

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

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CONCENTRACION
DE SALES EN EL SUELO Y AGUA SUBTERRANEA
EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TESIS
POR
EDI GERARDO BARRIENTOS VELIZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 1,997.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Br. Estuardo Enrique Lira Prera
VOCAL QUINTO	P.A. Edgar Danilo Juárez Quim
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta

Guatemala, noviembre de 1,997

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

**ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CONCENTRACION DE SALES
EN EL SUELO Y AGUA SUBTERRANEA EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente



EDY GERARDO BARRIENTOS VELIZ

DEDICATORIA

A:

MIS PADRES: Francisco Barrientos
Celsa Véliz de Barrientos

Por su ejemplo y sabios consejos. Sea esto una pequeña retribución a su lucha y abnegación.

MI ESPOSA: Mildred Montepeque de Barrientos

Con amor, por su apoyo y comprensión

MI HIJITA: Mildred Roxana. Por llenarme de alegría

MIS HERMANOS: Daniel, Marina, Héctor Manuel, Carlos Enrique, Rafael, Elsa Amabilia, Geovany, Santos Arnoldo, Mary y Marvin Francisco

Como una muestra de mi agradecimiento por su constante apoyo.

MIS SOBRINOS: Con mucho cariño

Mi familia en general

Mis amigos, con mucho aprecio.

AGRADECIMIENTOS

A:

ING. OSCAR GONZALEZ, Director ejecutivo de PNUD/GUA/93010 componente de riego y PLAMAR. Por el apoyo logístico y financiero para el presente trabajo.

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO -DIRYA-. Por el apoyo logístico y financiero.

UNIDAD COORDINADORA DE PROYECTOS Y CONVENIOS -UCPC/DIGESA. Por el apoyo logístico.

ING. AGR. HUGO TOBIAS. Por asesorar el presente.

ING. AGR. ANIBAL SAJBAJA. Por su colaboración y oportunas observaciones.

ING. AGR. MAXDELIO HERRERA. Quien sugirió la idea del presente trabajo.

AGENCIA DE DIGESA EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. Especialmente a los Ex- Representantes Agricolas -R.A-.

COMUNIDAD DE NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

DIOS.

INDICE GENERAL

RESUMEN (SUMMARY)	xi
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 MARCO CONCEPTUAL	5
3.1.1 ORIGEN Y OCURRENCIA DE SUELOS SALINOS Y SODICOS	5
3.1.2 CLASIFICACION DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS	6
A. SUELOS SALINOS	6
B. SUELOS SALINO-SODICOS	7
C. SUELOS SODICOS NO SALINOS	7
3.1.3 TIPOS DE SALES EN EL SUELO	8
3.1.4 EFECTO DE LA SALINIDAD Y SODICIDAD SOBRE CULTIVOS Y SUELOS	8
3.1.5 ESTUDIOS DE SUELOS SALINOS Y/O SODICOS EN GUATEMALA	11
3.1.6 CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO	12
A. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	13
B. RELACION DE ADSORCION DE SODIO (RAS)	13
C. CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO POR	
D. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE)	14
E. CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO POR SODIO	15
3.2 MARCO REFERENCIAL	17
3.2.1 UBICACION GEOGRAFICA	17
3.2.2 VIAS DE ACCESO	17
3.2.3 EXTENSION Y LIMITES	17

3.2.4	CARACTERISTICAS BIOFISICAS	19
A.	CARACTERISTICAS CLIMATICAS	19
B.	ZONA DE VIDA	22
C.	HIDROGEOLOGIA.	23
D.	FISIOGRAFIA	23
E.	GEOLOGIA.	23
F.	SUELOS.	24
G.	HIDROGRAFIA.	25
H.	CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA	25
3.2.5	CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DE LA POBLACION DEL AREA	26
A.	DEMOGRAFIA.	26
B.	TENENCIA Y CONCENTRACION DE LA TIERRA	26
C.	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	27
D.	SERVICIOS PUBLICOS	27
E.	RELIGION.	28
4.	OBJETIVOS	29
4.1	OBJETIVO GENERAL.	29
4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	29
5.	METODOLOGIA.	30
5.1	ETAPA INICIAL DE GABINETE	30
5.2	TRABAJO DE CAMPO	31
5.3	TRABAJO DE LABORATORIO	33
5.4	ETAPA FINAL DE GABINETE	36
6.	RESULTADOS Y DISCUSION	37
6.1	ESTRATO DE LA ZONA DE VIDA BOSQUE SECO SUBTROPICAL, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.	37
6.1.1	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.	37
A.	CARACTERISTICAS TEXTURALES	37
B.	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	38

C. PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI)	39
D. CATIONES	39
6.1.2 CARACTERISTICAS DEL AGUA	39
A. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	39
B. RELACION DE ADSORCION DE SODIO Y CONCENTRACION DE SODIO	41
6.2 ESTRATO DE LA ZONA DE VIDA BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL CALIDO, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA	42
6.2.1 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS	42
A. CARACTERISTICAS TEXTURALES	42
B. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	43
C. PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE	44
D. CATIONES	45
6.2.2 CARACTERISTICAS DEL AGUA	47
A. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	47
B. RELACION DE ADSORCION DE SODIO Y CONCENTRACION DE SÓDIO	48
C. CATIONES	50
6.3 MAPA PRELIMINAR	66
7. CONCLUSIONES	67
7.1 SUELOS	67
7.2 AGUA DE LOS POZOS	68
8. RECOMENDACIONES	69
9. BIBLIOGRAFIA	70
10. APENDICES	73

INDICE DE CUADROS

1.	Efecto de la salinidad del suelo sobre los cultivos	9
2.	Tolerancia de varios cultivos al sodio intercambiable	10
3.	Balance hídrico de la estación meteorológica Champerico Retalhuleu	20
4.	Balance hídrico de la estación meteorológica Nueva Concepción, Escuintla	20
5.	Estratificación y ubicación de puntos de muestreo En Nueva Concepción, Escuintla	32
6.	Análisis de laboratorio efectuados en las muestras de Suelo y agua, en Nueva Concepción, Escuintla	34
7.	Características y clasificación por salinidad de los suelos encontrados en la zona de vida del Bosque Seco Subtropical, en Nueva Concepción, Escuintla	40
8.	Características y clasificación por salinidad de los suelos encontrados en la zona de vida del Bosque Húmedo Subtropical cálido, en Nueva Concepción, Escuintla	53
9.	Características y clasificación por salinidad de los suelos en el estrato ponderado 20-50 centímetros, en Nueva Concepción, Escuintla	56
10.	Características y clasificación para riego del agua de los pozos someros, en Nueva Concepción, Escuintla	57
11.	Resumen de las principales características físicas de los suelos, en Nueva Concepción, Escuintla	58
12.	Análisis físicos y químicos del pedón 3, en Nueva Concepción, Escuintla	60
13.	Análisis físicos y químicos del pedón 5, en Nueva Concepción, Escuintla	62
14.	Análisis físicos y químicos del pedón 9, en Nueva Concepción, Escuintla	63
15.	Análisis físicos y químicos del pedón 20, en Nueva Concepción, Escuintla	65

INDICE DE FIGURAS

1.	Ubicación del área de estudio a nivel nacional y regional	18
2.	Climograma para la zona de vida del Bosque Seco Subtropical, en Nueva Concepción, Escuintla	21
3.	Climograma para la zona de vida del Bosque Húmedo Subtropical cálido, en Nueva Concepción, Escuintla	21
4.	Estratificación y ubicación de puntos de muestreo en Nueva Concepción, Escuintla. 1,995	35
5.	Conductividad eléctrica, gradiente altitudinal, en Nueva Cocnepción, Escuintla.	38
6.	Relación de adsorción de sodio de los pozos someros en función de la elevación, en Nueva Concepción, Escuintla.	41
7.	Sodio en el agua de los pozos someros y en el suelo en función de la elevación, en Nueva Concepción, Escuintla	42
8.	Catiónes en el suelo, gradiente altitudinal centro, profundidad 20-50 centímetros, en Nueva Concepción, Escuintla	46
9.	Catiónes en el suelo, gradiente altitudinal río Madre Vieja, profundidad 20-50 centímetros, en Nueva Concepción, Escuintla	47
10.	Porcentaje de sodio soluble en función de la elevación, en Nueva Concepción, Escuintla	49
11.	Porcentaje de sodio en el agua de los pozos someros y en el suelo gradiente en distancia del río Madre Vieja, en Nueva Concepción, Escuintla	49
12.	Catiónes en el agua de los pozos someros, gradiente altitudinal centro, en Nueva Concepción, Escuintla	51
13.	Catiónes en el agua de los pozos someros, gradiente altitudinal río Madre Vieja, en Nueva Concepción, Escuintla	51
14.	Mapa preliminar de problemas de sales y sodio en Nueva Concepción, Escuintla	52

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CONCENTRACION DE SALES EN EL SUELO Y AGUA
SUBTERRANEA EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

PRELIMINARY SALINITY STUDY IN THE SOIL AND GROUNDWATER
IN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

RESUMEN

Como consecuencia de limitantes en cuanto a la disponibilidad de agua superficial para el desarrollo de la agricultura bajo riego, durante los últimos años ha tomado relevancia en la costa Sur del país el aprovechamiento del agua subsuperficial y subterránea por la utilización de pozos someros o artesanos para riego agrícola.

La técnica de la suplementación de agua por medio del riego en el país, representa una nueva alternativa que, donde es factible aplicarla, produce un gran impacto en la economía familiar, regional y del país en general.

En el presente estudio se hace una evaluación de la salinidad del suelo y agua de los pozos someros (agua subterránea) en el municipio de Nueva Concepción, Escuintla; analizando el área con mayor déficit de precipitación y más cercana al mar, considerada como la más susceptible a la contaminación y/o acumulación natural de sales y/o sodio.

La información que se presenta es el resultado del análisis e interpretación de las características de campo, determinadas durante el primer semestre de 1,995 y del estudio en laboratorio de 23 puntos de muestreo, que incluyó análisis físicos y químicos de los horizontes genéticos como del agua de los pozos someros.

De los resultados y análisis realizados se determinó que en algunas áreas, los suelos tienen problemas de sodio, provocado por intrusión de agua de mar y que por lo tanto la alternativa de riego agrícola tradicional (inundación) no es conveniente, debido a que esto acelera el proceso de intrusión marina.

Se recomienda, que si se hace uso del agua de los pozos, además, se considere la implementación de drenaje y la modernización de la agricultura a través del riego localizado de alta frecuencia (goteo y/o microaspersión), lo que permitiría la introducción de nuevos y más rentables cultivos.

1. INTRODUCCION

En Guatemala los estudios sobre suelos salinos y/o sódicos son muy escasos, no obstante Aragón Castillo (1,993) y Allara Morales (1,990), en sus trabajos de investigación han confirmado que las zonas con déficit de precipitación son las más susceptibles a la contaminación y/o acumulación natural de sales de calcio, magnesio y/o sodio.

Como consecuencia de las deficiencias de humedad en los suelos durante la época seca, se hace necesario la implementación de la irrigación en la producción agrícola, lo cual, al no tomarse las medidas de precaución necesarias, puede traer consigo la elevación del nivel freático y problemas de contaminación de sales y sodio. Por esta razón se deben implementar programas de manejo de suelos con la finalidad de asegurar el manejo sostenido del recurso y garantizar la producción continua de alimentos.

En este municipio se gestiona un Proyecto Piloto de aprovechamiento de agua subterránea por medio de pozos someros, el cual está siendo impulsado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, encontrándose en la última fase de gestión.

Al momento de ejecutar el proyecto, se estará aprovechando el acuífero de una manera intensiva, planteándose la necesidad de estudiar el área propuesta debido a que posee las condiciones más favorables para acumular sales y/o sodio.

Con el estudio preliminar de la concentración de sales en el suelo y agua subterránea se pretende contribuir profundizando en las características de los suelos para que posteriormente se puedan implementar medidas preventivas y/o correctivas en las áreas problemáticas en cuanto a la contaminación de sales en el suelo y agua subterránea.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA.

Los problemas de salinidad y/o sodicidad se presentan asociados con procesos bien definidos como son geomorfología y condiciones hidrogeológicas; un nivel fríático superficial con baja precipitación, posibilita el ascenso capilar del agua como producto de la evapotranspiración. Si en el agua subterránea se encuentran abundantes sales disueltas, éstas se transportarán en dilución con el agua por capilaridad y se depositarán en la superficie del suelo, al evaporarse el agua.

El área de Nueva Concepción se encuentra en la parte final de la llanura costera del pacífico y próxima al mar. Desde el punto de vista geohidrológico, posee nivel fríático superficial, con poca precipitación, lo cual posibilita el ascenso capilar del agua en la cual van disueltas las sales.

La precipitación no es muy alta, pues fluctúa entre 800-1500 mm/año), para garantizar el lavado de sales en el suelo; el balance del agua subterránea no está regulado por el escurrimiento sino por la evaporación y transpiración de las plantas.

En el área de trabajo existe, en gestión, el Proyecto Piloto de aprovechamiento del agua subterránea por medio de pozos someros¹, lo cual está impulsando el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

¹POZO SOMERO: Pozo artesanal de poca profundidad (6-8 Mts.)

Al momento de ejecutar el proyecto, se estará aprovechando el acuífero de una manera intensiva, lo cual podría ser peligroso en el sentido de causar salinización y/o sodificación del suelo si se utilizan aguas de mala calidad para riego de tierras agrícolas. Lo anterior traería como consecuencia problemas para el desarrollo y producción de cultivos, convirtiendo dichos suelos en áreas marginales para la producción agrícola.

3. MARCO TEORICO.

3.1. MARCO CONCEPTUAL.

3.1.1. ORIGEN Y OCURRENCIA DE SUELOS SALINOS Y SODICOS.

Todos los suelos, incluyendo los de zonas húmedas, contienen algunas sales solubles. Los suelos salinos presentan contenidos altos de diferentes tipos de sales y/o un alto porcentaje de sodio intercambiable. Los suelos fuertemente salinizados pueden mostrar eflorescencias o costras salinas formadas por sales como yeso (CaSO_4), sal común (NaCl), carbonato sódico (Na_2CO_3), o sales más complejas.(7)

Algunos suelos salinos lo son porque el material original lo era. Otros se salinizaron por inundaciones con agua de mar, por sales pulverizadas transportadas por el viento, por el riego con agua que contenía sales o que estaba contaminada con aguas residuales industriales salinas. Sin embargo la mayoría de los suelos salinos se desarrollaron por el resultado de un ascenso capilar de agua superior a la cantidad que atraviesa el perfil en sentido descendente. (7)

Un transporte capilar considerable es de esperar solamente cuando la capa friática permanece alta durante períodos prolongados de tiempo. Esta situación se presenta a menudo en áreas regadas que no disponen de un sistema de drenaje adecuado.(7)

También se producen niveles friáticos en regiones en que la capa de agua superficial está alimentada por fuentes naturales.(24)

3.1.2. CLASIFICACION DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS.

El sistema de clasificación de suelos del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (7), utiliza un criterio de clasificación basado en dos características: La salinidad del suelo (es decir la cantidad o concentración en el suelo de sales solubles presentes en la solución, expresadas como conductividad eléctrica (CE)) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), es necesario determinar la cantidad de sodio intercambiable (SI) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC).

La nueva unidad empleada para expresar la conductividad eléctrica es el Siemens(S)² a una temperatura de referencia de 25°C.(24)

Basada en los valores de conductividad eléctrica y porcentaje de sodio intercambiable, la clasificación contempla tres tipos de suelos:(7)

A: SUELOS SALINOS:

- CE mayor que 4 dS a 25°C
- PSI menor que 15
- pH generalmente menor que 8.5

² 1 Siemens = 1 mhos; 1 dS/m = 1 mmhos/cm; 1 μ S/m = 1 μ mhos/cm.

B: SUELOS SALINO-SODICOS:

- CE mayor que 4 dS a 25°C
- PSI mayor que 15
- pH raramente más alto que 8.5

C: SUELOS SODICOS NO SALINOS:

- CE menor que 4 dS a 25°C
- PSI mayor que 15
- pH comprendido, generalmente, entre 8.5 y 10; sin embargo, el pH de suelos sin cal puede descender hasta 6,

DONDE: C.E = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN dS/m.
 PSI = PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE.
 pH = POTENCIAL DE ION HIDROGENO (GRADO DE ACIDEZ O ALCALINIDAD DE UNA SUSTANCIA)

Alcali blanco o Solonchak, corresponde a suelos que contienen un exceso de sales solubles, generalmente acumuladas en la superficie del suelo en forma visible. Alcali negro o Solonetz, son los suelos que contienen un exceso de sodio intercambiable en ausencia de cantidades considerables de sales solubles.(1)



3.1.3. TIPOS DE SALES EN EL SUELO.

Existen diferentes tipos de suelos salinos, según sea el contenido de sales, el tipo de sales, la estructura y la posibilidad de recuperación de los mismos. Los aniones dominantes son los cloruros, sulfatos y carbonatos; algunas veces también los nitratos. Las sales más comúnmente encontradas son las de sodio, calcio y de magnesio. Algunas veces se presentan en mezclas de diferentes sales y también minerales más complejos. (7)

3.1.4. EFECTO DE LA SALINIDAD Y SODICIDAD SOBRE CULTIVOS Y SUELOS.

El efecto sobre los cultivos se produce por medio de iones tóxicos específicos (Cuadros 1 y 2); este efecto regularmente es menos significativo que el producido por el incremento en la presión osmótica de la solución del suelo, lo que produce una reducción de la capacidad de las plantas para absorber agua del suelo. (24)

La estructura desfavorable de los suelos salinos también puede producir un efecto adverso indirecto. Los cationes bivalentes y trivalentes (calcio, magnesio y aluminio) son más fuertemente atraídos por las partículas de arcilla que los monovalentes (sodio y potasio) y por ello permite que estas partículas se condensen en agregados de mayor tamaño. (24)

Una baja concentración salina, junto con un predominio del sodio en el complejo de cambio, produce una deteriorización de la estructura de aquellos suelos que contienen cantidades significantes de arcilla.

Una alta concentración salina en la solución del suelo comprime la capa de cationes adsorbidos dando lugares a buenas propiedades físicas del suelo.(7)

Un alto nivel de sodio intercambiable, combinado con una baja salinidad produce un rompimiento de la estructura del suelo como consecuencia de un impacto mecánico sobre el suelo por efecto de la lluvia o irrigación; esto conlleva a que la superficie del suelo se afloje y enfangue. La germinación y crecimiento del cultivo puede ser afectada cuando se produce un mayor secado y se forma una costra dura. El estrato compacto superficial se puede producir debido a practicas culturales como la aradura, causando peores propiedades de transmisión de agua. (24)

Otros efectos del sodio se producen por una disturbación en el equilibrio de los nutrientes y toxicidad por exceso para las plantas.(24)

Cuadro 1. EFECTOS DE LA SALINIDAD DEL SUELO SOBRE LOS CULTIVOS.

Efectos despreciables de la salinidad.	Los rendimientos de cultivos muy sensibles pueden ser restringidos,	Rendimientos de muchos cultivos son restringidos.	Solo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente,	Poquísimos cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente.
0	2	4	8	16

Escala de conductividad (CE en dS. a 25°C.)

FUENTE: Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salino Sódicos. (7)

Cuadro 2. TOLERANCIA DE VARIOS CULTIVOS AL SODIO INTERCAMBIABLE.

TOLERANCIA AL PSI ³ Y RANGO AL CUAL ES AFECTADO	CULTIVOS	RESPUESTA DE CRECIMIENTO BAJO CONDICIONES DE CAMPO.
Extremadamente sensitivo (PSI=2-10)	Frutales desíduos, nueces, cítricos, aguacates.	Síntomas de toxicidad al sodio aún a bajos niveles de PSI.
Sensitivo (PSI=10-20)	Frijol.	Crecimiento retardado a bajo PSI, aún si las condiciones físicas del suelo pudieran ser buenas.
Moderadamente tolerante (PSI=20-40)	Trébol, avena, arroz.	Crecimiento retardado debido a factores nutricionales y condiciones adversas del suelo.
Tolerante (PSI=40-60)	Trigo, algodón, alfalfa, cebada, tomate, remolacha.	Crecimiento retardado usualmente debido a adversas condiciones físicas del suelo.
Extremadamente tolerante (PSI=Mayor de 60)	Pastos altos.	Crece.

Fuente: Tolerance of crops to exchangeable sodium. (8)

³PSI: Porcentaje de sodio intercambiable.

