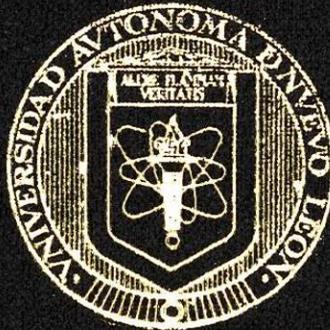


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE
SALINIDAD Y DRENAJE DE UNA AREA DE EL
"REALITO", MUNICIPIO DE VALLE HERMOSO,
TAMAULIPAS.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA

PRESENTA

GERARDO PAEZ AGUILAR

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1987

T

S595

P3

o.1



1080062713

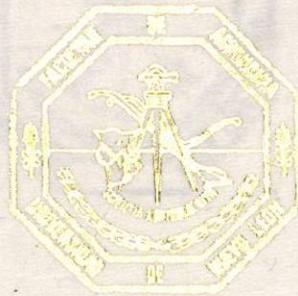
T
S 595
P3



Biblioteka Centralna
Republike Srbije

F. festis

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE
SALINIDAD Y DRENAJE DE UNA AREA DE EL
"REALITO", MUNICIPIO DE VALLE HERMOSO,
TAMAULIPAS.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTA

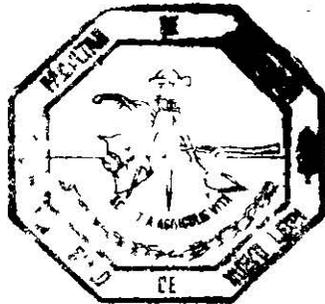
GERARDO PAEZ AGUILAR

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1987

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES
DE SALINIDAD Y DRENAJE DE UNA AREA
DE EL "REALITO", MUNICIPIO DE VALLE
HERMOSO, TAMAULIPAS.

TESIS QUE PRESENTA, GERARDO PAEZ AGUILAR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA.

COMISION REVISORA :

Dr. JUAN FCO. PISSANI ZUÑIGA.

ING. JUAN ANTONIO VIDALES CONTRERAS.

ING. PEDRO RICARDO ORIA RAMOS.

FECHA : JUNIO DE 1987

Ningún siervo es más que su amo, y ningún enviado es más que el que lo envía. Si entienden estas cosas y las ponen en práctica serán felices.

S. Jn. 13.1 - 17.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES :

PAULA VIRGINIA AGUILAR DE PAEZ.

JOSE VALENTE PAEZ GALINDO.

Por darme la carrera profesional que tanto sacrificio les costó, y por tenerme confianza en la culminación de mis estudios.

A MIS HERMANOS :

MA. DE LOURDES.

JOSE PAULINO.

ALFREDO.

ROBERTO.

JAVIER.

MA. DE GUADALUPE.

ARIADNA.

Por darme el ejemplo, amor, confianza y ayuda moral y económica que siempre me brindaron.

A MI NOVIA :

Srita. MARIA MAGDALENA FUANTOS DE LA CERDA, por su compañía y gran amor que siempre me ha brindado.

A EL Pbro. RAFAEL GUERRERO GALVAN, por ser un gran amigo y compañero en el transcurso de mis estudios.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACION.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

A G R A D E C I M I E N T O S .

Mi mas sincero agradecimiento al Dr. JUAN FCO. PISSANI ZUÑIGA, por su gran ayuda en el transcurso de toda la investigación.

Al Ing. JUAN ANTONIO VIDALES CONTRERAS, por su valiosa ayuda en el -- trabajo de campo y la revision del escrito.

Al Ing. PEDRO RICARDO ORIA RAMOS, por sus acertadas correcciones en la revisión del escrito.

A todo el personal que labora en la secretaría de RIEGO Y DRENAJE -- (S.A.R.H.), de Río Bravo, Tam. por su gran ayuda en los análisis físicos y químicos de las muestras de agua y suelo. Gracias.

A la familia VILLANUEVA ESPINO, por sus atenciones desinteresadas de casa, alimento y transporte durante el trabajo de campo.

A la familia GARZA ORNELAS por prestar su parcela para la investiga - ción y su cooperación con el material utilizado en la misma.

A los compañeros DANIEL RODRIGUEZ LIRA y RUBEN VILLANUEVA ESPINO, por la gran participación directa en el trabajo de campo.

A el Ing. R. BRAULIO RODRIGUEZ P. por las facilidades prestadas para la mecanografía.

INDICE GENERAL.

	PAGINA.
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
1. Origen de los problemas de salinidad y drenaje en áreas bajo riego	4
1.1. Influencia del mal drenaje en las propiedades del suelo . . .	6
2. Métodos de rehabilitación	8
2.1. Lavados en relación con el control de la salinidad	10
2.2. Peligro de sodificación y lavado.	11
2.3. La influencia de las sales ligeramente solubles en las aguas- de riego.	11
2.4. Clasificación de los suelos dañados con sales	12
2.5. Recuperación de suelos con problemas de sales.	12
2.5.1. Mejoramiento físico del suelo.	12
2.5.2. Mejoramiento Biológico del suelo	13
2.5.3. Mejoramiento Químico.	13
2.5.4. Mejoramiento Hidrotécnico	14
2.6. Mejoradores Químicos.	14
2.7. Drenes de paja de trigo	17
2.8. Drenes con tubos cerámicos.	18
2.9. Drenaje de superficie	18
2.10. Drenaje por subsolado.	19
2.11. Investigaciones en drenaje	20
2.12. Profundidad del manto freático para el control de la salini- dad en zonas áridas y semi-áridas.	21
2.13. Experiencias en drenaje.	21

	PAGINA.
2.14. Proyectos de avenamiento	23
3. Fórmulas para el cálculo de espaciamiento entre drenes . .	23
4. Materiales utilizados en drenaje	26
4.1. Tubos de Barro	27
4.3. Tubos de concreto.	29
4.4. Tubos de plástico.	29
4.5. Filtros para tubería subterránea	31
MATERIALES Y METODOS	33
1.1. Area de estudio	33
1.4. Cultivo.	37
1.5. Estudio del suelo.	37
1.6. Medición de la conductividad hidráulica.	37
1.7. Establecimiento de los pozos de observación.	38
1.8. Lecturas del manto freático.	38
1.9. Toma de muestras del agua freática	38
1.10. Fecha de siembra y manejo del cultivo.	39
1.11. Cuantificación de variables.	39
R E S U L T A D O S.	42
D I S C U S I O N.	47
1. Planteamiento de Rehabilitación.	51
1.1. Uso consuntivo	52
1.2. Cálculo de la necesidad del mejorador químico.	52
1.3. Cálculo de la lámina de riego.	55
1.4. Intervalo de riegos.	56
1.5. Cálculo de la lámina de sobre riego.	56
1.6. Cálculo de la lámina a drenar.	57
1.7. Cálculo del coeficiente de drenaje.	57

	PAGINA.
1.8. Cálculo de la separación del drenaje subterráneo para flujo no establecido.	57
1.9. Cálculo de la separación del drenaje subterráneo para flujo establecido	59
1.10. Análisis del costo por hectarea del sistema de drenaje subterráneo (junio de 1987).	60
C O N C L U S I O N E S	63
R E C O M E N D A C I O N E S.	64
R E S U M E N.	66
B I B L I O G R A F I A.	69
APENDICE I . Resultado de los análisis completos de las muestras de suelos de los pozos de observación	72
APENDICE II , Resultado de los análisis químicos de las aguas de los pozos de observación.	88
APENDICE III . Planos de curvas isobatas	115
APENDICE IV . Planos de curvas Isohypsas	125
APENDICE V . Planos de incrementos y decrementos	135

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA.
1 Tipos de mejoradores agrícolas.	15
APENDICE I.	
2 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación A ₁ y A ₂	73
3 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación A ₃ y A ₄	74
4 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación A ₅ , A ₆ y A ₇	75
5 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación A ₈ y B ₁	76
6 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación B ₂ y B ₃	77
7 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación B ₄ y B ₅	78
8 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación B ₆ y B ₇	79
9 Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los po-	

	zos de observación B ₈ y C ₁	80
10	Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación C ₂ y C ₃	81
11	Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestra de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación C ₄ y C ₅	82
12	Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación C ₆ y C ₇	83
13	Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción pozo de observación C ₈	84
14	Resultado de los análisis de fertilidad y físicos realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación de la línea "A".	85
15	Resultados de los análisis de fertilidad y físicos realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación de la línea "B".	86
16	Resultados de los análisis de fertilidad y físicos realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación de la línea "C".	87
APENDICE II.		
17	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación A ₁	89
18	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación A ₂	90

19	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación A ₃	91
20	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación A ₄	92
21	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación A ₅	93
22	Resultado de los análisis <u>químicos</u> de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación A ₆	94
23	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación A ₇	95
24	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación A ₈	96
25	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₁	97
26	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₂	98
27	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₃	99
28	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₄	100
29	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₅	101
30	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₆	102
31	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₇	103

CUADRO

PAGINA.

32	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación B ₈	104
33	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación C ₁	105
34	Resultados de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación C ₂	106
35	Resultados de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación C ₃	107
36	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación C ₄	108
37	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación C ₅	109
38	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación C ₆	110
39	Resultados de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación C ₇	111
40	Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de <u>ob</u> servación C ₈	112
41	Resultado de los análisis químicos de las aguas del dren . . .	113
42	Resultado de los análisis químicos de las aguas del dren nuevo	114

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA	PAGINA.
1 Plano de los lotes 9327 y 9328	34
2 Vista del ganado bovino en el lote 9327.	35
3 Vista del ganado ovino en el lote 9327	35
4 Curvas a nivel en los lotes experimentales a un intervalo verti- cal de 10 cm. !	36 36
5 Vista del riego de auxilio del lote 9328.	40
6 Plano de salinidad analizada expresada en conductividad eléc- trica (mmhos/cm.) promedio entre los estratos de suelo hasta - 100cm. de profundidad.	43 43
7 Plano de conductividad hidráulica de los pozos de observación.	44
APENDICE III	
8 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.	116
9 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación	117
10 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación	118
11 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación	119
12 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación , , , ,	120
13 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación , , , ,	121
14 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación , , , ,	122
15 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación. , , , ,	123
16 Plano de curvas isobatas de los pozos de observación	124
APENDICE IV.	
17 Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación. , , , ,	126
18 Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación. , , , ,	127
19 Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación. , , , ,	128
20 Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.	129

FIGURA

PAGINA

21	Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.	130
22	Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.	131
23	Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.	132
24	Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.	133
25	Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.	134
26	Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.	135
26	Plano de incrementos y decrementos.	136
27	Plano de incrementos y decrementos.	137
28	Plano de incrementos y decrementos.	138
29	Plano de incrementos y decrementos.	139
30	Plano de incrementos y decrementos.	140
31	Plano de incrementos y decrementos.	141
32	Plano de incrementos y decrementos.	142
33	Plano de incrementos y decrementos.	143
34	Esquema para flujo no establecido	58
35	Esquema para flujo establecido.	58
36	Diseño del drenaje subterráneo paralelo lateral	61
37	Corte del registro para el mantenimiento del drenaje subterráneo entubado.	62
38	Vista de la descarga del dren subterráneo entubado sobre el dren colector de tipo abierto.	62

I N T R O D U C C I O N

El problema de la salinidad de suelos bajo riego y las medidas para combatirla han preocupado a todos los científicos de suelos, expertos en irrigación y a los Agronomos durante muchos años.

En México se han realizado pocos trabajos de recuperación de suelos ensalitrados, debido principalmente a los altos costos de recuperación, - escasez de agua para lavado, falta de créditos refaccionarios, largos procesos de recuperación, desarrollo insuficiente y desconocimiento de las - técnicas de recuperación. Los problemas de ensalitramiento en los terrenos de uso agrícola se han incrementado considerablemente alcanzando un 33% de la superficie bajo riego, debido a la acumulación de sales solubles en la zona radicular, producida por el mal uso y manejo de aguas, suelos y plantas; provocando con ésto una reducción en el rendimiento de las cosechas. (16,17)

Para programar adecuadamente el riego, es necesario estimar la " cantidad de drenaje ", con objeto de incrementar la eficiencia en el uso del agua. A medida que ha progresado la tecnología del riego, esta necesidad ha recobrado fundamental importancia. (7)

En la mayor parte de las regiones áridas del mundo existen fuentes de agua salina, cuya presencia se ha considerado rara vez como un bien . (7)

El drenaje es necesario cuando hay una mayor cantidad de agua disponible en el terreno de la necesitan las plantas para su desarrollo; este es básicamente el problema, la evacuación de agua del terreno superficial y/6 subterránea. (5,21)

Algunos terrenos cuentan con buen drenaje natural. Cuando los terrenos tienen un drenaje natural deficiente, es necesario construirlo en forma artificial .

El drenaje se necesita tanto en regiones húmedas como en regiones semi-áridas donde se practica el riego. El avenamiento de campos en regiones húmedas es esencial para evacuar el exceso de agua que resulta de la fuerte precipitación .En las regiones semi-áridas y áridas donde se riega, la necesidad de drenaje esta causada por el riego mismo. En el último caso, el drenaje sirve principalmente para regular la salinidad y alcalinidad del suelo y del agua del subsuelo. El agua de riego trae sales que se acumulan en el suelo cuando el agua desaparece sólo por evapotranspiración. Para evitar ésta acumulación de sales, se debe aplicar de vez en cuando una cantidad de agua de riego adicional para que se efectue el proceso de lixiviación. (21)

En general, la salinización del suelo y agua subterránea ha generado problemas en casi todas las zonas áridas en donde se ha requerido el riego.

La salinización es un proceso natural que puede ser aumentado o no -- por el riego y por la producción agrícola.

Hay que tener en cuenta que debe de existir una correlación entre la salinidad del agua subterránea, la salinidad del suelo, la clase de cultivo y su modo de explotación.

Toda actividad debe orientarse al mejoramiento de la conductividad hidráulica del suelo, para que la agricultura tenga éxito. (1)

Extensas superficies agrícolas están localizadas en terrenos con problemas de drenaje, como lo es el área de riego de la región de Valle Hermoso Tamaulipas que cuenta con una superficie de 34,312.75 hectareas, de las cuales el 19% tiene problemas de salinidad y drenaje, éstos problemas son debido principalmente a la influencia cercana de los vasos de almacenamiento del agua de riego, propiciando la elevación del nivel freático y por consiguiente afloramientos de sales, por lo que para el presente estudio se localizó un área representativa de ésta región; en muchas de éstas áreas regadas el manejo inadecuado del agua, sobre todo la poca atención inicialmente prestada a la eliminación de sobrantes y aguas de lavado, ha dado lugar a la rápida elevación del manto freático, que inicialmente podía estar suficientemente profundo, hasta alcanzar la zona radicular, con los consiguientes efectos de exeso de humedad en el suelo y salinización del mismo.

Al analizar lo anterior se observa la gran importancia que representa el problema de los suelos afectados por las sales en dicha región y la necesidad de encontrar la solución más adecuada para recuperarlos de una forma eficaz y económica.

Los objetivos que se pretenden en éste estudio son:

- 1.- Determinar las condiciones actuales de salinidad y drenaje de los lotes 9327 y 9328, del Realito, municipio de Valle Hermoso, Tam.
- 2.- Analizar las causas y factores que originan el problema en dichas áreas.
- 3.- Planear alternativas de solución más viables, para rehabilitar el área.

REVISION DE LITERATURA

Origen de los problemas de salinidad y drenaje en áreas bajo riego.

La formación y acumulación de las sales en los suelos se debe a un número de procesos geoquímicos que se producen en los estratos superficiales de la corteza terrestre, a la acumulación de sales en las aguas freáticas y la roca madre, debido a condiciones específicas de intemperización. Cuando las diferentes rocas se descomponen se forman minerales secundarios, óxidos y componentes más simples. (5)

La meteorización de las rocas por sí sola, rara vez ocasionado que se acumulen grandes cantidades de sal en un lugar. Lo normal es que las sales una vez formadas sean transportadas por el agua que las conduce al mar o a depósitos continentales, que de ésta manera se salinizan (20); aunque también la redistribución de sales por el viento es posible. (3,5)

TEAKLE, citado por el manual #60 de U.S.D.A. (1), menciona que el océano es también la fuente de sales en los suelos bajos que se encuentran a lo largo de las costas. A veces la sal se mueve tierra adentro a consecuencia del transporte por la brisa, denominándosele sal cíclica.

