 cms/hr luego de transcurridos 280 minutos, la aplicación de laminas de riego grandes en periodos prolongados y frecuencia corta es la forma más recomendable para este tipo de suelos.



Gráfica 4. Curva de Velocidad de Infiltración punto 2 de la clase para riego 1t.

Puede observarse en la gráfica anterior que aun pasados 150 minutos la infiltración tiene valores de 13 cms/hora, lo que indica que son necesarias laminas de riego mayores a una frecuencia menor.

El valor de sodio de 1.53 %, indica que no existe problema de salinidad, así mismo los niveles de Napa friática no presentan ninguna limitante que pueda afectar el desarrollo normal de los cultivos bajo riego, más que por su calidad de agua la napa friática no puede ser utilizada según el estudio de fuentes de agua, inciso 7.2.1.3.

Estos suelos tienen la capacidad de almacenar una lamina de humedad aprovechable LHA de 60.1 mm, agua que se encuentra disponible para las plantas (entre CC y PMP) de 0 a 0.90 metros de profundidad. Se recomienda aplicar una lamina de riego LR de 30.1 mm, con un intervalo de riego Ird de 2 días; teniendo con ello la existencia de un 50 % de agua disponible en el suelo que permita no llegar a puntos críticos que afecten la producción, estos cálculos se adaptan para cultivos como sandia, piña, tomate, tabaco, chile pimiento, manía, frijol, cítricos, vid, sorgo, remolacha azucarera y girasol, cultivos que han sido producidos en esta localidad.

El río Samalá es la fuente alternativa de agua para el riego de esta clase, se recomienda utilizar un sistema de riego por gravedad ó bien bombearlo desde

el punto más próximo, este permitiría abastecer a las otras clases agrológicas del agua necesaria para establecer cualquier método de riego, ya que atraviesa más de la mitad de la finca por medio de canales secundarios que se conectan a las lagunas existentes (ver mapa 1). Es importante que se considere el levantamiento topográfico, estudio de agua y toda la información recabada en esta investigación, pues sientan la base para realizar el diseño del sistema de riego más conveniente para cada una de las clases agrológicas determinadas.

7.1.3 CLASE 1t*:

Se encuentran dentro de los suelos clasificados como IIIIt para capacidad de uso, ocupa un área de 71 hectáreas, que constituye el 4.96 % del área total y se identifican con un asterisco en el plano de clases agrológicas (ver plano 2, anexo). La altitud promedio de estos suelos es de 13 a 18 msnm. Son suelos profundos, de textura fina (arcillosos) sobre material depositado, sin ninguna restricción de arado. En general sus pendientes oscilan de 0 al 4.5 %, relieve de plano a ondulado en algunas áreas de su extensión. pH que varía de ligeramente ácido 6.40 a neutro 6.70, con niveles de fósforo y potasio bajos, calcio y magnesio en altos niveles; su capacidad de intercambio catiónico C.I.C. en niveles altos, con una baja saturación de bases con porcentajes que van de 54.01 y 48.51 %, 51.63 % como promedio, con relaciones de calcio, magnesio y potasio desbalanceados (Ver cuadro 4, página 30). Son suelos ligeramente susceptibles a la erosión pudiendo ser de tipo hídrica leve, y su drenaje es desde bueno a ligero, actualmente se utiliza esta área para la siembra de cultivos limpios principalmente maíz y ajonjolí y ocasionalmente hortalizas en un área de 3 hectáreas.

Con valores de Sodio Na+ 1.21 % el más alto, su nivel de napa freática de 2 a 7 metros según el plano de isobatas y de 8 a 12 metros según el plano de isohipsas.

7.1.3.1 Descripción del perfil

Ap 0 - 20 cms	Café muy oscuro (5 YR 2.5/2) en húmedo, café oscuro (5 YR 3/3) en seco; arcilloso; estructura granular media y debilmente ó finida; suave en seco, friable y adherente en mojado; permeable; raíces pocas y finas; muy baja presencia de sodio, y regular en calcio; pH neutro 6.7; muestra No. 136,1.
A2 20 - 60cms	Café oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo, café oscuro (7.5 YR 4/4) en seco; arcilloso; estructura granular media y debilmente

definida; suave en seco y ligeramente friable y adherente en mojado; permeable; raíces muy pocas y finas; muy baja presencia de sodio y regular en calcio; pH neutro 6.7; muestra No. 136,2.

B + de 60 cms Café oscuro (5 YR 5/3) en húmedo, café (5 YR 4/4) en seco; arcilloso, estructura granular media y debilmente definida; suelto en seco y ligeramente plástico y adherente en mojado; permeable; raíces inexistentes; muy baja presencia de sodio y regular en calcio; pH ligeramente ácido 6.4; muestra 136,3.

Cuadro 4. Análisis químico Capacidad de uso IIII, capacidad de riego 1t*.

ANÁLISIS	MEDIDO EN	PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS		
		0 - 20	20 - 60	+ 60
pH		6.70	6.70	6.40
P	ugr / ml	2.84	5.36	2.21
K		55	70	30
Ca	meq / 100 ml	9.67	13.73	10.30
Mg		2.83	4.21	4.21
N.O.	%	0.54	1.08	1.20
CIC	meq / 100 gr Intercambiable	26.0	34.00	30.4
Ca		13.47	17.22	14.22
Mg		3.70	5.14	6.04
Na		0.25	0.23	0.37
K		0.32	0.36	0.16
SB	%	54.01	52.37	48.51
Ca / Mg		3.6:1	3.4:1	2.4:1
Mg / K		11.6:1	14.1:1	38.0:1
(Ca + Mg) / K		54:1	61:1	127:1
ARCILLA	%	57.46	51.16	44.86
LIMO		12.60	17.56	14.70
ARENA		29.94	31.29	40.44
CLASE TEXTURAL		ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO
CC 1/3 at		33.21	32.44	30.02
PNP 15 at		27.41	24.70	24.34
DENSIDAD	gr / cc	1.0256	1.0256	1.0000

7.1.3.2 Discusión:

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior estos suelos son clasificados como III.

Estos suelos presentan como principal limitante la pendiente pues sobrepasa el límite del rango de aceptabilidad (0 - 4 %) para la clase I arable. Es considerada apta para riego siempre y cuando se consideren prácticas leves de control de la pendiente.

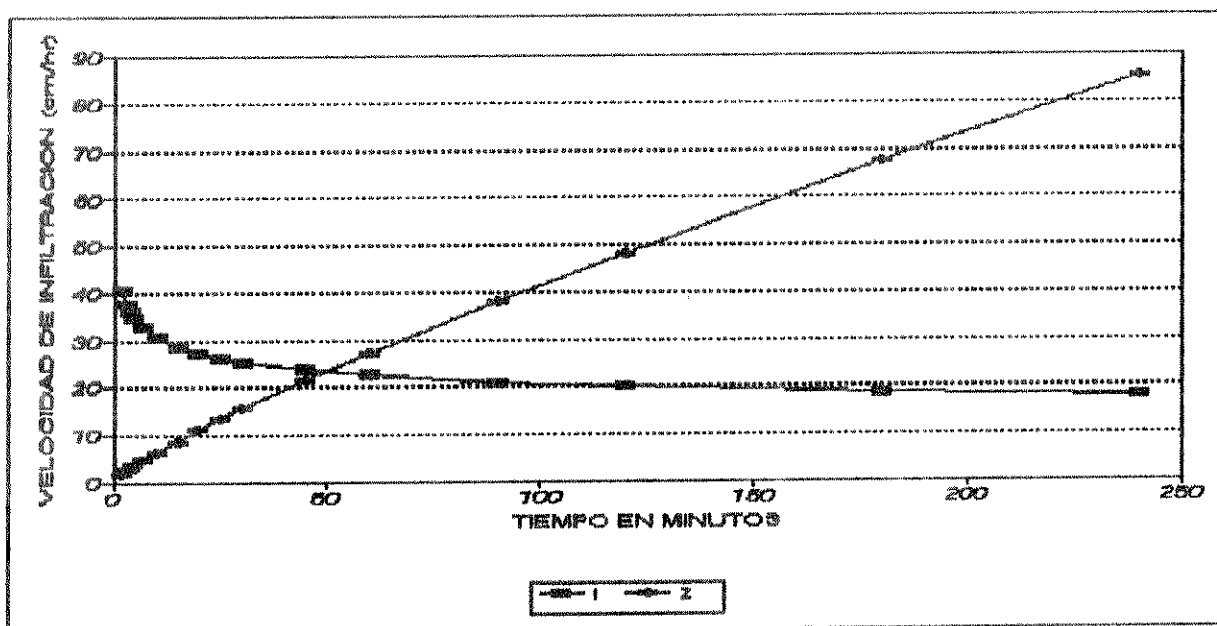
Estas tierras están siendo sub utilizadas, en su totalidad, con cultivos limpios (maíz y ajonjolí), en época de invierno.

Los cationes que se encuentran en mayor cantidad son el Ca^{++} y el Mg^{++} , constituyendo estos el 66.04 % de la saturación de bases, estando el Na^{+} y el K^{+} en cantidades menores. En general las relaciones Ca/Mg y $(Ca+Mg)/k$ se presentan desbalanceadas en todo el perfil estudiado. Es necesario estimar la incorporación de fertilizantes compuestos para aumentar los niveles de fósforo y potasio.

Es necesario incentivar la incorporación de materia orgánica para llevar sus contenidos a valores que ayuden a mejorar las características físicas y químicas del suelo en sus primeros 50 cms de profundidad.

Tomando el valor de sodio 1.21 %, se puede decir que este suelo es apto para riego, pues el mismo valor nos indica que no existen problemas de salinidad; es importante hacer ver que en esta área se encuentra la napa freática a menos de 2 metros, esta que pueden ayudar en gran parte a mantener la humedad de cultivos hortícolas siempre y cuando se hagan en las áreas con napa freática de agua apta para riego.

La infiltración de estos suelos es medianamente rápida y difícil de determinar su infiltración básica, en la gráfica 5 puede observarse que aun transcurridos un tiempo de 240 minutos la infiltración se encuentra en valores aproximados a los 20 cms/hora, lo que hace que sea necesario aplicar laminas de riego grandes con una frecuencia de aplicación corta.



Gráfica 5. Curva de Velocidad de Infiltración punto 1 de la clase para riego 1t*.

Estos suelos tienen la capacidad de almacenar una LHA de 67.3 cms en sus primeros 100 cms de profundidad, se recomienda aplicar laminas de riego de 33.7 cms cada 2.25 días

7.1.4 CLASE 2d:

Estos suelos se encuentran ubicados dentro de la clase con capacidad de uso IIII, ocupa un área de 83.94 hectáreas, que constituye el 5.86 % del área total (ver plano 2, anexo). La Altitud promedio de estos suelos es de 17 a 25 msnm. Son suelos profundos, de textura fina, sin ninguna restricción de arado; sus pendientes oscilan de 0 a 4.44 %, relieve de plano a ondulado en algunas áreas. pH ligeramente ácido de 6.1 a 6.5, niveles de fósforo adecuado, deficiente en potasio, calcio y magnesio altos, con una C.I.C. alta; un porcentaje de saturación de bases en niveles bajos con valor promedio de 42.71, desplazándose en un rango entre 49.30 y 39.13 % (ver cuadro 5, página 34). Son suelos ligeramente susceptibles a la erosión pudiendo ser de tipo hídrica leve, y su drenaje es deficiente por impermeabilidad en algunas áreas, actualmente se utiliza esta área para la siembra de cultivos limpios principalmente maíz, ajonjolí.

Con valores de sodio Na+ 9.80 % el más alto, profundidad de napa friática de 6 a 6.81 metros según el plano de isobatas y de 11 a 16 metros según el plano de isohipsas.

7.1.4.1 Descripción del perfil

- A_p 0 - 30 cms Café oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, café medio claro (10 YR 4/3) en seco; arcilloso; estructura granular fina debilmente definida; duro en seco, friable y adherente en mojado; lentamente permeable, raíces pocas y finas; baja presencia de sodio y alta en calcio; pH ligeramente ácido 6.1; muestra No. 262,1.
- A₂ 30 - 60 cms Café oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, café oscuro (10 YR 4/2) en seco; arcilloso; estructura granular fina y debilmente definida; duro en seco, ligeramente friable y adherente en mojado; lentamente permeable; raíces escasas; baja presencia de sodio y alta en calcio; pH ligeramente ácido 6.5; muestra No.262,2.
- B + de 60 cms Café oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, café (10 YR 4/1) en seco; arcilloso; estructura granular fina y debilmente definida; ligeramente duro en seco y firme en mojado; lentamente permeable; raíces escasas; baja presencia de sodio y alta en calcio; pH ligeramente ácido 6.4; muestra 262,3.

Cuadro 5. Análisis de suelos unidad con capacidad de uso IIII y con capacidad de riego 2I.