3.1.5. ESTUDIOS DE SUELOS SALINOS Y/O SODICOS EN GUATEMALA.

En 1,983, Aragón Castillo (2), realizó un análisis preliminar de los suelos salino-sódicos en Guatemala, en el cual revisó los resultados de análisis químicos en muestras de suelo y agua de toda la republica efectuados en el quinquenio 1,979-1,983, por distintas instituciones del sector público agrícola; en dicho estudio, concluye que los suelos salino-sódicos del país tienen una relación directa con el clima y con las condiciones específicas que se presentan localmente.

En el mismo trabajo, realizó un análisis de enmiendas de suelos salino-sódicos a nivel de laboratorio, evaluando como enmienda el ácido sulfúrico, sulfáto de amonio y sulfáto de calcio en tres diferentes concentraciones, concluyendo que la enmienda más efectiva puede ser una mezcla de sulfáto de amonio y ácido sulfúrico.(2)

En 1,990, Allara Morales (1), efectuó el estudio preliminar de los suelos salino-sódicos de la unidad de riego La Fragua, Zacapa, mediante el análisis de campo y de laboratorio de 15 sitios ubicados en las áreas con mayor probabilidad de presentar altos niveles de sales y sodio.

El estudio indica que se encontraron indicios de salinización en el 11% del área, pero concluye que dichos suelos pueden considerarse como no salinos, no sodicos, debido a que no se encontraron valores altos de conductividad electrica y porcentaje de sodio intercambiable.(1)

En 1,990, Noriega Avila (20), realizó una evaluación de enmiendas de suelos en proceso de sodificación en el valle de La Fragua, Zacapa, utilizando como tratamiento el sulfato de calcio y el azufre elemental en tres tratamientos (3.5, 7.0 y 10.5 meq/100 gr. de suelo y el Sorghum vulgare L. Como cultivo indicador de la distribución del problema y determinar la influencia de las enmiendas sobre las manifestaciones de desarrollo y rendimiento del cultivo.

Al evaluar los resultados a partir del mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo y la respuesta del cultivo indicador, concluyó que el sulfato de calcio es el de mejor respuesta aplicado al voleo y en dosis de 7.0 meq/100 gr.de suelo, completando con laminas de lavado para facilitar la evacuación de sales desplazadas fuera del área afectada.(20)

3.1.6. CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO.

"La calidad del agua para riego está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que contenga".(7)

Las características más importantes que determinan la calidad del agua son:(7)

- (1) La concentración total de sales solubles;
- (2) La concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes;
- (3) La concentración de boro u otros elementos que puedan ser tóxicos; y

- (4) la concentración de bicarbonatos con relación a la concentración de calcio más magnesio, bajo ciertas condiciones.(7)

A. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.

Se ha reportado que la conductividad eléctrica del extracto de saturación de un suelo, en ausencia de acumulación de sales provenientes del agua subterránea, es generalmente de 2 a 10 veces mayor que la correspondiente al agua con que se ha regado. Este aumento en la concentración de sales se da como producto de la extracción continua de la humedad por las raíces y la evaporación.(7)

Aun cuando el drenaje sea satisfactorio se pueden desarrollar condiciones de salinidad cuando se utilizan aguas entre moderada y altamente salinas.(7)

B. RELACION DE ADSORCION DE SODIO (RAS).

Los constituyentes inorgánicos solubles de las aguas de riego reaccionan con los suelos en forma iónica. Los principales cationes son calcio, magnesio y sodio, con pequeñas cantidades de potasio. Los aniones principales son carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros y, en menor cantidad, nitratos y fluoruros.(7)

El peligro de sodificación por el uso del agua de riego, está determinado por la concentración absoluta y relativa de los cationes.(7)

La relación de adsorción de sodio (RAS) en una solución del suelo, se relaciona con la adsorción de sodio, pudiendo utilizarse como índice del peligro de sodificación que tiene dicha agua. Esta relación se expresa así: (7)

$$RAS = Na^+ / \sqrt{(Ca^{++} + Mg^{++}) / 2}$$

C. CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO POR CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE).

- a AGUA DE BAJA SALINIDAD (C1): (CE menor de 250 μ S) "Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado, pero este se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad."(7)
- b AGUA DE SALINIDAD MEDIA (C2): (CE entre 250 y 750 μ S.) "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."(7)
- c AGUA ALTAMENTE SALINA (C3): (CE entre 750 y 2250 μ S) "No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aun con drenaje adecuado se pueden necesitar practicas especiales de control de la salinidad, debiendo, por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales."(7)

d AGUA MUY ALTAMENTE SALINA (C4): (CE mayor de 2250 μ S) "No es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser 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 sales."(7)

D. CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO POR SODIO.

La clasificación de aguas para riego con respecto a la relación de adsorción de sodio (RAS), se basa en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo, aunque las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daño como consecuencia de la acumulación del elemento en sus tejidos cuando los valores del sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física del suelo.(7)

En el apéndice 3 se presenta el diagrama para la clasificación de las aguas para riego, las líneas se presentan con pendiente negativa para tomar en cuenta la dependencia del peligro de sodio, de la concentración total.

Así para un mismo valor de relación de adsorción de sodio (RAS), puede haber varios valores de clasificación por sodio, dependiendo de la conductividad eléctrica.

- a AGUA BAJA EN SODIO (S1): "Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio." (7)
- b AGUA MEDIA EN SODIO (S2): "En suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, a menos que el suelo contenga yeso. Estas aguas solo pueden usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad." (7)
- c AGUA ALTA EN SODIO (S3): "Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitan prácticas especiales de manejo, 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." (7)
- d AGUA MUY ALTA EN SODIO (S4): "Es inadecuada para riego, excepto cuando su salinidad es baja o media y cuando la disolución del calcio del suelo y/o la aplicación de yeso u otros mejoradores no hace antieconómico el empleo de esta clase de aguas." (7)

3.2. MARCO REFERENCIAL.

3.2.1 UBICACION GEOGRAFICA

El área de estudio se encuentra al sur del municipio de Nueva Concepción del departamento de Escuintla (figura 1), entre las coordenadas 14°00'00" y 14°10'00" Latitud Norte y entre 91°15'00" y 91°25'52" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich,

3.2.2 VIAS DE ACCESO

A la cabecera del municipio se puede llegar a partir de la ciudad Capital por 113 kilómetros de carretera asfaltada hasta la población de Cocales, y desde allí por 34 kilómetros de igual carretera hasta el centro del municipio.

3.2.3 EXTENSION Y LIMITES

De acuerdo al Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA) (18), la extensión del municipio cuenta con 1415 parcelas, cada una de 28 manzanas, para un total de 399.09 Km².

Por otro lado dentro del municipio se encuentran las fincas Cuntán, San Lorenzo, La Animadora y la Florida,

Al Norte, colinda el parcelamiento con las anteriores fincas, al Sur con el Océano Pacífico.

Al Este se encuentra localizado el río Coyolate y al Oeste se encuentra el Municipio de Tiquisate del Departamento de Escuintla.

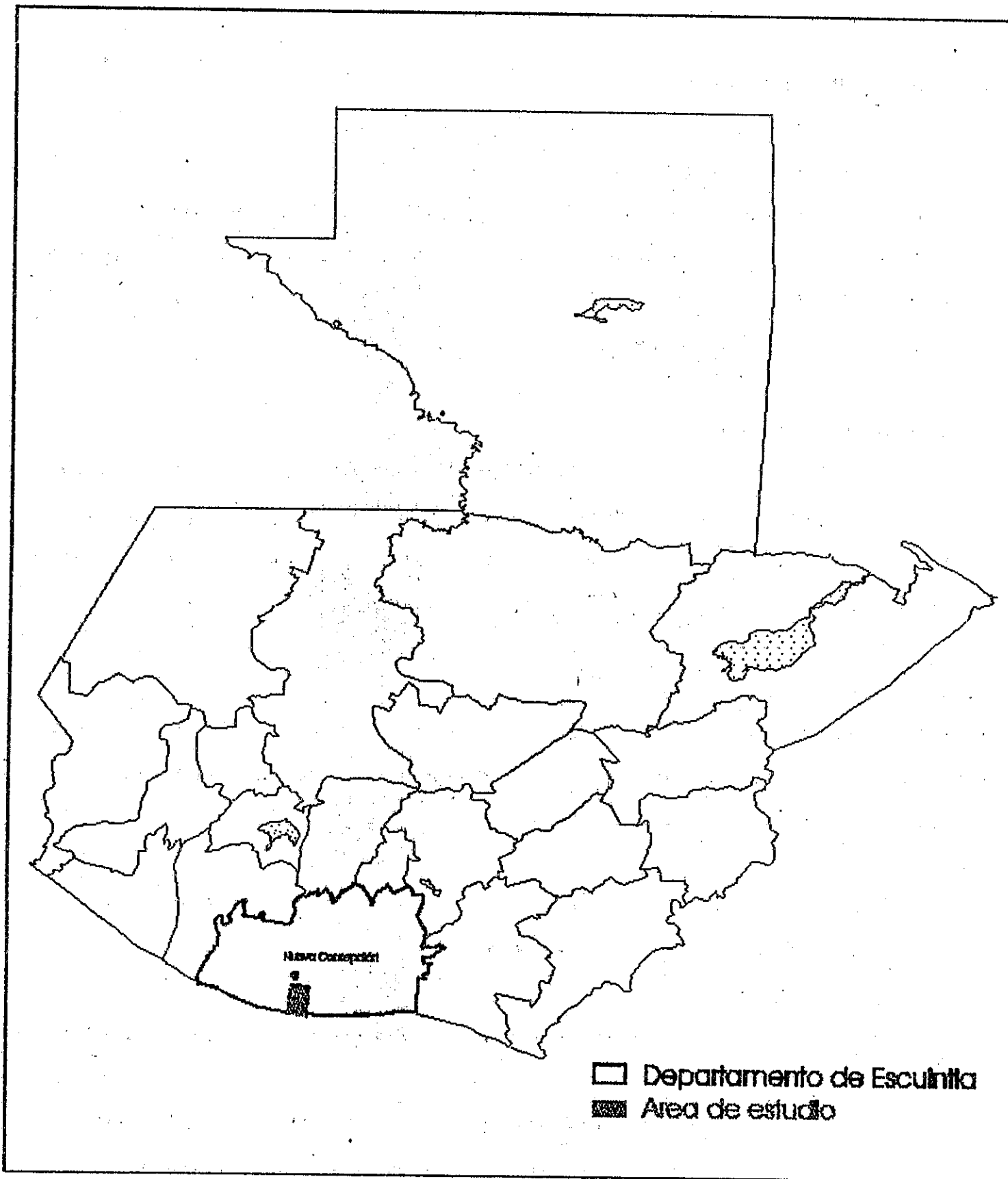


Figura 1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL.

3.2.4. CARACTERISTICAS BIOFISICAS.

A. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

De acuerdo al Mapa de clasificación climático de Thorntwite(21), el área de estudio se encuentra en un clima cálido, sin estación fría bien definida, húmedo, con invierno seco.

El ambiente es variable por influencia de los vientos fuertes que corren de Sur a Noreste, con una velocidad entre 15-25 kilómetros/hora.

La estación meteorológica CHAMPERICO, ubicada en Retalhuleu, en el puerto del mismo nombre a 5 msnm, la cual se encuentra en la zona de vida del bosque seco subtropical y la estación NUEVA CONCEPCION, ubicada a pocos kilómetros del área de estudio a 50 msnm (Bosque húmedo subtropical cálido), reportan los siguientes datos de precipitación y evapotranspiración:(Cuadros 3 y 4 y figuras 2 y 3)

Cuadro 3. BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION METEOROLOGICA CHAMPERICO, RETALHULEU.

PÓE\ MES	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOT
T°C	28	27	27	27	27	27	26	26	25	26	28	29	
PP	82	156	108	103	163	177	23	3	5	1	4	16	841
EVAP	154	152	163	167	150	156	143	149	155	166	180	175	1910
DEFI CIT	-72	4	-55	-64	13	21	-120	-146	-150	-165	-176	-159	-1069

FUENTE: Caracterización hidroclimática de Guatemala con fines de riego. Plan Maestro de Riego y Drenaje. (9)

Cuadro 4. BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION METEOROLOGICA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

PÓE\ MES	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOT
T°C	29	28	28	27	27	28	28	27	27	28	28	29	
PP	180	342	233	249	332	182	53	0	0	0	6	12	1589
EVAP	242	235	255	259	233	245	216	223	226	247	265	260	2905
DEFI CIT	-62	107	-22	-10	99	-63	-163	-223	-226	-247	-259	-248	-1316

FUENTE: Caracterización hidroclimática de Guatemala con fines de riego. Plan Maestro de Riego y Drenaje. (9)

T°C=Temperatura; PP=Precipitación; EVAP=Evapotranspiración.

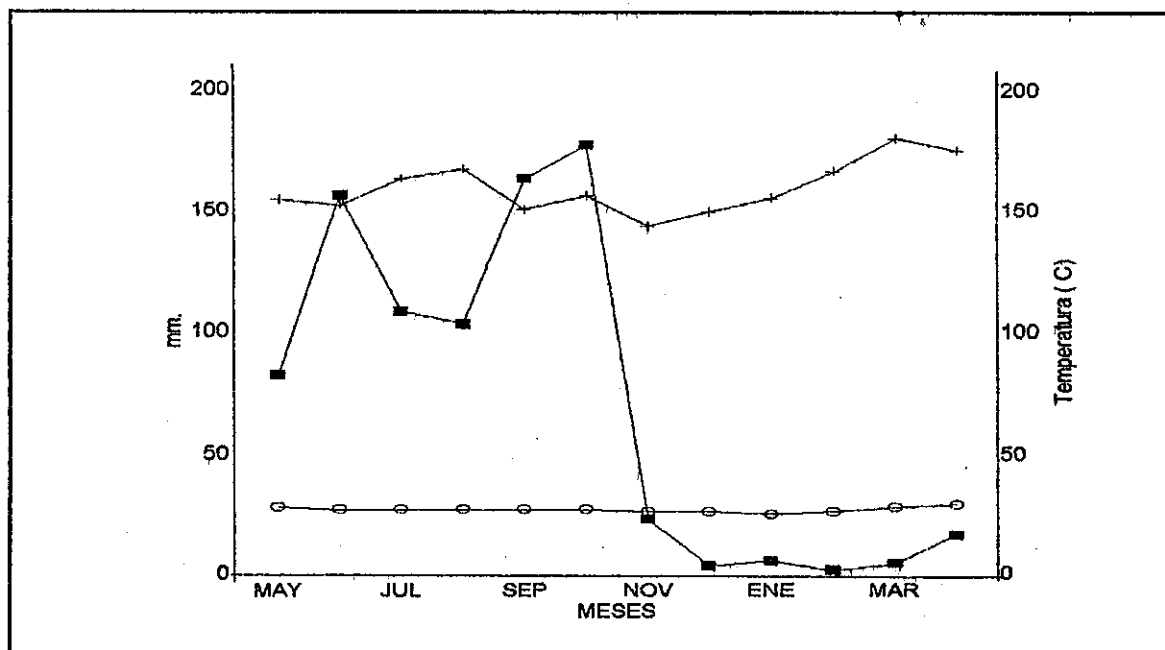


Figura 2. CLIMOGRAMA PARA LA ZONA DE VIDA DEL BOSQUE SECO SUBTROPICAL, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

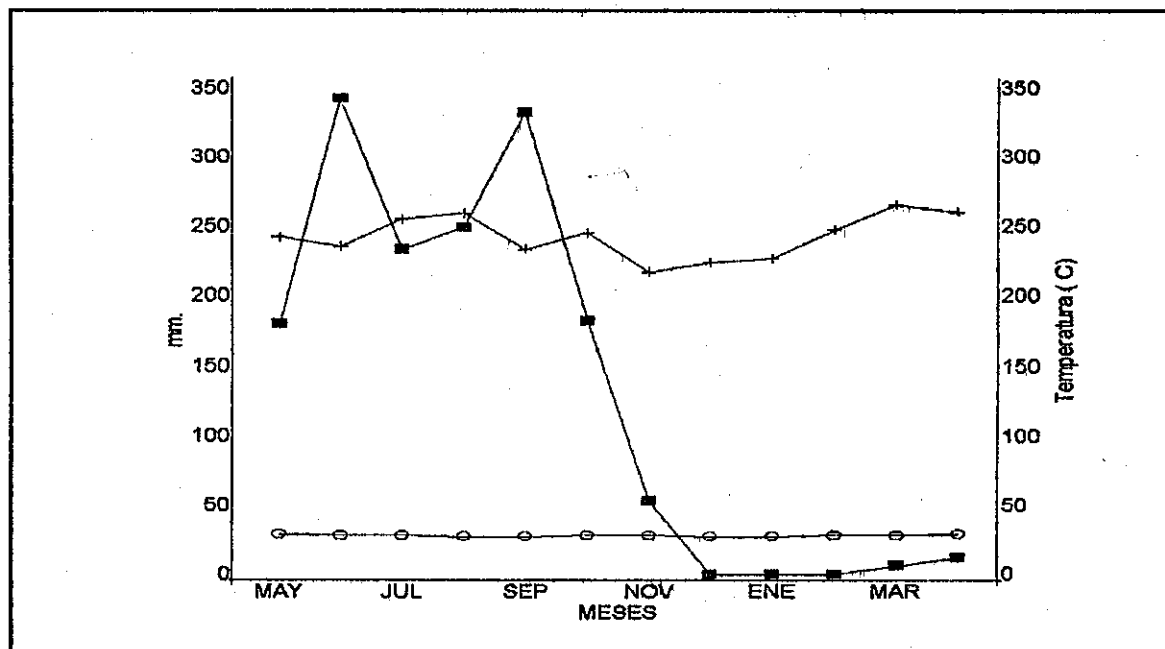


Figura 3. CLIMOGRAMA PARA LA ZONA DE VIDA DEL BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL CALIDO, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

B. ZONA DE VIDA

De acuerdo al Mapa de Zonas de Vida a nivel de reconocimiento (17), en el área de estudio se encuentran dos zonas de vida:

a. BOSQUE SECO SUBTROPICAL [bs - S]:

Es una pequeña franja de 3 kilómetros a todo lo largo del litoral del Océano Pacífico. En esta Zona de Vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante los meses que no llueve y parcialmente nublados durante la época de enero-abril. La época de lluvias se desarrolla de junio a octubre, en que llegan a ser las precipitaciones más importantes. La precipitación varía de 500 mm. hasta 855 mm. Como promedio total anual.

La biotemperatura media anual oscila entre 19 y 24°C.

La relación de evapotranspiración potencial es de 1.5 .(6)

b. BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL CALIDO [bh - S (c)]:

Es una franja de aproximadamente 20 kilómetros de ancho a lo largo de la costa, después de la anterior zona de vida. Esta es la zona de vida de mayor influencia en el parcelamiento. En esta zona de vida el patrón de lluvias va de 1,200 hasta 2,000 mm. Como promedio total anual.

La biotemperatura es de 27°C. Y la relación de evapotranspiración potencial es de 0.95. (6).

C. HIDROGEOLOGIA.

De acuerdo al Plan Maestro de Riego y Drenaje (13), el área de estudio corresponde a la unidad Hidrogeológica No. 1: Aluviones cuaternarios (Qa), constituido por materiales aluviales de variado diámetro, tales como gravas, arenas y arcillas, el cual constituye un acuífero con porosidad primaria de muy buena productividad. Transmisibilidad variable de 100 a 2,500 M²/ día.(13).

D. FISIOGRAFIA.

Corresponde a la región fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico. (16); el relieve es casi plano en la totalidad del área.

E. GEOLOGIA.

Cengicaña (3), indica que los materiales en el área de estudio son, en su mayoría, de origen piroclástico, producto de explosiones volcánicas muy heterogéneos en su composición y forma; predominan las cenizas volcánicas y las arenas. El mapa geológico reporta aluviones cuaternarios (Qa).

Otro material que presenta importancia desde el punto de vista pedogenético son las pómez que, por su baja densidad son fácilmente transportados y depositados.

F. SUELOS.

Los suelos son desarrollados a partir de materiales aluviales volcánicos, cuyas terrazas se han formado como producto de deposición de materiales transportados por los ríos Madre Vieja y Coyolate.

El estudio realizado por Cengicaña (3), reporta para el área de estudio los siguientes suelos de acuerdo a la clasificación taxonómica: Typic ustipsamments, Fluventic hapludolls, Typic ustipsamments, Salorthidic haplustolls y Typic hapludolls.