En las zonas áridas y semi-áridas, el agua subterránea y el agua de riego son dos agentes en el transporte, redistribución y acumulación de sales. (5)

U.S. Geological Survey, citado por LUTHIN (15), concluyó que todas las aguas de riego, ya sean derivadas de manantiales, corrientes, o bombeadas de pozos, contienen cantidades apreciables de sales solubles.

Las aguas actúan como fuentes de sales cuando se usan para riego y

pueden agregar sales al suelo bajo condiciones naturales, cuando inundan las tierras bajas ó cuando el nivel freático se eleva hasta 1.5 ó 1.8 metros de la superficie del suelo, el agua subterránea en mayor ó menor grado cargada de sales asciende llegando a la zona radicular del cultivo y a la superficie del suelo por acción capilar, contribuyendo a la salinización del suelo. (1)

Por la fuerte evaporación potencial en zonas áridas y semiaridas el agua se evaporará y gradualmente las sales se acumulan en las capas superficiales.

El volúmen de agua que es transportado hacia la superficie del suelo donde se evapora, depende de la profundidad del agua subterránea, el gradiente potencial entre el agua subterránea y la superficie del suelo y de la conductividad capilar del suelo. (5)

Donde el agua se acumula formando charcos, pueden concentrarse las sales alcalinas. Parte de éstos suelos alcalinos se están cultivando, pero en ellos las cosechas alcanzan rendimientos que no son rentables.

En zonas donde el agua es más escasa, se riega con una pequeña cantidad de agua que no asegura una percolación. Bajo tales condiciones las sales se acumulan en la zona radicular y así mismo se saliniza el suelo. (5)

El origen de las aguas subterráneas es uno de los problemas que más preocupado al hombre desde los tiempos más remotos (15). El drenaje restringido que frecuentemente contribuye a la salinización de los suelos y que puede llevar consigo la presencia de un manto freático (M.F.) poco profundo ó una baja permeabilidad del suelo, ya que impide el movimiento descendiente del agua. (1). Por lo tanto, un adecuado drenaje subterráneo es

de importancia primaria para la supervivencia de la agricultura bajo riego en las regiones áridas. (19)

En condiciones naturales hay problemas de drenaje por tener una precipitación menor que la evapotranspiración. En zonas de riego, la frecuencia e intensidad de las aplicaciones del agua cambian el régimen de humedad a causa de la magnitud de los volúmenes aportados es mayor que la de los consumidos. Por otra parte, aún proyectos que se han diseñado, construido y operados cuidadosamente, es difícil lograr eficiencias mayores del 60% (5, 15), lo que significa que casi la mitad del agua de riego no sea utilizada por las plantas, se infiltre y ocasione que los extractos transmisores que no sean lo suficientemente capaces para despojarla con la rapidez necesaria, se provoque un aumento de carga y en consecuencia, una elevación del nivel freático y si el agua presenta fuertes contenidos de sal, también se elevan y causan problemas salinos. (5). Las pérdidas en los canales del orden del 10 al 20 % son bastante comunes. (15)

DE SIGMOND, citado por el manual #60 de U.S.D.A. (1), considera la presencia de una capa edáfica impermeable como factor esencial para la formación de suelos salinos en Hungría.

LUTHIN y BIACHINI. ELLIOT, GOEDEWAAGEN, citados por LUTHIN (15), concluyeron que un M.F. elevado es desfavorable para el crecimiento de las raíces, puesto que éstas generalmente no penetran a más profundidad que aproximadamente los 30 cm. sobre el agua subterránea.

influencia del mal drenaje en las propiedades del suelo.

1.- Propiedades físicas:

El efecto más importante es la disminución de la aireación en la zona

radicular; otras propiedades físicas afectadas son: la estructura, permeabilidad y temperatura.

A.- Aereación: El aumento de la humedad del suelo se hace mediante el desplazamiento por el agua del aire que ocupa los poros del mismo; por tanto, un exeso de humedad ocasiona una disminución del contenido de aire del suelo. El oxígeno es rápidamente consumido y en consecuencia, a los pocos días el nivel de O_2 se reduce y aumenta el de CO_2 .

B.- Salinidad: En los terrenos mal drenados se acumulan las sales disueltas en el agua de riego ó de escorrentia, pudiendo salinizar la solución del suelo y sodificar el complejo de cambio.

Las aguas cargadas de sales procedentes de meteorización de la corteza terrestre se acumulan en las depresiones, bien subterráneamente, constituyendo mantos freáticos salinos, bien superficialmente, dando lugar a charcas, lagunas, lagos, etc.

La evaporación y transpiración consumen grandes cantidades de agua, pero no afecta prácticamente a las sales disueltas, por lo que aumenta la concentración salina de las aguas. (20)

Uno de los aspectos más sorprendentes de los problemas de drenaje es la rapidez con que pueden surgir éstos en grandes superficies, después de que se aplica el agua de riego (15). En un estudio de la respuesta del rendimiento del trigo (Triticum aestivum L.) a la salinidad del agua, la producción decreció al incrementarse la salinidad durante los 2 años de investigación. En el primer año el rendimiento bajo significativamente entre 6 y 15%. Durante el segundo año, el rendimiento se redujo entre 34 y 50%. Los pocos efectos causados en el primer año se atribuyen al tiempo que tardó la salinidad en formarse. En el segundo año la baja notable que causó

la salinidad fué mayor que el número de espigas, que en los granos por espiga. (6)

WITHERS y VIPOND, citados por CORTES (4), definen algunas causas que dan origen a un problema de drenaje ó al exeso de agua en la zona radicular:

- a.- Prácticas de riego exesivo.
- b.- Precipitaciones pluviales.
- c.- Agua procedente de fugas de canales.
- d.- Filtraciones bajo estructura.
- e.- Condiciones artesianas.
- f.- Inundaciones por el río ó por el mar.

El instituto de suelos de la academia de la U.R.S.S., citado por CORTES (4), menciona que en áreas irrigadas situadas en regiones desérticas y semi-desérticas, en lugares de poco drenaje natural, tarde ó temprano experimentan un aumento de aguas freáticas y sus suelos quedan expuestos a la salinidad.

La necesidad de drenaje dimana, principalmente del riego, siendo una fuente muy importante en algunos de ellos las aguas freáticas extranas(21)

Métodos de Rehabilitación.

En vista de la problemática que implica el lavado de los suelos salinos, muchos investigadores han tratado de establecer relaciones funcionales entre la cantidad de agua aplicada y la cantidad de sales desplazadas, determinando parámetros fundamentales que se utilizan en la mayoría de las fórmulas empleadas en el cálculo de las láminas de lavado derivadas bajo

diferentes aspectos conceptuales. (13)

En la recuperación de suelos salinos se utilizan dos técnicas fundamentales: El lavado de sales y Las mejoras químicas. Para que los lavados sean factibles, se requiere que el suelo tenga un drenaje que permita la eliminación subterránea de las aguas; cuando se trata de suelos salinos no sódicos, ese procedimiento es suficiente, ya que las sales se encuentran disueltas en la solución del suelo y son fácilmente arrastradas por el agua de lavado. En cambio, cuando se trata de suelos sódicos, las sales, ó más rigurosamente el sodio se encuentra retenido por el complejo de cambio mediante enlaces químicos y el paso del agua de lavado no es suficiente para romper esos enlaces, por lo que el sodio no es eliminado. En este caso es preciso eliminar el sodio de su unión con el complejo de cambio. Esto se consigue mediante la adición de sustancias que aporten calcio (p. ejem. yeso), ó que movilicen el existente en el suelo. El calcio desplaza al sodio en sus enlaces químicos y los deja en disposición de ser lavado. (20)

Los principios generales del mejoramiento de suelos salinos y/ó sódicos están comprendidos en: Detener el proceso de salinización, lavar las sales acumuladas en el suelo y reemplazar el sodio intercambiable por el calcio.

La profundidad requerida por el manto freático (M.F.) dependerá del clima, calidad del agua del M.F. y del agua de riego, el sistema de riego, el cultivo y sobre todo la capilaridad del suelo. Un M.F. a una profundidad promedio de 1.4 a 1.8 m. en zonas áridas será suficiente en la mayoría de los casos. (5)

Las sales más nocivas son las que tienen elevada solubilidad, ya que-

dan lugar a soluciones salinas muy concentradas; en cambio, las poco solubles precipitan antes de alcanzar los niveles perjudiciales. (20)

El efecto más común de la salinidad, es el retraso general en el crecimiento de la planta. A medida que la concentración de sales aumenta arriba de un nivel límite la velocidad del crecimiento y el tamaño de la mayoría de las especies de plantas decrecen progresivamente; el crecimiento aéreo muy a menudo, se suspende más que el crecimiento de la raíz.

En las regiones áridas el lavado es de naturaleza local y las sales solubles no pueden ser transportadas muy lejos. Esto ocurre no solamente por que hay menos precipitación adecuada para lavar y transportar las sales, sino también a consecuencia de la elevada evaporación característica de clima árido, que tiende a concentrar las sales en los suelos y en el agua superficial. (1)

Lavados en relación al control de la salinidad,

Como las sales se mueven con el agua, la salinidad dependerá directamente del manejo del agua, o sea, de la irrigación, lavado y drenaje. El lavado puede llevarse a cabo almacenando cantidades considerables de agua en el suelo superficial mediante diques ó bordos, con lo cual se logra un movimiento del agua hacia abajo através del suelo. (1)

El lavado dependerá de la porosidad del suelo, la distribución de la porosidad sobre los poros en diferentes diámetros, la distribución de sales en el suelo, la humedad del suelo y la infiltración.

Durante el lavado el equilibrio entre los cationes absorbidos y los cationes en la solución del suelo serán alterados y se produce el proceso-

de intercambio para que el sodio adsorbido se intercambie con el catión-calcio, la concentración de éste catión en el suelo debe ser suficiente. En éste caso el calcio será absorbido, y el catión sodio, producto del proceso de intercambio será lavado. (5)

Peligro de sidificación y lavado.

La estructura del suelo depende del tipo de cationes intercambiables. En general, cationes divalentes como son el calcio y el magnesio, proporcionan una buena estructura al suelo, mientras que cationes monovalentes - como el potasio y especialmente el sodio, causan la deterioración, y entre otras cosas una pobre permeabilidad, (5) Lavar en verano es, por regla general, menos efectivo porque una gran proporción del agua es perdida por evaporación y porque hay una fuerte tendencia a una salinización en ésta estación.

La influencia de las sales ligeramente solubles en las aguas de riego.

El agua de riego contiene sales de alta y baja solubilidad; las sales consideradas altamente solubles son el ClNa , SO_4 , Mg y Cl_2Ca las cuales se precipitan desde la solución del suelo solamente en concentraciones que son demasiado altas para los cultivos. Las sales consideradas ligeramente solubles que se precipitan a concentraciones demasiado bajas para causar daños a las plantas. Las más importantes son los carbonatos de calcio y magnesio y el yeso. La presencia de éstas sales en el agua de riego pueden tener una considerable influencia en el balance de sales del suelo (5)

La precipitación de sales ligeramente solubles tiene dos efectos importantes:

- 1.- Un efecto favorable en la salinidad total: La concentración total será más baja que si todas las sales permanecieran en la solución.
- 2.- Un efecto desfavorable en el peligro de sodificación: La concentración relativa de sodio incrementa así, el valor de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) (5).

Clasificación de suelos dañados con sales.

Se acostumbra separar a los suelos dañados por las sales en cuatro diferentes grupos:

- 1.- Suelos salinos.
- 2.- Suelos salino-sódicos.
- 3.- Suelos sódicos.
- 4.- Suelos ácidos.

Aunque en forma general, puede pensarse que la recuperación de los suelos con problemas de sales son semejantes; sin embargo, las metodologías a seguir en los suelos salinos, salino-sódicos y sódicos, así como ácidos difieren fuertemente en técnicas y métodos.

Recuperación de suelos con problemas de sales.

Como primera condición necesaria e indispensable, contar con un buen drenaje para poder realizar la lixiviación de las sales. Es inútil tratar de recuperar el terreno sin ello, pues el arrastre de las sales no podrá realizarse(5).

Mejoramiento físico del suelo.- En ésta disciplina se han logrado muchos progresos en los últimos 20 años.(10) Consiste en una serie de labores culturales que tienden a mejorar las condiciones del suelo para

lograr su más fácil recuperación. Los métodos mecánicos son: Rotura--
 ción y mezcla, subsolado, arenamiento e inversión del perfil del suelo
 El propósito de los tres primeros métodos es incrementar la permeabi-
 lidad. La inversión del perfil cubre una capa de suelo no deseable --
 con otro proveniente de mayores profundidades. Todas éstas prácticas--
 se han realizado en varios países, entre ellos la U.R.S.S. (regiones --
 del Volga), y los Estados Unidos (Valle de Arizona y Nuevo México) (5)
 Además una nivelación cuidadosa de la tierra permite una aplicación --
 más uniforme del agua y un mejor control de la salinidad. (1)

Mejoramiento Biológico.- Consiste en la introducción de estiércoles ,
 mejoradores orgánicos y el establecimiento de la vegetación tolerante
 a determinados niveles de salinidad. La presencia de materia orgánica
 en el suelo tiene efectos benéficos en la recuperación de suelos sali-
 nos y alcalinos. Cuando la materia orgánica esta viva, mejora la per-
 meabilidad del suelo y elimina el CO_2 durante el proceso de respira-
 ción. Con la descomposición de materia orgánica y la respiración de
 las raíces se produce el CO_2 y CO_3 , que ayudan a bajar el pH y aumen-
 tan la solubilidad del calcio existente en forma precipitada (5).

Mejoramiento Químico.- En la mayor parte de los suelos el uso de los-
 mejoradores químicos tiene dos funciones fundamentales: La primera --
 cuando se aplica a suelos que se han desarrollado en regiones áridas--
 al sustituir el sodio (Na^+) por el calcio (Ca^{++}) en el coloide arcillo-
 so. La segunda, al eliminar el Na^+ por el Ca^{++} que modifica las condi-
 ciones estructurales del suelo, haciéndolo más manejable y permeable.
 Están divididos en tres categorías, dependiendo del tipo general del
 suelo y de sus características químicas. (5)

- A.- Sales solubles de calcio, como el cloruro de calcio y yeso,
- B.- Compuesto de sales lentamente solubles como el carbonato de calcio.
- C.- Materiales acidificantes como el ácido sulfúrico, azufre y sulfato de fierro.
- D.- Mejoramiento Hidrotécnico. Dos requerimientos básicos son el lavado y el drenaje. La forma más conocida hasta el presente, para remover y expulsar el exceso de sales solubles es mediante la aplicación de diferentes "láminas de lavado", sin utilizar mejoradores químicos aprovechando que los contenidos de calcio son dominantes sobre el sodio. El sistema de drenaje ayuda a eliminar las sales y también tiene como función prevenir la resalinización del perfil del suelo. (5)

Mejoradores Químicos.

El objetivo de los mejoradores químicos se hace con el fin de substituir el sodio intercambiable, que se encuentra adsorbiendo a las partículas finas del suelo (arcilla) por cationes de calcio ó de hidrógeno.

No siempre se aplican mejoradores a los suelos salino-sódicos si no poseen yeso, el cual se solubiliza con la aplicación del agua de riego.

Los tipos de mejoradores de uso agrícola se citan en el cuadro 1.

Los ácidos y los mejoradores formadores de ácido, se deben usar sólo en suelos calcáreos, debido a que deben reaccionar con piedra caliza (carbonato de calcio) para liberar calcio soluble, que sustituye el sodio adsorbido. Debido a su costo comparativamente bajo, el yeso es el mejorador más comúnmente usado para recuperación de tierras. La magnitud de la reac

ción del yeso está limitada sólo por su solubilidad relativamente baja en el agua (15).

CUADRO 1.- Tipos de mejoradores agrícolas.

Mejorador.	Nombre.	Fórmula Química.
1) Sales solubles de calcio	Yeso	$(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$
	Cloruro de calcio.	$(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$
2) Ácidos ó formuladores de ácidos.	Azufre.	(S)
	Ac. Sulfúrico.	(H_2SO_4)
	Sulfato de fierro.	$(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$
	Sulfato de Aluminio.	$(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O})$
	Polisulfuro de calcio.	(CaS_5) (24% de sulfuro).
3) Sales de calcio - de solubilidad.	Carbonato de calcio.	(CO_3Ca)

NOTA: El tipo y cantidad de mejorador depende de las características del suelo, la velocidad de substitución y de las limitaciones económicas (5).

En el área piloto de Chacupe, Torres Pérez (5), estudió los efectos de diferentes tratamientos de mejoradores químicos en el sodio intercambiable en la recuperación de suelos salino-sódicos y en la forma de aplicarlos.