ANÁLISIS	MEDIDO EN	PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS		
		0 - 30	30 - 60	+ 60
pH		6.10	6.50	6.40
P	ugr / ml	9.77	4.10	3.46
K		70	10	15
Ca	meq / 100 ml	49.05	7.18	6.55
Mg		6.43	8.89	6.99
M.O.	%	1.20	0.27	0.40
CIC	meq / 100 gr Intercambiable	39.60	44.40	40.80
Ca		15.97	12.97	12.23
Mg		10.57	17.85	12.79
Na		3.26	4.35	3.91
K		0.29	0.05	0.06
SB	%	49.30	39.13	39.71
Ca / Mg		1.5:1	0.7:1	1.0:1
Mg / K		36.2:1	348:1	208:1
(Ca + Mg) / K		91:1	601:1	407:1
ARCILLA	%	58.51	55.36	46.96
LIMO		11.55	16.80	14.70
ARENA		29.94	27.84	38.34
CLASE TEXTURAL		ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO
CC 1/3 at		40.08	46.79	47.54
FYP 15 at		30.36	33.21	32.82
DENSIDAD	gr / cc	1.0811	0.9752	1.0811

7.1.4.2 Discusión

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a las características presentadas anteriormente clasifican esta área como 2I.

Estos suelos presentan como principal limitante el problema de drenaje deficiente en algunas áreas, son aptas para riego siempre y cuando se realicen obras de drenaje para el control de inundaciones, por su dureza dificultan las prácticas agrícolas.

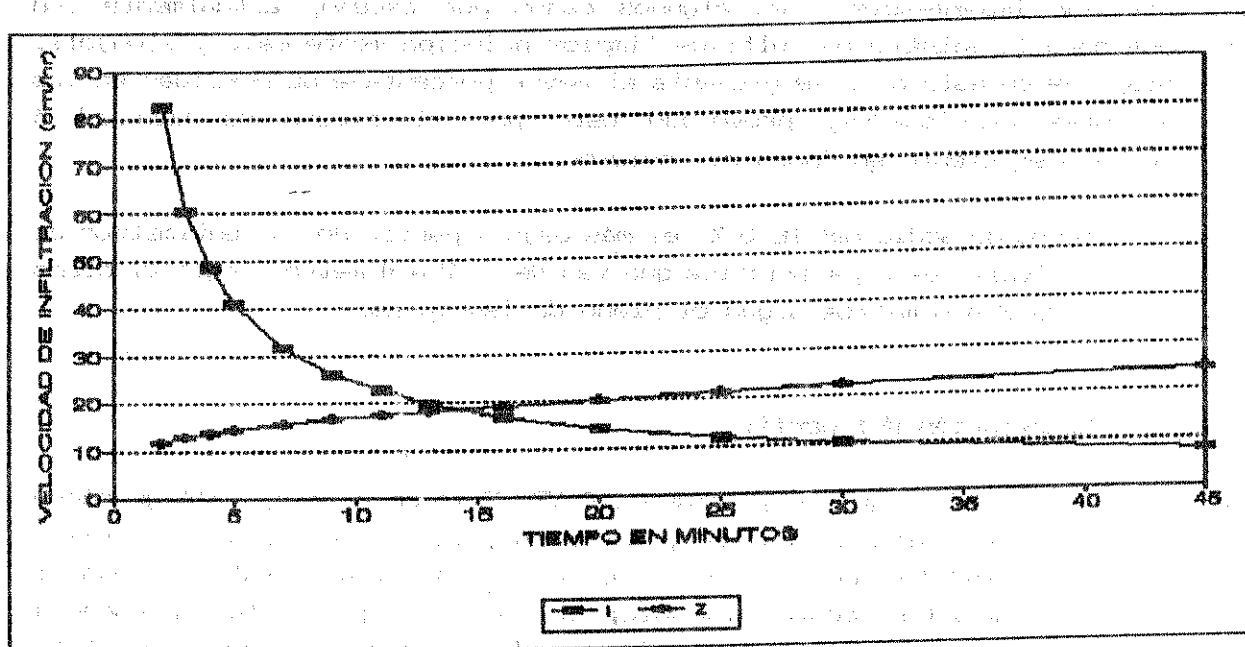
Estas tierras están siendo sub utilizadas, con cultivos limpios (maíz y ajonjolí), en época de invierno y ocasionalmente hortalizas en pequeñas áreas en verano, es necesaria la incorporación de fertilizantes ricos en potasio.

Los cationes que se encuentran en mayor cantidad son el Ca^{++} y el Mg^{++} , constituyendo el 67.02 % de la saturación de bases, estando el Na^+ y el K^+ en cantidades menores. En general las relaciones Ca/Mg y $(\text{Ca}+\text{Mg})/\text{k}$ se presentan desbalanceadas.

Es necesario aumentar la incorporación de materia orgánica para mejorar las características físicas y químicas del suelo.

Sus valores de Na^+ 9.80 % y niveles de napa freática no limitan el desarrollo de cultivos bajo riego, siempre y cuando se modifiquen sus características de drenaje que dan un ligero problema al desarrollo normal de los cultivos que actualmente se producen y limitan la introducción de otros, se recomienda realizar canales de desvío de excesos de agua con pendientes dirigidos al canal natural que pasa por el lado poniente de esta clase agrológica.

La infiltración de estos suelos es de mediana a lenta, como puede verse en la gráfica siguiente:



Gráfica 7. Curva de Velocidad de Infiltración punto 1 de la clase para riego 2d.

Se observa que la infiltración de agua se vuelve constante a los 45 minutos, para esta clase se necesitan laminas de agua pequeñas, aplicadas en tiempos largos y frecuencia de riego más distantes.

Estos suelos tienen la capacidad de almacenar una LHA de 119.0 mm de agua en los primeros 90 centímetros de profundidad, se recomienda aplicar una LR de 59.5 mm cada 4 días para llenar los requerimientos de cultivos hortícolas.

7.1.5 CLASE 3da

Se encuentran dentro de la clase con capacidad de uso IV_{is4}, ocupa un área de 232.85 hectáreas, que constituye el 16.26 % del área total (ver plano 2, anexo). Su altitud oscila entre 3 y 11 msnm. Son suelos profundos, de textura fina (arcilloso) sobre material depositado, con regulares restricciones de arado. Sus pendientes oscilan de 0 al 2.5 %, relieve generalmente plano. pH de fuertemente ácido 5.10 a ligeramente ácido 6.50, niveles de fósforo y potasio altos en sus primeros 20 centímetros de profundidad, reduciendo considerablemente por debajo de los 20 cms, valores altos de calcio y magnesio, una C.I.C. alta y un porcentaje de saturación de bases bajo con valores promedio de 52.96, con un rango entre 58.24 y 48.77 % (ver cuadro 6, página 38). Su drenaje es deficiente por impermeable y en algunos casos por exceso, actualmente son utilizados para la siembra de cultivos limpios principalmente maíz y ajonjolí, es de notar que en esta área se presenta el mayor porcentaje de pérdidas en los cultivos antes mencionados, provocado esto por el exceso de humedad ó encharcamiento existente en época de invierno.

Con valores de sodio Na⁺ 16.0 %, el más bajo a partir de 40 centímetros de profundidad y niveles de napa friática que van de < 2 a 4 metros según el plano de isobatas y de 3 a 6 metros según el plano de isohipsas.

7.1.5.1 Descripción del perfil

- | | |
|----------------|--|
| Ap 0 - 20 cms | Café - gris muy oscuro (10 YR 5/1) en húmedo, café grisáceo (10 YR 5/2) en seco; arcilloso; estructura granular fina é indefinida; duro en seco, muy friable y adherente en mojado; muy lentamente permeable; raíces pocas y finas; baja presencia de sodio, alta en calcio; niveles de fósforo y potasio altos; pH ligeramente ácido 6.3; muestra 83,1. |
| A2 20 - 40 cms | Café grisáceo oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, café grisáceo (10 YR 5/2) en seco; arcilloso; estructura granular fina é indefinida; duro en seco, friable y adherente en mojado, impermeable por exceso; raíces pocas y finas; regular presencia de sodio y alta en calcio; pH fuertemente ácido 5.1; muestra No. 83,2. |

- A3 40 - 60 cms Café grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, café grisáceo (10 YR 5/1) en seco; arcilloso; estructura granular fina é indefinida; duro en seco, friable y adherente en mojado; impermeable por exceso; raíces pocas y finas; con incidencia en su contenido de sodio con valores del 16.8 % y alta presencia en calcio; pH fuertemente ácido 5.3; muestra No. 83.3.
- B 60 - 80 cms Café obscuro (10 YR 3/3) en húmedo, café obscuro (10 YR 4/4) en seco; arcilloso; estructura granular fina é indefinida; duro en seco, friable y adherente en mojado; lentamente permeable; problemas de sodio con niveles altos de 23.93 % y alto contenido de calcio; pH ligeramente ácido 6.10; muestra No. 83,4.
- BI 80 - 100 cm Café obscuro (10 YR 4/2) en húmedo, café obscuro (10 YR 5/3) en seco; arcilloso; estructura granular fina é indefinida; duro en seco, friable y adherente en mojado; lentamente permeable por exceso; presencia de sodio en niveles críticos 22.6 %, adecuado en calcio; pH ligeramente ácido 6.50; muestra 83,5.

Cuadro 6. Análisis de suelos de la clase agrológica con capacidad de uso 4 sí y capacidad de riego 3da.

ANÁLISIS	MEDIDO EN	PROFUNDIDAD EN CENTÍMETROS				
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
pH		6.30	5.10	5.30	6.10	6.50
P	ugr / ml	15.45	3.47	4.10	4.10	1.58
K		190	33	18	18	10
Ca	meq / 100 ml	9.36	8.42	7.18	7.18	5.93
Mg		4.73	5.86	5.35	5.09	4.57
N.O.	%	2.42	0.80	0.80	0.93	0.47
CIC	meq / 100 gr Intercambiable	26.40	37.60	38.80	40.00	40.40
Ca		12.97	16.97	13.72	10.48	10.48
Mg		6.46	10.07	9.95	7.61	7.81
Na		0.78	4.78	6.52	9.57	9.13
K		0.79	0.17	0.09	0.07	0.09
SB	%	55.12	58.24	52.41	50.28	48.77
Ca / Mg		2.0:1	1.7:1	1.4:1	1.4:1	1.3:1
Mg / K		6.0:1	59.5:1	109:1	114:1	84.6:1
(Ca + Mg) / K		24.4:1	160:1	256:1	272:1	198:1
ARCILLA	%	35.41	55.36	55.36	49.81	42.76
LIMO		22.81	10.50	12.60	14.70	18.90
ARENA		41.79	34.14	32.04	35.49	38.34
CLASE TEXTURAL		ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO
CC 1/3 at		26.95	42.01	41.70	53.13	24.63
PMP 15 at		16.44	29.55	28.14	42.73	44.70
DENSIDAD	gr / cc	1.0256	1.1765	1.1428	0.9302	0.8511

7.1.5.2 Discusión

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a las características presentadas anteriormente se clasifican como 3da.

Estos suelos presentan como principal limitante el drenaje, razón que motiva a encontrar esta área con mucho encharcamiento en época de invierno, para solucionar dicha problemática es necesario realizar obras de drenaje que logren la habilitación de estos suelos. Sus niveles de sodio, limitan su uso para cultivos bajo riego, los valores de sodio no permiten la agregación normal de las partículas del suelo, observándose que ha destruido cualquier tipo de estructura a partir de los 40 centímetros de profundidad volviéndolo de consistencia

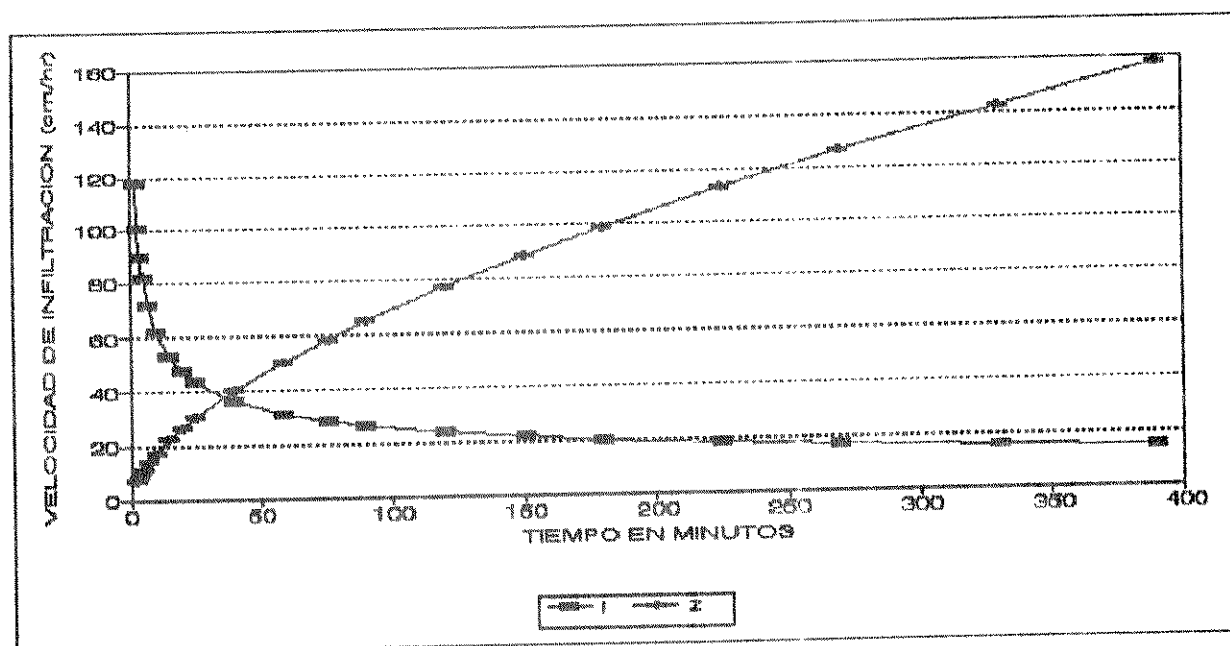
pegajosa; se considera esta como la causa principal del encharcamiento de agua en esta área, en época de invierno; esta situación obliga a considerar la utilización de cultivos adaptables a concentraciones altas de sodio.