De acuerdo a Simmons Ch; Tárano J.M y Pinto J.H. (22), los suelos del área corresponden a dos series: Tiquisate y Bucul.

a. SERIE TIQUISATE (Ts):

De origen aluvial, profundos, bien drenados, café claro, textura franco-arenosa y franco-arcillosa, con un espesor en el horizonte A de 40-50 centímetros, predominan las clases agrológicas I y II. Los suelos franco-arenosos se encuentran ubicados en la parte Norte del parcelamiento, con una extensión aproximada del 40%, y en el Sur se encuentran los suelos de textura arenosa (60%).(23).

b. SERIE BUCUL (Bu):

Son profundos, mal drenados, desarrollados en depósitos marinos o aluviales bajo una cubierta forestal, el suelo superficial a una profundidad de 40 centímetros es franco-arcilloso suave, de gris muy oscuro a gris oscuro. En algunos lugares el suelo superficial es arcilla y en otros es franco. Están asociados con los suelos bien drenados y arenosos Tiquisate.(23).

G. HIDROGRAFIA.

El área de estudio se encuentra ubicada entre las cuencas de los ríos Madre Vieja y Coyolate (figura 4). Internamente es drenado por riachuelos y corrientes efímeras.

H. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA.

De acuerdo a la carta agrológica de reconocimiento de uso potencial de la tierra en el área de estudio se encuentran las clases agrológicas desde la I hasta la VI, aunque el estudio realizado por DIRENARE en 1,967 (10), reporta solo las clases de capacidad de uso de la tierra I, II y III.

3.2.5. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DE LA POBLACION DEL AREA.

A. DEMOGRAFIA.

El Instituto Nacional de Estadística -INE- citado por Chávez Castañeda (4), indica que en 1,995, la población total del municipio fué de 52,756 habitantes. De estos un elevado porcentaje se encuentra en el área rural, cuya principal actividad productiva es la agricultura y ganadería.

B. TENENCIA Y CONCENTRACION DE LA TIERRA.

En el área de estudio se encuentran dos tipos de tenencia de la tierra: En propiedad privada y en arrendamiento. La extensión mayoritaria se encuentra en propiedad privada, debido a que fué adjudicada en parcelas de 28 manzanas, siendo explotadas directamente por sus propietarios. La tenencia en arrendamiento es otro tipo que consiste en extensiones tomadas en alquiler por otro productor que las demanda, pagando por su uso al propietario.(4)

Tambien existe en menor extensión las micro-parcelas, ubicadas en la periferia del parcelamiento, en áreas de reserva forestal, cuyas parcelas tienen una extensión promedio de 5 manzanas.(4)

C. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

En el área de estudio, la principal actividad productiva es la agropecuaria, dividiendo la parcela en áreas para pasto y para cultivos agrícolas entre los cuales destacan: maíz, papaya, plátano, ajonjolí, sandía y melón.(4)

D. SERVICIOS PUBLICOS.

- a. **DRENAJES Y AGUA POTABLE:** Estos servicios no son disponibles para los habitantes del área de estudio, satisfaciendo sus necesidades de agua por medio de pozos y evacuando las aguas servidas por drenaje superficial.(4)
- b. **ELECTRICIDAD:** Este servicio solo es disponible para el área urbana, Los habitantes del área de estudio se alumbran con plantas propias, candelas y/o candiles.(4)
- c. **SALUD:** La población del área de estudio es atendida en 4 puestos de salud, distribuidos en el área. Tambien acuden al área urbana donde tambien existen clínicas médicas,(4)
- d. **EDUCACION:** En el área de estudio solo se encuentran escuelas de educación primaria. En el área urbana existen centros de educación pre-primaria y diversificado.(4)

e. **TRANSPORTE:** El transporte de los habitantes del área es por medio de buses, pick-ups, motocicletas y bicicletas.(4)

E. **RELIGION:** Chávez Castañeda (4), menciona que la religión tradicional es la católica, aunque un alto porcentaje no la practica. Lo contrario sucede con la religión evangélica, quienes aunque son un grupo minoritario si la practican.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL.

Estudiar el problema de la salinidad de los suelos y su relación con el agua subterránea en Nueva Concepción, Escuintla.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 4.2.1. Determinar las principales características Físicas y químicas del suelo y agua subterránea en las Zonas de Vida Bosque Seco Subtropical y Bosque Húmedo Subtropical Cálido de Nueva Concepción, Escuintla,
- 4.2.2. Definir los niveles de salinidad y/o sodicidad del suelo y agua subterránea en relación a la altura sobre el nivel del mar.
- 4.2.3. Proponer recomendaciones generales para el manejo del suelo y agua subterránea en el área de estudio.

5. METODOLOGIA.

Para llevar a cabo el estudio de la Salinidad del suelo y agua subterránea, se contemplaron cuatro fases:

- ETAPA INICIAL DE GABINETE.
- TRABAJO DE CAMPO
- TRABAJO DE LABORATORIO
- ETAPA FINAL DE GABINETE

5.1. ETAPA INICIAL DE GABINETE.

En esta etapa se recopiló toda la información relacionada con el problema, así como la información general del área de estudio.

Se elaboró un mapa base a escala 1:50,000, en donde se realizó una estratificación del área de estudio, de acuerdo a los siguientes criterios:

5.1.1 ZONA DE VIDA: Se delimitaron las dos zonas existentes, es decir, bosque humedo subtropical cálido [bh - S(c)] y bosque seco subtropical [bs - S]

5.1.2 ALTITUD: Se trazaron las curvas a nivel de 3, 10, 20 y 30 metros sobre el nivel del mar. Sobre estas curvas se ubicaron los 23 puntos de muestreo (figura 4) y de acuerdo a los otros criterios.

5.1.3 SUELOS Y CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA; Para esto se utilizó el estudio realizado por DIRENARE en 1,967 (10). Las clases I y II determinadas por DIRENARE se agruparon en el estrato I. Las clases III y IV determinadas por el mismo estudio se agruparon en el estrato II.

En el bosque seco subtropical, solo se identificó la curva de 3 metros sobre el nivel del mar y el estrato II; distribuyéndose 5 puntos de muestreo sobre la curva de nivel,

En el bosque humedo subtropical cálido, se identificaron las curvas de nivel a 10, 20 y 30 metros sobre el nivel del mar y los estratos I y II. Se distribuyeron 6 puntos de muestreo sobre cada curva (3 puntos de muestreo para cada estrato por capacidad de uso de la tierra). (cuadro 5)

5.2. TRABAJO DE CAMPO.

5.2.1. ESTUDIO DE LOS SUELOS: Consistió en el estudio de un pedón por cada área de muestreo (23), por medio de calicatas de 1 metro de largo por 1 metro de ancho y de profundidad variable, dependiendo de la profundidad del material original y/o el nivel freático. En cada punto de muestreo se realizó una descripción de los horizontes, las características estudiadas fueron: profundidad del horizonte genético, color, textura, consistencia, estructura y límites entre horizontes, tomándose una muestra de suelo por cada horizonte y anotando su codificación en la muestra y en el formato respectivo.

5.2.2. ESTUDIO Y MUESTREO DEL AGUA: En cada uno de los 23 puntos de muestreo se tomó una muestra de agua del pozo somero más cercano, en ese lugar se midió el nivel freático y se asignó la codificación en el formato respectivo y en la muestra.

Ambas muestras de suelo y agua se llevaron al laboratorio de análisis de suelos y aguas de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA) para los análisis respectivos. (cuadro 6)

Cuadro 5. ESTRATIFICACION Y UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

ZONA DE VIDA	msnm	ESTRATO	PTOS. MUESTREO
BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL	10	I	3
CALIDO [bh - S (c)]		II	3
	20	I	3
		II	3
	30	I	3
		II	3
BOSQUE SECO SUBTROPICAL	3	II	5
[bs - S]			
TOTAL DE PUNTOS MUESTREADOS			23

msnm = METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

5.3. TRABAJO DE LABORATORIO.

Consistió en el secado al aire y tamizado de las muestras de suelo; análisis de las muestras de suelo y agua. Las determinaciones practicadas a las muestras de suelo y agua se muestran en el cuadro 6; los procedimientos están descritos detalladamente en el Manual de Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos (7).

Para determinar la conductividad eléctrica (C.E.), se procedió a realizar un extracto de dilución de suelo a una relación 1:5 (5 milímetros de agua destilada por un gramo de suelo tamizado).

Posteriormente a cada muestra cuya lectura de conductividad eléctrica fué mayor o igual a 1 dS, se determinó la conductividad eléctrica de pasta saturada. Para realizar el cálculo del porcentaje de sodio intercambiable (PSI), se realizó de la siguiente forma:

$$\text{PSI} = \text{Meq de Na} * 100 / \text{CIC},$$

Cuadro 6. ANALISIS DE LABORATORIO EFECTUADOS EN LAS MUESTRAS DE SUELO Y AGUA DE LOS POZOS SOMEROS DE NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

6.1 EN LAS MUESTRAS DE SUELO

No	DETERMINACION	METODO
1	Densidad aparente	Probeta
2	Granulometría	Hidrómetro de Bouyucos, escala USDA modificada
3	C.E. (Extracto de dilución 1:5 y pasta saturada)	Puente de Wheatstone o conductivímetro
4	pH	Electrométrico
5	Materia Orgánica	Walkey y black modificado
6	Ca y Mg	Titulación con E.D.T.A.
7	Na y K	Espectrofotometría
8	CIC	Peech et al.

6.2 EN LAS MUESTRAS DE AGUA

9	pH	Electrométrico
10	Conductividad Eléctrica (μ S)	Puente de Wheatstone
11	Suma de Cationes (meq/l)	Cálculo aritmético
12	Suma de Aniones (meq/l)	Cálculo aritmético
13	Ca y Mg	Titulación con E.D.T.A.
14	Na y K	Fotometría de llama
15	Carbonatos y Bicarbonatos	Titulación con Acido Sulfúrico
16	Cloruros	Precipitación con Nitrato de Plata
17	Sulfatos	Precipitación con Sulfato de Bario
18	% Sodio soluble	Cálculo aritmético
19	RAS	Cálculo aritmético
20	Sodio Residual	Cálculo aritmético

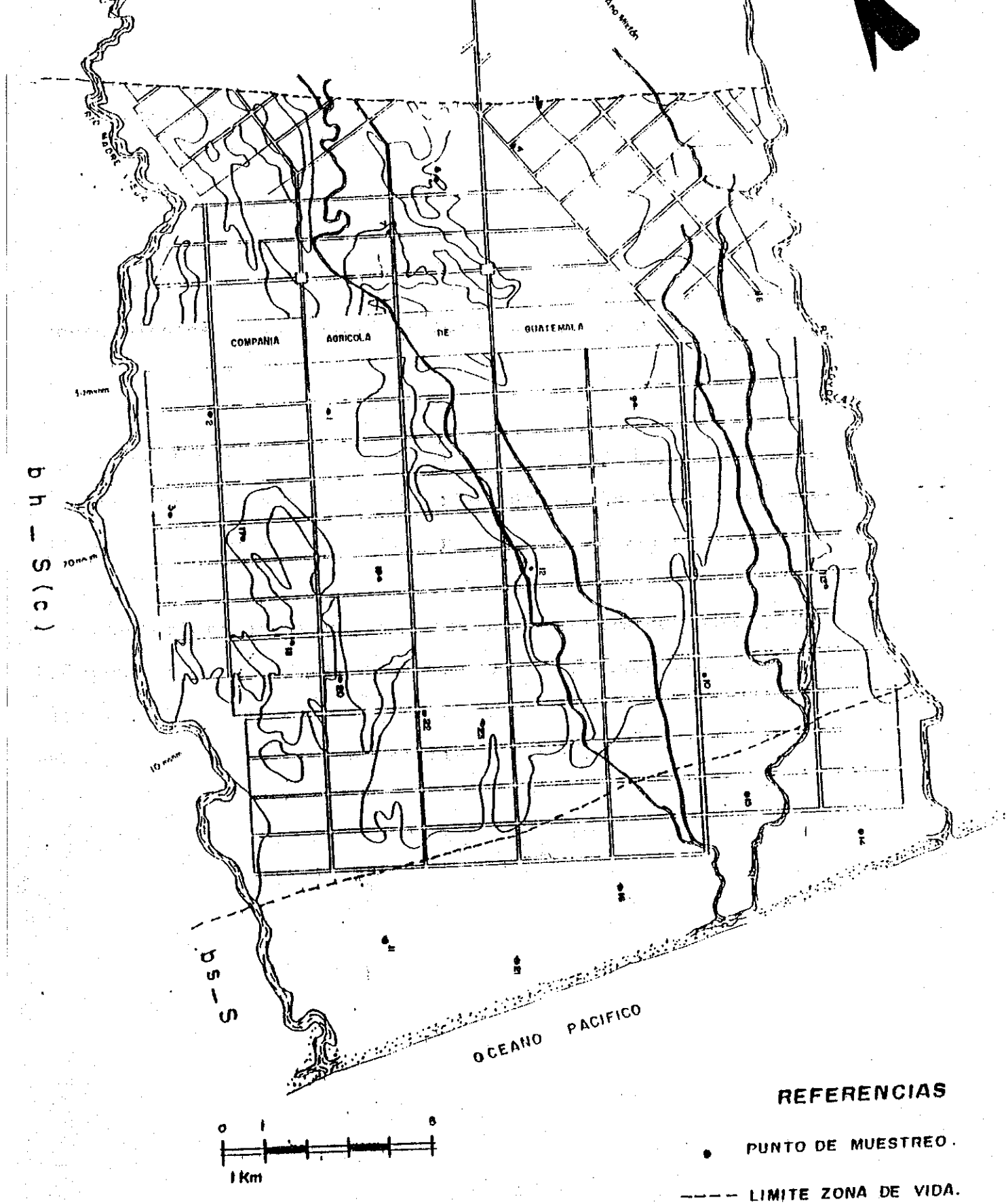


Figura 4. ESTRATIFICACION Y UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995

5.4. ETAPA FINAL DE GABINETE.

Se realizó una ordenación de toda la información obtenida durante las fases anteriores y un análisis e interpretación de resultados, incluyendo la información procedente de fuentes bibliográficas.

Se elaboraron cuadros y figuras para la presentación de resultados de suelo y agua. Se analizaron los resultados de tres transectos: Por el centro del área de estudio (altitudinal), paralelo al río Madre Vieja (altitudinal) y desde el río Madre Vieja hacia el centro del área de estudio (distancia en km).

Para analizar la salinidad y/o sodicidad del suelo se tomó como base una profundidad de 20-50 centímetros, considerando que dentro de la zona de aprovechamiento radicular esta es la profundidad que se encuentra menos disturbada; para esto fue necesario realizar una ponderación de las lecturas realizadas en los distintos horizontes. Así mismo en el mapa a escala 1:50,000, se identificaron los puntos de muestreo estudiados. Finalmente se elaboró el documento en donde está plasmado el trabajo efectuado.

6. RESULTADOS Y DISCUSION,

Como producto de la estratificación realizada, se encontraron diferentes resultados en cuanto a zona de vida y altitud, debido a que los dos criterios utilizados están íntimamente relacionados.

En cuanto al criterio de estratificación por capacidad de uso de la tierra, no se observó variación en las características de los suelos y del agua, las cuales se mantuvieron.

6.1 ESTRATO DE LA ZONA DE VIDA BOSQUE SECO SUBTROPICAL, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

6.1.1. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.

A. CARACTERISTICAS TEXTURALES:

La textura en este estrato fué estudiada a través del análisis mecánico de las muestras obtenidas,

Los resultados que se presentan en el apéndice 1, demuestran que en el horizonte superior a una profundidad promedio de 0-40 centímetros, existen dos tipos de texturas, franco arcillosa (puntos 11, 14, y 15) y arcillosa (puntos 16 y 21), aunque en los horizontes inferiores (más de 50 centímetros), la textura es gruesa (arenosa) como producto de deposición de materiales aluviales.

La textura influye directamente sobre otras características como la retención de humedad (la cual es mayor en los suelos de textura fina o arcillosa) y densidad aparente la cual es mayor en los suelos de textura gruesa o arenosa.

B. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA:

De acuerdo a los resultados de los análisis de laboratorio (cuadro 7), la conductividad eléctrica es mayor del límite crítico en los puntos de muestreo 15 y 21, aunque al ponderar los datos en el estrato 20-50 centímetros (cuadro 9), solo se encuentra arriba del límite crítico el punto 15.

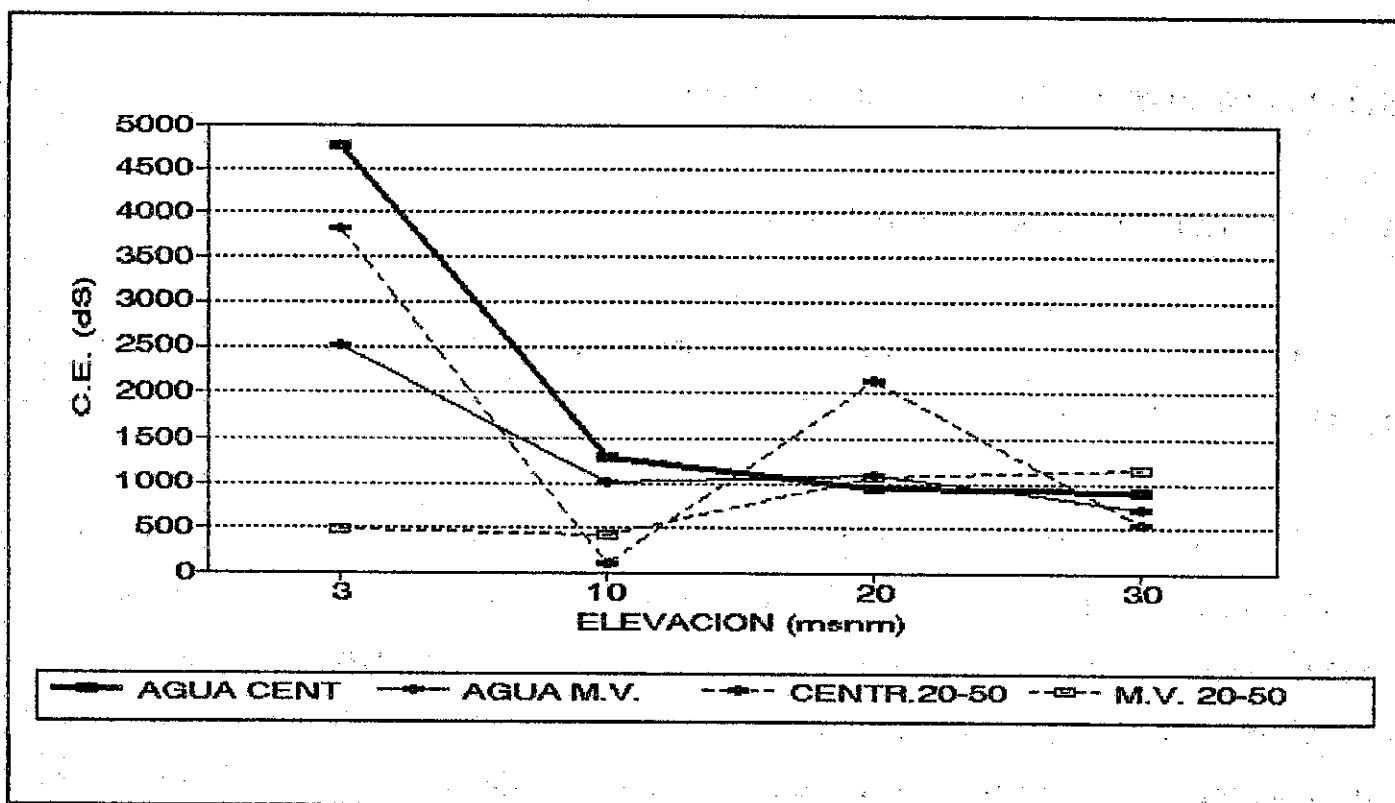


Figura 5. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, GRADIENTE ALTITUDINAL EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

Al analizar los resultados de la figura 5, se observa que la mayor conductividad eléctrica se encuentra en esta zona de vida (3 metros sobre el nivel del mar) y por el centro del área de estudio. Esto es normal debido a que cerca del río se produce un mayor lavado y dilución de sales, no así por el centro del área, donde la humedad del suelo es inferior.

C. PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI).

De acuerdo a los resultados del cuadro 7, El porcentaje de sodio intercambiable se encuentra por arriba del límite crítico, en los puntos 14, 15 y 21, aunque al realizar la ponderación en el estrato 20-50 centímetros (cuadro 9), solo el punto de muestreo 21 se encuentra por arriba del límite crítico. Este punto de muestreo presenta condiciones desfavorables debido a que la textura es arcillosa.

D. CATIONES.

La abundancia de cationes se encuentra entre los rangos de normalidad, es un orden usual: calcio, magnesio y sodio.