Ensayó 3 fórmulas de aplicación utilizando yeso:

A.- Diluido en agua de riego.

B.- Rociado superficialmente.

C.- Rociado superficialmente e incorporado al suelo con la ayuda de

un implemento agrícola

Una de sus conclusiones fué que la mejor forma de aplicación era la forma (C), y que las otras formas ó se perdía el mejorador ó su distribución no era uniforme. Otra de sus conclusiones fué que los tratamientos de yeso tienen una influencia positiva en la infiltración que ocurre en los suelos.

El drenaje de tierras agrícolas es común, tanto en zonas húmedas como en zonas áridas bajo riego.

Por lo general no hay límite máximo desde el punto de vista agrícola, pero sí desde el punto de vista económico. La profundidad más recomendable para usos agrícolas, depende del clima, cultivo suelo, salinidad y calidad del agua.

Con la introducción del drenaje, se extirpa el exceso de agua presente en el suelo y consecuentemente se permite el ingreso de oxígeno. Paralelamente se inicia un proceso de formación de rajaduras. Estas mismas rajaduras aceleran el proceso de formación y facilitan el drenaje. Las rajaduras en sí son muy importantes, pues es la primera forma de permitir una oxigenación del suelo. Esta oxigenación va a ser posible el inicio de la actividad microbiológica que conforme se incrementa contribuirá al desarrollo estructural del suelo y por consiguiente de la oxigenación (5).

El espacio poroso es de vital importancia para el cultivo, porque debe de acomodar el agua y los gases requeridos por las plantas, así como a las raíces de las plantas, sin que ninguno de los tres desaloje a los otros. (3)

Drenes topo.

Se les llama ductos subterráneos sin revestir, formados mediante el uso de un "arado topo". El agua llega a los ductos ó "topos" principalmente por fisuras ó grietas que se formaron durante la construcción de los mismos.

Son susceptibles a un rápido deterioro y su duración depende: (8).

- A.- De la estabilidad estructural del subsuelo.
- B.- Del contenido de humedad del suelo durante la construcción.
- C.- Del contenido de humedad del suelo durante su funcionamiento.
- D.- De la velocidad del agua en los ductos (las altas velocidades -- provocanderrumbes).

En los suelos adecuados y sin manto freático (M.F.), el drenaje topo resulta un sistema barato y eficaz para mejorar y drenar los suelos pesados. Desde 1950 comenzó a aplicarse en Yugoslavia (10), desde entonces ha tenido éxito y se ha desarrollado en campos experimentales como método especial de drenaje (Valle de los ríos Kosvo, Morava, Drava y Saba). En 1958 se obtuvieron resultados muy satisfactorios con el drenaje topo en suelos pesados negros de pradera. La experiencia ha demostrado que los suelos deben tener más del 50% de partículas de arcilla, es decir, más del 60% de la componente total de arcilla. Con un drenaje topo bien instalado se logran altos rendimientos, muy superiores a los conseguidos en suelos sin drenaje.

Drenes de pacas de paja de trigo.

En algunas áreas de riego del noroeste de México (8), se han empleado pacas de paja de trigo para formar ductos en drenajes subterráneos. Tienen la ventaja de ser económicos, pero se desconoce su duración (generalmente de 4-6 años); sin embargo, en el caso de drenes para eliminar aguas de la

vado de sales, han cumplido satisfactoriamente su fin, aunque no tan satisfactoriamente como los de tubería. También pueden usarse paja de arroz, de cebada ó de cualquier cereal con alto contenido de celulosa. (8)

Drenaje con tubos cerámicos.

En Yugoslavia (10), sólo se ha aplicado la regulación del régimen aire-agua de los suelos pesados por medio del drenaje de tubos cerámicos en la zona Dodji Mihoijac de Podreavina, donde durante los años de 1891-1922 se drenaron de 5,000 a 6,000 ha. de suelo pseudogley y suelo mineral pesado negro. Los drenes se hicieron con arcilla cocida y sin filtro. Los resultados de los antiguos sistemas de drenaje de tubo cerámico con el propósito de mejorar el régimen aire-agua han demostrado que la porosidad total del suelo aumento considerablemente la permeabilidad. Actualmente, las estimaciones señalan unos rendimientos (ton/ha) medios mayores, como consecuencia especialmente de un manejo moderno del suelo.

Drenaje de superficie.

En el Reino Unido (10), se emplea mediante la apertura de pequeñas zanjades desagüe superficial, por lo que se aplica en terrenos de pastoreo de poco valor del Norte y del Oeste. También esta muy generalizado el empleo de esta técnica en la misma zona general para el establecimiento de nuevos bosques. En total, se incorporan 3,000 ha. al año aproximadamente, de zanjades desagüe.

El departamento de agricultura de los Estados Unidos (22), menciona -- dos métodos generales por los que se lleva a cabo el drenaje de superficie

1.- Se evacua el agua de la superficie del suelo comprendida en la

zona afectada, ó

- 2.- Por medio de construcciones fuera de la zona, se desvía el agua de la extensión que se ha de proteger.

El sistema de drenaje de superficie crea una pendiente de agua libre de la superficie para que haga avanzar el agua desde el terreno hasta una salida ó hasta una elevación más baja (22).

Drenaje por subsolado.

En España (10), lo único que ha dado resultados eficaces ha sido éste método, en combinación con zanjas y tubos de drenaje. El objeto es remover y romper el suelo todo lo posible, haciendolo más permeable al agua que puede fluir, así como más rapidez hacia los drenes. Este es el método que actualmente se emplea en toda el área bajo drenaje. El subsolado tiene que repetirse cada 8 años, pero sus resultados son eficaces,

En la República Federal de Alemania (10), la mejora del subsuelo se divide en dos procedimientos distintos: subsolado y operaciones de desfonde. Es a propósito para suelos compactados ó para suelos en los que combiene un desplazamiento. Las compactaciones pueden dividirse en:

- a.- Geológicas (meteorización densa y capas de sedimentación),
- b.- Genéticas (p.ej. Orstein Calios, horizonte arcilloso),
- c.- Mecánicas (p.ej. piso de arado, rodados).

Mientras que el subsolado rotura produce levantamiento del suelo, las operaciones de desfonde (arado con el fin de desplazar el mejor suelo de debajo hacia la superficie) producen la aradura y volteo de una superficie de suelo a 60 cm. de profundidad por lo menos, con un arado especialmente-

construido por una reja. El subsolado y las operaciones de desfonde son métodos de mejora de la tierra en éste país (Alemania), que sólo se han venido empleando desde hace unos 5 años para el drenaje de suelos pesados en gran escala.

La finalidad del drenaje del subsuelo es, que el nivel freático descienda hasta un punto en el que no estorbe el crecimiento de las plantas .
(22)

Investigaciones en drenaje.

Existen muchos casos notables registrados, donde el reconocimiento de la necesidad de drenaje en terrenos irrigados y su pronta instalación después, han dado excelentes resultados en la eliminación de los problemas más serios en la irrigación. Se citan a continuación algunos casos:

HANCOCK citado por BURGESS (3), informó de 8,000 ha. en la cuenca del río Gila, en Arizona, las cuales al inicio fueron altamente productivas; 50 años de irrigación sin drenaje anegaron e inutilizaron 1,200 has. de las más productivas. Amplias zanjas de desagüe construidas en 1923, bajaron el nivel freático por debajo de la zona radicular, y en un tiempo corto rehabilitaron la superficie anegada al 100% de productividad.

En el Valle Imperial de California (3), existió un problema similar. El informe de 10 años de investigaciones manifiestan que, a fines de 1950, 10,000 ha. de la superficie habían sido ya rehabilitadas por cañerías de drenaje y que la superficie rehabilitada va aumentando cada año en varios millones de ha.

HOOGHOUTD (5), encontró que en un suelo con Manto Freático (M.F.) a

40 y 60 cm. de profundidad mostraba una capa superficial más compacta y amorfa en comparación con otro suelo con M.F. profundo. VAN HORN (5), ha comprobado que los macroporos de un suelo con M.F. superficial decrecen significativamente, asimismo comprobó que la conductividad hidráulica de la capa 50-90 cm. decreció por la presencia del M.F., de 2.5 a 0.35 m./día

En el area piloto de Chacupe(5), se observó que los suelos que originalmente se presentaban compactos y sin estructura, debido a la presencia del M.F. superficial; después del primer año de drenado a 1.5 m. de profundidad, comenzó a formar rajaduras, que son el primer paso a la formación de la estructura.

En la región de Valle Hermoso, apartir de 1978, han sido rehabilitadas 5,000 ha aproximadamente; para lograrlo han utilizado drenes abiertos (mejoran el drenaje aproximadamente 200m. a partir de la orilla del dren), mejoradores químicos y lavados. Por medio de la salinidad aparente se han identificado las áreas que van progresando en la rehabilitación.

Profundidad del Manto Freático para el control de la salinidad en zonas áridas y semi-áridas.

Se define como la "profundidad mínima" a la cual debe permanecer el M.F. para que el ascenso capilar ó difusión de sales no afecte la zona radicular"

Esta profundidad crítica depende de la salinidad del agua de riego y del acuífero, velocidad del ascenso capilar, difusión, evaporación y sistema de riego.

Algunas experiencias indican lo siguiente:

- a.- En el oeste de Australia (5), niveles freáticos a 1.6 y 1.8 m. -- causaron seria salinización.
- b.- KOSTIACOV (5), considera que el M.F. en áreas irrigadas y salinas debe ser mayor de 1.3 y 1.8 m. dependiendo de la textura del suelo, contenido salino, prácticas de cultivo, etc. En general, suelos medios requieren mayor profundidad que los suelos arcillosos-ó arenosos.
- c.- SUKHACHEV (5), informa que en terrenos aluviales de Sokh y Uzbekistabn la profundidad crítica para cultivo de algodón variaba -- entre 1.5 y 1.8 m. y para frutales entre 1.2 y 2.4 m.
- d.- KAVAEV (5), informa que experimentos con lisímetros en campos de algodón, la concentración salina aumentó cuando el nivel freático era 1.0 m. Después de analizar su información recomendó que en -- suelos arcillosos, el M.F. salino debería de estar por debajo de 1.2 m.
- e.- En general, HASTING y HANSEN (5), afirman que falta de informa -- ción segura, el M.F. no debe permitirse a menos de 1.2 m. de la superficie si es que se quiere evitar la acumulación de sales en el perfil.

En las costas del Perú: (5)

- f.- En las Cooperativas de Caña de Cartavío y Casa Grande se ha establecido que 1.5 m. es una buena profundidad del M.F.
- g.- En Lambayeque, se cultiva perfectamente arroz si el M.F. permanece a pocos cm. de la superficie, pero existe un drenaje permanente mínimo de 1 a 2 mm/día.

Un sistema de drenaje sólo puede proyectarse después de que se haya i

dentificado la naturaleza del problema. Las filtraciones de los canales ó acequias de riego crean un movimiento lateral del agua del subsuelo . Un drenaje interceptor al pie del talud, ó del dique del río, puede cortar la mayor parte de la corriente que llegaría a la superficie anegada en el lugar en que una barrera horizontal forma un "piso" conveniente para la intervención (22).

Proyectos de Avenamiento.

En la actualidad, el diseño de los problemas de drenaje está evolucionando, con el fin de permitir el establecimiento más sistemático posible de líneas de drenaje suficientemente largas para permitir el empleo económico de máquinas de alta velocidad, logrando de éste modo reducciones en los costos . (9).

Fórmulas para el cálculo del espaciamiento entre drenes.

En el diseño de un sistema de drenaje, uno de los factores más importantes es el espaciamiento de los drenes. Para cada caso específico se justifica el uso de una fórmula cuando las suposiciones adoptadas en su derivación, están de acuerdo con la realidad del caso. (19)

Varias fórmulas se han propuesto para calcular el espaciamiento de drenaje, VAN SCHILFGAARDE, citado por GAVANDE (12), hizo un resumen completo de fórmulas usadas para calcular el espaciamiento de líneas de tubo y drenes abiertos.

Diferentes condiciones limitantes y generalizaciones, simplificando la situación del flujo, han dado origen a diferentes fórmulas de espacia-

miento.

Las fórmulas se agrupan según si asumen que el flujo de agua es permanente o establecido ó no. Las fórmulas de flujo permanente o establecido, asumen que existe una recarga permanente que se equilibra con una recarga constante del sistema de drenes, (caso de áreas lluviosas) logrando así un equilibrio dinámico.

Las fórmulas para flujo no permanente o no establecido, asume que la recarga de los drenes va a ser a su vez variable; la recarga se produce en un lapso breve y debe transcurrir un tiempo más o menos grande para que se vuelva a presentar, (5,8). El M.F. es asumido fluctuante y por lo tanto el cálculo de espaciamiento debe basarse en la necesidad de hacer descender el M.F. a una posición límite aceptable en un tiempo previamente fijado, el cual estará en función del cultivo, clima, suelo y del proceso de salinización.

Para determinar el espaciamiento adecuado de drenaje, es necesario que la función deseada del sistema de drenaje se exprese en tal forma que se pueda utilizar como información computable, mediante alguna de las fórmulas para calcular el espaciamiento de drenaje.

Estas fórmulas relacionan el funcionamiento del sistema de drenaje con la geometría del sistema y factores incluidos del suelo,

Los drenes deben estar espaciados de modo que drenen eficientemente el agua del suelo en menos de 24 horas., después de una lluvia, a fin de que las plantas crezcan normalmente; además de poder drenar una superficie

pantanosas y mantener a una profundidad deseada el nivel freático.

En los suelos arenosos, los tubos de drenaje pueden colocarse más separados y a mayor profundidad que en los suelos arcillosos. En suelo arcilloso pesado, el movimiento del agua es muy lento, los tubos tienen que colocarse a menor profundidad y más juntos que en un suelo cuya textura es más abierta (12). En la práctica, el espaciamiento de drenes, algunas veces es hecho en muy corto tiempo. En éstos casos, no es por el complicado análisis de ingeniería, no obstante en algunos análisis se pagan altos dividendos (23).

Todos los métodos requieren información sobre las siguientes condiciones (12, 19),

- 1.- Conductividad Hidráulica de los diferentes estratos, (K).
- 2.- Profundidad de drenes permisibles,
- 3.- Profundidad de la capa impermeable,
- 4.- Gasto y altura del M.F., dos factores que siempre se combinan en el criterio para el diseño de drenaje.
- 5.- Espacio poroso drenable.

Para el diseño de un sistema de drenaje subterráneo, es necesario, cual debe ser, la separación más adecuada entre los drenes de campo, los cuales se instalan generalmente paralelos (5).

La profundidad de los drenes depende de aspectos prácticos generales; a mayor profundidad se obtiene un mayor espaciamiento entre drenes y los costos unitarios por longitud de dren son mayores conforme los drenes son

más profundos, pero la longitud de drenes/ha. disminuye por el espaciamiento.

La relación de estas variables produce una curva en la que se puede determinar un punto en el que se obtiene un sistema más barato con determinados valores de profundidad y espaciamiento para la misma profundidad del M.F. entre drenes (5).

Normalmente, la profundidad de las tuberías en las zonas de riego no será inferior a 1,8 m, como promedio. Las profundidades de 1,5 m, o menos, pueden ser aceptables en el caso de arenas gruesas, presencia de límites impermeables en la capa de 1 a 2 m. ó de capas de suelo que supongan graves problemas en cuanto al tendido de los drenes (piedras, ciertos tipos de suelos arenosos ó finos) ó si una lluvia eficaz y considerable se combina con el agua de un riego bien hecho. (9),

SKAGGS y NASSEHZADEH-TABRIZI (23), simulon rendimientos de maíz para un diseño de sistema de drenaje en 12 suelos de Carolina del Norte, usando 3 profundidades de suelo, 10 espaciamientos de drenes y 2 tratamientos de drenaje superficial para cada uno de los 12 suelos. En el análisis económico, usando la ecuación de Hooghoudt para la evaluación y diseño del drenaje, determinaron el espaciamiento de drenes de máxima utilidad para cada una de las tres profundidades del dren y para los tratamientos de drenaje superficial.

Materiales utilizados en drenaje,

Una agricultura moderna necesita grandes áreas bien avenadas; como consecuencia, los sistemas de drenaje superficial que utilizan surcos y --

zanjas tienen que reemplazarse por sistemas subterráneos. Las tuberías de ben de ser resistentes a daños mecánicos, químicos y térmicos; deben ser u niformes en materia y forma, y sin defecto alguno (12).