Combinando este problema químico con la topografía persistente en esta área dificulta el diseño y ejecución de estructuras de drenaje, considerando que los niveles de napa fríatica se puede encontrar a menos de 2 metros.

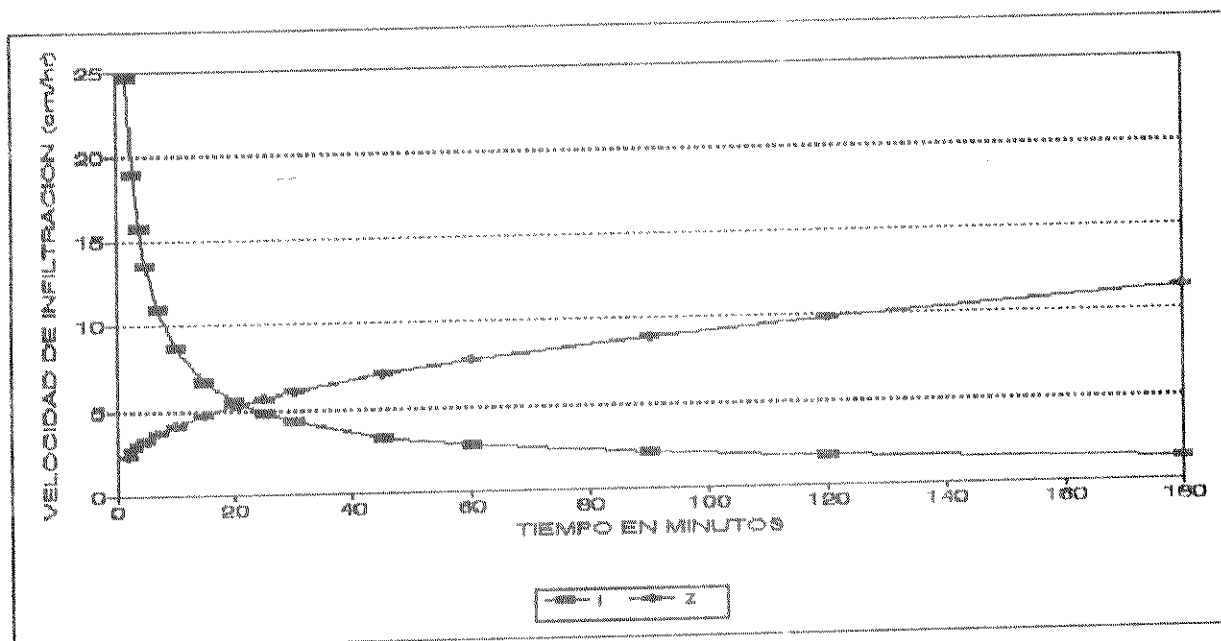
Son tierras sub utilizadas y los problemas antes mencionados han dificultado la producción agrícola llevando a niveles mayores del 90% de pérdidas en cultivos como maíz y ajonjolí, en época de invierno. Sus porcentajes de saturación de bases varían en un rango de 48.77 - 58.24 %, con un promedio de 52.96 %, son suelos con mediana fertilidad.

Es necesario aumentar la incorporación de materia orgánica para mejorar las características físicas y químicas del suelo. Así mismo la incorporación de calcio, con la finalidad de reducir el efecto que tiene el sodio sobre la estructuración del suelo, ayudando a mejorar la calidad del mismo.

La infiltración de estos suelos es medianamente lenta y fácil de determinar su infiltración básica, como puede observarse en las gráfica siguiente.



Gráfica 7. Curva de Velocidad de Infiltración punto 1 de la clase para riego 3da.



Gráfica 8. Curva de Velocidad de Infiltración punto 2 de la clase para riego 3da.

La gráfica 8, describe una velocidad de infiltración media con valores de 15 cms/hr luego de 380 minutos; mientras que la gráfica 9, representa velocidades de infiltración de 2 cms/hr en un breve lapso de 120 minutos. Se necesitan laminas de riego pequeñas para llegar a un punto de saturación satisfactorio, lo que indica que deben aplicarse laminas de riego menores con frecuencias de riego más distantes.

Estos suelos pueden almacenar una LHA de 81.9 mm en su primeros 80 cms de profundidad; Se recomienda aplicar una LR de 40.9 mm cada 3 días.

7.1.6 CLASE 4t:

Son suelos que se encuentran ubicados dentro de la clase con capacidad de uso VII, ocupando un área de 9.23 hectáreas, que constituye el 4.83 % del área total (ver plano 2, anexo). La altitud promedio de estos suelos es de 13 a 24 msnm. Son suelos profundos, de textura fina, sin ninguna restricción de arado. Sus pendientes oscilan de 0 a 21.43 %, relieve de plano a ondulado en algunas áreas. pH de ligeramente ácido 6.50 a neutro 6.8, niveles de fósforo y potasio bajos, de calcio y magnesio altos y una C.I.C. alta; con un porcentaje de saturación de bases en niveles bajos con valores promedio de 50.22, desplazándose

en un rango entre 59.31 y 42.53 % (ver cuadro 7, página 42). Son suelos ligeramente susceptibles a la erosión pudiendo ser de tipo hídrica leve, y su drenaje es ligero, actualmente se utiliza esta área para la siembra de maíz y ajonjolí.

Con valores de sodio Nat de 1.31 % el más alto, su profundidad de napa friática que se encuentra entre 6 y 6.46 metros según el plano de Isobatas y de 16 a 19 metros según el plano de Ischipsas.

7.1.6.1 Descripción del perfil

- Ap 0 - 20 cms Café oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, café medio claro (10 YR 4/3) en seco; arcilloso; estructura granular media debilmente definida; duro en seco, friable y adherente en mojado; ligeramente permeable; raíces abundantes y gruesas; alto en contenido de calcio y bajo en sodio; pH neutro 6.6; muestra 363,1.
- A2 20 - 80cms Café oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, café oscuro (10 YR 4/2) en seco; arcilloso; estructura granular media y debilmente definida; medio duro en seco, ligeramente friable y adherente en mojado; permeable; raíces pocas y finas; alto contenido de calcio y bajo en sodio; pH neutro 6.8; muestra 363,2.
- B 80 - 150 cm Café oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, café (10 YR 4/1) en seco; arcillo - arenoso; estructura granular media y ligeramente definida; ligeramente duro en seco, firme en mojado; permeable; raíces escasas y finas; alta presencia de calcio, baja en sodio; pH ligeramente ácido 6.5; muestra 363,3.
- C + de 150 cms Café oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, café (10 YR 4/1) en seco; franco - arcillo - arenoso; estructura granular media y poco definida, suave en seco, friable en mojado; permeable; raíces escasas; alta presencia de calcio y baja en sodio; pH ligeramente ácido 6.5; muestra 363,4.

Cuadro 7. Análisis de suelos de la unidad con capacidad de uso VII y de capacidad de riego 4t.

ANÁLISIS	MEDIDO EN	PROFUNDIDAD EN CENTÍMETROS			
		0 - 20	20 - 60	80 - 150	+ 150
pH		6.60	6.80	6.50	6.50
P	ugr / ml	5.99	4.73	5.99	4.73
K		20	48	53	25
Ca	meq / 100 ml	14.98	25.94	9.98	9.05
Mg		6.68	5.40	5.35	6.53
N.O.	%	2.40	2.82	1.86	1.20
CIC	meq / 100 gr Intercambiable	35.20	40.80	33.20	32.40
Ca		18.71	23.45	13.47	12.48
Mg		7.98	6.58	8.14	8.92
Na		0.46	0.44	0.30	0.41
K		0.13	0.30	0.34	0.15
SB	%	54.83	59.31	42.53	44.22
Ca / Mg		2.4:1	1.4:1	1.7:1	1.4:1
Mg / K		62:1	114:1	24:1	60:1
(Ca + Mg) / K		208:1	271:1	63:1	144:1
ARCILLA	%	43.51	40.66	37.51	30.91
LIMO		21.00	24.15	17.85	14.70
ARENA		35.49	35.19	44.64	54.30
CLASE TEXTURAL		ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARC-ARENOSO	FR-ARC-ARN
CC 1/3 at		32.43	32.83	31.89	27.32
PHP 15 at		22.86	23.57	23.88	20.48
DENSIDAD	gr / cc	1.1428	1.0526	0.8888	0.9756

7.1.6.2 Discusión

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a las características presentadas anteriormente clasifican esta área como 4t.

Tomando en cuenta como principal limitante su topografía es irregular con valores de pendientes que varían de 0 a 21.43 % clasifican estos suelos no apto para riego. aun así, son suelos profundos, que no presentan ninguna limitante a las prácticas agrícolas en sus horizontes superficiales.

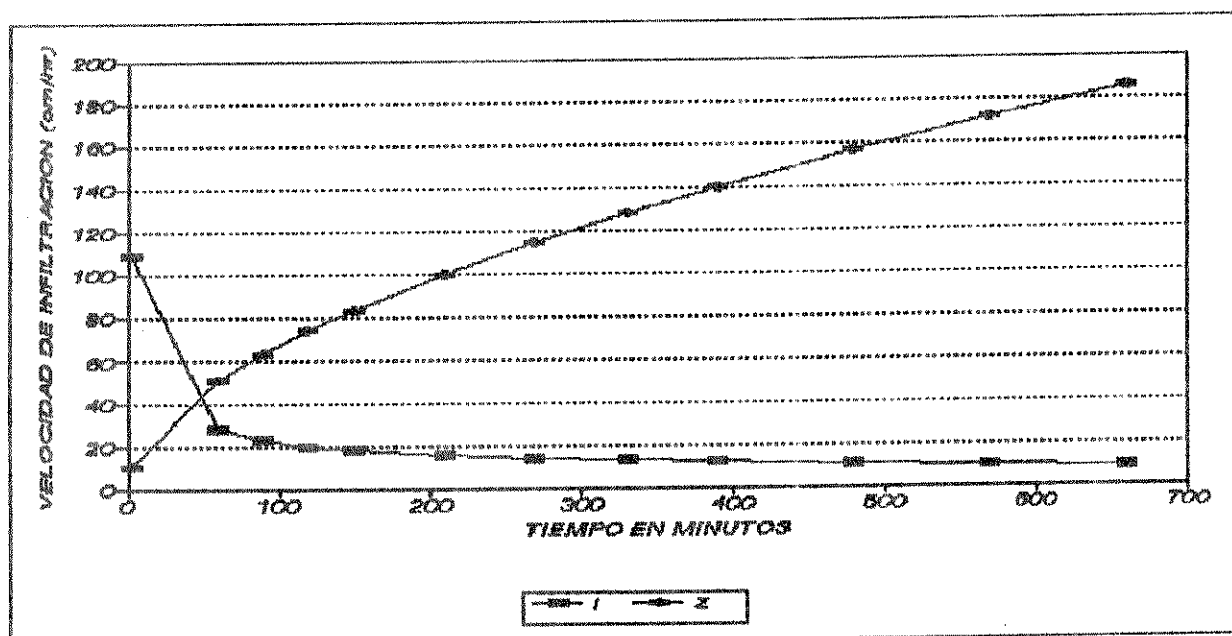
Estas tierras están siendo sub utilizadas, en su totalidad, con cultivos limpios (maíz y ajonjolí), en época de invierno. Son suelos que necesitan la incorporación de fósforo y potasio en niveles que ayuden a mejorar su fertilidad.

Los cationes que se encuentran en mayor cantidad son el Ca^{++} y el Mg^{++} , constituyendo estos el 75.82 % de la saturación de bases, estando el Na^+ y el K^+ en cantidades menores. En general las relaciones Ca/Mg y $(\text{Ca}+\text{Mg})/\text{k}$ se encuentran desbalanceadas .

Teniendo estos suelos un regular contenido de materia orgánica, es necesario aumentar su incorporación para mejorar las características físicas y químicas del suelo.

Su contenido de Na^+ 1.31 % y sus niveles de napa freática con respecto a nivel del suelo y del mar no limitan el desarrollo de cultivos perennes ó semi perennes que puedan establecerse, dadas las fuertes pendientes que limitan el uso de estos suelos con cultivos bajo riego.

La infiltración de estos suelos es media y difícil de determinar su infiltración básica, como puede observarse en la gráfica siguiente:



Gráfica 9. Curva de Velocidad de Infiltración punto 1 de la clase para riego 4t.

La gráfica anterior muestra que requiere más de 650 minutos para llegar a valores de infiltración de 10 cms/hora.