6.1.2. CARACTERISTICAS DEL AGUA

A. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.

Esta se encontró elevada en toda la zona de vida, clasificandose de acuerdo a los criterios de USDA desde C_2 a C_4 (aguas con peligro de salinidad desde media hasta muy altamente salina) demostrando que no es apta para el riego agrícola tradicional. (figura 5 y cuadro 9)

Cuadro 7. CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION POR SALINIDAD DE LOS SUELOS ENCONTRADOS EN LA ZONA DE VIDA DEL BOSQUE SECO SUBTROPICAL, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995

ZONA DE VIDA	ALT (mstmm)	ESTRAT	PTO MUESTR	PROF (cms)	PSI	pH	C.E	CLASIFICACION
Bs-S	3	II	11	00-39	2.99	6.9	0.47	NORMAL
	3	II	11	39-61	3.93	7.2	0.51	NORMAL
	3	II	11	61-69	8.32	7.6	0.7	NORMAL
	3	II	11	+69	7.75	7.5	*1.12	NORMAL
	3	II	14	00-26	6.99	7.3	0.36	NORMAL
	3	II	14	26-52	4.39	8.2	0.83	NORMAL
	3	II	14	52-82	54.34	8.3	0.64	SODICO NO SALINO
	3	II	14	+82	25	8.1	0.38	SODICO NO SALINO
	3	II	15	00-45	3.83	6.9	*1.97	NORMAL
	3	II	15	45-65	26.02	7.6	*12.3	SALINO-SODICO
	3	II	15	65-96	26.57	8.2	*2.66	SODICO NO SALINO
	3	II	15	+96	95.25	8.4	*5.32	SALINO-SODICO
	3	II	16	00-16	2.53	7.6	0.43	NORMAL
	3	II	16	16-36	5.56	7.3	0.38	NORMAL
	3	II	16	36-69	5.82	8.2	0.55	NORMAL
	3	II	16	69-110	10.89	8.2	0.51	NORMAL
	3	II	16	+110	11.64	8.2	0.38	NORMAL
	3	II	21	00-24	93.33	7.7	*0.71	SODICO NO SALINO
	3	II	21	24-44	11.76	7.2	*1.61	NORMAL
	3	II	21	+44	95.24	7.6	*13.28	SALINO-SODICO

B. RELACION DE ADSORCION DE SODIO Y CONCENTRACION DE SODIO.

Los valores de relación de adsorción de sodio y concentración de sodio se presentan en general altos (figuras 6,7,10 y 11). Al analizar los resultados de los transectos por el río Madre Vieja y por el centro del área de estudio, se observa un predominio del sodio sobre el calcio y el magnesio, por lo tanto se clasifican de acuerdo al diagrama para la clasificación de aguas para riego del USDA (apéndice 3) desde S_1 hasta S_2 , lo cual indica peligro de sodio desde bajo hasta medio.

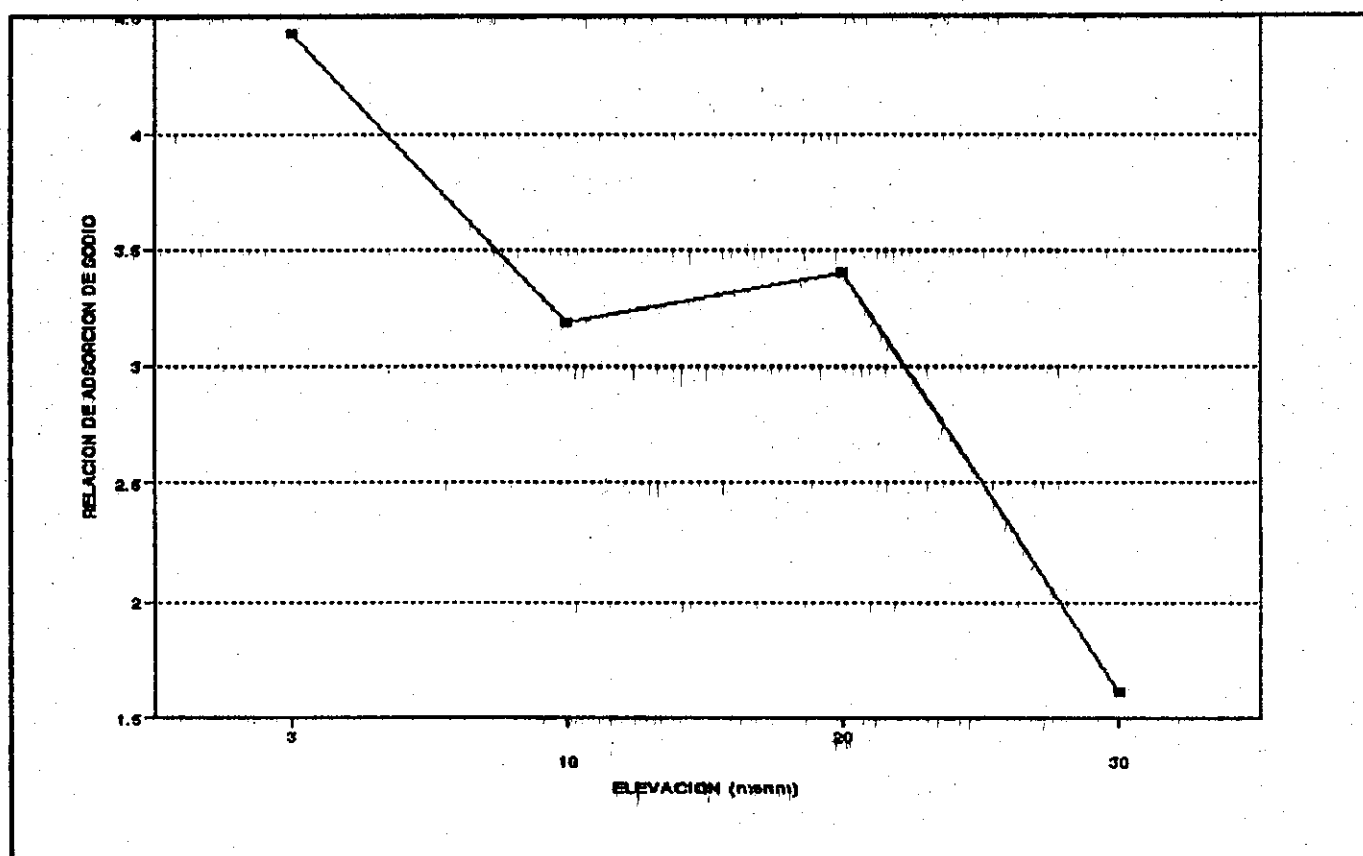


Figura 6. RELACION DE ADSORCION DE SODIO DE LOS POZOS SOMEROS EN FUNCION DE LA ELEVACION, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA, 1,995.

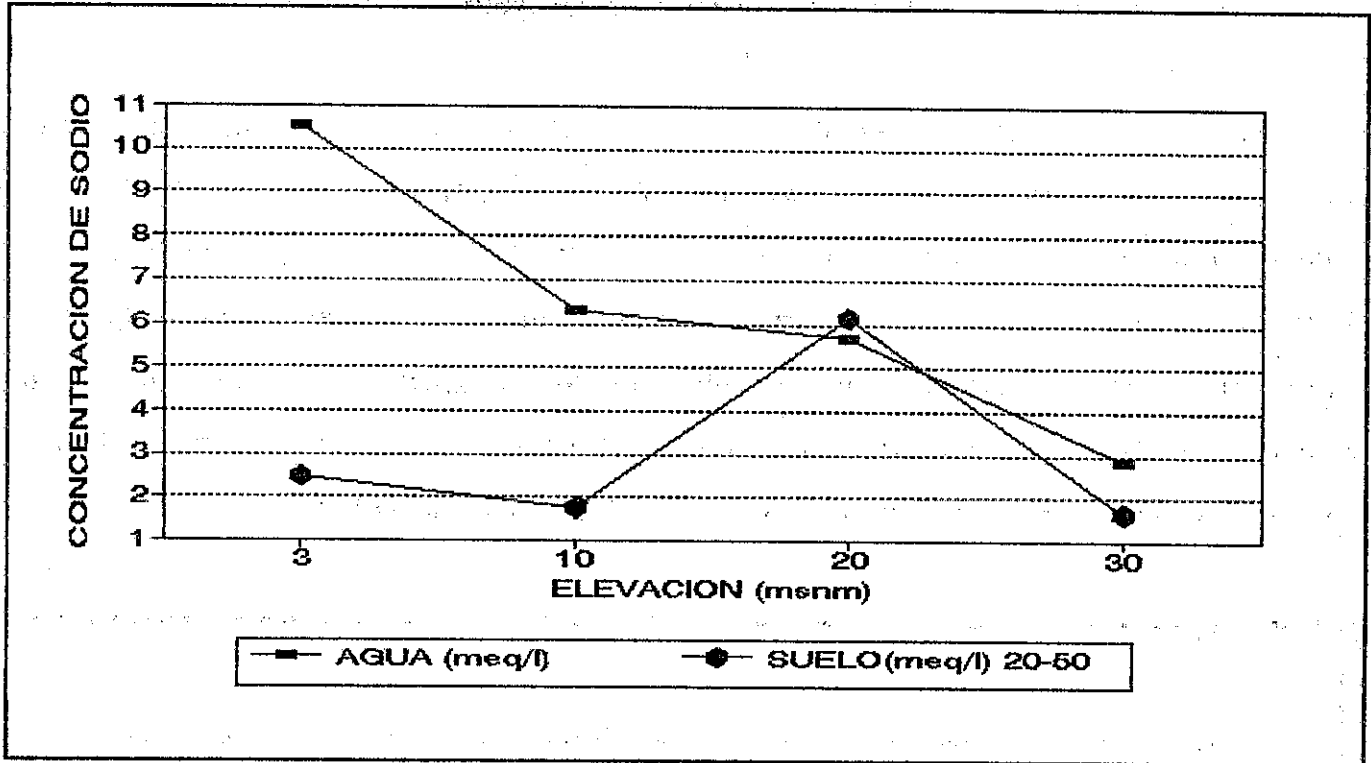


Figura 7. SODIO EN EL AGUA DE LOS POZOS SOMEROS Y EN EL SUELO EN FUNCION DE LA ELEVACION EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

6.2. ESTRATO DE LA ZONA DE VIDA BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL CALIDO, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA.

6.2.1. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.

A. CARACTERISTICAS TEXTURALES.

La textura en esta zona de vida fué estudiada a través del análisis granulométrico de las muestras y del perfil de un pozo mecánico perforado en el área (apéndice 2). Los resultados que se presentan en el apéndice 1 demuestran que la textura dominante es la gruesa, entre franco y franco arenoso.

Esto es importante para comprender el movimiento del agua en el suelo, ya que estos suelos poseen una buena capacidad de infiltración, pero poca capacidad de retención de humedad, es decir, la lámina de humedad que pueda almacenar y las sales en solución son de naturaleza dinámica, respondiendo a los procesos de infiltración, evaporación y transpiración de las plantas.

De acuerdo a los datos del perfil del pozo mecánico perforado (apéndice 2), las características anteriormente indicadas se podrían mantener hasta unos 33 metros, estrato dentro del cual se encuentra el acuífero, de acuerdo a la profundidad de colocación de la primera rejilla en el pozo. Posteriormente a este estrato se encuentra un material poco permeable (arcilloso) de aproximadamente 54 metros.

Más abajo se encuentra otro estrato cuyo material es mucho más grueso (grava y arena) en donde se localiza un acuífero de mayor producción y posiblemente de mejor calidad.

B: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA:

De acuerdo a los resultados de los análisis de laboratorio (cuadro 8), los suelos presentan valores por arriba del límite crítico, en cuatro puntos de muestreo, pero al analizar el estrato ponderado de 20-50 centímetros (cuadro 9), solo se encontró lectura de conductividad eléctrica por arriba del límite crítico en un punto de muestreo (Punto 12). Esto se confirma en la figura 4, en donde se aprecia el decremento de la conductividad eléctrica a mayor altitud y lejanía del mar.

A partir de la altura de 10 metros sobre el nivel del mar se observa que se mantiene constante y muy por debajo del nivel crítico (figura 5), aunque también es importante el hecho de que la clase textural y estructura en la zona de vida es favorable, pudiendo no influir los máximos niveles de conductividad eléctrica en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

C: PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE:

El porcentaje de sodio intercambiable, se presenta por arriba del límite crítico en 16 de los 18 puntos de muestreo analizados, aunque al analizar el estrato ponderado 20-50 centímetros (cuadro 9), solo se encontraron lecturas por arriba del límite crítico en 8 puntos de muestreo.

Estos suelos presentan buenas condiciones texturales lo que podría conllevar a que un porcentaje de sodio intercambiable por arriba del límite crítico (desde 15 hasta 25%), podría no afectar la estructura de los suelos. De esta manera solo 2 puntos de muestreo están por arriba de 25 de porcentaje de sodio intercambiable.

En la figura 7 se observa una ligera disminución del contenido de sodio en el suelo con respecto al incremento de la altimetría, pero a 20 metros sobre el nivel del mar, tiene un pronunciado ascenso; este ascenso también se observa al compararlo con la relación de adsorción de sodio del agua de los pozos someros. (figura 6).

En el transecto perpendicular al río Madre Vieja (figura 11), no se observa mucha variación en el porcentaje de sodio intercambiable del suelo a una profundidad de 20-50 centímetros, en la medida en que se aumenta la distancia del río, esto es natural debido a que no se puede esperar que la mayor humedad cercana al río pudiera tener influencia debido a que el tratamiento de suelos sódicos no consiste en el lavado sino, en la enmienda química de los mismos.

D: CATIONES:

Al analizar el contenido de cationes en el suelo, en el estrato ponderado 20-50 centímetros, se puede observar que en el gradiente central altitudinal (figura 8), se encuentran en orden de abundancia calcio, magnesio y sodio.

En el gradiente altitudinal paralelo al río Madre Vieja (figura 9) también se encuentran el mismo orden de abundancia. Este orden de abundancia permite inferir que los suelos analizados se encuentran entre los rangos de normalidad, siendo el orden usual calcio, magnesio y sodio. También se podría eliminar la posibilidad de contaminación de las aguas del río Madre Vieja como fuente aportadora de calcio, magnesio y sodio, debido a que este presenta aguas de buena calidad para riego (C2 S1), aunque para esto sería necesario un estudio más profundo, en el cual se analizara la calidad del agua de acuerdo al comportamiento de las mareas.

Este orden de abundancia de cationes se podría explicar por el hecho de que en el orden inverso (sodio, magnesio, calcio) son más fácilmente reemplazados y lixiviados, es decir que el calcio es más fuertemente retenido en el complejo de cambio.

En general al comparar los contenidos de calcio y magnesio con la capacidad de intercambio catiónico (CIC), se infiere que estos están ocupando la mayoría de los lugares de intercambio en el complejo coloidal, ya que en la totalidad de los casos la saturación de bases es cercana o igual a 100%.

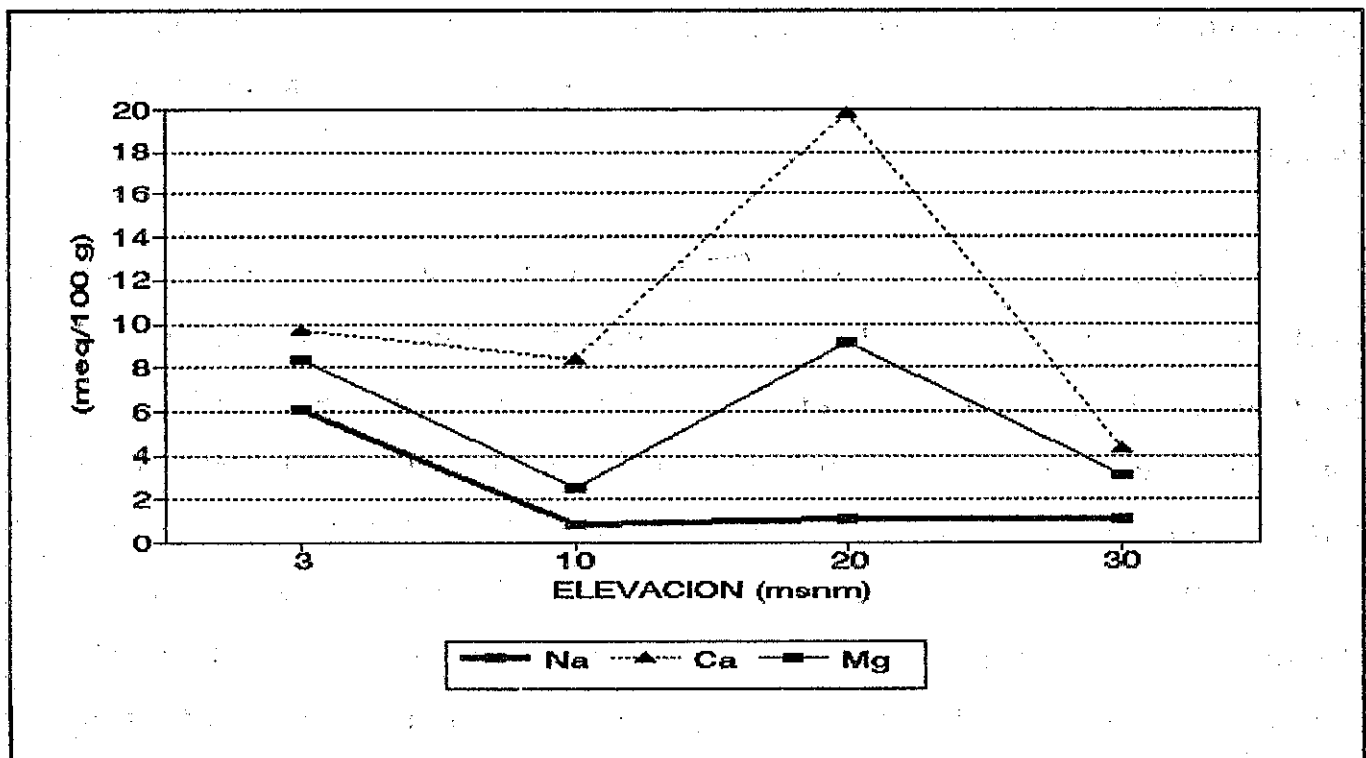


Figura 8. CATIONES EN EL SUELO, GRADIENTE ALTITUDINAL CENTRO (PROF. 20-50 cm.), EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

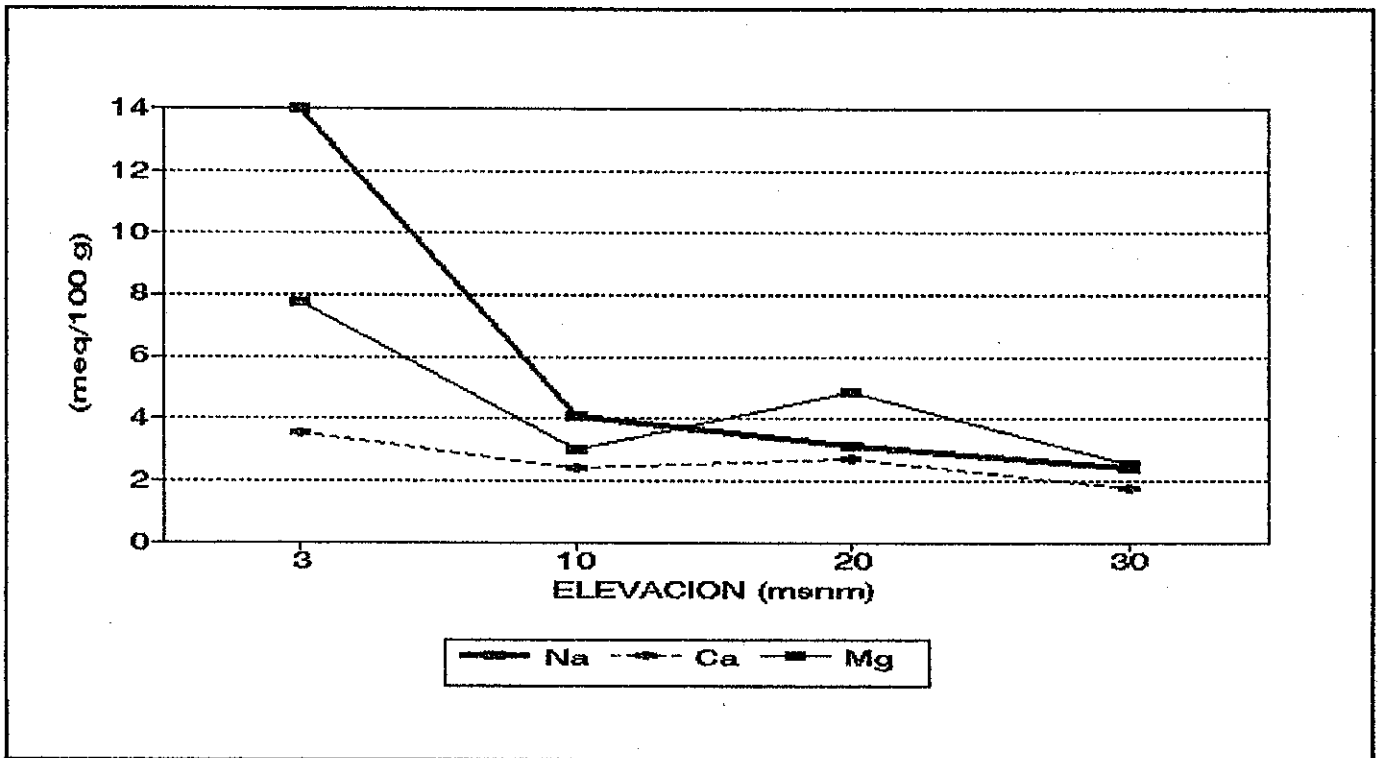


Figura 9. CATIONES EN EL SUELO, GRADIENTE ALTITUDINAL RIO MADRE VIEJA (PROF. 20-50 cm .), EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

6.2.2. CARACTERISTICAS DEL AGUA

A. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

Para analizar el comportamiento de la conductividad eléctrica (que mide la salinidad o calidad del agua), se estudiaron siempre dos transectos altitudinales; tanto paralelo al río Madre Vieja, como por el centro del área de estudio.