En general, se están utilizando tres tipos de tubos para drenajes: de barro cocido (arcilla), de plástico y de concreto. Los tubos de barro son los más usados como tubos de drenaje en la mayoría de los países. Tubos de concreto son solamente de importancia en algunas regiones ó países donde no se consiguen buenos tubos de arcilla. El uso de tubos de plástico atrae la atención en la mayoría de los países, debido a la ventaja de su fácil manipuleo; son numerosos los tipos de experimentos desarrollados, pero hasta la fecha el uso regular en la práctica es muy limitado, debido a la difícil competencia con los tubos de arcilla al llegar diámetros mayores.

Los tubos dren pueden ser fabricados en un gran número de formas para permitir la entrada del agua; los drenes de tubos de concreto y de barro - de 6" ó menor diámetro, generalmente se hacen con longitudes de un pie y el espaciamiento de las ranuras está gobernado por la colocación del tubo y por la forma cuadrada ó lo tosco de sus extremos. Los tubos metálicos, fi bra de vidrio y de plástico generalmente van perforados con agujeros circulares. En algunas regiones se consiguen tubos de barro perforado (15).

Tubos de Barro.

Los tubos de barro para avenamientos, se fabrican ya sean redondos, lisos ó acanalados ó de sección poligonal. Esta forma se elige por su mejor aptitud para almacenarlo. Los tubos acanalados longitudinalmente mejorarán la corriente del agua hacia los empalmes,

Especificaciones de los tubos de arcilla: (5,8).

- 1.- Pueden ó no tener campana.
- 2.- Longitudes de 30 hasta 65 cm.
- 3.- Diámetros de 5, 10 y 15 cm. (2", 4" y 6").
- 4.- Alta resistencia a la corrosión, baja a daños mecánicos y a cambios de temperatura.
- 5.- El agua penetra a través de las uniones de los tubos.
- 6.- Son conocidos y aceptados por los agricultores.

Las desventajas son:

- 1.- Pesan mucho.
- 2.- Son difíciles de manipular por medios mecánicos.
- 3.- El tendido requiere de mano de obra especializada.
- 4.- Pueden desplazarse de su sitio, porque no son tuberías de material continuo.

Las especificaciones dependen principalmente de la carga esperada sobre el tubo (profundidad del dren, tipo del fondo de la zanja y ancho de la misma) y de las influencias tales como resistencia al hielo, ácidos ó sulfatos del suelo ó del agua de drenaje.

Tubos de barro y la acción de las heladas.

Las arcillas por regla general, aumentan de densidad a medida que durante el horneado se aproximan a la vitrificación. Esto da como resultado un producto terminado de baja absorción, gran resistencia y gran capacidad para resistir la desintegración por las heladas (15).

Tubos de concreto.

Es importante utilizar cemento resistente al sulfato para tubos dren, que se han de exponer a la acción de los sulfatos del suelo (15).

Especificaciones de los tubos de concreto: (5,8).

- 1.- Tienen los mismos diámetros que los de barro, pero pueden llegar hasta 1 m. de largo; pueden o no tener campana.
- 2.- Buena resistencia mecánica y térmica y regular a la corrosión.
- 3.- El agua penetra a través de las uniones de los tubos.

Además de los requerimientos en esfuerzo a la rotura para la tubería de concreto se toma en cuenta la resistencia a los ácidos y los sulfatos.

Tubos de plástico.

El material básico de los tubos de avenamiento, de plástico lisos y corrugados, con ranuras transversales ó corrugadas, es el Cloruro de Polivinilo (P.V.C.), duro, sin ninguna sustancia suavizadora y sin material de relleno (18).

El interés es ampliamente conocido por sus ventajas:

- 1.- Rígidos, ligeros y de fácil manejo, transporte e instalación.
- 2.- Menor requerimiento de maquinaria.
- 3.- Resistentes a la corrosión (ácidos inorgánicos, sulfatos), regular resistencia mecánica y a los cambios de temperatura.
- 4.- Menor riesgo de desplazamiento en suelos sueltos.
- 5.- Diámetros desde 5cm. hasta 15 cm.

- 6.- Están ranurados para permitir el paso del agua, las ranuras deben tener 2.5 cm. de largo por 0.6 cm. de ancho
- 7.- La longitud normal de los tubos es de 3 a 6 m. con extremo cónico para las uniones.
- 8.- No depende de la pericia de personal en la instalación.

Las desventajas son:

- 1.- Mayor costo en comparación con los tubos de arcilla para el mismo diámetro.
- 2.- Baja resistencia a la ruptura y a la formación elástica.

Otros tipos de tubos de plástico:

De Polietileno (P.E.) y de Poliestireno (espuma plástica).

Ventajas en relación con los de barro ó concreto.

- 1.- Menor costo de transporte.
- 2.- Menor costo de instalación (incluso hay máquinas actualmente que al mismo tiempo que perforan el dren, colocan el tubo).
- 3.- Continuidad en el ducto y por lo tanto menor posibilidad de tapo-
namiento,

Aunque hay en el mercado tubos de hormigón y de fibra con brea, no se utilizan mucho en la agricultura (18). Los tubos metálicos generalmente se utilizan sólo en condiciones especiales, tales como debajo de terraplenes elevados ó através de los caminos donde la carga es exesiva y en las salidas de tubos de barro (15).

Filtros para tuberías subterráneas.

Con el fin de evitar el taponamiento del ducto; además de facilitar el flujo del agua hacia las entradas de los tubos, los materiales que pueden, y se han utilizado para filtros son: (18),

Piedras partidas, escorias de desecho, lava, grava (es el más comúnmente usado), lascas de piedra, así como suelo de superficie, materia orgánica (turba), que no es muy eficaz porque cubre totalmente el tubo, musgo de tubera, fibra de vidrio de 0,2 mm, de espesor (es muy eficaz por durable y por cubrir totalmente el tubo; generalmente se usa en tubos de P.V.-C.), paja, cañizo, brezo, matorral, paja molida arena, conchas pequeñas (capas de 10 a 20 cm.) y otros, que pueden ser tiras de cartón perforado, tiras de viruta de madera y aserrín.

Los drenajes de tubos se rodean de material filtrante si existe el peligro de aterramiento o si, debido a la poca permeabilidad del suelo cerca del drenaje, puede crearse una zona con mejor capacidad de drenaje. No hay normas generales ni cifras para determinar cuando ha de instalarse un filtro.

Los materiales filtrantes sirven principalmente para mejorar y acelerar el abastecimiento de agua a los drenajes. La eficacia de un material de recubrimiento depende de su aptitud para proporcionar al drenaje un con torno permeable y voluminoso que retenga el suelo próximo a las aberturas del drenaje pero que permanezca suficientemente poroso y no se cierre en el área de contacto con el suelo circundante.

El efecto filtrante no es satisfactorio, especialmente en el caso de

grava gruesa. Sin embargo desde el punto de vista de su buena permeabilidad es muy apropiada para rellenar colectores inferiores a los principales, así como en relación con los avenamientos subterráneos y para dar soltura al subsuelo. En las escorias, algunas tienen el peligro de liberar sustancias venenosas por lavado.

La turva fibrosa retiene muchas de las partículas más finas del suelo, teniendo suficiente permeabilidad. Es utilizado en diferentes suelos. El efecto filtrante disminuye normalmente con el grado de su pudrición.

Las formas toscas y angulares del material tienen un mejor efecto filtrante que las que tienen superficies redondeadas y suaves (18).

Experiencias de filtros usados.

En Irlanda (18), al rededor de la tercera parte de todos los drenajes subterráneos, usan la piedra machacada como lecho para el tendido de la tubería de plástico en suelos rocosos.

En los Países Bajos (18), experimentos con espuma de poliestireno en granulos de 3 a 7 mm. han demostrado resultados muy satisfactorios.

La fibra de vidrio ha demostrado en muchos casos que es muy perjudicial para la eficacia del drenaje en suelos arenosos, limosos y orgánicos, y en los que contienen hierro. Sin embargo, en el suroeste de los Países Bajos (18), se utiliza en suelos limosos arenosos, ya que demostró ser el único método eficaz para evitar la sedimentación en los drenes.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en los lotes #9327 y 9328 en la zona del "Realito", municipio de Valle Hermoso, Tamaulipas que está situada en las siguientes coordenadas geográficas :

Latitud Norte: 25° 40' 29"

Longitud Oeste: 97° 48' 58"

Altitud: 13.5 m.s.n.m.

Los lotes #9327 y 9328 se encuentran a 5 Km. del poblado el Realito, rumbo a la carretera Valle Hermoso-Río Bravo. En el lote #9328 se explota el cultivo del sorgo, y el #9327 está fuera de producción (fig.#1). Aunque el ganado bovino y ovino penetra algunas veces a éste lote (fig.#2 y 3).

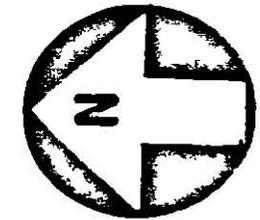
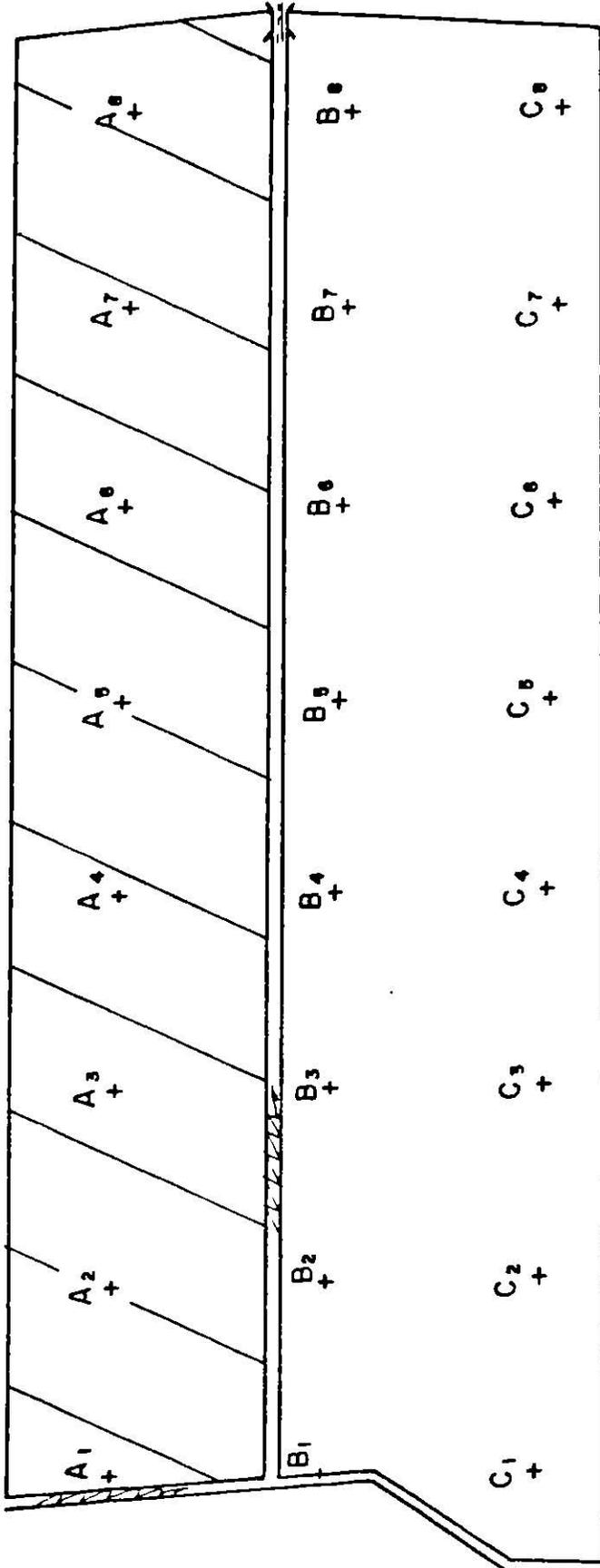
Delimitacion.

Se determinaron los límites del área de estudio, trazandose una poligonal de 6 lados con un área de 21-9737 has. sobre la cual se proyectó una cuadrícula con 20 m. entre vértices que sirvió de base para la configuración de la superficie del suelo, por medio de curvas a nivel (fig. #4).

Clima.

La temperatura media mensual, varía de 14.32°C. en el mes de enero y 27.86 °C. en el mes de julio, con una precipitación media anual de 682.77 mm. cuyos meses lluviosos son Agosto y Septiembre con una precipitación media de 85.89 mm. y 117.6 mm. respectivamente.

FIGURA 1.- Plano de los lotes 9327 (fuera de producción) y 9328 (se explota el cultivo de sorgo)



SIMBOLOGIA

- Dren 
- Camino 
- Regadera 
- Alcantarilla 
- Pozo de observacion 
- Lote fuera de produccion 

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO LOTES 9327, 9328	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DI BUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
	No. ARCHIVO
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3500	21.9733 HAS.
	FECHA

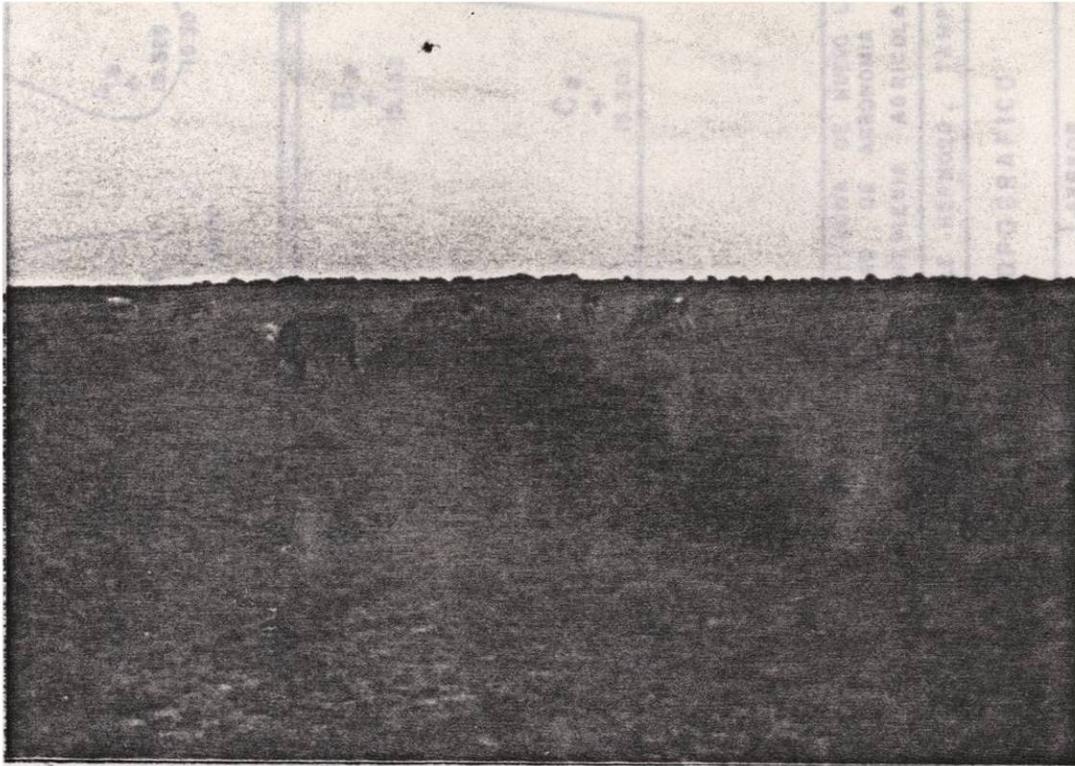


Figura 2.-Vista del ganado bovino en el lote 9327.