Estos suelos tienen la capacidad de almacenar una LHA de 80.4 cms de agua

en sus primeros 80 centímetros de profundidad, lo que permitiría en época de invierno, abastecer los requerimientos de agua que se necesitan para el establecimiento de cultivos perennes ó semi-perennes que en su primer año de adaptación demandan cantidades constantes de agua.

7.1.7 CLASE 4t*:

Estos suelos se encuentran ubicados dentro de los suelos con clase de capacidad de uso VII, ocupa un área de 112.5 hectáreas, que constituye el 7.85 % del área total y para su identificación en el mapa se adiciona un asterisco (ver plano 2, anexo). La altitud promedio de estos suelos es de 11 a 26 msnm. Son suelos profundos, de textura fina, sin ninguna restricción de arado. Sus pendientes oscilan de 0 a 30 %, relieve ondulado. pH neutro que varía de 7 a 7.3, niveles de fósforo y potasio bajos, de calcio y magnesio altos y una CIC alta; un porcentaje de saturación de bases en niveles bajos con valores promedio de 53.35%, desplazándose en un rango entre 70.06 y 44.64 % (ver cuadro 8, página 45). Son suelos ligeramente susceptibles a la erosión pudiendo ser de tipo hídrica media, y su drenaje es ligero, actualmente se utiliza esta área para la siembra de maíz y ajonjolí.

Con valores de sodio Na^+ 2.23 % el más alto, su profundidad de napa friática de 2 a 4 metros según el plano de isobatas y de 10 a 12 metros según el plano de isohipsas.

7.1.7.1 Descripción del perfil

- | | | |
|----|-------------|--|
| Ap | 0 - 30 cms | Café oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, café (10 YR 4/4) en seco; arcilloso; estructura granular fina y debilmente definida; ligeramente duro en seco, friable y adherente en mojado; permeable; raíces abundantes y gruesas; baja presencia de calcio y alto en sodio; pH neutro 7.3; muestra No. 251,1. |
| B | + de 30 cms | Café oscuro (10 YR 4/4) en húmedo, café rojizo (10 YR 5/4) en seco; arcilloso; estructura granular media indefinida; ligeramente duro en seco, friable y adherente en mojado; permeable; raíces pocas y finas; regular presencia de calcio y bajo en sodio; pH neutro 7.0; muestra No.251,2. |

Cuadro B. Análisis químico de los suelos con capacidad de uso VII, y capacidad de riego 4tt.

ANÁLISIS	MEDIDO EN	PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS	
		0 - 30	+ 30
pH		7.30	7.00
P	ugr / ml	3.47	2.21
K		50	10
Ca	meq / 100 ml	19.66	10.92
Mg		3.50	3.80
H.O.	%	1.75	0.13
CIC	meq / 100 gr Intercambiable	34.80	37.20
Ca		23.70	15.72
Mg		4.32	5.39
Na		0.42	0.83
K		0.26	0.05
SB	%	70.06	44.64
Ca / Mg		5.5:1	2.9:1
Mg / K		16.5:1	105:1
(Ca + Mg) / K		107:1	402:1
ARCILLA	%	54.31	40.66
LIMO		17.85	18.90
ARENA		27.84	40.44
CLASE TEXTURAL		ARCILLOSO	ARCILLOSO
CC 1/3 at		32.95	43.39
PMP 15 at		25.46	32.18
DENSIDAD	gr / cc	1.1428	1.0256

7.1.7.2 Discusión

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a las características presentadas anteriormente clasifican esta área como 4tt.

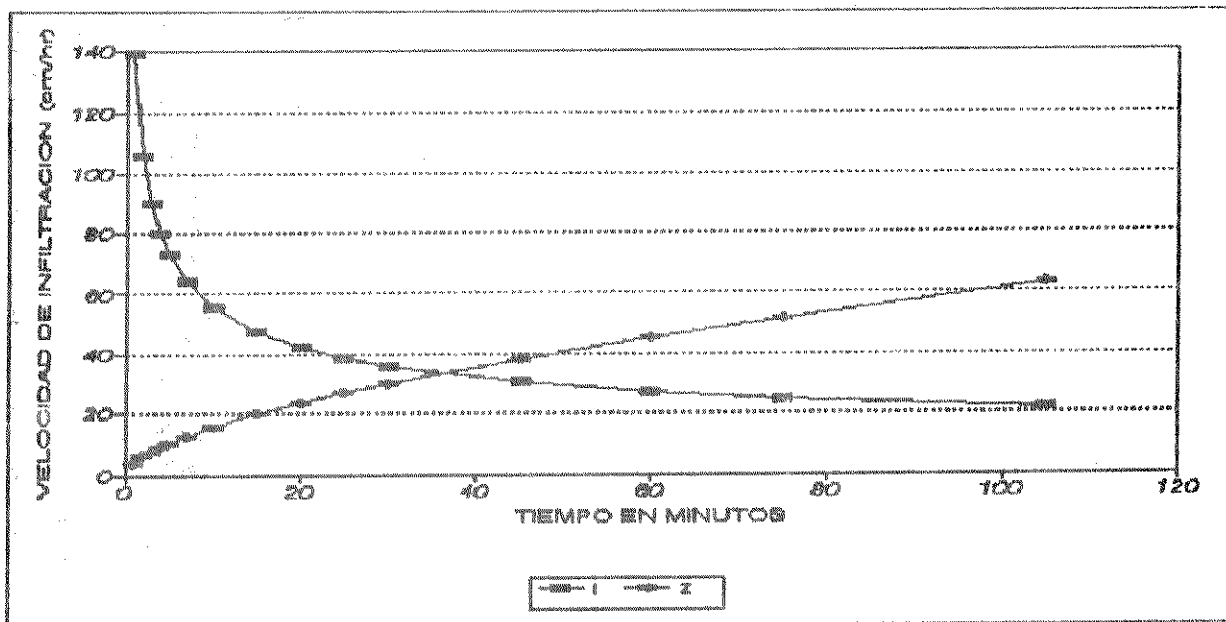
Los valores de pendiente topográfica que van de 0 a 30% hacen que esta área sea no apta para riego. En general presenta buenas características para el establecimiento de cultivos perennes ó semi-perennes.

Son suelos sub-utilizados con cultivos limpios. Se requiere la incorporación de fertilizantes compuestos que ayuden a mejorar la fertilidad.

Los cationes que se encuentran en mayor cantidad son el Ca^{++} y el Mg^{++} , constituyendo estos el 80.51 % de la saturación de bases, estando el Na^+ y el K^+ en cantidades menores. En general las relaciones Ca/Mg y $(\text{Ca}+\text{Mg})/k$ se presentan desbalanceadas.

Es necesario aumentar la incorporación de materia orgánica para mejorar las características físicas y químicas del suelo.

La infiltración de estos suelos es media, difícil de determinar su infiltración básica. Como puede observarse en la gráfica siguiente:



Gráfica 10. Curva de Velocidad de Infiltración punto 1 de la clase para riego 4t*.

La gráfica anterior describe que aun pasados 100 minutos de tiempo la infiltración se encuentra en valores de 20 cms/hora. Estos suelos tienen la capacidad de almacenar 117.6 mm de agua en 110 centímetros de profundidad, cantidad que se considera buena para el establecimiento de cultivos perennes y semi-perennes.

7.1.8 CLASE 5ds

Son suelos que se encuentran ubicados dentro de la clase agrológica con capacidad de uso VIIIs₂, abarca un área de 58.07 has, 4.05 % del área total, son suelo de textura arenosa que no poseen ninguna aptitud de uso agrícola por la fuertes limitantes debidas al drenaje excesivo, falta de estructura, escasa capacidad de retención hídrica, salinidad y el alto nivel de la napa friática que puede encontrarse a 30 cms en algunas áreas. solo pueden ser utilizados de manera especifica por cultivos altamente xerófilos (palmeras, plantas ornamentales de ambiente desertico) o para uso turístico. Esta franja de arenas marinas van de la orilla del mar a 1.5 kilómetros dentro del territorio nacional. (ver anexo mapa 2).

7.2 Determinación de la calidad y cantidad de agua existente a regar

7.2.1 Calidad de agua

En cuanto a agua, puede mencionar que se tomaron un total de 14 muestras todas ellas derivados de 3 agrupaciones de fuentes determinadas; estas agrupaciones pueden observarse en el cuadro siguiente:

Cuadro 9. Fuentes de agua y toma de muestras en cada una de ellas.

Fuente	# muestras	%
1. Río Samalá	1	7
2. Lagunas El Chorrillo y Chicales	2	14
3. Napa friática (pozos)	11	78
TOTAL.....	14	100

Se presentan a continuación el análisis de cada una de las fuentes muestreadas en el mismo orden que fueron presentadas.

7.2.1.1. Río Samalá

Este se encuentra a una distancia promedio de 1.5 kms. (ver mapa 3, anexo) y es considerada la fuente más grande de abastecimiento de agua para riego y la cual por su contenido de sales y tomando como base el valor de C.E. de 458 micromhos/cm, es clasificada como aguas de mediana salinidad C2, ver cuadro 10.

Cuadro 10. Características químicas de agua del río Samalá

pH	CE micromhos	meq / lt				ppm				meq / lt			
		Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	CO	HCO	Cl	SO
8.1	458	1.5	1.9	1.2	0.18	0	0	0.3	0	0.48	2.59	0.6	1.0

De acuerdo al cuadro anterior, El R.A.S. es bastante bajo 0.69 por lo tanto no presenta ninguna limitante para su uso. Su pH se encuentra cerca del límite superior del rango normal 8.10, en cuanto a su contenido de carbonatos de sodio no presenta ninguna limitante encontrándose dentro de las aguas adecuadas con valor de 0.48 meq/l. Su contenido de cloruros 0.64, no presenta ningún problema, en general es clasificada como C2-S1; esta fuente de agua puede considerarse apta para riego, siempre y cuando haya un grado moderado de lavado provocado por aguas de lluvia, ya que no necesita prácticas especiales de control de salinidad. (15)

7.2.1.2. Lagunas

La Laguna el chorrillo es una fuente cercana para el abastecimiento de agua para riego (ver mapa 3, anexo), por su contenido de sales con una C.E. 528 micromhos/cm es clasificada como agua de mediana salinidad C2, como lo indica la casilla 1 del cuadro siguiente.

Cuadro 11. Características químicas de agua de las Lagunas el Chorrillo y Chicales.

pH	CE micromhos	meq / lt				ppm				meq / lt			
		Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	CO	HCO	Cl	SO
7.2	528	2.1	2.7	1	0.09	0	0	0	0	0.76	3.30	1.17	0.5
7.4	1329	2.37	3.35	9.35	0.15	0	0	0	0	1.49	6.83	5.12	1.0

Según el cuadro anterior La Laguna el Chorrillo por su sodicidad con valor de R.A.S. de 0.64 la determina como baja en su contenido de sodio. Su pH se encuentra dentro del rango normal 7.20, presenta un contenido de carbonatos adecuado 0.76, su contenido de cloruros 1.17 no presenta ningún problema. Dándole la clasificación C2-S1 es considerada apta para riego, siempre y cuando haya un grado moderado para lavado ya que no necesita prácticas especiales de control de salinidad. (15)

Así mismo en la casilla 2 se observan los resultados químicos de la Laguna Chicales la que presenta condiciones diferentes a la descrita anteriormente, su nivel de C.E. 1329 micromhos/cm la clasifican como C3, con un alto contenido de

sales; aunque su R.A.S. es bajo agrupandole como S1 y presenta valores de carbonatos y cloruros que empiezan a dar problemas, se considera esta fuente de agua no apta para riego en condiciones de escaso drenaje y necesita prácticas especiales para el control de salinidad.

7.2.1.3. Napa friática

Se consideraron diversos puntos que fueron distribuidos equidistantemente dentro del área productiva.

- a. Dentro de las unidades de napa friática muestreadas que presentan agua que pueden considerarse aptas para riego, y que son clasificadas como C2-S1, están las unidades 100, 235 y 283 (ver mapa 3 anexo) y que presenta características dentro de los rangos de aceptación, tal como se puede verificar en el cuadro 12. Su pH se encuentra dentro del rango normal 7.40 como promedio, presenta un contenido de carbonatos adecuado 0.38, su contenido de cloruros 1.49, el mas alto del perfil, no presenta ningún problema. Dándole la clasificación C2-S1 es considerada apta para riego, siempre y cuando haya un grado moderado de lavado ya que no necesita practicas especiales de control de salinidad.

Quadro 12. Características químicas de agua de los puntos de muestreo 100, 235 y 283. Presentados en el mismo orden.

pH	CE u mhos	meq / lt				ppm				meq / lt			
		Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄
7.5	601	0.99	2.9	3.91	0.13	0	0	0.2	0	0.0	2.42	1.49	1.6
7.4	582	1.87	1.91	2.07	0.08	0	0	0.2	0	0.38	2.71	0.38	0.75
7.3	314	1.12	1.03	0.76	0.02	0	0	0	0	0.0	1.46	0.21	0.65

- b. Dentro de las unidades de napa friática muestreadas (23, 32, 136, 151, 169 y 313, anexo mapa 3), se encontraron fuentes, 50% de las muestreadas, con alta salinidad de C.E. con valores que van de 901 a 1587 micromhos/cm clasificandoseles como C3, tal como se indica en el cuadro siguiente.