La figura 5, presenta mayor conductividad eléctrica en el transecto central que en el paralelo al río Madre Vieja; esto es debido a que cerca del río se encuentra mayor humedad dentro del suelo, por lo que se produce un mayor lavado o dilución de sales, disminuyendo la concentración de las mismas.

A partir de 10 metros sobre el nivel del mar, se observa que la conductividad eléctrica se mantiene más o menos constante apareciendo la clase C3 ó agua altamente salina, pero es después de 30 metros sobre el nivel del mar donde se podría encontrar agua de mejor calidad para riego.

B. RELACION DE ADSORCION DE SODIO Y CONCENTRACION DE SODIO

La relación de adsorción de sodio y la concentración de sodio se presentan, en general, con un marcado descenso a medida que incrementa la altitud; es decir que la altitud o curva de nivel más baja presenta los valores más altos (figuras 6,7 y 10), lo cual concuerda con lo que presenta el suelo.

La figura 11 muestra un incremento en el porcentaje de sodio soluble a medida que incrementa la distancia del río Madre Vieja.

De acuerdo al diagrama para la clasificación de aguas del U.S.D.A. (apéndice 3), estas se clasifican como S_1 para la mayor parte del área estudiada, lo cual indica que no presentan peligro de sodio.

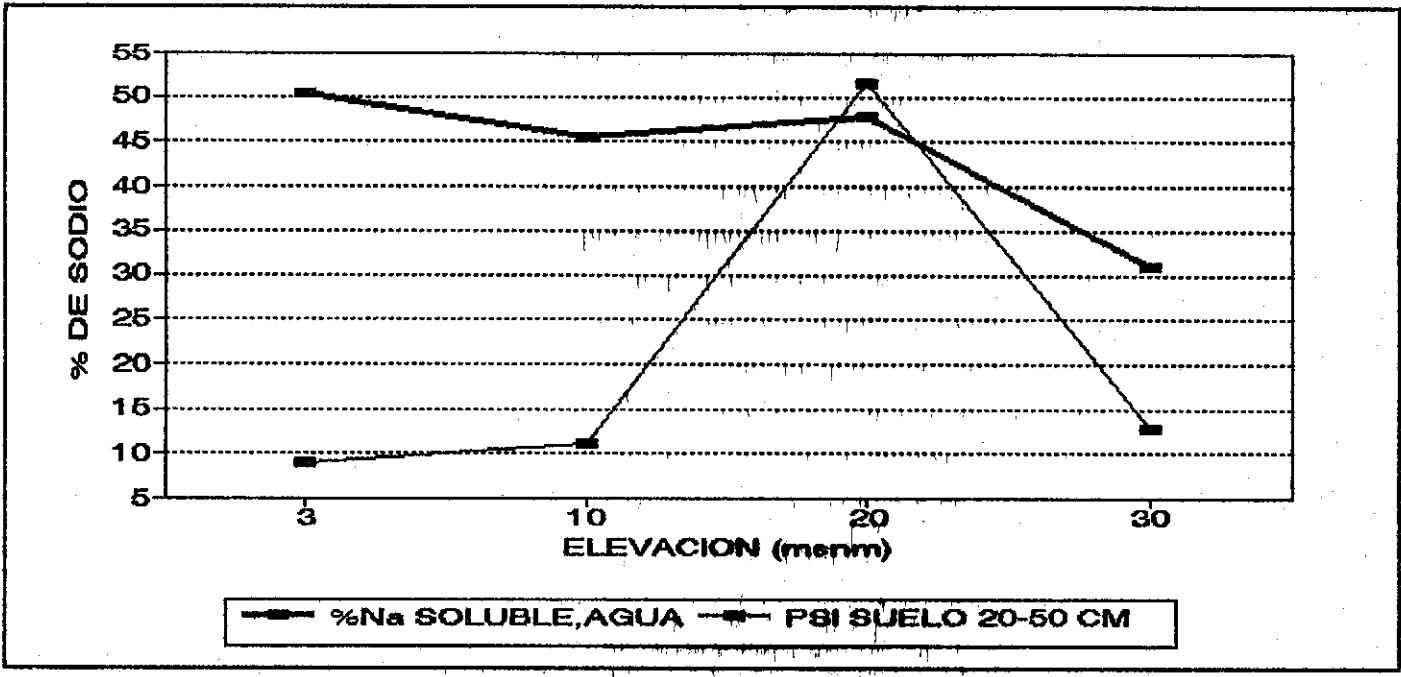


Figura 10. PORCENTAJE DE SODIO SOLUBLE EN FUNCION DE LA ELEVACION (MSNM), EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

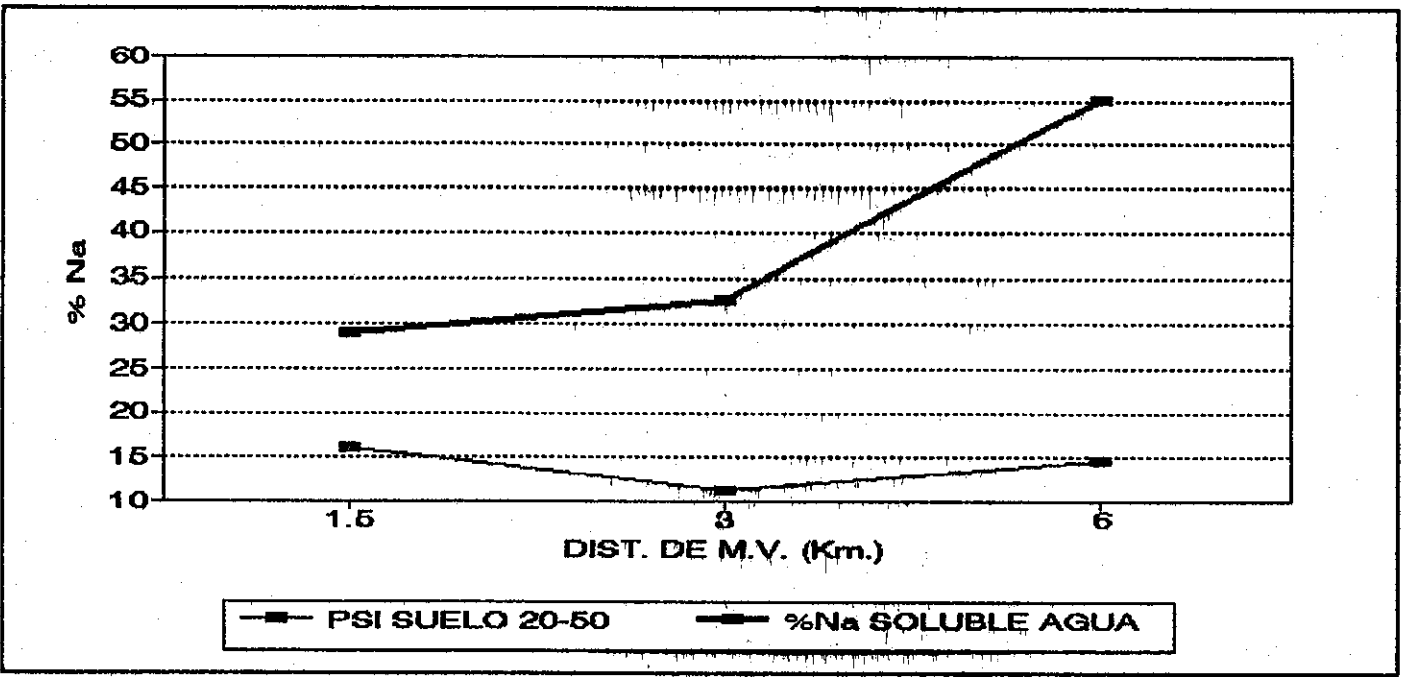


Figura 11. PORCENTAJE DE SODIO EN EL AGUA DE LOS POZOS SOMEROS Y EN EL SUELO, GRADIENTE EN DISTANCIA DEL RIO MADRE VIEJA, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA, 1,995.

C. CATIONES

Al analizar el contenido de cationes en el agua de los pozos a través de los dos transectos altitudinales, central (figura 12); y el paralelo al río Madre Vieja (figura 13), se puede observar un comportamiento similar en ambos, es decir, existe un predominio del sodio sobre el magnesio y del magnesio sobre el calcio ($Na > Mg > Ca$).

Debido a que el análisis químico de las corrientes superficiales mas importantes del área de estudio reporta aguas de buena calidad y a que el sodio predomina sobre los otros cationes en las muestras de agua de los pozos someros, se deduce que la fuente de contaminación de sales es el mar, es decir, se está produciendo una intrusión marina.

Esta intrusión marina podría deberse a las mareas y/o a la sobreexplotación del acuífero costero.

Esto es importante debido a que si se continúa o se incrementa la explotación para riego tradicional (superficial) del acuífero en el área de estudio (por debajo de 30 metros sobre el nivel del mar) se producirá un impacto ambiental negativo.

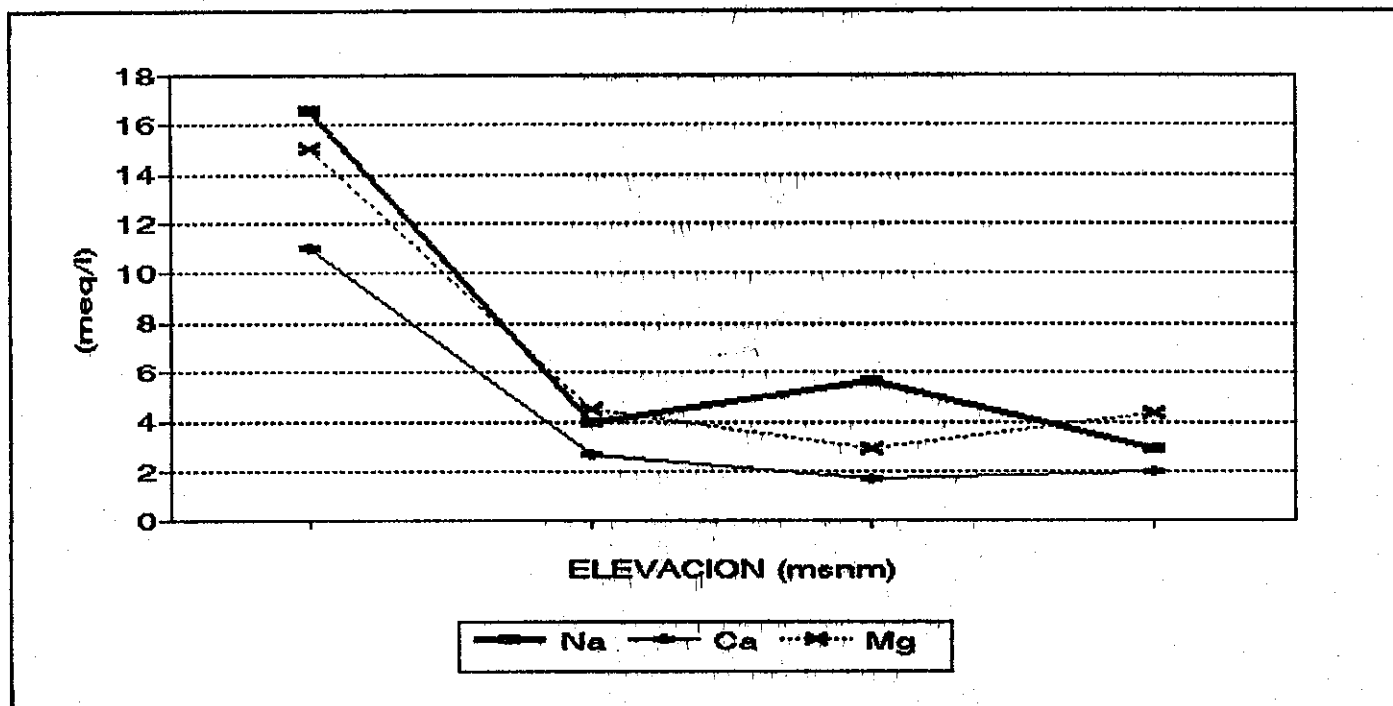


Figura 12. CATIONES EN EL AGUA DE LOS POZOS SOMEROS, GRADIENTE ALTITUDINAL CENTRO, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

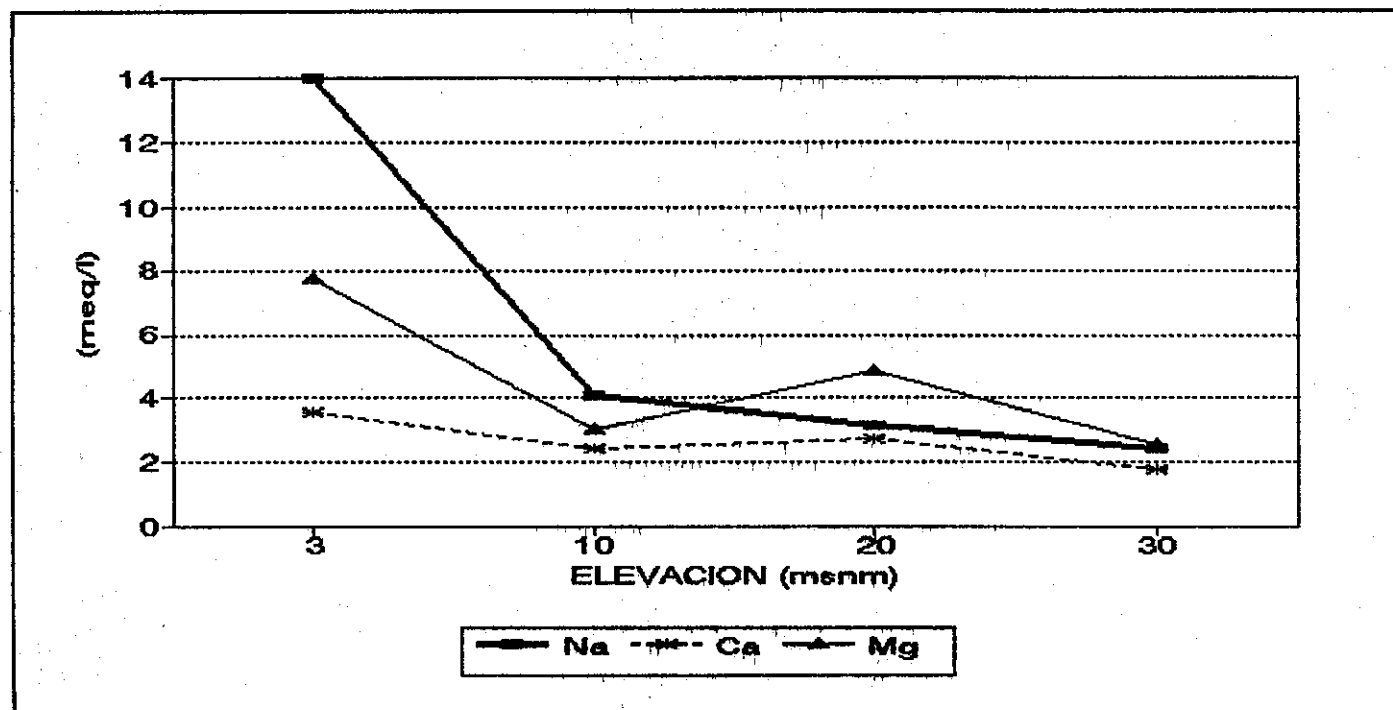


Figura 13. CATIONES EN EL AGUA DE LOS POZOS SOMEROS, GRADIENTE ALTITUDINAL RIO MADRE VIEJA, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

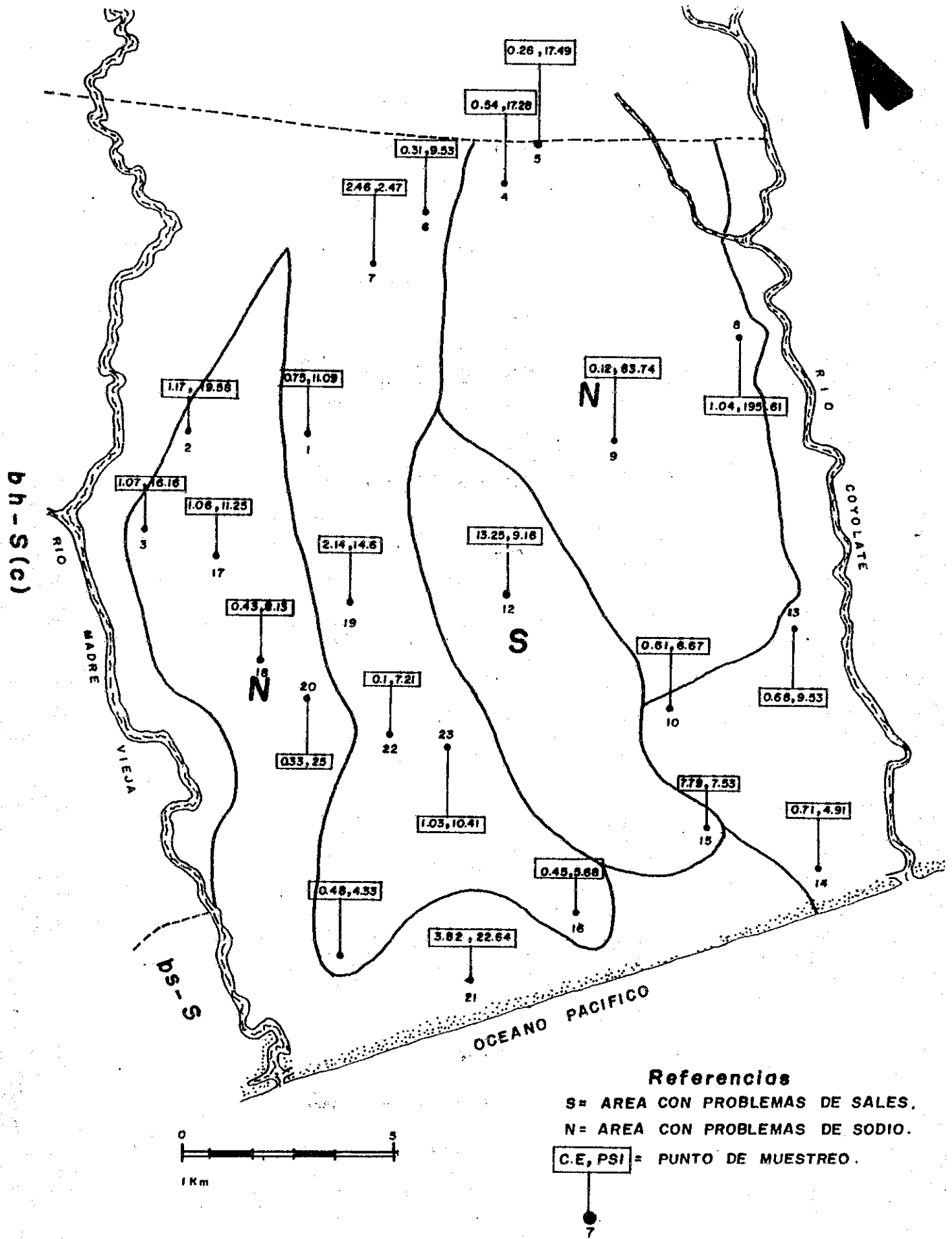


Figura 14. MAPA PRELIMINAR DE PROBLEMAS DE SALES Y SODIO EN NUEVA CONCEPCION, ESQUINTLA. 1,995

Cuadro 8. CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION POR SALINIDAD DE LOS SUELOS ENCONTRADOS EN LA ZONA DE VIDA DEL BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL CALIDO, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