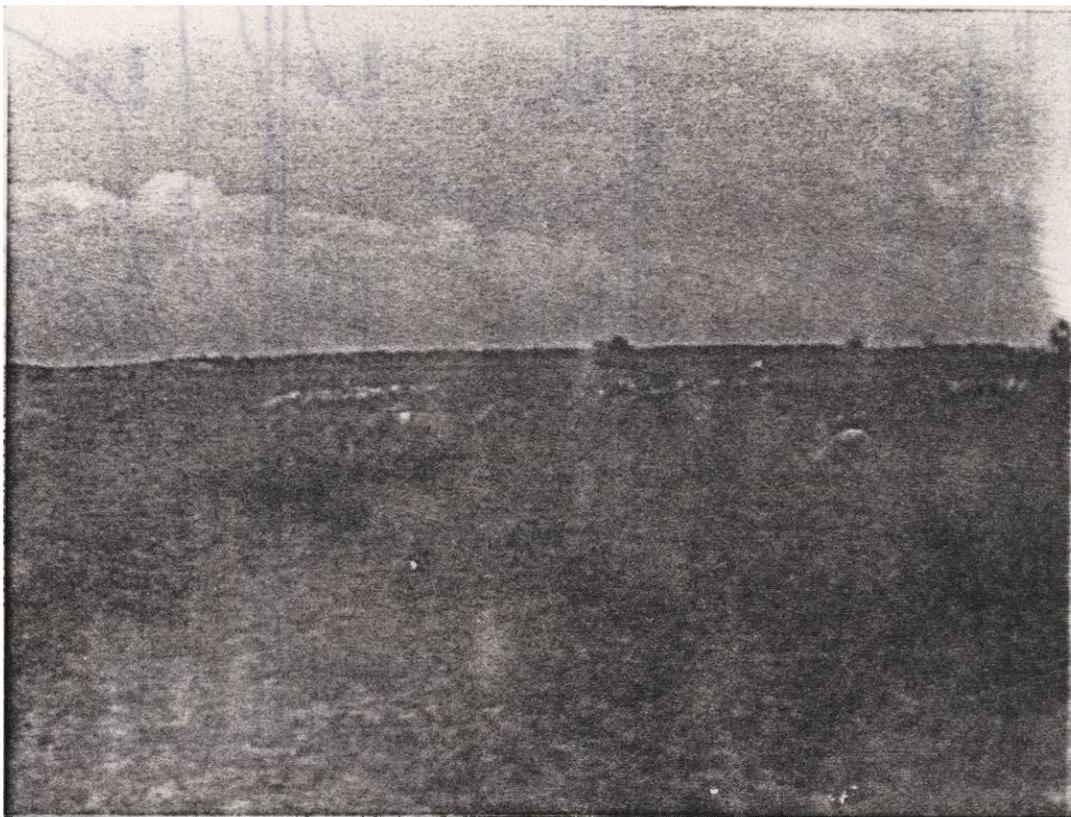
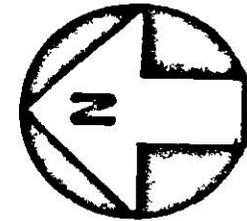
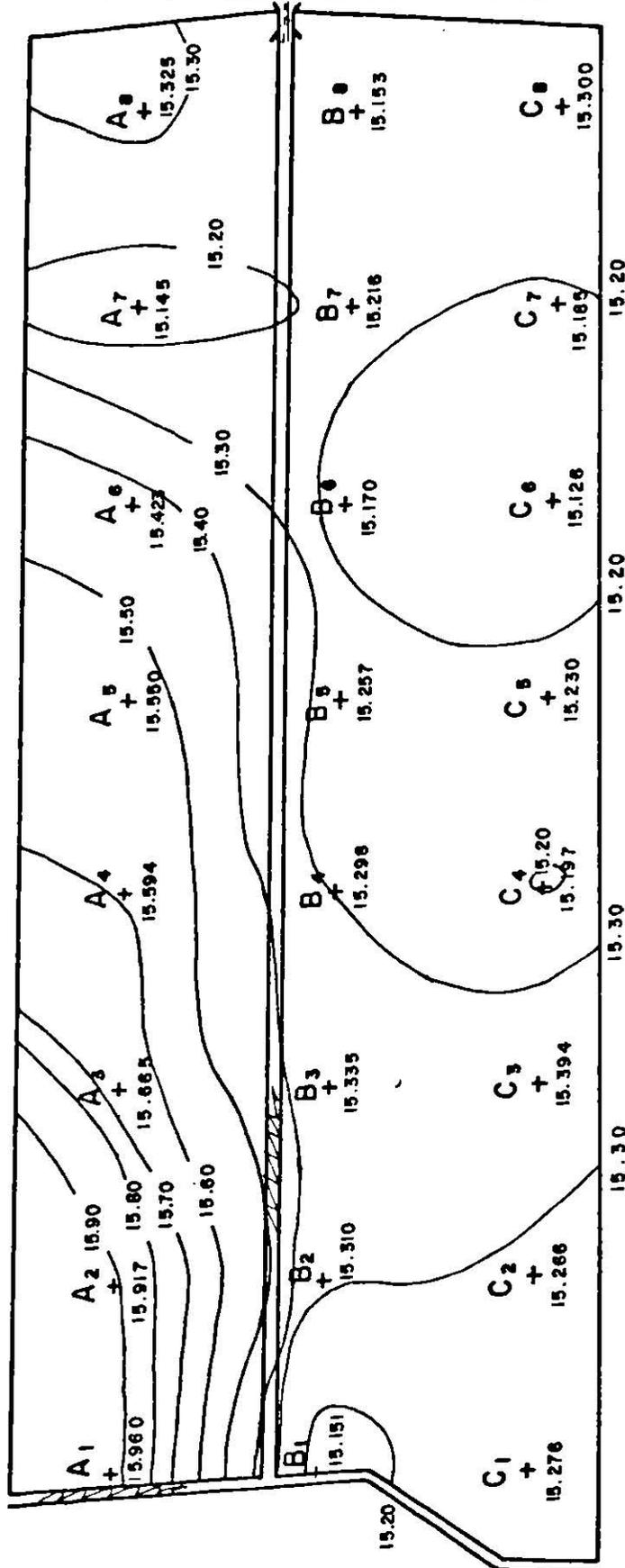


Figura 3.-Vista del ganado ovino en el lote 9327.

FIGURA 4.- Curvas a nivel en los lotes experimentales a un intervalo vertical de 10 cm.



SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observacion

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : TOPOGRAFICO	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PCO. PISSARRI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLARUEVA S.	MIGUEL JIMENEZ
No. LOTE 9327, 9328	
ESCALA	FECHA
1:2500	AREA TOTAL 21.9735 HAS.

Cultivo.

En la región de Valle Hermoso se Cultiva principalmente el sorgo bajo una agricultura de riego, con una diversidad de variedades, en las que se encuentran la Master, Guld, Wac 694, Asgrow, Topaz y Esmeral. La fecha de siembra es del 15 de febrero al 15 de marzo, con una duración del ciclo de 120 días. Con una menor superficie cultivada se encuentran los cultivos de maíz y frijol.

Estudio del suelo.

Sobre la cuadrícula se trazó una red de 100m. por lado, en cuyos vértices se fijaron pozos de observación con el fin de determinar la posición y fluctuación del Manto Freático (M.F.), en diferentes puntos de los lotes, y analizar la calidad del agua freática. Al construir los pozos de observación, se realizó simultáneamente el estudio de los suelos, desde la superficie hasta una profundidad de 3 m., para lo cual se tomaron muestras de cada estrato del suelo; para realizar esto, en cada muestra de suelo extraída con la barrena, se le determinó su textura al tacto, color en húmedo, consistencia, reacción al ácido clorídrico, y espesor del estrato. La barrena que se utilizó para la perforación de los pozos, fué una barrena de tipo abierta. Las muestras de suelo fueron identificadas de acuerdo a el lugar de muestreo y enviadas a el Laboratorio de RIEGO Y DRENAJE (S.A.R.H) de la Cd. de Río Bravo, Tam. para el análisis físico y químico.

Medición de la conductividad Hidráulica.

En los pozos que quedaron establecidos, se realizó la medición de la conductividad Hidráulica (C.H.), por el método del agujero de barrena en po

zos simples, el cual fué propuesto por HOOGHOUTD y ERNEST, citados por CORTES (4).

Establecimiento de los pozos de observación.

Como las perforaciones que se realizaron no es posible mantenerlas intactas durante largo tiempo, se les además con tubo conduit de 2" de diámetro y 3.5 m. de largo, al cual se le realizaron perforaciones alrededor para que fluya el agua a todo lo largo del mismo, a los tubos se les tapo por el fondo y se les colocó una funda de poliel, para evitar que se obstruyan. Posteriormente a esto, se incaron los tubos y se rellenaron los pozos de gravilla al rededor del tubo para que funcionara como filtro. El agua freática de los alrededores del pozo entrará al tubo y nos registrará la profundidad del nivel freático.

Lecturas del Nivel Freático (N.F.).

Se registró la profundidad del N.F. con respecto a la superficie del suelo, para lo cual se utilizó una sonda acústica.

Las lecturas del N.F. , se realizaron con un intervalo de un mes, y sirvieron para analizar las fuctuacines del N.F. durante 9 meses.

Toma de muestras del agua freática.

De los pozos de observación, sirvieron para obtener las muestras de agua que se enviaron al Laboratorio de RIEGO y DRENAJE (S.A.R.H.), de Río Bravo, Tam. para determinar la calidad de la misma. Las muestras de agua se colectaron en botes de plástico de 1 litro previamente identificadas, para

obtener las muestras de agua se utilizó un rinle galvanizado de 1.5" de diámetro y 0.36m. de largo, (tapado de un extremo) al cual se les sujeto un cordón.

Fecha de siembra y manejo del cultivo.

Antes de sembrar se realizaron las siguientes labores:

Se fertilizó en el mes de diciembre (presiembr) con urea, aplicando una dosis de 200 Kg./ha. Se dejó en descanso la tierra desde diciembre hasta febrero, que fué cuando se rastreó en forma cruzada y a una profundidad de 0.10 m. El bordeo y contrabordeo se realizó con una altura de 0.20 m. El riego de presiembr se llevó a cabo a partir del 3 de febrero. El 15 de febrero se realizó la siembra utilizando las variedades Wack y Orizont 694 (revueltas), con una densidad de siembra de 16 Kg./ha. El 20 de abril se cultivó a una profundidad aproximada de 0.15 m. v posterior a ésta se realizó un riego de auxilio a partir del 8 de mayo, siendo éste el único riego de auxilio que se efectuó (fig.#5), debido a la buena precipitación que se presentó durante el ciclo. La cosecha se realizó el 15 de junio de 1985.

Cuantificación de variables:

Manto Freático:	Profundidad mensual.
	Calidad del agua freática mensual.
Suelos:	Salinidad.
	Fertilidad.

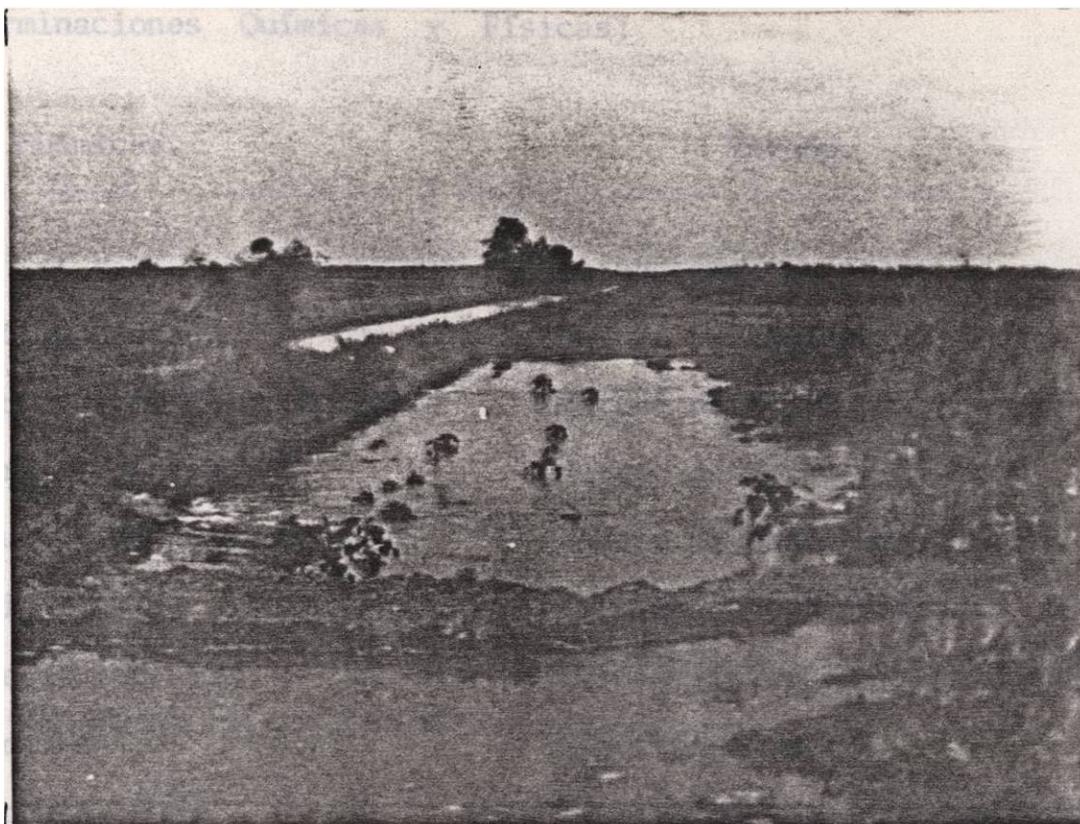


Figura 5.-Vista del riego de auxilio de la parcela núm.
9328.

Determinaciones Químicas y Físicas:

Químicas.	Método.
pH	Potenciometro.
Nitrógeno total.	Método de Kjeldahl.
Fósforo asimilable. (Kg./ha.)	Método de Olsen.
Materia orgánica. (%)	Método de Walkley-Black.
Conductividad Eléctrica.	Puente de Whatstone.
Calcio (Ca^{++}).	Titulación con versenato (EDTA).
Magnesio (Mg^{++}).	Titulación con versenato (EDTA).
Sodio (Na^+).	Espectofotómetro.
Carbonato (CO_3^{--}).	Titulación con ácido sulfúrico.
Bicarbonato (HCO_3^-).	Titulación con ácido sulfúrico.
Cloro (Cl^-).	Titulación con Nitrato de plata.
Sulfatos (SO_4^{--}).	Gravimetría con sulfato de Bario.

Físicas.

Color.	Tabla de Munsell.
Textura.	Hidrómetro de Bouyoucos.
Consistencia.	Al tacto.

R E S U L T A D O S .

En la fig. #6 se presenta el plano de salinidad expresada en Conductividad Eléctrica (mmhos/cm.), promedio entre los estratos de suelo comprendidos de 0-100 cm. de profundidad el cual fué realizado con las muestras de suelo especificadas en los cuadros del 2 al 13 del apéndice I , éstas muestras son las obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

Conductividad Hidráulica.- La velocidad con que se mueve el agua en un suelo completamente saturado, está regida por la Ley de Darcy. Los resultados obtenidos se muestran en la fig. #7 .

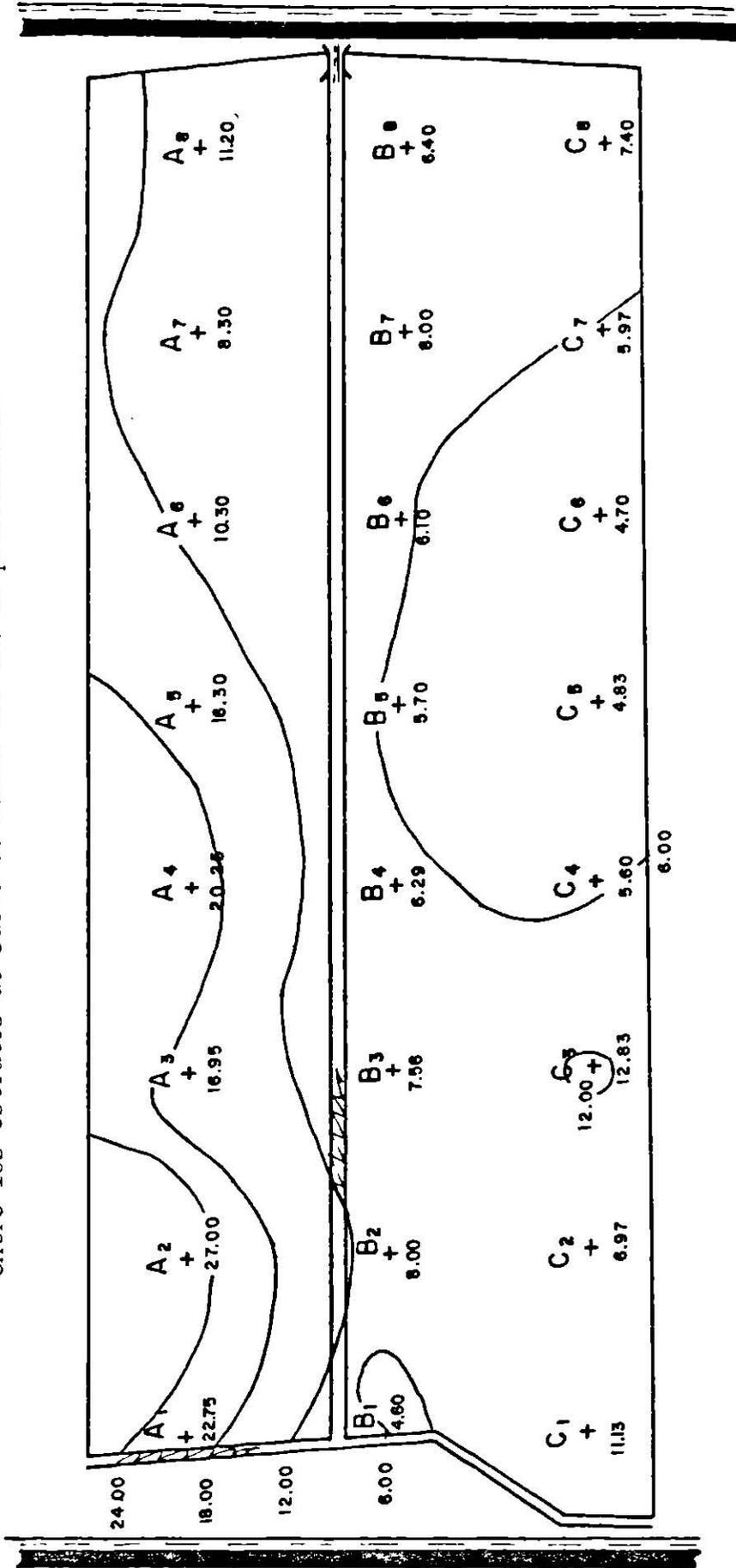
Los resultados de los análisis de salinidad, físicos y de fertilidad del suelo, correspondientes a las muestras de suelos, obtenidas durante la construcción de los pozos de observación, así como la conductividad hidráulica se presentan en los cuadros del 14 al 16 del apéndice I.