Quadro 13 Características químicas de agua de los puntos de muestreo 23, 32, 136, 151, 169 y 313. Presentados a continuación en el mismo orden.

pH	CE u años	meq / lt				ppm				meq / lt			
		Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	CO	HCO	Cl	SO
7.9	1587	4.37	5.85	5.43	0.17	0	0	0.1	1.2	0.96	5.8	8.32	0.98
7.2	901	2.74	3.14	2.83	0.14	0	0	0	0.1	0.0	4.05	4.16	0.95
7.7	992	3.24	2.71	4.02	0.07	0	0	0	0	0.72	4.26	3.09	0.87
7.2	951	3.12	3.17	2.93	0.14	0	0	0	0.1	0.96	5.08	3.62	0.61
8.0	858	2.5	2.73	4.02	0.04	0	0	0	0	1.0	4.56	0.96	2.51
8.0	1020	3.12	2.79	5.0	0.04	0	0	0	0	2.01	5.82	2.07	0.68

Analizando el cuadro anterior, estas fuente no presenta limitantes en su sodicidad, su R.A.S. se encuentra dentro del rango de aguas con bajo contenido de sodio. Su pH en general se encuentran dentro del rango normal, pero presentan valores que principian a dar problemas en su contenido de carbonatos, similarmente para el contenido de cloruros en las unidades 23 y 32. En general son clasificadas como C3-S1 y son consideradas aguas no aptas para riego en suelos con drenaje deficiente, aun con buenos suelos necesita prácticas adecuadas de control de salinidad.

- c. Otras unidades de napa friática muestreadas son la 64 y 184, (ver mapa 3, anexo), las que presentan valores de C.E. de 1678 a 1951 micromhos/cm lo que las hace agua de alta salinidad C3, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Quadro 14. Características químicas del agua de los puntos de muestreo 64 y 184. Presentados en el mismo orden.

pH	CE u años	meq / lt				ppm				meq / lt			
		Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	CO	HCO	Cl	SO
7.5	1951	2.37	3.88	13.26	0.11	0	0	0	0	1.1	5.82	9.39	2.01
7.4	1678	1.25	0.20	15.00	0.17	0	0	0	0	0.72	3.55	10.99	1.74

Según los datos, del cuadro anterior por su sodicidad, con valores que oscilan de 9.38 a 16.61 son consideradas como aguas con mediano contenido de sodio, su pH dentro del rango normal, con problemas leves de carbonatos en la unidad 64 y de cloruros en ambas. Clasificadas como C3-S2 son aguas no aptas

para riego en suelos con drenaje deficiente, aun con buenos suelos necesita prácticas adecuadas de control de salinidad y sodicidad; además, son aguas que solo pueden usarse en suelos de textura gruesa y suelos orgánicos de buena permeabilidad. (15)

7.2.2 Cuantificación de las fuentes de agua

7.2.2.1 Del aforo realizado al río Samalá en el mes de febrero (época de estiaje) de 1994, por el método del flotador se obtuvieron los resultados presentados en el cuadro siguiente:

Cuadro 15. Resultados de aforo del río Samalá por el método del flotador

Dist. de orilla de río al punto de lectura (mts)	Profundidad en punto de muestreo (mts)	Recorrido del flotador (mts)	Tiempo de recorrido segundos
10	0.11	25	40
20	0.23	25	42
30	0.165	25	43
40	0.19	25	41
50	0.08	25	44
60	0.18	25	38
70	0.17	25	40
80	0.105	25	39.5
90	0.295	25	41
100	0.165	25	40
110 - 119.3 (orilla)	0.29	25	40.4
MEDIAS TOTALES	0.18	25	40.81

$$Q = V * A$$

$$Q = (25 \text{ m} / 40.81 \text{ seg}) * (0.18 \text{ m} * 119.3 \text{ m})$$

$$Q = 13.15 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Se cuantificó que en el río Samalá se conduce un caudal que alcanza valores de 13.15 metros cúbicos por segundo. Tomando en cuenta que el caudal necesario para regar las 1064 has del área en estudio es de 1.064 m³/s, se

considera la fuente principal de abastecimiento sobrepasando por 12.09 m³/s lo requerido.

7.2.2.2 El área ocupada por la laguna el Chorrillo es de 5.7 has. con una profundidad promedio de 5.36 metros el cual hace una disponibilidad total de 30,552.00 metros cúbicos, y es alimentado por un canal con un caudal de 6.2 litros por segundo; para su uso debe considerarse los resultados y limitantes de cada una de las muestras de agua que se analizaron (ver cuadro 11). Así mismo se considera que el caudal que lo alimenta serviría únicamente para abastecer a 6.2 has.

7.2.2.3 Pozos existentes en el área productiva: del aforo llevado a cabo a cada uno de ellos, se obtuvo que el tiempo de recuperación promedio para una altura de agua de 2.10 mts es de 40 minutos, para lo cual un pozo de 1 metro de diámetro tiene la capacidad de proporcionar 6.59 metros cúbicos en 40 minutos (0.165 m³/min, 2.75 litros/segundo). El uso de este recurso es limitado por las características químicas obtenidas del análisis de agua (cuadro 12, 13 y 14). De no existir las limitantes antes mencionadas podría utilizarse este recurso considerando que serviría para 2.75 has., área igual a la que cada agricultor tiene asignada.

7.2.3 Balance Hídrico

Utilizando la ecuación de Hargreaves, se calculo la evapotranspiración real mm/mes de la década comprendida de 1,984 a 1,994; para lo cual se procesaron los datos de coeficiente empírico (17.37) para cultivos exigentes en humedad, Temperatura media mensual, Coeficiente mensual de duración del día y % Humedad relativa al medio día, estos datos son presentados en el cuadro siguiente:

Quadro 16. Datos climáticos promedio mensual de 1,984 a 1994.

Mes	Coeficiente mensual duración del día (hrs)	Temperatura media °C	Humedad Relativa %	Evapotranspiración mensual (mm)	Precipitación mensual (mm)
Enero	292.70	25.0	75.4	65.1413	1.0
Febrero	260.40	25.9	75.2	60.5273	1.0
Marzo	280.50	26.8	75.5	66.6488	0.5
Abril	242.50	28.0	74.8	61.9197	23.6
Mayo	198.4	27.7	80.1	39.5761	58.3
Junio	190.3	27.2	84.5	29.0334	81.8
Julio	225.40	27.1	82.8	38.0198	77.3
Agosto	219.50	27.1	83.6	35.3026	86.5
Septiembre	188.20	27.0	85.9	25.9275	79.0
Octubre	233.20	27.0	86.1	31.6849	61.9
Noviembre	271.10	26.5	82.0	46.7958	17.1
Diciembre	286.70	25.8	78.6	57.2822	4.3

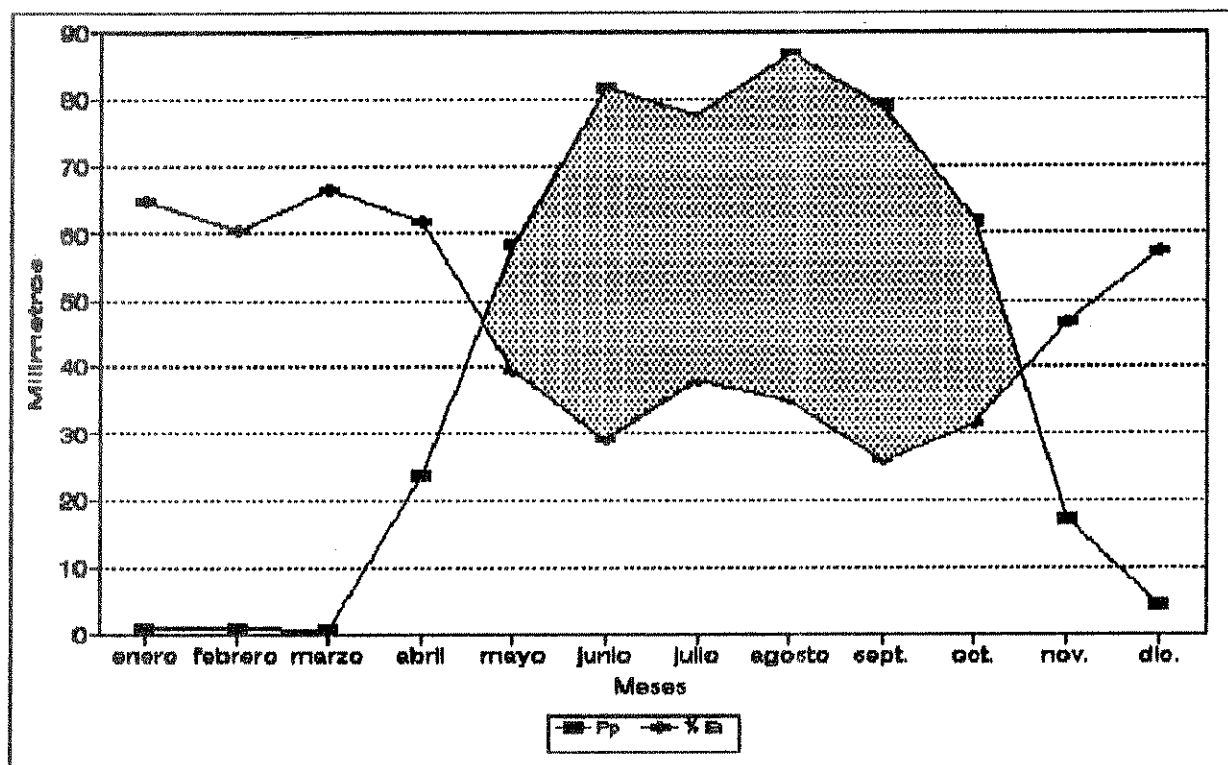
La ecuación utilizada es la siguiente:

$$Et = 17.37 K d t (1.0 - 0.01 H_r)$$

Donde:

- K = Coeficiente empírico del cultivo
- d = Coeficiente mensual de duración del día
- t = Temperatura media mensual en °C
- H_r = Humedad Relativa media, al medio día en %
- Et = Evapotranspiración real mm/mes

Esta permitió obtener los valores de evapotranspiración real, la cual fue al ser plotada junto a los valores de precipitación media mensual determinando la gráfica siguiente:



Gráfica 11. Balance Hídrico, calculado con valores promedios mensuales de precipitación y evapotranspiración real durante los años 1,984 a 1,994.

Puede observarse que de la segunda quincena del mes de abril a la segunda quincena del mes de octubre la precipitación es mayor que la evapotranspiración, siendo para los meses subsiguientes la evapotranspiración mayor, requiriéndose la aplicación de agua por cualquier método riego para cultivos que deseen producirse.

B. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

B.1 CONCLUSIONES

Del estudio anteriormente presentado se extraen las siguientes conclusiones presentadas a continuación.

1. El principal problema hídrico es la falta de un sistema de riego que sirva toda la finca, así como, existen terrenos que sufren de estanque de agua debido a escaso drenaje natural.
2. La Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchuapan, se subdivide su área productiva, en 4 clases de capacidad de uso y 6 clases de capacidad de riego. Encontrándose dentro de la capacidad de uso III t las clasificaciones para riego 1 con un área de 304.75 has, la clase 1 t con 319 has y la clase 2 d con 83.94 has; la clase con capacidad de uso IV is 4 y 3 da con capacidad de riego a la vez, tiene un área de 232.85 has; la clase con capacidad de uso VI t y 4 t con capacidad de riego cuenta con un área de 181.73 has y finalmente la clase VII is 1 s 2 con capacidad de uso se clasifica también como 5 ds para capacidad de riego y cuenta con un área de 58.07 has.
3. En la Clase 1 t los suelos no presentan grandes limitantes para su uso agrícola con riego, solo presentan una reacción debilmente sub ácida.
4. La napa friática que se encuentran por debajo de la clase 1 t es debilmente salina.
5. Las clases 2 d y 3 da, poseen una menor aptitud a los frutales y a algunos otros cultivos, pero una mayor aptitud a los forestales de rápido crecimiento (Eucaliptus).
6. Los suelos de la clases 2 d y 3 da tienen características similares a los de la clase 1 y 1 t, pero tienen limitantes de drenaje por su posición morfológica. Las intervenciones prioritarias tienen que prever la realización de drenes y eventualmente de un sistema de riego.
7. En la clase 3 da, estos suelos tienen fuertes limitantes para un uso agrícola. Las limitantes más importantes y graves son:
 - a. Falta de un sistema de drenaje superficial y profundo al interior del perfil del suelo.

- b. Falta de estructura y porosidad situaciones que no permiten un normal desarrollo de las raíces de los cultivos y una anormal aireación.
- c. Compactación por debajo de la capa superficial (horizonte Ap) debido a las grandes concentraciones de sodio que limitan la libre estructuración del suelo. Siendo este el problema que provoca el encharcamiento en época de invierno. Estos suelos presentan todavía buenas características desde un punto de vista químico, y una corrección de las limitantes físicas permitirán el cultivar una gama de cultivos.

8.1.1 Recursos Hídricos

- 8. El río Samalá corre paralelo al eje principal de la finca a una distancia media de 1.5 kms. al este de la finca, que aun en período seco tiene un caudal de 13.15 m³/s. Este río se presenta como una abundante fuente natural de agua de buena calidad para el riego del área en estudio.