ZONA DE VIDA	AL (msm)	ESTRAT	P.O. MUES R	PROF (cms)	PS	pH	C.E	CLASIFICACION
Bh-S(c)	10		22	00-27	2.69	7.3	0.36	NORMAL
	10		22	27-45	8.05	8	<0.1	NORMAL
	10		22	45-59	10.5	7.9	<0.1	NORMAL
	10		22	+59	6.54	7.4	0.64	NORMAL
	10		23	00-26	11.78	7.3	*1.67	NORMAL
	10		23	26-54	10.41	7.4	*0.88	NORMAL
	10		23	54-77	27.19	7.7	4.36	SALINO-SODICO
	10		23	+77	36.25	7.6	*2.66	SODICO NO SALINO
	10		18	00-21	4.17	7.1	0.79	NORMAL
	10		18	21-49	8.13	7.4	0.41	NORMAL
	10		18	49-68	18.07	8.1	0.79	SODICO NO SALINO
	10		18	68-80	46.29	8.4	0.83	SODICO NO SALINO
	10		18	+80	50	8.6	0.96	SODICO NO SALINO
	10		20	00-05	15.54	7.9	0.6	SODICO NO SALINO
	10		20	05-16	16.32	8	0.43	SODICO NO SALINO
	10		20	+16	25	8.2	0.33	SODICO NO SALINO
	10		10	00-28	2.74	7.7	0.56	NORMAL
	10		10	28-46	6.67	7.2	0.6	NORMAL
	10		10	+46	7.23	7.6	0.74	NORMAL
	10		13	00-05	6.62	6.6	*1.27	NORMAL
	10		13	05-32	5.1	7.4	0.81	NORMAL
	10		13	32-54	12.49	7.3	0.6	NORMAL
	10		13	54-76	23.81	7.5	0.4	SODICO NO SALINO
	10		13	76-95	32.28	7.5	<0.1	SODICO NO SALINO
	10		13	+95	18.13	7.9	0.38	SODICO NO SALINO
	20		3	00-10	6.02	7.2	0.98	NORMAL
	20		3	10-23	25.38	7.2	0.7	SODICO NO SALINO
	20		3	23-28	28.8	7.5	0.47	SODICO NO SALINO
	20		3	28-40	5.82	7.1	0.92	NORMAL
	20		3	40-55	19.47	7.7	*1.67	SODICO NO SALINO
	20		3	+55	7.15	8.1	*1.72	NORMAL

.....CONTINUA CUADRO 8

ZONA DE VIDA	ALT (msnm)	ESTRAT	P.TO MUESTR	PROF (cms)	PSI	pH	C.E.	CLASIFICACION
Bh-S(c)	20		19	00-27	4	7.7	0.87	NORMAL
	20		19	27-51	17.82	7.8	*2.53	SODICO NO SALINO
	20		19	51-69	30.11	8	*3.99	SODICO NO SALINO
	20		19	+69	192.06	8.1	*4.94	SODICO NO SALINO
	20		9	00-43	78.22	8	0.13	SODICO NO SALINO
	20		9	43-68	16.16	8	<0.1	SODICO NO SALINO
	20		9	+68	10.4	8.5	<0.1	NORMAL
	20		17	00-07	18.15	7.4	0.72	SODICO NO SALINO
	20		17	07-20	11.6	7	0.62	NORMAL
	20		17	20-34	7.56	6.8	0.34	NORMAL
	20		17	34-54	14.48	7	*1.69	NORMAL
	20		17	54-69	20.04	7.3	*2.46	SODICO NO SALINO
	20		17	69-81	19.06	7.2	*19.96	SALINO-SODICO
	20		17	+81	4.28	7.1	*20.46	SALINO
	20		12	00-14	2.87	6.8	0.74	NORMAL
	20		12	14-48	8.65	7.1	*13.28	SALINO
	20		12	48-69	16.34	7.9	*12.79	SALINO-SODICO
	20		12	+69	22.12	8.1	*3.19	SODICO NO SALINO
	20		8	00-16	26.47	7.4	*6.38	SALINO-SODICO
	20		8	16-35	218.87	8.8	*1.48	SODICO NO SALINO
	20		8	35-58	172.35	8.8	0.6	SODICO NO SALINO
	20		8	58-81	44.3	9.3	*2.13	SODICO NO SALINO
	20		8	+81	31.94	9.2	*1.87	SODICO NO SALINO

.....CONTINUA CUADRO 8

ZONA DE VIDA	ALT (msnm)	ES PA	PTO MUESTRA	PROF (cms)	PSI	pH	CE	CLASIFICACION
Bh -S(c)	30		1	00-22	5.56	7.1	0.85	NORMAL
	30		1	22-33	13	7.2	0.7	NORMAL
	30		1	33-49	10.5	7.4	0.79	NORMAL
	30		1	49-66	18.17	7.4	0.4	SODICO NO SALINO
	30		1	66-96	11.93	7.5	0.47	NORMAL
	30		1	96-102	6.44	7.4	*1.77	NORMAL
	30		1	+102	6.94	7.3	<0.1	NORMAL
	30		2	00-26	5.21	8.1	*1.48	NORMAL
	30		2	26-43	24.37	7.3	0.64	SODICO NO SALINO
	30		2	43-74	3.82	7.6	*2.21	NORMAL
	30		2	+74	9.44	7.6	0.49	NORMAL
	30		4	00-27	5.49	6.9	0.72	NORMAL
	30		4	27-69	21.83	7.8	0.49	SODICO NO SALINO
	30		4	69-78	18.53	7.7	0.47	SODICO NO SALINO
	30		4	78-102	20.83	7.6	<0.1	SODICO NO SALINO
	30		4	102-131	12.43	7.4	0.79	NORMAL
	30		4	+131	2.95	7.1	*2.66	NORMAL
	30		5	00-46	17.85	6.9	0.28	SODICO NO SALINO
	30		5	46-107	15.18	7.2	<0.1	SODICO NO SALINO
	30		5	+107	7.68	7.8	<0.1	NORMAL
	30		6	00-43	7.36	7.4	0.38	NORMAL
	30		6	43-89	16.65	7.8	<0.1	SODICO NO SALINO
	30		6	+89	66.67	7.6	<0.1	SODICO NO SALINO
	30		7	00-50	2.47	7.3	*2.46	NORMAL
	30		7	50-108	24.52	8.4	0.6	SODICO NO SALINO
	30		7	108-132	66.56	8.6	<0.1	SODICO NO SALINO
	30		7	+132	6.66	8.5	0.43	NORMAL

* = DEL EXTRACTO DE SATURACION

Cuadro 9. CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION POR SALINIDAD DE LOS SUELOS EN EL ESTRATO PONDERADO 20-50 CM, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA, 1,995

PTO MUEJES	PSI	pH	C.E.	CLASIFICACION	AL (mshmm)
11	4.33	7.2	0.48	NORMAL	3
14	4.91	8.2	0.71	NORMAL	3
15	7.53	7.6	7.79	SALINO	3
16	5.68	7.3	0.45	NORMAL	3
21	22.64	7.2	3.82	SODICO NO SALINO	3
18	8.13	7.4	0.43	NORMAL	10
22	7.21	8	0.1	NORMAL	10
23	10.41	7.4	1.03	NORMAL	10
20	25	8.2	0.33	SODICO NO SALINO	10
10	6.67	7.2	0.61	NORMAL	10
13	9.53	7.4	0.68	NORMAL	10
3	16.16	7.4	1.07	SODICO NO SALINO	20
19	14.6	7.8	2.14	NORMAL	20
9	63.74	8	0.12	SODICO NO SALINO	20
17	11.25	6.9	1.06	NORMAL	20
12	9.16	7.1	13.25	SALINO	20
8	195.61	8.8	1.04	SODICO NO SALINO	20
1	11.09	7.4	0.75	NORMAL	30
2	19.58	7.3	1.17	SODICO NO SALINO	30
4	17.28	7.8	0.54	SODICO NO SALINO	30
5	17.49	7.2	0.26	SODICO NO SALINO	30
6	9.53	7.8	0.31	NORMAL	30
7	2.47	8	2.46	NORMAL	30

Cuadro 10. CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION PARA RIEGO DEL AGUA DE LOS POZOS SOMEROS EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. I,1995

POZO/DETE MIRACION	PH	C.E. GS	SUM.CATION (mg/l)	SUM. ANION (mg/l)	CALCIO	MAGNESIO	SODIO	POTASIO	CARBONATO	BICARBONATO	CLORURO	SULFATO	% SODIO SOLUBLE	RAS	RES.	CLASE	PROF. METROS	MSNW
11	7.23	2515	25.32	24.78	3.56	7.76	14		1.34	11.22	4.63	7.59	55.29	5.88	1.24	C4 S2	3	3
14	7.77	1006	9.07	8.65	1.72	4.26	3.09		1.63	5.39	1.22	0.41	34.07	1.79	1.04	C3 S1	2.25	3
15	7.25	329	4.48	3.54	0.38	0.82	3.28		0.43	2.64	0.47		73.21	4.23	1.87	C2 S1	3.1	3
16	7.92	2973	31.09	26.87	7.95	7.51	15.63		1.92	5.66	7.62	11.67	50.27	5.62	-7.88	C4 S2	2.5	3
21	6.96	4757	42.66	43.51	11.04	15.08	16.56		0.67	3.62	14.55	24.67	38.82	4.58	-21.81	C4 S2	2	3
18	7.41	1006	9.51	8.65	2.43	2.99	4.09		0.57	4.77	1.04	2.27	43.01	2.48	-0.08	C3 S1	4	10
22	7.44	1280	11.15	9.35	2.68	4.47	4		1.44	4.39	1.86	1.68	35.8	2.11	-0.24	C3 S1	6	10
23	8.8	2973	30.78	28.38	6.04	10.3	14.38	0.06	1.2	6.93	2.41	17.84	46.72	5.03	0	C4 S1	5	10
20	7.58	777	7.76	6.9	1.21	2.6	3.95		0.86	4.87	0.72	0.45	50.8	2.86	1.92	C3 S1	7.1	10
10	7.3	1006	8.66	10.13	1.15	2.56	4.73	0.22	0.48	7.43	0.96	1.26	54.62	3.47	0	C3 S1	4.6	10
13	7.25	1646	15.85	14.05	2.89	6.23	6.73		2.25	7.98	2.07	1.77	42.46	3.15	1.09	C3 S1	6.3	10
3	8.1	1098	10.76	10.05	2.72	4.87	3.12	0.05	1.1	7.24	0.92	0.78	29	1.6	0.75	C3 S1	4.95	20
19	7.53	960	10.22	8.9	1.72	2.86	5.64		1.1	5.63	0.79	1.38	55.19	3.73	2.15	C3 S1	5.5	20
9	8.4	897	10.14	9.41	1.71	2.91	5.48	0.04	1.1	6.52	0.81	0.98	54.04	3.61	0	C3 S1	6.1	20
17	7.07	869	8.8	7.91	2.38	3.56	2.86		0.62	5.47	0.68	1.14	32.5	1.66	0.15	C3 S1	5.05	20
12	8.4	1647	18.78	17.05	2.3	4.61	11.82	0.05	0.96	8.22	2.41	5.48	62.94	6.36	2.27	C3 S1	4.95	20
8	7.7	951	9.67	9.07	1.25	3.21	5.16		0.52	6.76	1.28	0.51	53.36	3.46	2.82	C3 S1	4	20
1	8	1006	9.42	8.53	2.43	3.99	2.96	0.04	0.62	5.25	1.02	1.64	31.42	1.65	0	C3 S1	6.35	30
2	7.2	731	6.78	6.81	1.76	2.54	2.46	0.03	0.33	5.37	0.64	0.47	36.23	1.68	1.4	C2 S1	5	30
4	7.5	915	9.16	8.63	1.97	4.29	2.88	0.02	0.62	6.09	0.7	1.22	31.44	1.63	0.45	C3 S1	6.1	30
5	7.4	658	6.09	6.18	1.59	3.05	1.4	0.05	0.43	5.15	0.6		22.99	0.92	0.94	C2 S1	5.1	30
6	8.1	1006	11.47	11.45	1.42	5.57	4.45	0.03	1.2	7.78	1.34	1.13	38.8	2.38	1.99	C3 S1	6.04	30
7	7.4	1098	11.63	11.22	1.67	6.96	2.96	0.04	0.88	9.68	0.7		25.45	1.42	1.89	C3 S1	3.15	30

Cuadro 11. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>Bs- S</u>	<u>Bh- S(c)</u>
PROF. EFECTIVA (Nivel friático)	1-2.5 metros	>2.5 mt.
TEXT. SUPERFICIAL	Fina a media	Media a gruesa
TEXT. INTERIOR	Gruesa	Media
ESTRUCTURA	Bloques subangulares	Bloques subangulares
DESARROLLO EVOLUTIVO	Débil a moderado	Débil a moderado

A continuación se presentan las características mas importantes de los suelos estudiados:

DESCRIPCION DEL PEDON 3.

UBICACION: Trocha 6, cerca del río Madre Vieja, parcela F-179 de Don Nolberto Ralda.

FECHA DE OBSERVACION: 1-6-95

RECONOCEDOR: Gerardo Barrientos

ELEVACION: 20 msnm.

PENDIENTE: 1%

VEGETACION: Cultivos anuales.

PEDREGOSIDAD: Ninguna

MATERIAL ORIGINAL: Sedimentos aluviales volcánicos.

EROSION; Hídrica ligera.

DRENAJE: Bien drenado

DESCRIPCION DEL PERFIL

PROFUNDIDAD HORIZONTE (cms)	DESCRIPCION
0 - 10	Pardo (10YR 5/3) en seco, pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenoso; estructura en bloques subangulares medianos, moderadamente desarrollados; suelto en seco; límite irregular.
10 - 23	Pardo en seco (10YR 5/3), pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco arenoso; estructura en bloques subangulares pequeños, debilmente desarrollados ; consistencia suelto en seco; límite gradual plano.
23 - 28	Pardo (10YR 5/3) en seco, y entre pardo y pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco arenoso; estructura en bloques subangulares pequeños, debilmente desarrollados; consistencia suelto en seco; límite gradual irregular.
28 - 40	pardo (10YR 5/3) en seco, entre pardo y pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares pequeños, debilmente desarrollados; consistencia suelto en seco; límite neto plano.
40 - 55	Pardo pálido (10YR 6/3) en seco y entre pardo y pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco arenoso; bloques subangulares pequeños, debilmente desarrollados; consistencia suelto en seco; límite neto plano.
>55	Pardo (10YR 5/3) en seco y pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, franco limoso; bloques subangulares pequeños, debilmente desarrollados; consistencia suelta en seco.

Cuadro 12. ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PEDON 3, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

A) Características físicas

Prof. (cm)	Tamaño de partículas(porcentaje)			Clase Textural	Retención humedad	
	arcilla	limo	arena		330 Kpa.	1500 Kpa
0-10	15.49	43.73	40.78	Franco	30.63	12.33
10-23	13.29	28.89	57.82	Franco arenoso	25.32	10.29
23-28	11.39	39.05	49.56	Franco	22.42	10.66
28-40	20.07	35.68	44.25	Franco	35.55	12.35
40-55	13.47	64.84	21.69	Franco limoso	29.48	11.92
>55	27.68	55.60	16.72	Franco arcilim	52.70	19.08

B) Características químicas

Prof (cm)	M.O %	Cationes intercambiables (meq/100g)					S.B. %	pH	SUMA CATIONES
		Ca	Mg	Na	K	CIC			
0-10	-	7.19	4.42	1.0	2.08	17.28	85.24	7.2	14.73
10-23	1.95	7.74	3.40	5.16	0.11	20.33	93.56	7.2	19.02
23-28	3.67	5.22	4.03	3.09	2.06	13.77	100.0	7.5	13.77
28-40	0.76	7.50	7.87	1.05	1.05	18.03	75.6	7.1	13.63
40-55	1.45	10.7	3.25	6.27	0.42	32.21	78.48	7.7	25.28
>55	-	6.46	-	1.03	5.15	15.89	100.0	8.1	15.89

M.O.% = PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA

S.B.% = PORCENTAJE DE SATURACION DE BASES

DESCRIPCION DEL PEDON 5.

UBICACION: Centro Urbano 2, parcela E-64 de Don Domingo Recinos.
 FECHA DE OBSERVACION: 22-6-95
 RECONOCEDOR: Gerardo Barrientos
 ELEVACION: 30 msnm.
 PENDIENTE: 1%
 VEGETACION: Pastos cultivados.
 PEDREGOSIDAD: Ninguna
 MATERIAL ORIGINAL: Sedimentos aluviales volcánicos.
 EROSION; Hídrica ligera.
 DRENAJE: Bien drenado

DESCRIPCION DEL PERFIL

PROFUNDIDAD HORIZONTE (cms)	DESCRIPCION
0 - 46	Pardo oscuro (10YR 3/3) en seco, pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco limoso; estructura en bloques subangulares medianos, moderadamente desarrollados; suelto en seco; límite gradual plano.
46-107	Pardo (10YR 3/3) en seco y entre pardo y pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; arenoso; sin estructura; consistencia suelto en seco; límite neto plano.
>107	Gris claro (10YR 5/3) en seco y pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco; estructura en bloques subangulares medianos, moderadamente desarrollados; consistencia ligeramente dura en seco.

Cuadro 13. ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PEDON 5, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

A) Características físicas

Prof. (cm)	Tamaño de partículas (porcentaje)			Clase Textural	Retención humedad	
	arcilla	limo	arena		330 Kpa	1500 Kpa
0-46	9.32	10.14	80.54	Arena franca	14.26	7.46
46-107	7.17	5.95	86.88	Arena franca	7.86	4.39
>107	27.35	5.08	22.57	Franco	47.75	18.06

B) Características químicas

Prof (cm)	M.O. %	Cationes intercambiables (meq/100g)					S.B. %	pH	SUMA CATIONES
		Ca	Mg	Na	K	CIC			
0-46	1.5	6.14	4.0	2.06	2.06	14.26	100.0	6.9	14.26
46-107	6.22	3.09	2.63	1.02	2.04	8.78	100.0	7.2	8.78
>107	-	13.14	6.61	2.18	2.18	28.40	85	7.8	24.11

M.O.% = PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA

S.B.% = PORCENTAJE DE SATURACION DE BASES

DESCRIPCION DEL PEDON 9.

UBICACION: Trocha 3, calle 5, parcela F-84 de Don Manuel Rodríguez.

FECHA DE OBSERVACION: 4-6-95

RECONOCEDOR: Gerardo Barrientos

ELEVACION: 20 msnm.

PENDIENTE: 1%

VEGETACION: Cultivo de plátano.

PEDREGOSIDAD: Ninguna

MATERIAL ORIGINAL: Sedimentos aluviales volcánicos.

EROSION; Hídrica ligera.

DRENAJE: Bien drenado

DESCRIPCION DEL PERFIL

PROFUNDIDAD HORIZONTE (cm)	DESCRIPCION
0 - 43	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en seco, negro (10 YR 2/1) en húmedo; franco arenoso; estructura en bloques subangulares fuertemente desarrollados; consistencia suelto en seco; límite gradual plano.
43-68	Pardo (10YR 5/3) en seco y pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; arena; sin estructura; consistencia suelto en seco; límite gradual plano.
>68	Pardo (10YR 5/3) en seco y entre pardo y pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco arenoso; estructura en bloques subangulares medianos, moderadamente desarrollados; consistencia suelto en seco.

Cuadro 14. ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PEDON 9, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

A) Características físicas

Prof. (cm)	Tamaño de partículas (porcentaje)			Clase Textural	Retención humedad	
	arcilla	limo	arena		330 Kpa	1500 Kpa
0-43	9.19	19.05	71.76	Fco.aren	21.78	9.91
43-68	4.97	4.07	90.96	Arena	6.48	3.49
>68	9.15	30.93	59.92	Fco.aren	15.61	6.03

B) Características químicas

Prof (cm)	M.O. %	Cationes intercambiables (meq/100g)					S.B. %	pH	SUMA CATIONES
		Ca	Mg	Na	K	CIC			
0-43	4.51	9.85	2.62	15.51	0.41	28.63	100.00	8.0	28.63
43-68	0.36	2.87	2.99	02	1.02	7.86	100.00	8.0	7.86
>68	4.21	6.07	3.52	1.03	1.03	10.65	100.00	8.5	10.65

M.O.% = PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA

S.B.% = PORCENTAJE DE SATURACION DE BASES

DESCRIPCION DEL PEDON 20.