Los resultados de los análisis de aguas de ambos drenes, y del muestreo de aguas de los pozos de observación del Manto Freático (M.F.), así como su fluctuación mensual de abril a diciembre, se presentan en los cuadros del 17 al 42 del apéndice II, mismos que dan una información completa del grado de afectación por agua freática indeseable a los cultivos.

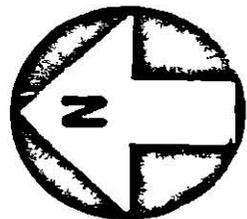
Para determinar el grado de afectación y la fuente de recarga, fué necesario valerse de las curvas isobatas e isohypsas respectivamente , las cuales se tratan más a detalle a continuación.

Curvas Isobatas. Se realizaron con la profundidad del nivel freático res

FIGURA 6.- Plano de salinidad analizada expresada en Conductividad Eléctrica (mmhos/cm.), promedio entre los estratos de suelo de hasta 100 cm. de profundidad.



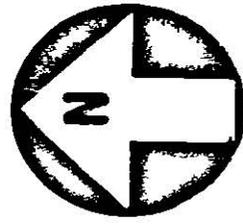
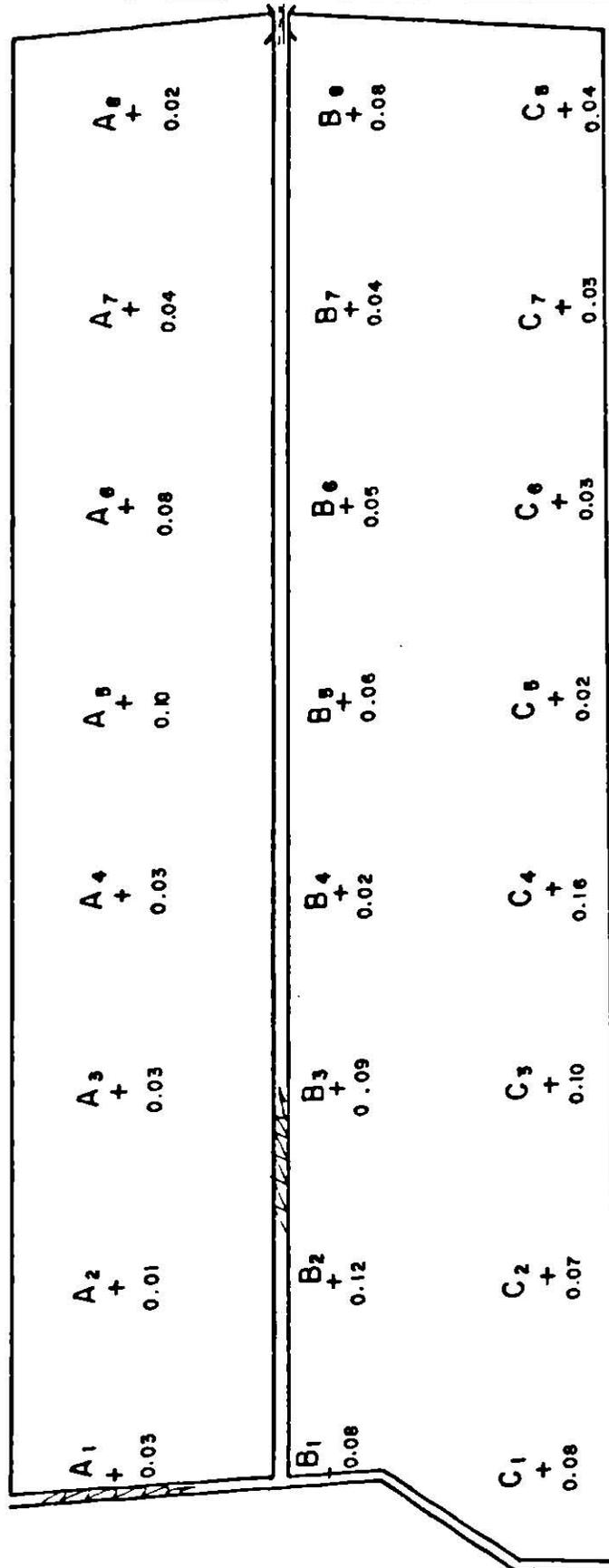
SIMBOLOGIA



- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observación

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO DE SALINIDAD DEL SUELO A UNA PROFUNDIDAD DE 100 CMS.	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PIZZANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
	No. Lote 9327 y 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 500	21.9733 HAS.
	FECHA
	Abril - 1985

FIGURA 7.- Plano de la Conductividad Hidráulica de los pozos de observación (m./día).



SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla

Pozo de observación +

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
MUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
No. LOTE 9327, 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3500	21.9735 HAS.
	FECHA

pecto a la superficie del suelo, en ellas se observó en que lugar y en que tiempo el nivel freático está más cercano ó más alejado de la superficie , en el apéndice #III de la figura 8 a la 16 se muestran las curvas isobatas realizadas con las profundidades del nivel freático en cada observación de los meses de abril a diciembre considerandose un intervalo de 10 cm. entre isobatas.

Curvas Isohypsas. Se realizaron con la cota del nivel freático, obtenida - ésta de la diferencia de la cota del terreno menos la profundidad del nivel freático en cada punto de observación. En el apéndice IV de la figura- 17 a la 25 se dan a conocer las curvas isohypsas efectuadas con los datos- de cada observación, mismas que muestran el sentido del flujo del agua en el subsuelo, el cual será de la cota mayor a la cota menor.

En el presente estudio señalan que el flujo del agua es del noroeste- al sureste, procedentes de filtraciones del canal de riego que se encuen- tra en el lado oeste del área de estudio así como del vaso de almacena- miento que se encuentra en la misma dirección.

Incrementos y Decrementos. Para elaborar éste plano se partió de los pla- nos de Isohypsas, sobreponiendo los planos de dos meses diferentes. En los puntos de corte se anotó la variación respectiva y a continuación se unió - por medio de curvas los puntos de igual variación. En el apéndice V de la- figura 26 a la 33 se muestran claramente los planos de Incrementos y Decre- mentos.

En lo que respecta a los suelos, en el plano de salinidad del suelo a una profundidad promedio de 100 cm. (fig. #6), se muestran claramente las-

conductividades eléctricas promedio de cada pozo de observación, las que nos dicen que el lote fuera de producción es el que tiene las más altas de éstas, con una clasificación agronómica salino-sódica en todos los estratos de cada pozo de observación (cuadro 1-4 del apéndice I). Los pozos de la línea "B", en su totalidad de estratos fueron también salino-sódicos en su clasificación agronómica; los que tuvieron mayor variación en su clasificación fué la línea de pozos "C", ya que el C₄, C₅ y C₆ en la superficie fueron ligeramente sódicos; el pozo C₇ fué más variable, ya que además de ser en la superficie moderadamente sódico, en el estrato (0-76) fué ligeramente salino; la clasificación de los pozos restantes fueron salino-sódicos en todos los estratos.

D I S C U S I O N

Los análisis de los estratos de suelo muestreados en la construcción de los pozos de observación de los lotes experimentales, presentaron una textura predominantemente arcillosa (cuadros del 14 al 16 del apéndice I).

La clasificación agronómica para salinidad de la línea de pozos A y B (cuadros del 2 al 9 del apéndice I), fué salino-sódica en todos sus estratos sin exepción, no siendo así para la línea C, ya que el análisis del C₄ C₅ y C₆ (cuadros 11 y 12 del apéndice I), del estrato superficial (costras) fueron "ligeramente sódicos", el análisis del C₇ (cuadro 12 del apéndice I) el análisis mostró ser para el estrato superficial (costras) "moderadamente sódico" y para el estrato (0-76) "ligeramente salino" y todos los demás estratos de éstos, y los demás pozos resultaron ser salino-sódicos.

En general, los análisis de todos los estratos, presentaron grandes concentraciones de sodio, no siendo así las de calcio, por tanto se considera que con un mejorador químico cálcico, se puede intercambiar la concentración de las sales de sodio por las de calcio mediante el complejo de -- cambio.

Los análisis de fertilidad (cuadros del 14 al 16 del apéndice I), de las muestras de suelo son muy pobres, por lo que es necesario la reincorporación de materia orgánica, para que mejore las propiedades físicas del -- suelo, y sirva como fuente de elementos nutritivos al cultivo. Además, la materia orgánica contrarestaría los efectos nocivos del sodio intercambiable de los lotes de estudio. Esto se afirma en estudios como el de BOWER y sus colaboradores, citado por el manual #60 U.S.D.A. (1), al encontrar -

que en la aplicación de estiércol a razón de 123.5 Ton/ha. a un suelo sódico con manchones aceitosos, aumentaba el grado de agregación del suelo superficial y que la velocidad de infiltración aumentaba a casi el triple.

En base a los resultados (fig. #7), uno de los principales problemas, es la baja conductividad hidráulica (C.H.) (cuadros del 14 al 16 del apéndice I), presentada en los suelos del área de estudio. Según la clasificación de O'Neal y Uhland, citados por CORTES (4), la C.H. de los lotes de estudio es moderadamente lenta (de 0.12 a 0.50 m./día). Los resultados se afirman con el estudio de VAN HORN (5), el cual comprobó que la C.H. de la capa 50-90 cm. decreció por la presencia del M.F., de 2.5 a 0.35 m./día. De la Peña (8), considera que con C.H. inferiores a 0.5 m./día, es necesario efectuar labores de subsuelo y utilizar drenes topo.

En cuanto a los análisis del agua freática, el problema detectado fué su mala calidad; los parámetros usados para la clasificación fueron, la conductividad eléctrica (C.E.x 10^6) de la misma, y la relación de adsorción de sodio(R.A.S.), a éste respecto se analizan los resultados de los pozos de observación.

Pozos del A₁ al A₈ :

Toda la línea sin excepción fueron clasificadas como aguas freáticas muy altamente salinas (C₄) y muy altas en sodio (S₄), (cuadros del 17 al 24 del apéndice II). Fueron los que presentaron las más altas conductividades eléctricas (C.E.), éstos valores tan altos, son consecuencia del que esté el lote fuera de producción.

Pozos del B₁ al B₈ y del C₁ al C₈ :

Al igual que la línea de pozos "A", todos fueron clasificados como aguas freáticas muy altamente salinas (C₄) (cuadros del 25 al 40 del apéndice II), los pozos de observación B₇, B₈, C₁, C₃, C₅ y C₆ (cuadros del 31 - 33, 35, 37 y 38 del apéndice II), se les clasificó como muy altos en sodio (S₄) al igual que los pozos B₁, B₄, B₆, C₂ y C₇, (cuadros del 25, 28, 30, 34 y 39 del apéndice II), con la excepción del mes de mayo, el cual fué clasificado como alto en sodio (S₃). El pozo B₅ (cuadro 29 del apéndice II), fué alto en sodio en el mes de noviembre únicamente y el C₈ (cuadro 40 del apéndice II), en los meses de mayo y junio. Todos éstos pozos presentaron una profundidad del nivel freático menor de 1.0 m. a excepción del pozo B₆ con 1.017 m. (cuadro 30 del apéndice II) en mayo y el C₈ con una profundidad de 1.031 m. en mayo y 1.103 m. en junio (cuadro 40 del apéndice II); éstos nos dice que, debido a la elevación del nivel freático (N.F.), el sodio es tubo diluido, ya que conforme aumento su profundidad, disminuyó la dilución y aumentó la concentración (cuadros del 23 al 39 del apéndice II). Es tudios analizados de un gran número de pozos del Valle de Conchella, condado de Riverside, California (1), demostraron que las aguas subterráneas va rían más que las superficiales. Los pozos B₂, B₃, B₄ y C₄ tuvieron gran va riación en cuanto al contenido de sodio a lo largo del estudio.

Curvas Isobatas. Muestran el lugar y tiempo en que el N.F., estuvo más cercano ó más alejado de la superficie (figs. de la 8 a la 16 del apéndice III), señalando las áreas con problema de drenaje su aumento ó disminución de las áreas problema, con respecto al tiempo. En éste caso, las isobatas más cercanas a la superficie se presentaron en el mes de mayo, ésto se debió a que en éste mes se dió el riego de auxilio, con el acercamiento con

siderable del N.F. a la superficie (desde 38.6 cm. en el pozo C₂, hasta -- 130.5 cm. en el A₈), además de las aportaciones ó recargas del riego de auxilio, también aportaron recarga el canal y la acequia, que aún después -- del riego, se mantuvieron con agua.

Curvas Isohypsas. Muestran el sentido del flujo del agua subterránea de -- los lotes, el cual es de la cota mayor a la cota menor (figs. de la 17 a la 25 del apéndice IV), también muestran la posible dirección de recarga y la estimación de la velocidad de la misma.

En éste estudio, el flujo del agua subterránea se presenta del noroeste al sureste, el cual es procedente de filtraciones del canal de riego, - que se encuentra en el lado oeste del área de estudio, así como del vaso de almacenamiento que se encuentra en la misma dirección.

Incrementos y Decrementos. Muestran la magnitud de los incrementos mensua- les y sus decrementos, (figs. de la 16 a la 23 del apéndice IV), pudiendo- diendo localizar en forma clara las fuentes de recarga (figs. 26 y 27) y los sumideros (figs. 28 y 29), así como la forma en que se difunden y desaparecen respectivamente, y la causa de su origen; es probable que aquellos que se desvanecen en algunos meses y vuelven a aparecer en otros, tienen - su origen en sobrierigos de lotes y/ó filtraciones de canales ó acequias - adyacentes, que no operan permanentemente. En cambio, los que se desplazan con recorridos de forma mas o menos constante por varios meses consecuti- vos, proceden de alguna filtración de una fuente que opera en forma cons- tante (figs. 31 y 32).

Estos planos indican con presición la localización de los drenes a di

señar, así como la dirección más conveniente para poder interceptar los desplazamientos del agua subterránea.

Planteamiento de Rehabilitación. La alternativa de rehabilitación -- planteada para los problemas de salinidad y drenaje de los lotes de estudio, es como sigue.

a).- Determinación del Uso Consuntivo (U.C.) del cultivo de sorgo, - para la región de Valle Hermoso, Tam. (El Realito), Latitud 26° Norte.

La determinación del U.C. se realizó por el método de Harry F. Blaney y Wayne D. Criddle. (14).

El ciclo del sorgo es de 4 meses (15 de feb. al 15 de jun.)

$$U.C. = K \cdot F \dots \dots \dots (1)$$

donde : U.C. = Uso Consuntivo (mm).