La utilización de sus aguas para riego necesita un estudio específico. Como primera identificación la toma tendría que ser efectuada a 2.5 kms al nor-oeste de la finca donde parece posible derivar las aguas en un sitio bastante idóneo. Una alternativa puede ser dada por la rehabilitación de un zanjón natural que puede derivar las aguas a 6 kms (12 kms a lo largo del zanjón) arriba de la finca.

Sin embargo hay que poner en evidencia que este río no es estable, se desarrolla su cauce sobre una zona bastante arenosa, tiene un alto transporte de sedimentos, resultando con ello una variación de su curso en los últimos años.

- 9. El uso del agua de la Laguna el Chorrillo es una fuente que de buena calidad y lograría abastecer 6.2 has de terreno que puedan cultivarse con cultivos de alta rentabilidad (hortalizas), en terrenos próximos a la laguna. Las características del agua de la laguna Chicales limitan su uso para riego.
- 10. En la finca se encuentran varios pozos friáticos (someros) que sirven para usos domésticos. La superficie de la napa se encuentra entre 0.8 y 7 metros de profundidad respecto al nivel del suelo y de 2 a 23 metros respecto al nivel del mar. El estudio realizado muestra que solo el 25 % de las muestras de agua efectuadas, presentan factibilidad de uso.
- 11. El caudal que se debe derivar de la fuente hídrica de alimentación es de 1,064 l/s más las pérdidas en la conducción.

8.2 RECOMENDACIONES

1. Realizar el diseño del sistema de riego y drenaje económicamente factibles que se adapten a las características de cada una de las clases de capacidad de riego determinadas.
2. Para la clase 1t es aconsejable un uso de abonos de reacción alcalina que ayuden a neutralizar la reacción debilmente sub ácida que este presenta. Así como en caso se utilicen las aguas de la napa friática para riego, necesitan de un manejo basado sobre suministros más elevados y con intervalos más largos entre un riego y el otro.
3. Para las clases 1 y 1 t. Por sus buenas características físicas y químicas estos suelos pueden ser utilizados para cultivos intensivos bajo riego (hortalizas y frutales) y extensivos (Oleaginosas, leguminosas y cultivos tradicionales).
4. Para corregir los suelos de la clase 3da se deberá realizar un eficiente sistema de drenaje por medio de retroexcavadoras, crear mejores condiciones de desarrollo para las raíces por medio de una subsolación del suelo hasta 60 cms, mejorar la estructura para lo cual deben considerarse aplicaciones de calcio que ayuden a neutralizar el efecto del sodio y la consiguiente capacidad de retención hídrica por medio del uso de materia orgánica.
6. Debe hacerse un estudio que evalúe las posibilidades de minirriego utilizando los recursos hídricos de los pozos, considerando las limitantes químicas de cada sub grupo presentado; enmendando ó corrigiendo sus limitantes cada pozo puede abastecer 2.75 has. Que corresponde a la superficie útil de 4 manzanas que posee cada agricultor.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ANDRADE, R.A. 1974. Los estudios de suelos la planificación general del uso de la tierra. El Salvador, CIDIAT. 114 p.
2. ARAGON, M.E. 1987. Diagnóstico preliminar de los recursos agua, suelo y bosque de la cuenca del lago Petén Itzá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía 207 p.
3. CASTILLO ORELLANA, S. 1989. Análisis y calidad del agua con fines de riego. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 108 p.
4. CASTRO GIL, C. 1975. Principios y solución de drenaje parcelario. Venezuela, Centro de Capacitación de Riego y Drenaje. 130 p
5. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 42 p.
6. FAO/FYDEP. 1986. Mapa de capacidad productiva de la tierra. Esc. 1:500,000. Color.
7. GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1969. Mapa Topográfico de la república de Guatemala, hoja cartográfica Champerico, no. 1858-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
8. _____, 1970. Mapa de formas de la tierra. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color.
9. GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas nacional de Guatemala, Guatemala. s.p.
10. HARGREAVES, G.H. 1977. World water for agriculture. Estados Unidos, Utah State University. 67 p.
11. HERNANDEZ DIAZ, O.O. 1994. Estudio preliminar de suelo y agua de la Comunidad Agraria Nueva Olga María Cuchupán, Champerico, Retalhuleu. EPS, Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
12. HERRERA, E.M. 1980. Estudio de introducción de riego y diseño del sistema factible para la finca Bulbuxyá de la Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.
13. MANUAL DE riego por aspersión. 1982. 2 ed. Mérida, Venezuela. CIDIAT. 135 p.
14. MERIDA, E.M. 1982. Estudio agrológico con fines de riego del proyecto Jalpatagua. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 91 p.

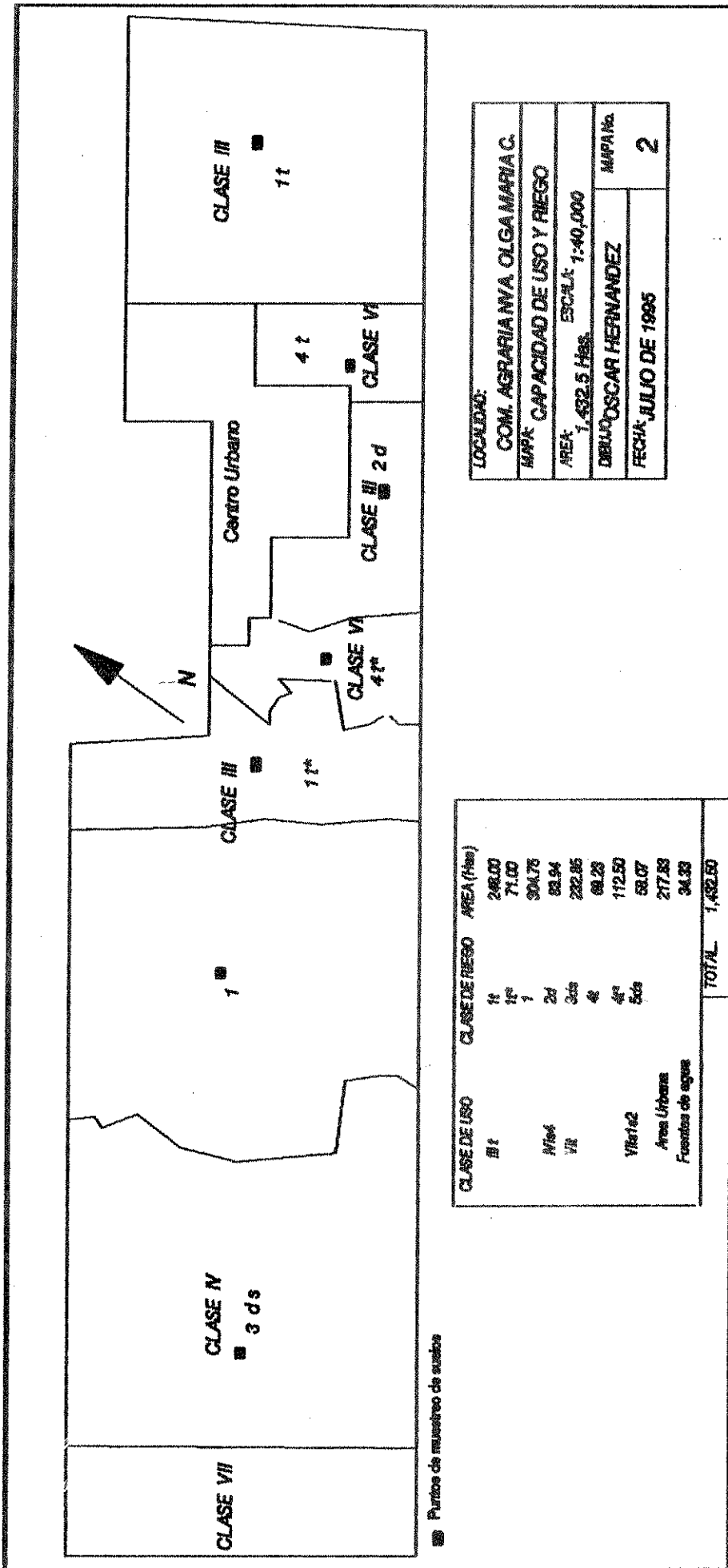
15. PLAN DE ACCION FORESTAL DE GUATEMALA. 1990. Mapa de susceptibilidad a la erosión. Esc. 1:1,000,000. Color.
16. RAFAEL, M.R. 1981. Drenaje superficial de tierras agrícolas. Venezuela, CIDIAT. 95 p.
17. SANDOVAL ILLESCAS, J.E. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 345 p.
18. SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulzona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.



Bo. Rolando Barrios.

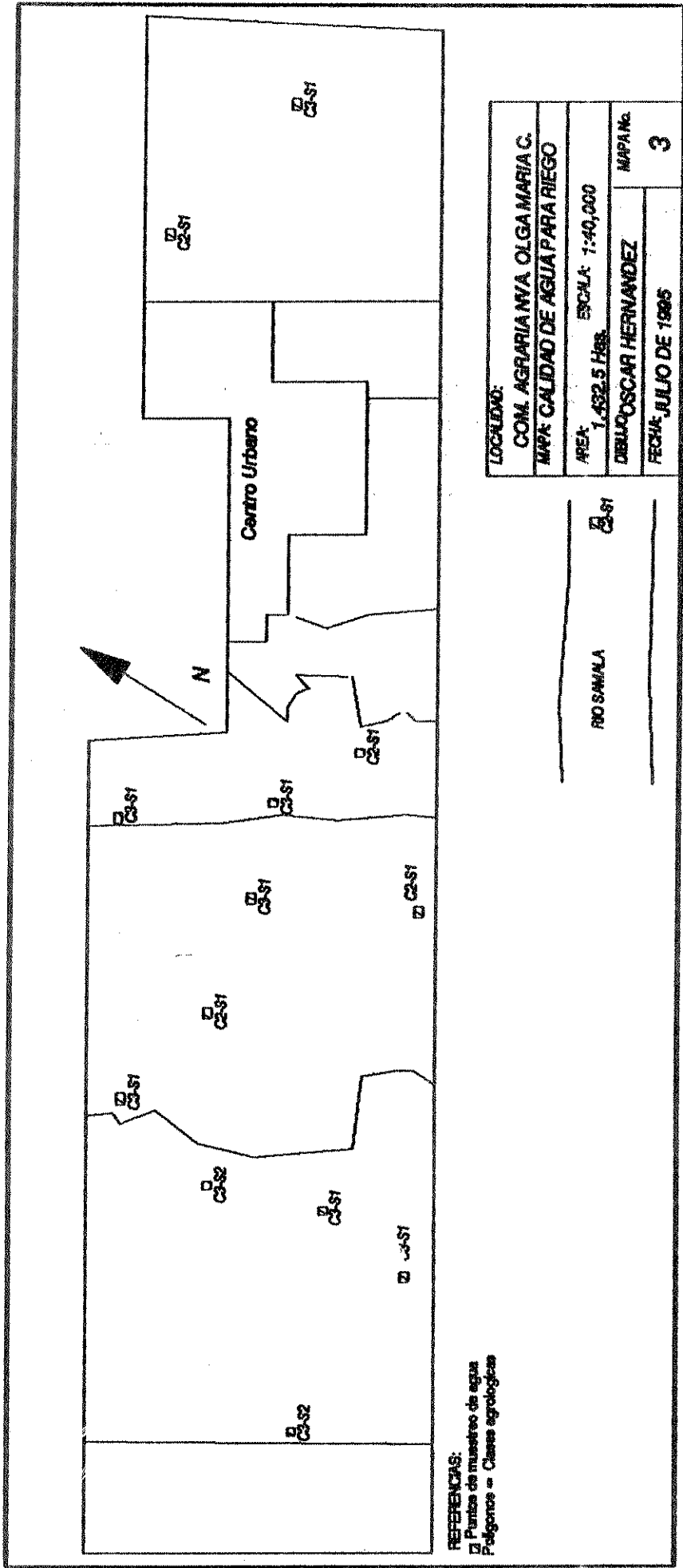
10. ANEXO

1. Mapa topográfico, con curvas a nivel a cada metro.
2. Mapa de clasificación agrológica con capacidad de uso y riego.
3. Mapa de unidades de muestreo de suelo, agua y su clasificación.
4. Mapa de Curvas de Isobatas.
5. Mapa de curvas de Isohipsas.
6. Normas de la U.S.D.A. para la clasificación de capacidad de uso de los suelos.
7. Reglas generales del U.S.B.R. para clasificaciones agrológicas.
8. Factores y niveles de fertilidad de los suelos.
9. Normas de Riverside de clasificación de aguas para riego.
10. Rangos de clasificación de aguas para riego según la FAO.
11. Gráfica de clasificación de agua, en base a su salinidad y sodicidad.