UBICACION: Trocha 9, calle del banco, parcela F-372 de Don Higinio Guerra.

FECHA DE OBSERVACION: 5-7-95

RECONOCEDOR: Gerardo Barrientos

ELEVACION: 10 msnm.

PENDIENTE: 1%

VEGETACION: Cultivos anuales.

PEDREGOSIDAD: Ninguna

MATERIAL ORIGINAL: Sedimentos aluviales volcánicos.

EROSION; Hídrica ligera.

DRENAJE: Bien drenado

DESCRIPCION DEL PERFIL

PROFUNDIDAD

DESCRIPCION

HORIZONTE (cm)

- 0 - 5 Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; arena; sin estructura ; consistencia suelto en seco; límite gradual irregular.
- 5 - 16 Pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco y pardo oscuro (10YR 3/2) en húmedo; arena; sin estructura; consistencia suelto en seco; límite neto plano.
- >16 Pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; arena; sin estructura; consistencia suelto en seco;

Cuadro 15. ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PEDON 20, EN NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA. 1,995.

A) Características físicas

Prof. (cm)	Tamaño de partículas(porcentaje)			Clase Textural	Retención humedad	
	arcilla	limo	arena		330 Kpa	1500 Kpa
0-5	7.39	13.97	78.03	Arena franca	10.23	4.88
5-16	4.96	6.26	88.79	Arena	8.51	3.94
>16	2.91	4.21	92.88	Arena	4.86	3.54

B) Características químicas

Prof (cm)	M.O. %	Cationes intercambiables (meq/100g)					S.B. %	pH	SUMA CATIONES
		Ca	Mg	Na	K	CIC			
0-5	1.77	9.56	2.36	1.01	1.01	13.9	100.00	7.9	13.94
5-16	0.85	5.42	2.94	1.01	1.01	10.4	100.00	6.0	10.38
>16	-	4.55	2.05	1.01	1.01	8.62	100.00	8.2	8.62

M.O.% = PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA

S.B.% = PORCENTAJE DE SATURACION DE BASES

6.3 MAPA PRELIMINAR:

En la figura 14, se trata de localizar, de forma preliminar, las áreas en donde se encontraron problemas de sales y sodio en el estrato ponderado 20-50 cm. Se debe aclarar que es una primera aproximación y que dicha delimitación es de carácter puntual para el año de estudio, pudiendo variar de acuerdo a los siguientes factores:

6.3.1 MAREAS: Las cuales fluctúan diariamente.

6.3.2 REGIMEN PLUVIAL: Cantidad y distribución de lluvias a lo largo del año.

6.3.3 CAUDAL: El caudal que puedan transportar los dos principales ríos, Madre Vieja y Coyolate.

7. CONCLUSIONES.

7.1. SUELOS

- Se encontraron áreas con problemas de sodificación. Sin embargo se debe mencionar que el límite crítico en cuanto a conductividad eléctrica y porcentaje de sodio intercambiable (15%) para este tipo de suelos con textura gruesa (Franco a Franco arenosos), puede ser más alto, ya que sólo se observaron pequeñas áreas con algunos problemas para el desarrollo de las plantas en la zona del Bosque seco Subtropical.

- Las sales que se encontraron con mayor frecuencia fueron principalmente de magnesio y calcio.

- La estructura y textura de los suelos en general es buena, posibilitando el lavado de sales cuando se adicione agua de buena calidad y se facilite el drenaje de las mismas, no así del sodio, el cual requiere enmienda química.

7.2. AGUA DE LOS POZOS

- La calidad del agua de los pozos en el área de estudio es desde media a altamente salina y desde baja a media en sodio ($C_2 S_1$ a $C_4 S_2$). Aunque a partir de 20 metros sobre el nivel del mar se observa agua de mejor calidad para riego ($C_2 S_1$ a $C_3 S_1$).
- Existe una relación inversamente proporcional entre concentración de sales y sodio en el agua de los pozos y la altitud (msnm), encontrándose mayor concentración de sales y sodio en la zona del bosque seco subtropical (3 metros sobre el nivel del mar), correspondiendo a la peor calidad para riego ($C_4 S_2$).
- Se encontró un predominio del sodio sobre los otros cationes en las muestras de agua de los pozos someros, deduciendo que existe intrusión marina, lo cual se incrementaría si se produce una mayor explotación para riego agrícola tradicional (inundación) del acuífero en el área de estudio.
- En una pequeña franja paralela al río Madre Vieja podría realizarse un uso sostenido del suelo y agua de los pozos someros para riego de tierras agrícolas, aún mediante riego tradicional y posibilitando el drenaje, debido a que el área tiene influencia del río, el cual posee agua de muy buena calidad ($C_2 S_1$).

8. RECOMENDACIONES

- En la medida de lo posible, abstenerse de explotar el acuífero subsuperficial con pozos para riego agrícola tradicional o de superficie en el área de estudio (desde el centro urbano 2 hasta orilla del mar), ya que se podría acelerar el proceso de intrusión marina. Una pequeña franja paralela al río Madre Vieja podría ser la excepción, en el sentido de que se podría realizar un uso sostenido, aún con riego tradicional y posibilitando el drenaje debido a que el agua a extraer tiene influencia del río, el cual es de buena calidad para riego.

- Una posibilidad de uso sostenido de los recursos naturales suelo y agua subterránea podría darse por medio de la ejecución de un sistema de drenaje y la implementación de riego localizado de alta frecuencia (goteo y microaspersión), lo cual permitiría introducir nuevos y más rentables cultivos, aún medianamente sensibles a las sales.

- Una práctica cultural de manejo de suelos que incremente la producción y disminuya problemas de sodio, en donde existe, podría conseguirse fertilizando con sulfato de amonio y con la adición y manejo de la materia orgánica.

- Profundizar el estudio de los suelos y agua subterránea de la región, a efecto de realizar una delimitación de áreas con problemas de sales y/o sodio. También debe evaluarse enmiendas químicas para estos suelos.

9. BIBLIOGRAFIA.

1. ALLARA MORALES, H.S. 1,990. Estudio preliminar de los suelos salinos y sódicos en la unidad de riego La Fragua, Zacápa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67 p.
2. ARAGON CASTILLO, B.B. 1,983. Enmiendas de suelos salino-sódicos del área de Placetas a nivel de laboratorio y análisis preliminar del problema en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 102 p.
3. CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR. 1,996. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala. Ingeniería del campo Ltda. 215 p.
4. CHAVEZ CASTAÑEDA, V.M. 1,994. diagnóstico general de los pozos someros para riego, recursos naturales renovables y aspectos socio-económicos del parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
5. CIFUENTES PORRAS, S.E. 1,984. Diagnóstico del sistema de producción agropecuario en el parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1,982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. 1,954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Trad. por N. Sánchez Durón. México, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Manual de Agricultura No. 60. 172 p.
8. _____. 1,960. Tolerance of crops to exchangeable sodium. Washington, D.C. Agricultural Bolletín No. 216. 4 p.

9. GOMEZ MALDONADO, J.V. 1,987. Diagnóstico general de la comunidad Pampas Las Flores, Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 28 p.
10. GUATEMALA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1,967. Estudio agrológico semidetallado de suelos para riego del Parcelamiento Agrario "Nueva Concepción", Tiquisate. Guatemala. 27 p.
11. GUATEMALA. DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO. 1,992. Estudio de factibilidad proyecto de riego y drenaje Nueva Concepción I. Guatemala. v. 2, p. irr.
12. _____; PLAN MAESTRO DE RIEGO Y DRENAJE. 1,990. Caracterización hidroclimática de Guatemala con fines de riego, áreas con déficit de lluvia. Guatemala. 60 p.
13. _____. 1,991. Hidrogeología, disponibilidad de agua subterránea. Guatemala. 72 p.
14. _____. 1,993. Investigación sobre el balance de agua en el proyecto Nueva Concepción I. Guatemala. p. irr.
15. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1,970. Mapa geológico de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
16. ----- s.f. Formas de la tierra. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color.
17. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1,983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
18. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE TRANSFORMACION AGRARIA. s.f. Plano del Parcelamiento Nueva Concepción. Guatemala. Esc. 1:50,000.

19. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA.
1,985. Redacción de referencias bibliográficas. 3a. ed. Costa Rica, IICA. Documentación e Información Agrícola No. 141. 54 p.
20. NORIEGA AVILA, E.A. 1,990. Evaluación de enmiendas de suelos en proceso de sodificación; en el Valle de La Fragua, Zacápa, bajo condiciones de campo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
21. OBIOLS DEL CID, R. 1,975. Mapa climático preliminar de la República de Guatemala según el sistema Thornthwite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
22. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1,959. Mapa de clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color.
23. _____. 1,959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
24. VAN HORN, J.W.; VAN ALPHEN, J.G. 1,995. Control de salinidad. En: Curso de drenaje agrícola y control de inundaciones a nivel postgrado (3., 1,996, Guatemala). Trad. por Edi Vanegas. Ed. por Humberto van der Zel. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Documento No. 10. 81 p.

10.80.
Patruelle



10 . APENDICES .

APENDICE 1. Resultados de las determinaciones efectuadas por el laboratorio de DIRYA.

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Localización: Trochas
Municipio: Nueva Concepcion
Departamento: Escuintla
Proyecto: Riego y drenaje

Gerardo Barrientos
Fecha: 6-12-95

Punto	Profundidad	CIC	CATIONES INTERCAMBIABLES (meq/100 g.)					H +	Saturación en bases (%)	Suma de Cationes
			Ca ++	Mg ++	Na +	K +	H +			
C-1	0-22	18.89	10.62	5.26	1.05	2.09	-0.13	100.69	19.02	
	22-33	15.92	8.54	4.23	2.07	2.07	-0.99	106.22	16.91	
	33-49	19.61	8.63	3.29	2.06	3.09	2.54	87.05	17.07	
	49-66	5.56	3.28	2.10	1.01	1.01	-1.84	133.09	7.40	
	66-96	9.00	5.56	2.75	1.02	1.02	-1.95	115.00	10.35	
	96-102	16.16	8.01	3.68	1.04	2.09	1.34	91.71	14.82	
	>102	28.83	16.75	6.86	2.00	5.00	-1.78	106.17	30.61	
C-2	0-26	20.36	6.32	5.60	1.06	1.06	6.32	68.96	14.04	
	26-43	8.37	5.87	2.40	2.04	2.04	-3.98	147.55	12.35	
	43-74	28.30	15.81	7.28	1.08	4.32	-0.19	100.67	28.49	
	>74	22.25	10.27	4.97	2.10	4.19	0.72	96.76	21.53	
C-3	0-10	17.28	7.19	4.42	1.04	2.08	2.55	85.24	14.73	
	10-23	20.33	7.74	5.71	5.16	0.41	1.31	93.56	19.02	
	23-28	10.73	5.22	3.40	3.09	2.06	-3.04	128.33	13.77	
	28-40	18.03	7.50	4.03	1.05	1.05	4.40	75.60	13.63	
	40-55	32.21	10.72	7.87	6.27	0.42	6.93	76.48	25.28	
	>55	14.41	6.46	3.25	1.03	5.15	-1.48	110.27	15.89	
C-4	0-27	19.14	10.45	5.49	1.05	2.10	0.05	99.74	19.09	
	27-69	5.04	2.52	2.43	1.10	1.10	-2.11	141.87	7.15	
	69-78	11.12	5.17	3.62	2.06	4.12	-3.85	134.62	14.97	

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Localización: Trochas

Municipio: Nueva Concepcion

Departamento: Escuintla

Proyecto: Riego y drenaje

Gerardo Barrientos

Fecha: 6-12-95

Punto	Profundidad	CIC	CATIONES INTERCAMBIABLES (meq/100 g.)						Saturación en bases (%)	Suma de Cationes
			Ca ++	Mg ++	Na +	K +	H +			
C-9	0-43	19.88	9.85	2.82	15.55	0.41	-8.75	144.01	28.63	
	43-68	6.31	2.87	2.95	1.02	1.02	-1.55	124.56	7.86	
	>68	9.90	5.07	3.52	1.03	1.03	-0.75	107.58	10.55	
C-10	0-28	39.75	21.13	6.32	1.09	5.49	5.72	85.61	34.03	
	28-46	32.98	17.14	6.45	2.20	2.20	4.99	84.87	27.99	
	>46	30.15	13.71	6.13	2.18	2.18	5.95	80.27	24.20	
C-11	0-39	36.44	13.83	6.46	1.09	5.46	9.60	73.66	26.94	
	39-61	27.50	11.10	4.46	1.08	6.50	4.36	84.15	23.14	
	61-69	25.95	10.41	5.01	2.16	6.49	1.88	92.76	24.07	
	>69	28.00	10.56	4.92	2.17	6.51	3.84	86.29	24.16	
C-12	0-14	37.93	20.52	6.41	1.09	3.27	6.64	82.49	31.29	
	14-48	38.05	21.79	11.45	3.29	4.39	-2.87	107.54	40.92	
	48-69	33.17	14.17	7.91	5.42	5.42	0.25	99.25	32.92	
	>69	24.14	9.72	6.36	5.34	6.34	-2.62	110.85	26.76	
C-13	0-5	32.50	15.76	6.39	2.15	4.30	3.90	88.00	28.60	
	5-32	21.17	10.17	4.34	1.08	3.24	2.34	88.95	18.83	
	32-54	16.73	10.50	5.14	2.09	3.14	-4.14	124.75	20.87	
	54-76	8.61	5.75	3.48	2.05	2.05	-4.72	154.82	13.33	
	76-95	6.32	3.95	3.02	2.04	2.04	-4.73	174.84	11.05	
	>95	5.57	4.23	4.41	1.01	2.04	-6.12	209.87	11.69	

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISCOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Localización: Trochias
Municipio: Nueva Concepcion
Departamento: Escuintla

Proyecto: Riego y drenaje Gerardo Barrientos Fecha: 6-12-95

Punto	Profundidad	CIC	CATIONES INTERCAMBIABLES (meq/100 g.)							H +	Saturación en bases (%)	Suma de Cationes
			Ca ++	Mg ++	Na +	K +						
C-14	0-26	30.89	16.04	6.50	2.16	2.16	4.03			86.95	26.66	
	26-52	24.36	30.18	5.85	1.07	1.07	-13.81			156.69	38.17	
	52-82	9.44	7.94	4.11	5.13	1.03	-8.77			192.90	18.21	
	>82	4.04	2.85	3.03	1.01	1.01	-3.86			195.54	7.90	
C-15	0-45	27.67	16.36	6.18	1.06	6.38	-2.31			108.35	29.98	
	45-65	20.29	11.27	6.05	5.28	5.28	-7.59			137.41	27.88	
	65-95	19.87	12.05	7.47	5.28	5.28	-10.21			151.38	30.08	
	>95	23.59	12.57	8.28	22.47	5.62	-25.35			207.46	48.94	
C-16	0-16	43.43	17.52	7.00	1.10	5.48	12.33			71.61	31.10	
	16-36	39.95	13.46	6.80	2.22	2.22	15.25			61.83	24.70	
	36-69	37.82	10.23	7.44	2.20	1.10	16.65			55.45	20.97	
	69-110	9.37	4.36	3.21	1.02	1.02	-0.24			102.56	9.61	
	>110	8.76	7.78	2.96	1.02	1.02	-4.02			145.89	12.78	
C-17	0-7	11.24	4.22	2.15	2.04	2.04	0.79			92.97	10.45	
	7-20	8.79	6.42	5.28	1.02	2.04	-5.97			167.92	14.76	
	20-34	13.62	9.17	3.46	1.03	4.13	-4.17			130.62	17.79	
	34-54	14.50	7.35	4.68	2.10	4.20	-4.03			127.79	18.53	
	54-69	10.33	5.75	3.40	2.07	4.13	-5.02			148.60	15.35	
	69-81	5.51	3.24	2.25	1.05	0.42	-1.45			126.32	6.96	
	>81	25.24	15.46	8.05	1.08	4.31	-3.66			114.50	28.90	

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Localización: Trochas
Municipio: Nueva Concepcion
Departamento: Escuintla
Proyecto: Riego y drenaje

Gerardo Barrientos
Fecha: 6-12-95

PUNTO	PROFUNDIDAD	CIC	CATIONES INTERCAMBIABLES						Meq/100 g		Saturacion en		Suma de
			Ca +	Mg ++	Na +	K +	H +	Cationes	bases (%)				
									Ca +	Mg ++	Na +	K +	
C-18	0-21	26.63	2.68	18.69	1.11	3.34	0.81	96.96	25.82				
	21-49	27.92	11.91	7.43	2.27	4.04	23.86						
	49-68	27.78	11.29	5.58	1.00	4.95	22.83						
	68-80	11.19	6.50	5.87	0.41	-6.77	17.96						
	>80	10.36	7.48	6.31	1.04	-9.65	20.01						
C-19	0-27	26.74	18.04	7.24	5.36	-4.97	31.71						
	27-51	6.06	20.38	9.73	4.41	-29.54	35.60						
	51-69	17.60	15.91	7.03	0.42	-11.06	28.66						
	>69	2.77	12.24	6.62	1.06	-22.47	25.24						
C-20	0-5	6.50	9.56	2.36	1.01	-7.44	13.94						
	5-16	6.19	5.42	2.94	1.01	-4.19	10.38						
	>16	4.04	4.55	2.05	1.01	-4.58	8.62						
C-21	0-24	40.44	14.10	9.31	13.48	1.30	39.14						
	24-44	36.52	9.01	9.20	4.53	13.52	25.00						
	>44	8.62	9.20	5.09	8.21	-14.29	22.91						
C-22	0-27	15.27	9.82	3.03	0.41	-0.05	15.32						
	27-45	12.80	8.42	2.15	1.03	0.17	12.63						
	45-59	9.81	6.35	3.06	1.03	-1.66	11.47						
	>59	15.90	11.05	4.60	1.04	-1.83	17.73						
C-23	0-26	17.82	11.73	4.05	2.10	-2.16	19.98						

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS FISICO DE SUELOS

Localización: Nueva Concepción
Municipio: Nueva Concepción
Departamento: Escuintla
Proyecto: Riego y Drenaje

Fecha: 24-10-95

PTO.	PROF.	CLASE TEXTURAL	% CLASE TEXTURAL			C.C. 1/3 BAR	P.M.P. 15 BAR	DENSIDAD g/c.c.	M. O. %	pH	Na/F
			Ar	L	A						
C-1	0-22	Franco	18.25	31.83	50.92	27.00	11.18	1.2097	3.07	7.1	
	22-33	Franco	9.18	37.23	53.59	20.73	8.32	1.3089	1.40	7.2	
	33-49	Franco	11.23	39.21	49.56	21.38	8.40	1.3470	0.88	7.4	
	49-66	Arena franca	7.12	7.93	84.95	6.75	3.71	1.6256	0.35	7.4	
	66-96	Franco arenoso	7.20	22.34	70.40	11.66	6.08	1.3667	-	7.5	
C-2	96-102	Franco	13.68	48.68	37.10	29.67	9.97	1.2299	-	7.4	
	>102	Arena	4.90	4.02	91.08	4.03	3.02	1.5813		7.3	
	0-26	Franco	13.66	36.48	49.86	37.08	16.88	1.0720	5.28	8.1 *	
	26-43	Franco	9.23	40.67	50.10	13.55	7.68	1.1069	0.88	7.3	
	43-74	Franco arcilloso	33.52	45.19	21.29	48.43	18.87	0.9391	2.81	7.6	
C-3	>74	Franco limoso	15.62	52.47	31.91	31.40	10.75	1.0124		7.6	
	0-10	Franco	15.49	43.73	40.78	30.83	12.33	1.1765		7.2	
	10-23	Franco arenoso	13.29	28.89	57.82	25.32	10.29	1.1246	1.95	7.2	
	23-28	Franco	11.39	38.05	49.56	22.42	10.66	1.0565	3.67	7.5	
	28-40	Franco	20.07	35.68	44.25	35.55	12.35	0.9405	0.76	7.1	
C-4	40-55	Franco limoso	13.47	64.84	21.69	29.48	11.92	0.9890	1.45	7.7	
	>55	Franco arcillo limoso	27.68	55.60	16.72	52.70	19.08	0.9546		8.1 *	
	0-27	Franco limoso	13.72	67.15	19.13	30.28	10.48	1.1749	1.96	6.9	
	27-69	Franco	14.12	48.25	37.63	22.19	8.22	1.2015	0.80	7.8	
	69-78	Franco arenoso	11.37	30.72	57.91	22.04	7.13	1.3275		7.7	