K. = Coeficiente.

P. = % de hrs. luz del mes para una latitud dada.

T. = Temperatura. (°C).

M E S.	P.	T°C.	Fi = P(8.12 + 0.457 t)
+ Febrero.	7.12	16.8	56.24
Marzo.	8.40	21.0	148.82
Abril.	8.64	24.4	166.50
Mayo.	9.38	26.6	190.20
+ Junio.	9.30	28.3	97.90

+ Se tomó la mitad del mes (del 15 de feb. al 15 de jun.)

$$F = \sum F_i = 659.66$$

$$K = 0.70$$

$$\begin{aligned} \text{entonces, el U.C.} &= (0.70) (659.66) = 440.762 \text{ mm.} \\ &= 44.07 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\text{U.C. diario} = \frac{\text{U.C. (mm)}}{\text{tiempo (días)}} = 3.67 \text{ mm/día.}$$

Control de sodio. Con los resultados aportados del análisis de suelo de los lotes, es posible la aplicación de un mejorador químico para la alimentación del exeso de sodio (Na) del suelo, ya que tomando en cuenta el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), es factible la posibilidad de provocar la sustitución del sodio en el complejo de cambio por el calcio, ya que puede ser aportado por los propios mejoradores ó movilizándolo el existente en el suelo.

b).- Cálculo de la necesidad del mejorador químico.

La cantidad del mejorador requerido por el lote; puede ser satisfecha con cualquier producto, siempre y cuando el cálculo se lleve sobre la necesidad de combinarse con los miliequivalentes que estén presentes en el peso de 1 ha. de suelo, con un espesor determinado.

NOTA: Se optó por el yeso, ya que es el mejorador químico más utilizado, debido a su bajo precio (\$ 5,500/Ton.)*.

Para determinar el cálculo de la necesidad del yeso, se reducirá el P.S.I. hasta el nivel deseado, mediante la fórmula siguiente:

* Precio de junio de 1987.

$$S.I. = \frac{(PSI_i - PSI_f)}{100} C.I.C.$$

donde : S.I. = Sodio Intercambiable por sustituir.

PSI_i = Por ciento de sodio intercambiable que tiene el suelo i nicialmente.

PSI_f = Por ciento de sodio intercambiable que tendrá el suelo- finalmente.

C.I.C. = Capacidad de Intercambio Cationico.

El valor final a que se debe reducir el PSI de ambos lotes, es entre 7-12%. Con objeto de establecer un criterio general, se fijará en 10 el valor que debe de alcanzar el PSI después de la mejora. (20).

Datos : PSI_i lote 9327 = 22%
 PSI_i lote 9328 = 16%
 PSI_f ambos lotes = 10%
 CIC. = 38%
 $Da = 1,300 \text{ Kg./m.}^3$

Sustituyendo en el lote 9327, tendremos que :

$$S.I. = \frac{22 - 10}{100} 38 = 4.56 \text{ meq. de SI/100 grs. de suelo.}$$

Por lo tanto, para obtener el mejorador/ha. en un espesor de 10 m. se realiza la siguiente operación.

$$\text{Vol. de suelo} = 100\text{m} * 100\text{m} * 0.10\text{m} = 1,000\text{m}^3$$

$$\text{Peso del suelo} = 1,000\text{m}^3 * 1,300 \text{ Kg/m}^3 = 1,300,000 \text{ Kg.}$$

1 meq. de sodio = 1 meq. de yeso.

$$\text{El peso equivalente del yeso} = 86 \dots \dots \dots (20)$$

Por consiguiente, el yeso requerido por 1 meq. Na/100 grs. de suelo = 0.086 gramos de suelo, esto es igual a :

0.000086 Kg. de yeso * 10 = 0.00086 grs. de yeso requerido/Kg. de suelo; entonces,

$$\text{Yeso/ha.} = 0.00086 * 1,300,000 = 1,118 \text{ Kg./ha. con 10 cm. de espesor.}$$

Como son 4.56 meq. de S.I. se necesitarán,

$1,118 * 4.56 = 5,098,08 \text{ Kgs./ha.}$ de yeso agrícola para el primer estrato de 10 cm.; por lo que para el estrato de 30 cm. será de 15,294Kg/ha

Es conveniente agregar 1,25 de yeso, debido a que según el cálculo, - debe tener una pureza del 100% que nunca se encuentra; en el mercado existe un porcentaje de pureza menor, por lo que debe completarse el valor total calculado, por lo tanto,

$$\text{Total de yeso} = 15,294,24 \text{ Kgs./ha.} * 1,25 = 19,117.5 \text{ Kg./ha.}$$

Sustituyendo en el lote 9328, tendremos que :

$$\text{SI} = \frac{16 - 10}{100} * 38 = 2,28 \text{ meq. de SI/100 gms. de suelo.}$$

Como todos los demás datos son iguales al lote 9327, entonces tendremos que :

$1,118 * 2.28 = 2,549.04$ Kg/ha. de yeso agrícola para el primer estrato de 10 cm.; por lo que para el estrato de 30 cm. será de :

7,647.11 Kg/ha.; que multiplicados por el factor de pureza de (1.25) nos da un yeso total de : 9,559 Kg./ha.

En cuanto a la aplicación, podrá extenderse directamente sobre los lotes de estudio ó añadirlo al agua de riego. En el primer caso se distribuye al "voleo" y después se incorpora al suelo con discos ó arado.

Para su aplicación con el agua de riego, se abre un saco de yeso en la acequia, preferentemente en un punto donde el agua tenga una cierta turbulencia (20).

c).- Cálculo de la lámina de riego. (L.R.)

Datos de suelo : Capacidad de campo (C.C.) = 21 cm./m.

Textura = Arcillosa.

Punto de Marchitez Permanente (P.M.P.) = 17%

Porcentaje de abatimiento. = 60%

Datos de cultivo : Zona radicular = 75 cm.

Eficiencia en el sistema de riego de superficie --
(bien operado) = 60%

Lámina de agua disponible. (L.A.D.)

$L.A.D. = C.C. * Zona Radicular densa.$

$= 21 \text{ cm./m.} * 0.75 \text{ m.}$

$= 15.75 \text{ cm.};$ que multiplicada por el abatimiento permitido del 60% obtenemos la :

$L.A.D. = 9.45 \text{ cm.}$

$$\text{Por lo tanto, la L.R.} = \frac{\text{L.A.D.}}{\text{Eficiencia del Riego}} = \frac{9.45 \text{ cm.}}{0.60} = 15.75 \text{ cm.}$$

d).- Intervalo de Riego (I).

$$I = \frac{\text{L.A.D.}}{\text{U.C.}} = \frac{9.45 \text{ cm.}}{0.367 \text{ cm./día}} = 26 \text{ días.}$$

Control de salinidad y drenaje. Al sustituir el sodio, la técnica más apropiada de la rehabilitación es por medio del lavado de sales del suelo, ésto tiene dos finalidades diferentes :

- 1.- Reducir la elevada salinidad de los lotes de estudio, hasta niveles tolerables por el cultivo.
- 2.- Una vez desalinizado los lotes, la lámina de sobreriego, impedirá que las aportaciones del agua de riego, agua freática, ect. - resalinicen el suelo.

e).- Cálculo de la lámina de sobre-riego. (L.s.r.)

$$\text{L.s.r.} = \frac{\text{C.E.r.}}{\text{C.E.p.} - \text{C.E.r.}} \text{ L.R.}$$

donde : C.E.p. = Conductividad eléctrica permisible en el estrato para un 50% de disminución de la producción. (para sorgo es 10 mmhos/cm.).

C.E.r. = Conductividad eléctrica del agua de riego.

sustituyendo, tenemos que :

$$\text{L.s.r.} = \frac{1,750}{(10,000 - 1,750)} 15.75 = 3.34 \text{ cm.}$$

Entonces, la L.R. = 15.75 + 3.34 = 19 cm.

F).- Cálculo de la lámina de agua a drenar. (L.d.)

$$L.d. = L.R. - L.U.C.$$

donde : L.d. = Lámina a drenar.

L.U.C. = Lámina de uso consuntivo.

entonces, L.d. = 19 - 9.45

$$L.d. = 9.55 \text{ cm.}$$

g).- Cálculo del coeficiente de drenaje (Cd).

$$C.d. = \frac{L.d.}{I.} = \frac{9.55 \text{ cm.}}{26 \text{ días.}} = 0.367 \text{ cm./día} = 3.67 \text{ mm./año.}$$

h).- Cálculo de la separación del drenaje subterráneo para flujo no establecido. Usando la fórmula de Glover y Dum. (8)

$$L^2 = \frac{\pi^2 K D T}{\phi \text{ Ln} \left(\frac{4 H}{\pi H_t} \right)}$$

donde ; L = Separación entre drenes.

Ht = Abatimiento deseado en la mitad de los drenes (0.60m)

H = Nivel freático más alto. (1.0 m).

$\phi = (P_s - CC) D_a$ = Porosidad drenable ó rendimiento específico. (9.55)

t = Tiempo entre riegos (26 días).

K = Conductividad Hidráulica. (0.05 m./día).

$$D_e = D + \frac{H}{2} = 3.2 \text{ m.} + 0.5 \text{ m.} = 3.7 \text{ m.}$$

Ln. = Logaritmo natural.

D = Hidroapoyo - profundidad del dren 5 m - 1.8 m = 3.2 m.

FIGURA 34.- Esquema para flujo no establecido.

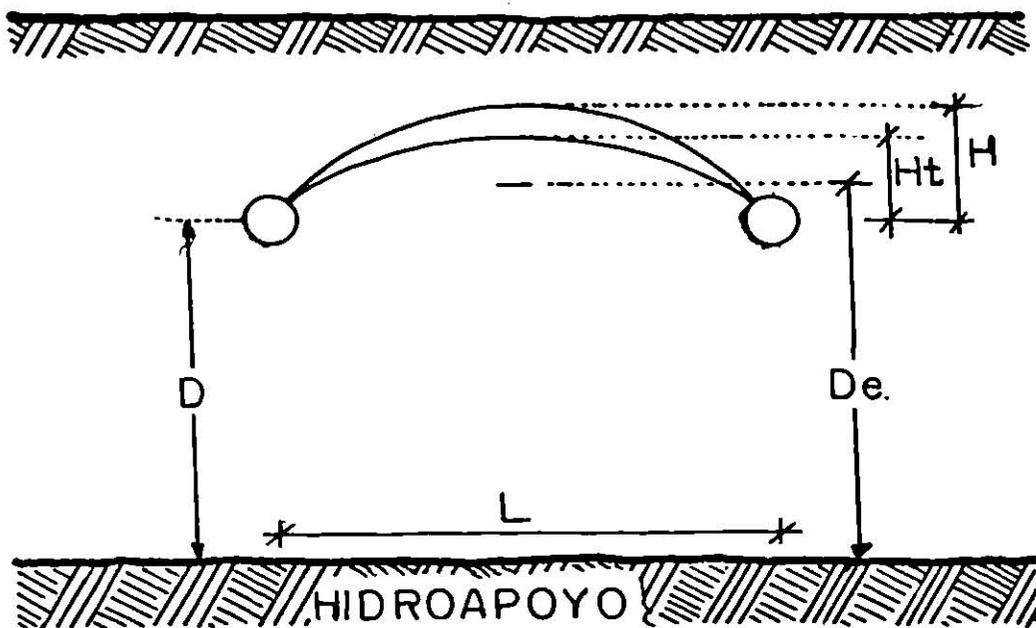
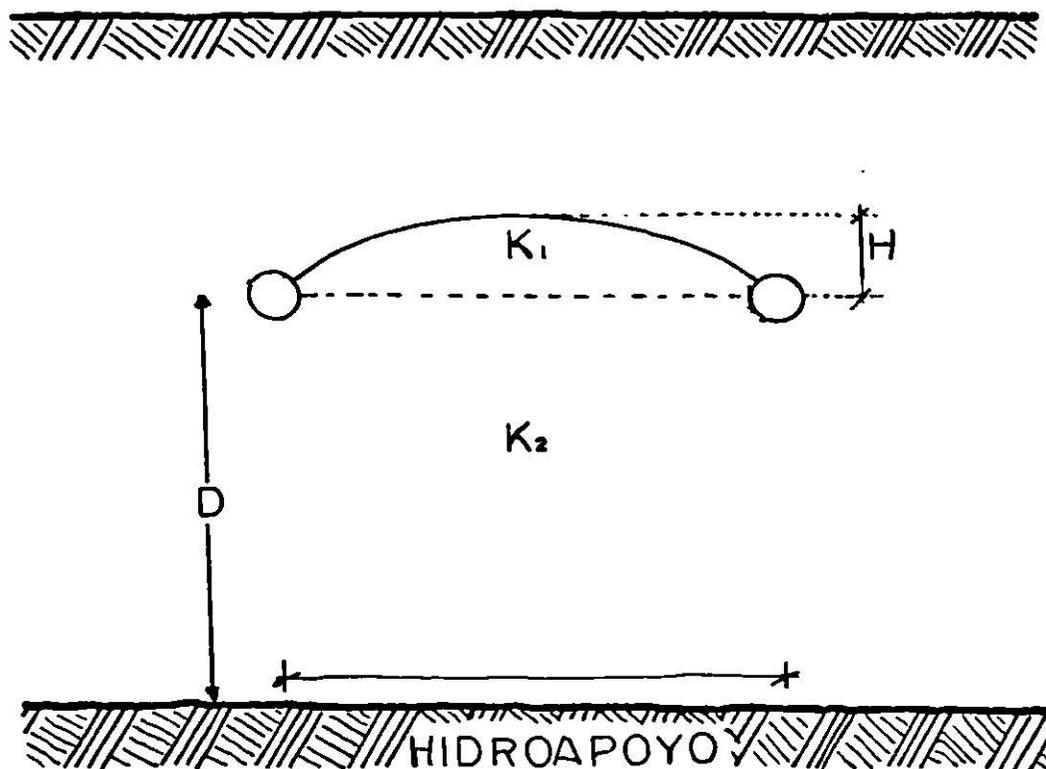


FIGURA 35.- Esquema para flujo establecido.



sustituyendo los datos :

$$L^2 = \frac{(3.14)^2 (0.05) (3.7) (26)}{(0.0955) \ln \left(\frac{4}{3.14} \frac{1}{0.6} \right)} = \frac{47.472797}{0.0718533} = \sqrt{660.69098} = 25 \text{ m.}$$

NOTA : De la Peña (8), recomienda separar los drenes subterráneos a una distancia de (2L), por lo que los drenes estarán separados a una distancia de 50 m.

i).- Cálculo de la separación del drenaje subterráneo para flujo establecido. Usando la fórmula de Hooghoudt (8,20).

$$L^2 = \frac{8K_2hd}{R} + \frac{4K_1h^2}{R}$$

siendo : L = Espaciamiento entre drenes (m).

R = Percolación (m./día) = Cd

K_1 = Permeabilidad del estrato situado sobre los drenes (m/día)

K_2 = Permeabilidad del estrato situado bajo los drenes (m/día)

h = Altura de la capa freática en su punto medio, respecto al nivel de los drenes (m.)

D_e = Espesor equivalente de Hooghoudt , que depende de L, D , y r. (radio de los drenes).

Datos : $K_1 = K_2 = 0.05$

d = Hidroapoyo - profundidad del dren = 5 - 1.8 = 3.2 m.

$D_e = 1.88$

Para el cálculo se sigue el procedimiento de tanteos :

Para éste caso se empezó tanteando con 25 m.

Sustituyendo datos tenemos que :

$$(25)^2 = \frac{(8)(0.05)(0.6)1.88}{0.00367} + \frac{(4)(0.05)(0.6)^2}{0.00367} =$$

$$25 = 122.94277 + 19.618528$$

25 \neq 30.7 Como 30.7 es mayor que 25, el valor de L debe ser mayor que 25, por lo que se probará ahora con L=30 m.

$$(30)^2 = \frac{(8)(0.05)(0.6)2.04}{0.00367} + 19.618528$$

30 \neq 31 La razón de no coincidir exactamente, es que el espaciamiento necesario no es 30 m. sino algo mayor; sin embargo, a los efectos de este estudio esa diferencia es -- despreciable.

NOTA : Se recomienda separar los drenes subterráneos a una distancia de(2L), por lo que los drenes estarán separados a una distancia de 60 m.

Para el diseño se tomó la separación según Glover y Dum (50 m.) por ser la más crítica.(FIG. #36). Cuenta con un registro en cada uno de los -- drenes laterales para su mantenimiento. (FIG. # 37); y un desagüe revestido (FIG. #38).

i) Análisis del costo por hectárea del sistema de drenaje subterráneo (junio 1987).