LOCALIDAD:	
COM. AGRARIA NVA OLGA MARIA C.	
MAPA: CAPACIDAD DE USO Y RIEGO	
AREA:	ESCALA: 1:40,000
1,432.5 Hect.	
DEBIDO OSCAR HERNANDEZ	MAPA No.
FECHA: JULIO DE 1995	2

CLASE DE USO	CLASE DE RIEGO	AREA (Hect)
III t	1t	248.00
	1t*	71.00
	1	304.76
	2d	83.94
	3ds	232.95
	4t	69.28
	4t*	112.50
	5ds	59.07
Area Urbana		217.93
Fuente de agua		34.33
TOTAL:		1,432.50

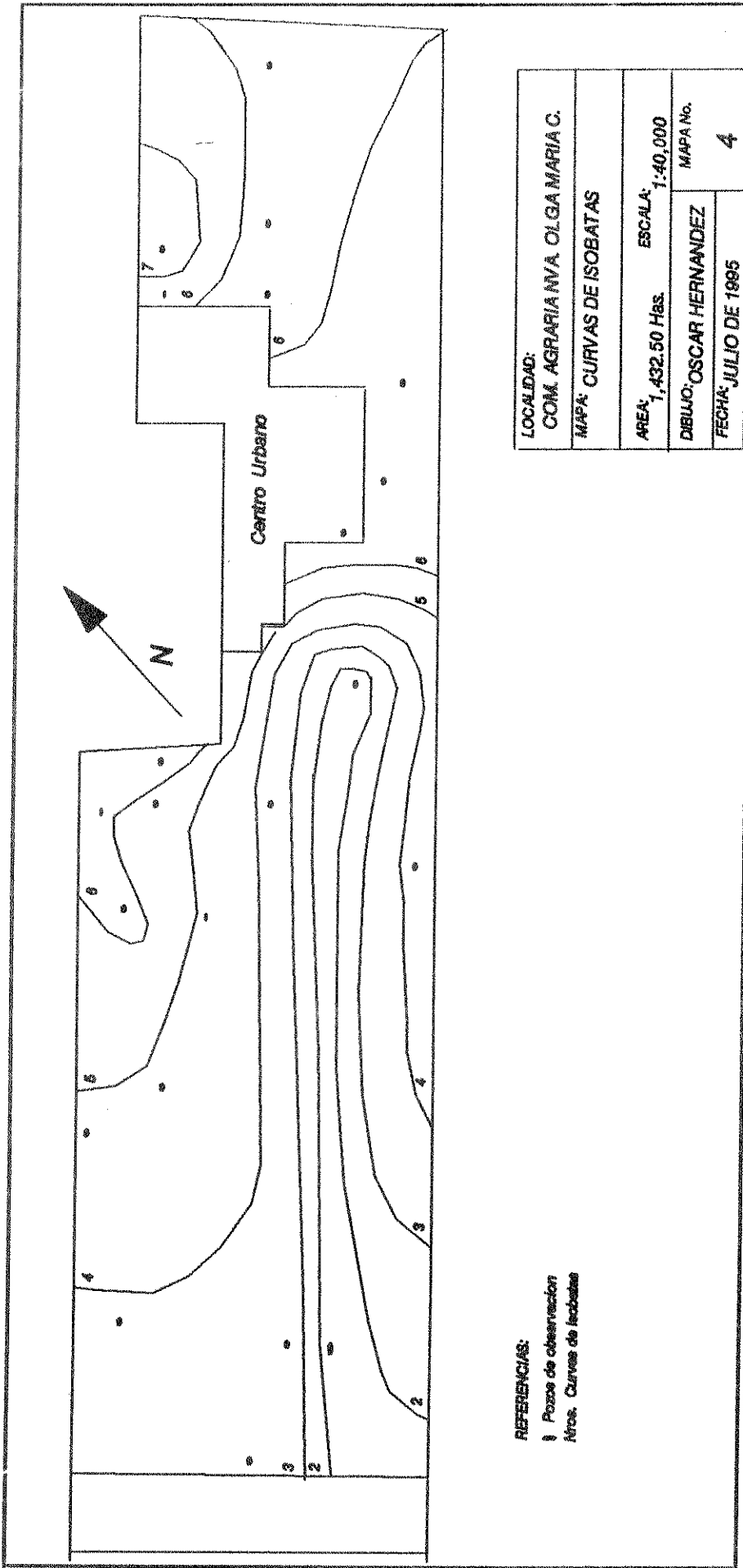


REFERENCIAS:
 □ Puntos de muestreo de agua
 Polígonos = Clases agrologicas

LOCALIDAD:	
COM. AGRARIA NYA OLGAMARIA C.	
MAPA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO	
AREA:	ESCALA: 1:40,000
1,332.5 HBS.	
DIBUJO OSCAR HERNANDEZ	
FECHA: JULIO DE 1995	MAPA No. 3

RIO SAMALÁ

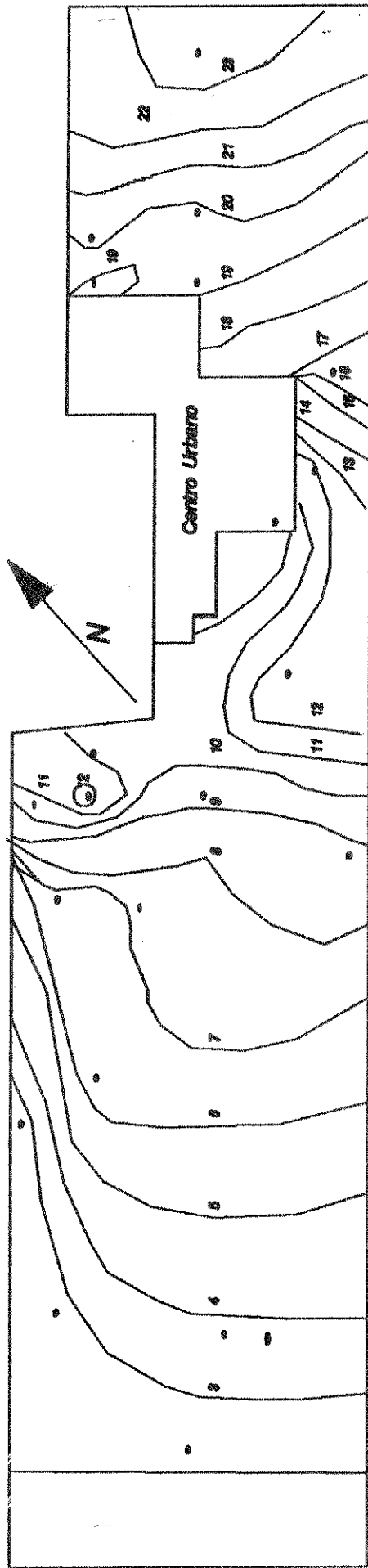




REFERENCIAS:

- 1 Pozos de observación
- 2 Nos. Curvas de Isobatas

LOCALIDAD:		COM. AGRARIA NVA. OLGA MARIA C.	
MAPA: CURVAS DE ISOBATAS			
AREA:	1,432.50 Has.	ESCALA:	1:40,000
DIBUJO: OSCAR HERNANDEZ		MAPA No.	
FECHA: JULIO DE 1995		4	



REFERENCIAS:

⊙ Puntos de observación
 --- Curvas de Isohipsas

LOCALIDAD: COM. AGRARIA NVA. OLGA MARIA C.	
MAPA: CURVAS DE ISOHIPSAS	
AREA: 1,432.5 Hbs. ESCALA: 1:40,000	
DIBUJO: OSCAR HERNANDEZ	MAPA No: 5
FECHA: JULIO DE 1995	

Factores y parámetros de la USDA para la clasificación de tierras según su aptitud de uso.

GRUPO DE FACTORES	CLAV	FACTORES	UNIDAD D DESCRIPC	CLASES			
				1	2	3	4
CLIMA	C	Deficiencia de agua (p media anual en	m. m.	> 600	500-600	400-500	400-500
	I	Exceso de agua	Calitativa	ninguna	limitaciones ocasionales	limitaciones moderadas	afectan severamente los cultivos
EROSION	E	Erosion	Calitativa	Nula	Laminar leve, perdida de 0-25% horizontes A y/o camilios en formacion	Laminar moderada perdida de 25-75% horizontes A y/o camilios profundos	Laminar fuerte perdida de 75-100% de horizontes A y/o camilios profundos
	TI	Topografía (pendiente uniforme)	%	0-2	2-6	6-8	10-15
TOPOGRAF	T2	Topografía (pendiente ondulada)	%	0-2	2-3	3-6	6-10
	S1	Profundidad del suelo	c.m.	> 100	50-100	35-50	25-35
	S2	Profundidad del sustrato freático	c.m.	> 100	50-100	35-50	25-35
	S3	pedregosidad de superficie	calitativa	Nula	Pedregosidad intermedia con labores agrícolas en del area cubierta	Pedregosidad intermedia con labores agrícolas en del area total	Pedregosidad no intermedia a maquinaria agrícola en del area total
	S4	Salinidad	m. m. o. l. / c. m.	0-2	2-4	4-8	8-16
S5	Sociedad	PSI	< 10	10-15	15-40	40-60	

* Condicionada a otros factores.

GRUPO DE FACTORES	CLAV	FACTORES	UNIDAD D DESCRIPC	CLASES			
				5	6	7	8
CLIMA	C	Deficiencia de agua (p media anual en	m. m.	300-400	300-400	100-300	< 100
	I	Exceso de agua	Calitativa	Permiten desarrollo de prados, limitas levas	Permiten desarrollo moderado de prados	Permiten desarrollo ocasional prados	limitados todo el ano
EROSION	E	Erosion	Calitativa	Laminar severa perdida de 0-30% de horizontes B y/o curvas en formacion	Laminar severa perdida de 30-60% de horizontes B y/o curvas continuas	Laminar muy severa perdida de 60-100% de horizontes B y/o curvas continuas mas de 30	Laminar absoluta prasiona mensual porcental y/o curvas profundas a < 30m.
	TI	Topografía (pendiente uniforme)	%	15-25	25-40	40-100	> 100
TOPOGRAF	T2	Topografía (pendiente ondulada)	%	10-25	25-40	40-100	> 100
	S1	Profundidad del suelo	c.m.	15-25	10-15	< 10	< 10
	S2	Profundidad del sustrato freático	c.m.	15-25	10-15	< 10	< 10
	S3	pedregosidad de superficie	calitativa	Pedregosidad entre del 25 - 30 del area, puede aprovecharse con prados o bosques	Pedregosidad entre del 30 - 70% del area, puede aprovecharse con limitaciones para prados o bosques	Pedregosidad entre del 70 - 90% del area, puede desarrollarse bosques con fuertes limitaciones	Pedregosidad entre mas del 90% de la superficie
	S4	Salinidad	m. m. o. l. / c. m.	> 16	> 16	> 16	> 16
S5	Sociedad	PSI	> 60	> 60	> 60	> 60	

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CLASIFICACION DE LA TIERRA
SEGUN USBR

CLASE I - ARABLE		CARACTERISTICAS DE LA TIERRA	
SUELO			
Textura.		Franco arenoso o franco arcilloso friable.	
a.	Profundidad: A la arena, grava o guijarros.	90 cms. o más de suelo fácilmente trabajable de franco arenoso fino o más pesado; o 105 cms. de franco arenoso.	
b.	Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos en cada caso a la roca o material similar).	150 cms. o más de 135 cms. con un mínimo de 15 cms. de grava sobre el material impermeable o franco arenoso en toda su extensión.	
c.	A la zona de caliza impenetrable.	45 cms. sobre 150 cms. de caliza penetrable. pH menor que 9.0 a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de álcali negro.	
	Alcalinidad.....	El total de sales no debe exceder de 0.2%. Puede ser más alto en suelos abiertos y permeables, bajo buenas condiciones de drenaje.	
	Salinidad.....		
TOPOGRAFIA			
	Pendientes.....	Suaves declives, con un máximo de 4% pendiente general, en extensiones razonablemente grandes con declives en el mismo plano.	
	Superficie.....	Suficientemente uniforme para requerir solo ligeros tratamientos superficiales y no precisar de pesada nivelaciones.	
	Cobertura (piedras sueltas y vegetación).	Insuficiente para modificar la productividad o prácticas culturales, bajos costos de limpieza.	
DRENAJE			
	Suelo y topografía.....	Las condiciones de suelo y topografía son tales que se puede decir que no serán necesarias prácticas especiales de drenaje en las parcelas.	

Fuente: United States Bureau of Reclamation.