Ar = Arcilla, l = Limo, A = Arena, F = Franco

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS FISICO DE SUELOS

Localización: Nueva Concepción
Municipio: Nueva Concepción
Departamento: Escuintla
Proyecto: Riego y Drenaje

Fecha: 24-10-95

PTO.	PROF.	CLASE TEXTURAL	% CLASIFICACION			C.C. 113 BAR	P.M.P. 15 BAR	DENSIDAD g/cc	M.O. %	pH	NaF
			Ar	L	A						
C-4	78-102	Arena	2.44	4.90	91.08	3.98	3.20	1.4658		7.6	
	102-131	Franco limoso	9.11	63.66	27.26	20.77	6.30	1.2446		7.4	
	> 131	Arcilla	50.74	29.11	20.15	51.68	36.29	0.8861		7.1	
C-5	0-46	Arena franca	9.32	10.14	80.54	14.26	7.46	1.4449	1.56	6.9	
	46-107	Arena franca	7.17	5.95	86.89	7.86	4.39	1.5406	0.22	7.2	
	> 107	Franco tendencia F.L	27.35	5.08	22.57	47.76	18.06	1.0169		7.8	
C-6	0-43	Franco arcilloso	36.20	27.55	36.25	37.82	18.22	1.2017	3.45	7.4	
	43-89	Franco arenoso	13.68	24.82	61.60	19.18	6.14	1.5066	0.50	7.8	
	> 89	Arena	5.05	1.84	93.11	3.17	2.22	1.6553		7.6	
C-7	0-50	Franco arcilloso	24.13	28.41	37.46	40.58	23.47	1.1036	1.62	7.3	
	50-108	Franco arenoso	15.87	29.39	54.74	28.73	11.11	1.2042	0.23	8.4 *	
	108-132	Arena	5.01	1.96	93.04	5.38	3.86	1.5748		8.6 *	
	> 132	Franco arenoso	7.30	40.72	51.98	25.32	11.07	1.1305		8.5 *	
C-8	0-16	Franco	15.71	37.99	46.30	32.73	13.42	1.1805	4.59	7.4	
	16-35	Franco arenoso	7.04	16.77	76.19	16.77	6.80	1.6012	1.28	8.8 *	
	35-69	Arena	2.91	2.02	95.07	4.15	2.69	1.6169	0.29	6.8 *	
	69-81	Franco	15.54	48.05	36.41	30.62	10.30	1.2400		9.3 *	
	> 81	Franco arcilloso	31.63	39.43	28.94	49.09	20.67	1.0006		9.2 *	
C-9	0-43	Franco arenoso	9.19	19.05	71.76	21.79	9.91	1.2573	4.51	8.0 *	
	43-88	Arena	4.97	4.07	90.96	6.48	3.49	1.6146	0.36	8.0 *	

Ar = Arcilla, L = Limo, A = Arena, F = Franco

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS FISICO DE SUELOS

Localizaci ón: Nueva Concepción
Municipio: Nueva Concepción
Departamento: Escuintla
Proyecto: Riego y Drenaje

Fecha: 24-10-86

PTO.	PROF.	CLASE TEXTURAL	% CLASIFICACION			C.C.	P.M.P. 15 BAR	DENSIDAD g/cc.	M. O.	pH	NaF
			Ar	L	A						
C-9	>68	Franco arenoso	9.15	30.93	59.92	15.61	6.03	1.4758		8.5 *	
C-10	0-20	Árcilla	42.69	30.75	26.56	45.93	22.80	1.9281	4.21	7.9	
	20-46	Franco arcilloso	34.39	23.75	41.86	39.93	19.59	1.1754	0.52	7.6	
	>46	Franco arcilloso	29.80	38.89	31.31	39.20	17.63	1.1623		7.6	
C-11	0-39	Franco arcilloso	34.17	30.15	35.68	41.45	20.71	1.0619	4.47	6.9	
	39-61	Franco arcilloso	37.76	23.15	34.09	39.77	19.04	1.1968	1.41	7.2	
	61-69	Franco	39.88	28.12	32.00	34.27	19.39	1.2255		7.6	
	>69	Árcilla	40.03	30.39	29.58	37.72	20.96	1.2215		7.5	
C-12	0-14	Franco limoso	16.67	51.93	31.40	40.55	26.50	0.9160	7.05	6.8	
	14-48	Franco	25.09	32.90	42.01	44.53	27.71	0.9349	5.20	7.1	
	48-69	Franco	24.80	36.87	38.33	48.51	19.95	1.0410	1.61	7.9	
	>69	Franco arenoso	15.89	29.91	54.20	37.53	13.87	1.1695		8.1 *	
C-13	0-5	Franco arenoso	16.01	32.28	51.71	36.76	27.81	0.9121	10.10	6.6	
	5-32	Franco arcilloso	29.46	36.45	32.09	38.57	19.19	0.9529	3.84	7.4	
	32-64	Franco arcillo arenoso	21.84	16.73	61.43	24.17	12.12	1.1392	2.02	7.3	
	64-76	Franco arenoso	9.10	14.35	76.54	13.42	5.54	1.4083		7.5	
	76-95	Árcilla franca	7.02	8.16	84.83	9.72	4.35	1.4986		7.5	
	>95	Árcilla	4.94	6.07	89.99	6.75	4.35	1.4813		7.9	
C-14	0-26	Franco arcilloso	35.51	28.08	36.41	3.02	21.00	1.0157	4.51	7.3	
	26-52	Franco arcillo arenoso	24.45	27.79	47.77	30.94	15.62	1.1503	1.18	6.2 *	

Ar = Arcilla, L = Limo, A = Arena, F = Franco

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y ALENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS FISICO DE SUELOS

Localización: Nueva Concepción
 Municipio: Nueva Concepción
 Departamento: Escolania
 Proyecto: Riego y Drenaje

Fecha: 24-10-95

P.T.O.	PROF.	CLASE TEXTURAL	% CLASIFICACION			C.C. 13 BAR	P.M.P.		DENSIDAD g/cc	M.O.	pH	NaF
			Ar	L	A		15 BAR	%				
C-14	52-82	Franco arenoso	5.01	36.94	58.05	12.94	6.45	1.3883		8.3	*	
	>82	Arena	2.91	8.07	39.02	4.88	3.88	1.4920		8.1	*	
C-15	0-45	Franco arcilloso	28.61	36.19	35.21	33.85	17.36	0.9994	5.40	6.9		
	45-65	Franco	19.95	38.47	41.58	28.87	12.87	1.1903	1.44	7.6		
	65-95	Franco	24.18	35.93	37.89	31.63	13.08	1.1788		8.2	*	
	>95	Franco	21.21	35.95	42.84	35.84	13.64	0.9731		8.4	*	
C-16	0-16	Arcilla	49.66	24.12	26.27	41.46	27.04	1.0217	4.33	7.6		
	16-36	Arcilla	47.59	18.56	32.44	41.78	27.86	0.9495	1.22	7.3		
	36-64	Franco arcillo arenoso	29.55	21.99	48.46	34.99	20.94	1.0599	0.80	8.2	*	
	64-110	Arena	7.01	4.07	88.92	7.21	4.66	1.5234		8.2	*	
	>110	Arena	4.97	0.00	95.03	4.39	3.52	1.5295		8.2	*	
C-17	0-7	Arena franca	9.07	12.27	78.66	10.99	6.77	1.4349	2.07	7.4		
	7-20	Franco arenoso	9.07	18.39	72.53	14.16	7.03	1.2907	2.18	7		
	20-34	Franco arenoso	11.64	28.48	59.88	15.63	7.52	1.2106	1.16	6.8		
	34-54	Franco limoso	13.95	58.42	27.63	30.90	10.61	1.0688		7		
	54-64	Franco limoso	9.17	59.92	30.91	22.11	7.78	1.1358		7.3		
	64-81	Franco limoso	11.42	67.16	21.42	26.67	8.62	1.0956		7.2		
	>81	Franco arcillo limoso	29.00	58.25	12.75	60.74	18.58	0.8858		7.1		
C-18	0-21	Franco arcilloso	36.63	22.46	40.90	34.91	19.61	0.9652	5.58	7.1		
	21-49	Arcilla	46.40	34.23	19.37	44.69	24.54	0.9388	1.44	7.4		

Ar = Arcilla, L = Limo, A = Arena, F = Franco

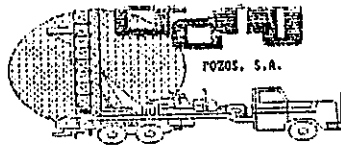
DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO
LABORATORIO FISICOQUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS FISICO DE SUELOS

Localización: Nueva Concepción
Municipio: Nueva Concepción
Departamento: Escuintla
Proyecto: Riego y Drenaje

Fecha: 24-10-85

PTO.	PROF.	CLASE TEXTURAL	% CLASE TEXTURAL			C.C.	P.M.F. 15 BAR	DENSIDAD g/cc.	M.O.	pH	NaF
			Ar	L	A						
C-18	49-68	Franco arcillo arenoso	32.03	21.43	46.54	31.06	17.82	1.0575		8.1	*
	68-80	Arena franca	9.2	10.95	79.85	12.40	7.09	1.2766		8.4	*
	>80	Franco arenoso	9.2	29.19	61.61	14.54	0.96	1.2794		8.6	*
C-19	0-27	Franco	20.0	40.00	30.31	37.79	16.91	1.0156	5.15	7.7	
	27-51	Franco arcillosos	20.1	40.48	27.42	38.19	17.71	1.0201	1.72	7.8	
	51-69	Franco arenoso	17.0	29.87	52.93	26.38	12.53	1.2098		8	*
	>69	Franco	9.88	42.32	47.81	20.39	8.4	1.2621		8.1	*
C-20	0-5	Arena franca	7.39	13.97	78.00	10.23	4.80	1.1807	1.77	7.9	
	5-16	Arena	4.96	6.26	88.79	8.51	3.04	1.5106	0.85	6	*
	>16	Arena	2.91	4.21	92.88	4.86	3.54	1.5187		8.2	*
C-21	0-24	Arcilla	52.67	23.1	24.23	46.33	30.38	1.0824	4.86	7.7	
	24-44	arcilla	44.05	22.84	33.11	38.83	27.49	1.0022	0.79	7.2	
	>44	Arena franca	7.06	6.32	86.62	7.71	5.76	1.452		7.6	
C-22	0-27	Franco arenoso	11.23	19.57	70.2	18.22	7.14	1.3758	2.69	7.3	
	27-45	Franco arenoso	11.23	12.79	75.98	14.8	6.86	1.33	1.43	8	*
	45-59	Franco arenoso	9.13	12.95	76.52	11.55	6.12	1.4144		7.9	
	>59	Franco	13.47	56.64	29.88	29.71	11.08	1.1368		7.4	
C-23	0-26	Franco arenoso	17.69	23.07	59.24	21.61	10.33	1.2195	0.84	7.3	
	26-54	Franco arcillo arenoso	33.3	20.00	56.62	21.02	11.7	1.0672	1.83	7.4	
	54-77	Franco	15.76	48.73	35.51	32.11	41.75	1.1943		7.7	

Ar = Arcilla, L = Limo, A = Arena, F = Franco



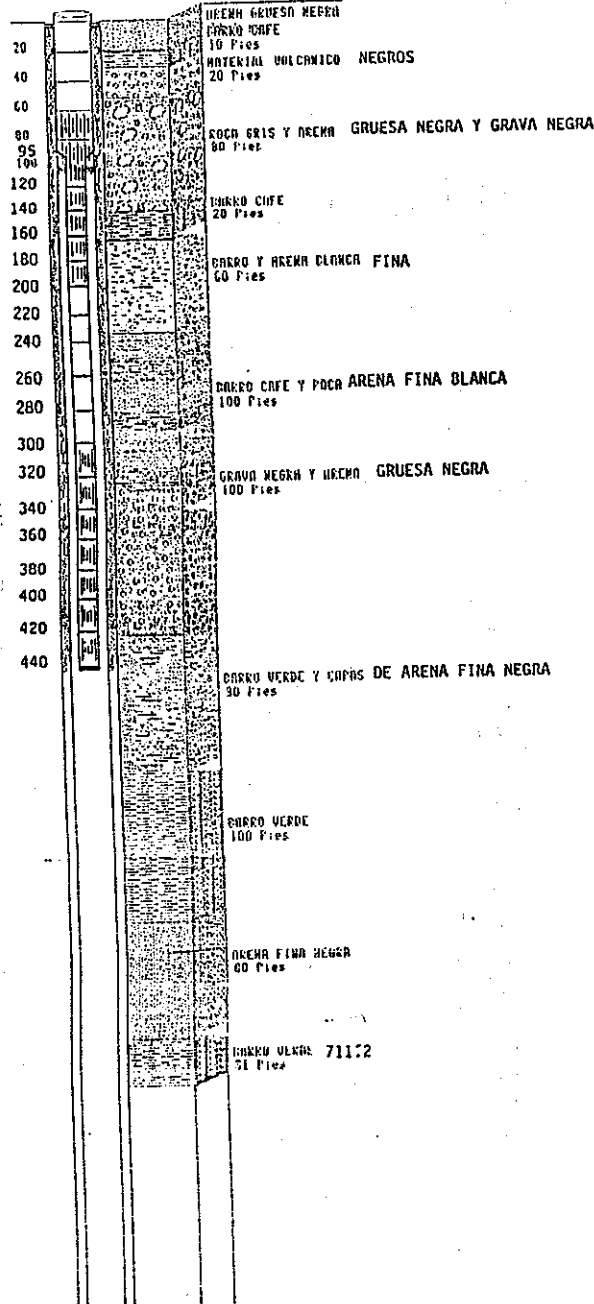
GUATEMALA, C.A.
17 AV. 25-02 ZONA 11
TEL. 76-15-93 al 97

CODIGO DEL POZO: 05190
NOMBRE PROPIETARIO: MINISTERIO AGRICULTURA-DIGESA REGION I
UBICACION POZO: CUM. CUM. JACALITO, TECOJATE ESCUMILLA

FECHA DE INICIO: 07/07/90
FECHA DE FINALIZACION: 07/24/90
POZO No. 1
PERFORADORA: FAIRLING - 2
MOTOR: HUIA1130
PERFORADOR: AUGUSTO BLANCO CORDOVA
DIAMETRO: 10 1/2 Pulgadas.
PROFUNDIDAD POZO: 711.2 Pies

TOTAL BOMBACION: 245 Pies 10" Ø
TOTAL PICHICHAS: 40 Pies 8" Ø
TOTAL RESILLA: 0 Pies
NIVEL ESTÁTICO: 6 Pies
NIVEL DE BOMBEO: 52 Pies
PRODUCCION: 979 GPM.
DURACION BOMBEO: 48:00 Horas
PROFUNDIDAD DE LA BOMBA 90 Pies, de 60 H.P. de 4 Elapas.

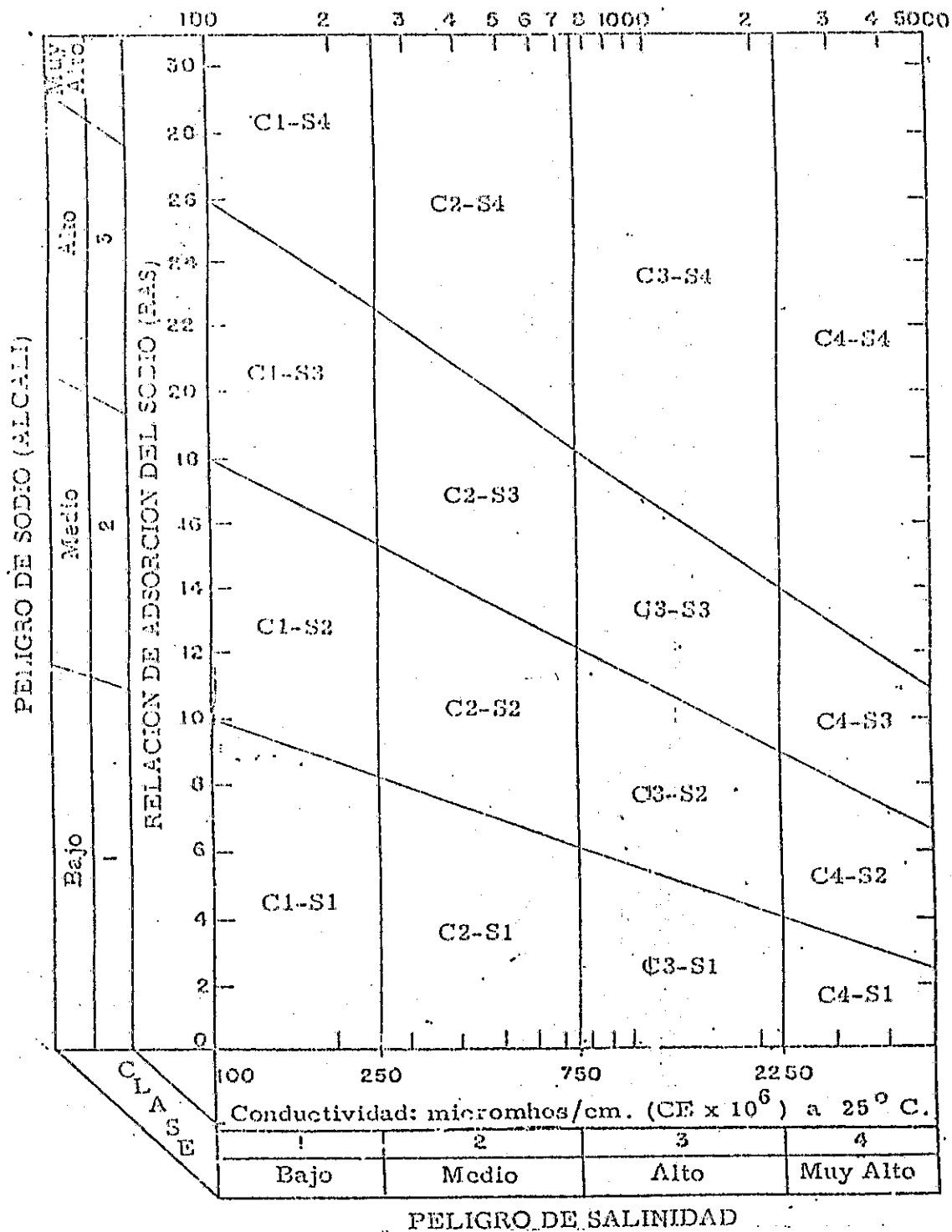
APENDICE 2. Perfil y características hidráulicas de un pozo mecánico perforado en el área de estudio. (centro urbano 2, 30 msnm.)



OBSERVACIONES:

SELLO SANITARIO DE CEMENTO DE 0 A 5 PIES. FILTRO DE GRAVA DE 5 A 40 PIES. POZO CON MANTO DE CEMENTO. POZO PERFORADO A LA PROFUNDIDAD DE 711.2 PIES.

APÉNDICE 3. Diagrama para la clasificación de las aguas para riego.





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

Ref. Sem-048/97

LA TESIS TITULADA: ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CONCENTRACION DE SALES EN EL
SUELO Y AGUA SUBTERRANEA EN NUEVA CONCEPCION ESCUINTLA.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDI GERARDO BARRIENTOS VELIZ

Carnet No: 88-13248

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Ing. Agr. Isaac Herrera
Ing. Agr. Efraín Medina G.
Lic. Jorge Solis Gonzalez

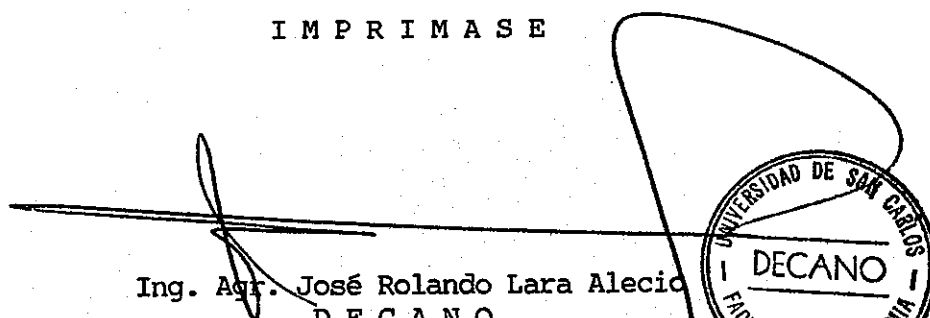
El asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de
Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Hugo A. Tobias V.
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez
DIRECTOR DEL INSTITUTO



I M P R I M A S E


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

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770