CLASE 2 - ARABLE		CARACTERISTICAS DE LA TIERRA	
SUELO			
<p>Textura.</p> <p>Profundidad:</p> <p>a. A la arena, grava o guijarros.</p> <p>b. Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos en cada caso a la roca o material similar).</p> <p>c. A la zona de caliza impenetrable.</p> <p>Alcalinidad.....</p> <p>Salinidad.....</p>	<p>Areno francosos o arcillas muy permeables.</p> <p>60 cms. o más de suelo fácilmente trabajable de franco arenoso fino o más pesado; o 75 y 90 cms. de franco arenoso o arena francoso respectivamente.</p> <p>120 cms. o más de 105 cms. con un mínimo de 15 cms. de grava sobre el material impermeable o arena francoso en toda su extensión.</p> <p>35 cms. sobre 120 cms. de caliza penetrable. pH menor que 9.0 a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de álcali negro. El total de sales no debe exceder de 0.5%. Puede ser más alto en suelos abiertos y permeables, bajo buenas condiciones de drenaje.</p>		
TOPOGRAFIA			
<p>Pendientes.....</p> <p>Superficie.....</p> <p>Cobertura (piedras sueltas y vegetación).</p>	<p>Suaves declives, con un máximo de 8% pendiente general, en extensiones razonablemente grandes con declives en el mismo plano. Se admite solamente 4% en declives irregulares.</p> <p>Se requieren moderadas nivelaciones pero en cantidades tales, que pueden hacerse a un razonable costo en comparación a áreas regadas.</p> <p>suficiente para reducir la productividad e interferir las prácticas culturales. Requieren limpezas, pero su costo es moderado.</p>		
DRENAJE			
<p>Suelo y topografía.....</p>	<p>Las condiciones de suelo y topografía hacen necesarias algunas prácticas de drenaje, pero con labores de mejoramiento por medios artificiales ; son factibles a un costo razonable.</p>		

CLASE 3 - ARABLE		CARACTERISTICAS DE LA TIERRA	
SUELO			
<p>Textura.</p> <p>Profundidad:</p> <p>a. A la arena, grava o guijarros.</p> <p>b. Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos en cada caso a la roca o material similar).</p> <p>c. A la zona de caliza impenetrable.</p> <p>Alcalinidad.....</p> <p>Salinidad.....</p>	<p>Areno francosos o arcillas permeables.</p> <p>45 cms. o más de suelo fácilmente trabajable de franco arenoso fino o más pesado; 60 a 75 cms. de franco arenoso o areno francoso uniforme.</p> <p>105 cms. o más; o 90 cms. con un mínimo de 15 cms. de grava sobre el material impermeable o areno francoso en toda su extensión.</p> <p>25 cms. sobre 90 cms. de caliza penetrable. pH menor que 9.0 a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de álcali negro.</p> <p>El total de sales no debe exceder de 0.5%. Puede ser más alto en suelos abiertos y permeables, bajo buenas condiciones de drenaje.</p>		
TOPOGRAFIA			
<p>Pendientes.....</p> <p>Superficie.....</p> <p>Cobertura (pedras sueltas y vegetación).</p>	<p>Suaves declives, con un máximo de 12% en superficies planas; En superficies mas irregulares se admite solamente menos de 8%.</p> <p>Son necesarias pesadas y costosas nivelaciones or sectores, pero realizables en comparación a áreas regadas.</p> <p>Su presencia requiere tratamientos de limpieza costosos, pero justificables economicamente.</p>		
DRENAJE			
<p>Suelo y topografía.....</p>	<p>Por las condiciones de suelo y topografía se hacen necesaria la construcción de costosos drenajes, pero a un costo justificable.</p>		

Fuente: United States Bureau of Reclamation.

Clase 4 ARABLE LIMITADA
Comprende las tierras que tienen excesivas deficiencias y utilidad restringida, pero que con estudios especiales de caracter economico y de ingeniería, se ha demostrado que son regables.

Clase 5 NO ARABLE

Incluye a aquellas tierras que requieren estudios adicionales, economicos y de ingenieria, para determinar su regabilidad y las tierras clasificadas como temporalmente no productivas en espera de la construcción de obras correctivas y de mejoramientos.

Clase 6 NO ARABLE

Incluye a aquellas tierras que no cumplen con los requisitos minimos para incluirlas en la siguiente categoria superior de tierra en un determinado estudio y pequeñas areas de tierras arables que se encuentran en extensiones grandes de tierra no regable.

A continuación se presentan los Símbolos que determinan las deficiencias que se encuentran dentro de las clases agrologicas determinadas bajo el sistema de clasificación de la USBR.

SÍMBOLO	DEFICIENCIA
s	Profundidad del suelo
p	Permeabilidad del suelo
x	Textura del suelo
t	Pendiente
d	Drenaje
a	Salas, alcalinidad
c	Acidez del suelo
e	Erosión
f	Nivel de fertilidad
m	Microrrelieve

Fuente: United States Bureau of Reclamation.

Factores y niveles de fertilidad de suelos.

Factor	Niveles		
	Deficiente	Adecuado	Alto
Posforo	< 7	7 - 12	12 - 20
Potasio	< 100	100 - 150	> 180
Calcio	< 4	4 - 8	> 12
Magnesio	< 1	1 - 2	> 3
CIC	< 15	15 - 25	> 25
% S.B.	70	80	90
% N.O.	< 2.5	2.5 - 3.5	5
Ca / Mg		4 : 1	
Mg / K		6 : 1	
(Ca+Mg) / K		25 : 1	
% Sodio	5		>15 *
pH	< 4.5	Extremadamente acido	
	4.5 - 5.0	Muy fuertemente acido	
	5.1 - 5.5	Fuertemente acido	
	5.6 - 6.0	Medianamente acido	
	6.1 - 6.5	Ligeramente acido	
	6.6 - 7.3	Neutro	
	7.4 - 7.8	Medianamente alcalino	
	7.9 - 8.4	Moderadamente alcalino	
	8.5 - 9.0	Fuertemente alcalino	
	9.1 o mas	Muy Fuertemente alcalino	

* Limites Problema

CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO:

NORMAS DE RIVERSIDE:

1. Conductividad:

- a) Agua de baja salinidad, C.E. varia de 100 a 250 micromhos/cm y se designa como C1: Puede usarse para regar la mayoría de los cultivos, en cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.
- b) Agua de salinidad media, C.E. de 250 a 750 micromhos/cm es designada como C2: Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales.
- c) Agua altamente salina, C.E. de 750 a 2250 micromhos/cm es designada como C3: No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por lo tanto seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a las sales.
- d) Agua muy altamente salina, La C.E. varia de 1150 a 5000 micromhos/cm, designada como C4: No es apropiada para riego bajo condiciones normales, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser muy permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a las sales.

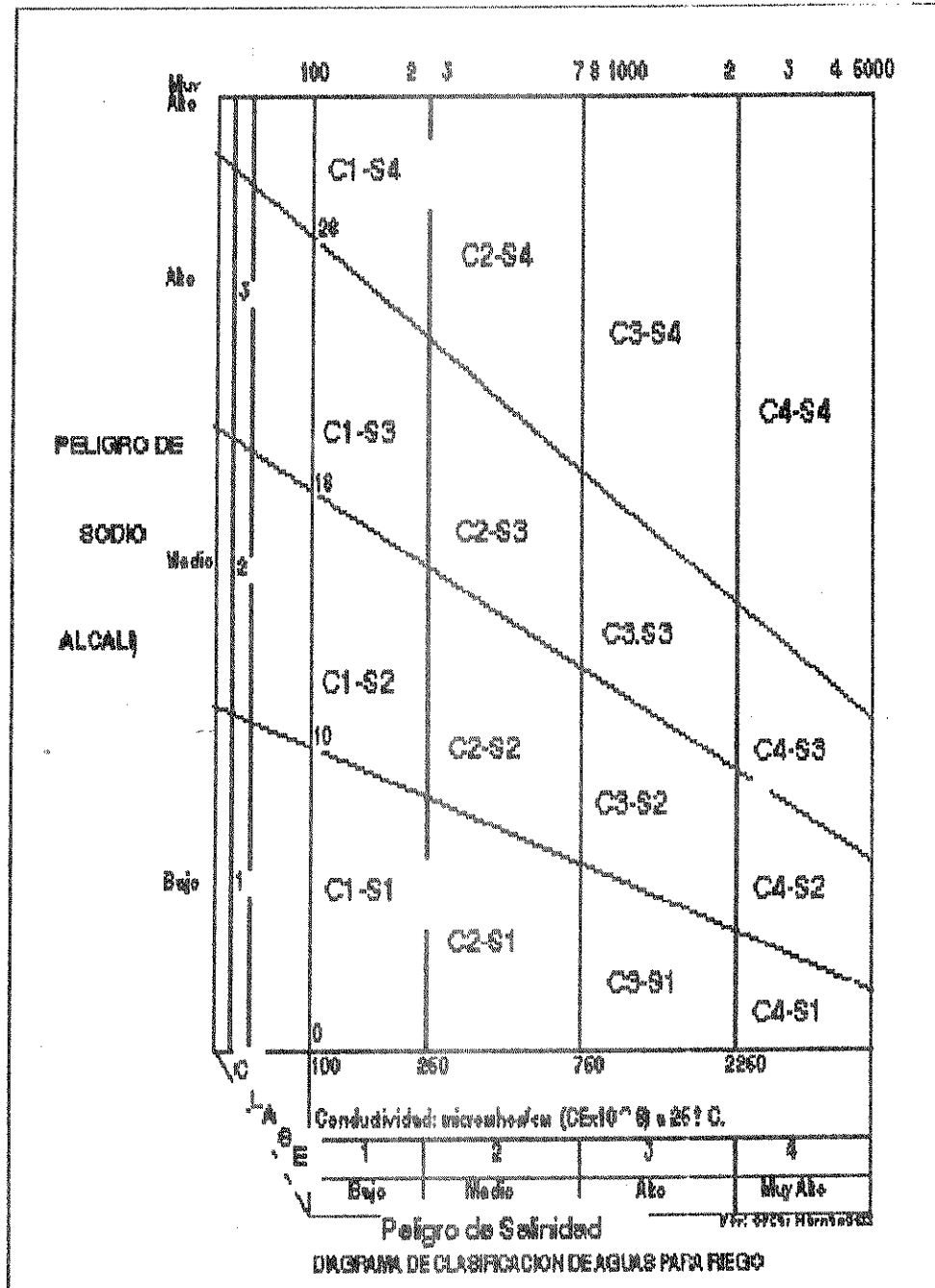
2) Sodio:

- a) Agua baja en sodio, RAS de 0 a 10 (S1): Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de ser alcanzados hasta niveles de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.
- b) Agua media en sodio, RAS de 10 a 18 (S2): En suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, a menos que el suelo contenga yeso. Estas aguas solo pueden usarse en suelos de textura gruesa y en suelos orgánicos de buena permeabilidad.
- c) Agua alta en sodio, RAS de 18 a 26 (S3): Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitarán prácticas especiales de manejo y buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Los suelos yesíferos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de sodio intercambiable cuando se riegan con este tipo de aguas. Puede requerirse el uso de mejoradores químicos para sustituir el sodio intercambiable; sin embargo, tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas de muy alta salinidad.
- d) Agua muy alta en sodio, RAS mayor de 26 (S4): Es inadecuada para riego, excepto cuando su salinidad es baja o media y cuando la disolución del calcio del suelo y la aplicación de yeso u otros mejoradores no hace antieconómico el uso de estas aguas. (11)

Cuadro de clasificación de aguas según la FAO

Problema	Magnitud del problema		
	No hay	Mediano - alto	severo
Salinidad CEw (mmhos/cm)	< 400 ppm < 0.75	400 - 1900 ppm 0.76 - 30	> 1900 ppm > 30
Permeabilidad CEw (mmhos/cm) RAS ajustado Mortmorillonita Illita-Vermiculita Caolinitas-exquioxidos	> 320 ppm > 0.5 < 6 < 8 < 16	320-128 ppm 0.6 - 0.2 6 - 9 8 - 16 16 - 24	> 128 ppm < 0.2 > 9 > 16 > 24
Toxicidad Sodio (RAS ajustado) Cloruros (meq/l) Boro (mg/l) = ppm	< 1900 ppm < 3 < 2560 ppm < 4 < 400 ppm < 0.75	1900 - 5769 3 - 9 2560 - 6900 4 - 10 400 - 1200 0.75 - 2.0	> 5760 > 9 > 6900 > 10 > 1200 > 2.0
Miscelaneos NO ₃ +NH ₄ (mg/l) = ppm HCO ₃ (meq/l) pH	< 5 < 1.5 Rango normal	5 - 30 1.5 - 0.5 6.5 - 8.3	> 30 > 0.5

Fuente: Analisis y Calidad de agua para riego (15)



El anterior diagrama se usa para clasificar las aguas para riego utilizando la C.E. y el RAS reportados por el laboratorio. La C.E. se busca horizontalmente (sobre el eje de las XX), y el RAS verticalmente (sobre el eje de las YY). El punto de intersección de ambos caerá en una determinada área que señalará la clasificación del agua en estudio, (C2-S1), (C3-S2), ETC.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

Ref. Sem. 059-95

LA TESIS TITULADA: DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS EDAFICAS E HIDRICAS DE LA COMUNIDAD AGRARIA NUEVA OLGA MARIA CUCHUAPAN, CHAMPERICO RETALHULEU, CON FINES DE RIEGO Y DRENAJE".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: OSCAR OSWALDO HERNANDEZ DIAZ

CARNET No.: 8813157

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Ing. Agr. Eddi Vanegas
Ing. Agr. Isaac Herrera

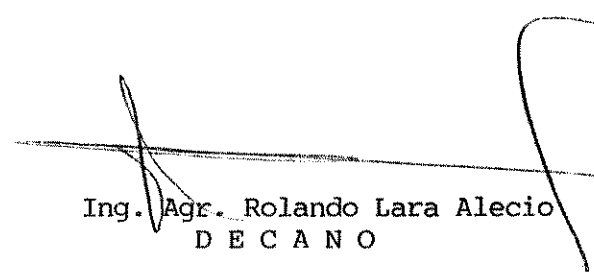
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Gustavo Méndez
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
D E C A N O



Control Académico
chivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770