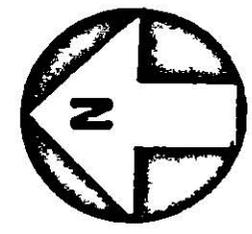
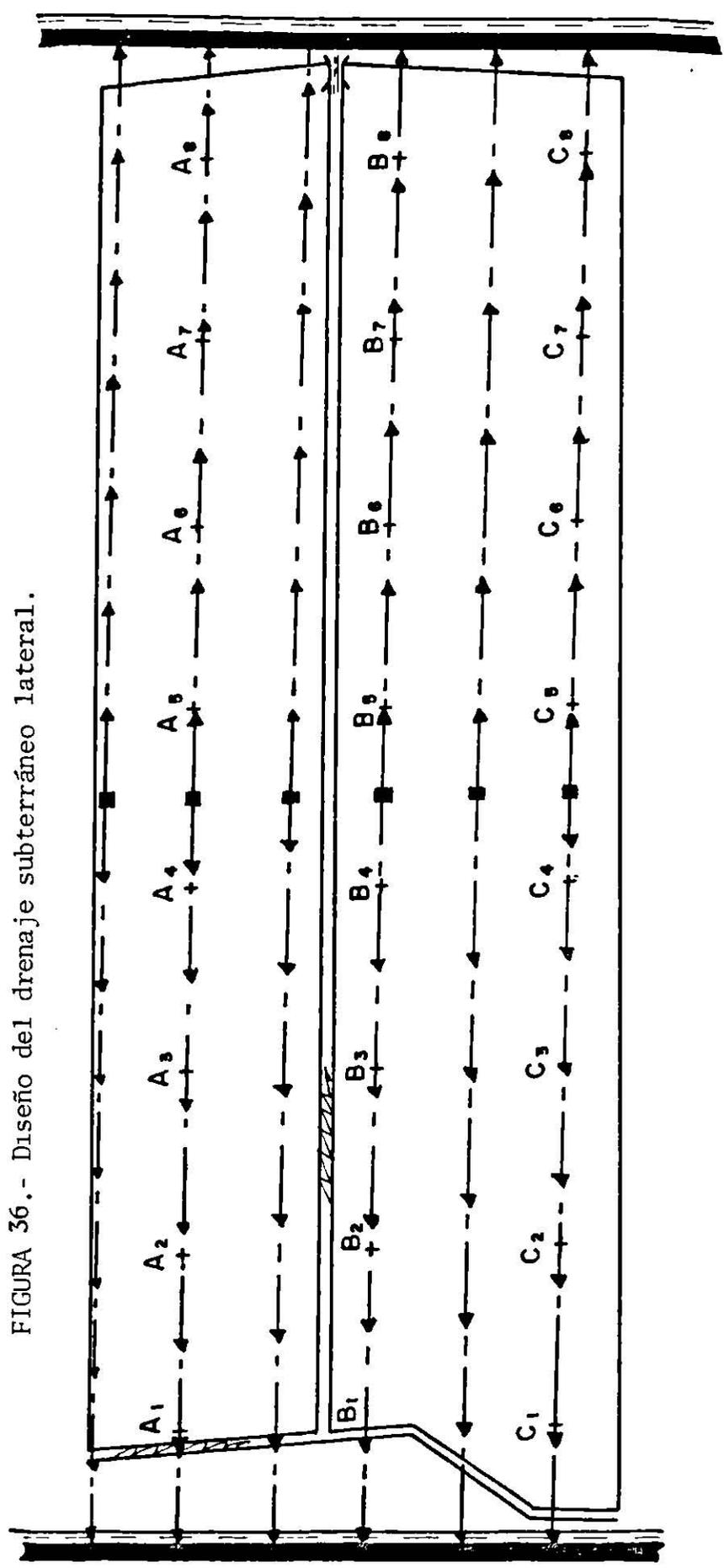
DATOS : Area a recuperar. = 21.9733 has,

Profundidad radicular = 75 cm.

Material tubos de cemento. (\$1,800.00 c/tubo).

Longitud efectiva del tubo = 122 cm.

FIGURA 36.- Diseño del drenaje subterráneo lateral.



SINBOLOGIA

- Dren 
- Camino 
- Repedera 
- Alcantarilla 
- Dren subterráneo 
- Registro. 

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: DRENES SUBTERPANEOS.	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JINEZ
No. LOTE 9327, 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 9800	21.9735 HAS.
	FECHA

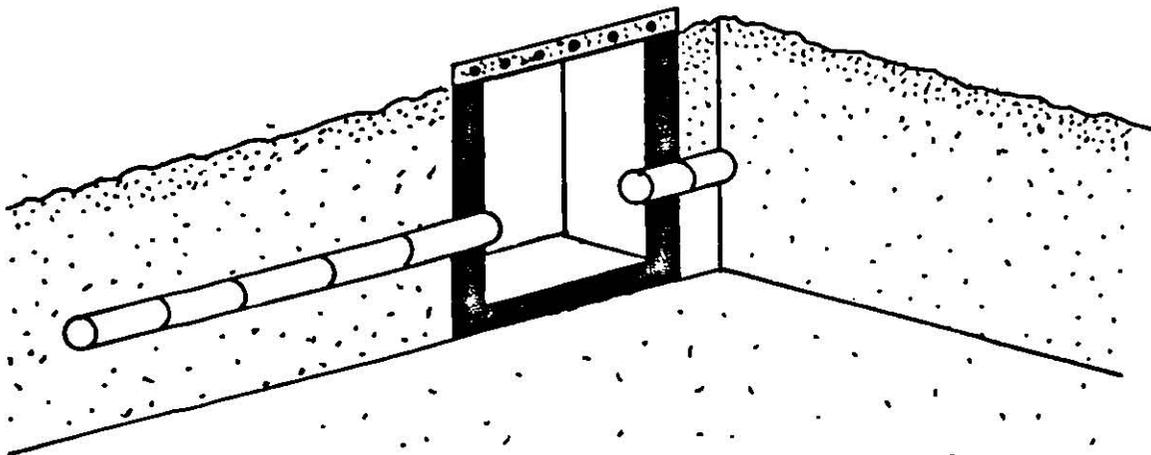


FIGURA 37.- Corte del registro para el mantenimiento del drenaje subterráneo entubado.

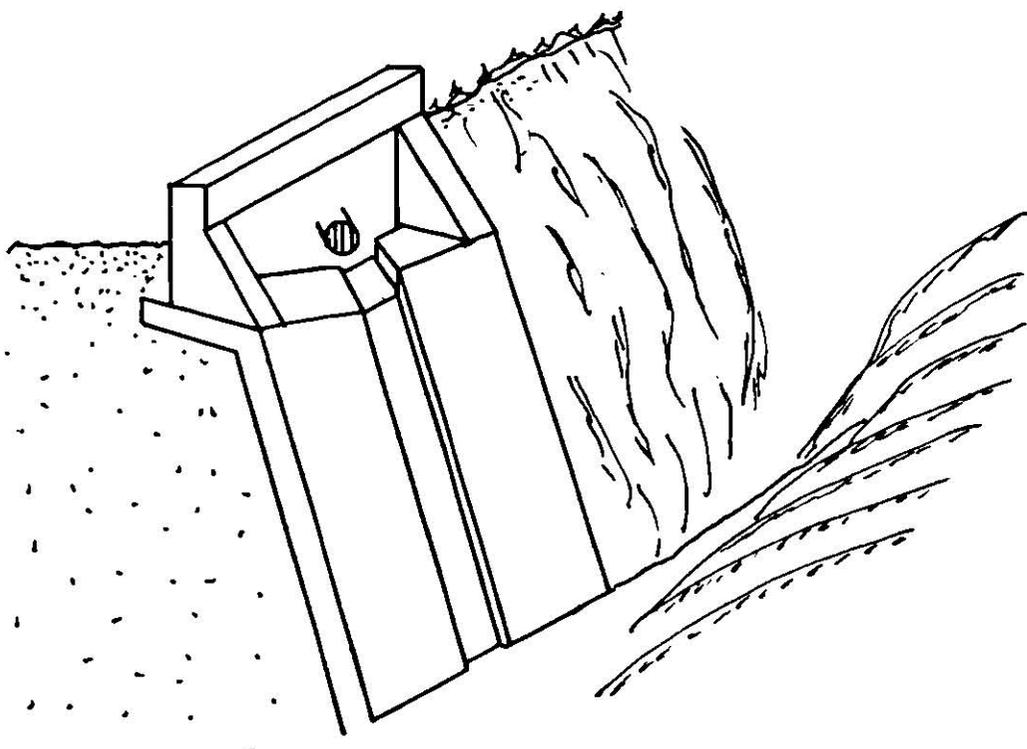


FIGURA 38.- Vista de la descarga del dren subterráneo entubado sobre el dren colector de tipo abierto.

La longitud de las líneas de drenaje es de 830 m.

La separación entre drenes laterales es de 50 m.

El número de líneas laterales requeridas es de 6 .

Los tubos instalados por jornada son 175 tubos.

La mano de obra utilizada es de 4 hombres.

El costo de la máquina zanjadora es de \$30,000.00/hora.

El salario por trabajador por semana es = \$21,800.00

La máquina zanjadora avanza a 100 m./hora.

La longitud lineal de la tubería subterránea es de 4,981 m.

CALCULOS :

El número total de tubos utilizados es de 4,083 tubos.

El costo de los tubos utilizados en los 6 drenes laterales es de
\$7,349,400.00

El costo total de la maquinaria en las 21.9733 has. son \$1,494,300.00

El tiempo aproximado en la instalación de la tubería es de 24 días.

El costo total de mano de obra es de \$299,040.00

El costo total del mejorador químico (yeso), para las 21.9733 has de estudio es de \$157,720.00

El costo total del sistema de drenaje es de \$ 9, 300, 460.00

Por lo tanto el costo por hectárea para la recuperación será de
\$ 423,262.00

CONCLUSIONES.

- 1.- Se presentaron conductividades hidráulicas moderadamente lentas en el área de estudio, esto se debió a las condiciones edáficas del terreno y al bajo contenido de materia orgánica, por lo que el principal problema es debido al drenaje medianamente deficiente.
- 2.- La clasificación agronómica promedio del estrato de suelo comprendido de 0-100 cm. de profundidad, fué salino sódico y esto es debido a un manto freático elevado y clasificado como muy altamente salino (C_4) y muy alto en sodio (S_4); además de las filtraciones producidas por la cercanía del vaso de almacenamiento situado al noroeste.
- 3.- Las curvas isobatas más cercanas a la superficie, siempre se presentaron en el lado oeste, reafirmando las filtraciones del vaso de almacenamiento y canal de riego.
- 4.- La menor profundidad del manto freático, se presentó en el mes de mayo, ésto se debió al riego de auxilio dado en dicho mes.
- 5.- La dirección del flujo noroeste que presentaron las curvas isohypsas, terminaron por confirmar que son debido a las filtraciones del canal de riego y vaso de almacenamiento.
- 6.- La textura arcillosa y la topografía llana del área de estudio, es susceptible a inundaciones en épocas de lluvia, provocando pro

blemas de empantaneamiento ó encharcamiento temporales.

- 7.- Para la rehabilitación del área de estudio es necesario el establecimiento de un sistema de drenaje subterráneo entubado, y la aplicación de un mejorador químico (yeso).
- 8.- El drenaje abierto es deficiente, debido a que no se le da el mantenimiento y conservación necesarios para su buen funcionamiento.

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

- 1.- Llevar a cabo pruebas de recuperación que incluyan la aplicación de mejoradores químicos y agentes agragantes comerciales por separado ó en combinación, ya que son el mejor medio de determinar la naturaleza de la respuesta.
- 2.- Mejorar el drenaje mediante drenes temporales (topo), para fines de lavado de suelo, ó drenes permanentes (subterráneos), para disminuir la salinidad dentro del perfil útil de suelo, hasta alcanzar contenidos de sales no perjudiciales al cultivo,
- 3.- Es necesario llevar a cabo un subsolado en toda el área de estudio, ya que esto mejoraría la permeabilidad del suelo,
- 4.- Adicionar estiércol ó el enterrado en verde, ésta práctica tiene doble propósito en la recuperación de suelos salinos, ya que además de mejorar la estructura y permeabilidad del suelo, también

libera CO_2 , aumentando la solubilidad del CO_3Ca y desde el punto de vista fertilidad, sería una fuente de elementos nutritivos para las plantas.

- 5.- Lavar el suelo después de la aplicación del yeso, para que se distribuya en profundidad.
- 6.- Aplicar el yeso en dos partes, una antes de pasar los discos y otra después, logrando una distribución homogénea entre la superficie y la capa inferior del suelo.

R E S U M E N.

El presente estudio se llevó a cabo en los lotes #9327 y 9328, de la Cd. de Valle Hermoso, Tam. iniciándose en abril de 1985 y finalizando en diciembre del mismo año. Los objetivos para éste estudio fueron la determinación de las condiciones actuales de salinidad y drenaje, así como el análisis de las causas y factores que originan el problema y el planteamiento de alternativas de solución más viables para rehabilitar el área.

En lo que respecta a el estudio de suelo, se determinó textura al tacto, color en húmedo, consistencia reacción al ácido clorhídrico y espesor del estrato, durante la construcción de los pozos de observación. Fueron elaborados planos de conductividad hidráulica, salinidad promedio de cada estrato de suelo, isobatas, asohypsas e incrementos y decrementos. Las conductividades hidráulicas presentadas fueron moderadamente lentas, debido a las condiciones edáficas del terreno y al bajo contenido de materia orgánica.

Los análisis completos para suelos y aguas fueron realizados en el Laboratorio de suelos de RIEGO Y DRENAJE (S.A.R.H.) de Río Bravo, Tam. Los análisis de fertilidad de suelos, indicaron la necesidad de incorporar materia orgánica. La intensidad del muestreo de agua freática de los pozos de observación, así como la de ambos drenes, fué mensual. La determinación -- del grado de afectación y la fuente de recarga, fué por medio de las cur--vas isobatas e isohypsas respectivamente. Los planos de incrementos y de--crementos indicaron las áreas de recarga y descarga.

Los análisis mensuales del agua freática fueron de mala calidad, y -- clasificados como muy altamente salinos (C_4), y muy altos en sodio (S_4).

Las profundidades del manto freático más cercanas a la superficie, se presentaron después del riego de auxilio.

Los planos de isobatas, isohypsas, e incrementos y decrementos, indican que la cercanía del vaso de almacenamiento afecta grandemente, ya que el flujo de recarga del manto freático, viene de esa dirección, con la consiguiente aportación de sales.

Se diseñó un sistema de drenaje subterráneo, para que el manto freático se mantenga fuera del alcance de la zona de raíces, y que ayude a desaguar rápidamente en la época de lluvias y riegos.

Se concluyó que para la rehabilitación del área de estudio, es necesario el establecimiento de un sistema de drenaje subterráneo entubado, y la aplicación de un mejorador químico.

Se recomienda llevar a cabo pruebas de recuperación que incluya la aplicación de mejoradores químicos y agentes agregantes comerciales por separado ó en combinación; además de mejorar el drenaje mediante drenes temporales (topo) ó permanentes (entubados), para disminuir la salinidad dentro del perfil útil del suelo. Subsuelos para mejorar la permeabilidad del suelo y la reincorporación de materia orgánica.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ALLISON, L.E., et al. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. Traducción de U.S.D.A. Handbook # 60 México, D.F.
- 2.- ARREDONDO L.E. y A. GARZA A. 1984. Estudio de salinidad de suelos y aguas del campo experimental de la F.A.U.A.N.L. en Marín N.L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., Marín, N.L. México.
- 3.- BURGESS, R.H. y Q. CLAUDE A. 1960. Drenajes Agrícolas para ingenieros. Ed. Omega, S.A. Barcelona. pp. 49, 50, 399 y 407.
- 4.- CORTES B., J.J. 1983. Determinación de las condiciones actuales de drenaje en un área experimental localizada en el ejido Parras, municipio de Parras, Coahuila. Tesis Profesional. U.A.A. "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- 5.- CURSO DRENAJE DE TIERRAS AGRICOLAS LATINOAMERICANO 4, 1974. Ministerio de Agricultura, CENDRET. 3 Volúmenes. Lima, Perú.
- 6.- CHAUDHARY, T.N., U.K. BHATNAGAR y S.S. PRIHAR. 1974. Growth response of crops to depth and salinity of grund water, and soil submergence I. wheat (triticum aestivum L.). Agronomy Journal. vol. 66 pp. 32-35.
- 7.- DE LA LOMA, J.L. 1973. Desasolado de las zonas áridas. S.R.H. Memorandum Técnico # 321. México, D.F.
- 8.- DE LA PEÑA I. 1975. Metodología establecida para la determinación y solución de los problemas de drenaje en los distritos de riego de la República Mexicana. S.R.H. Memorandum Técnico # 341. MeX. D.F.
- 9.- DIELEMAN P.I. y B.D. TRAFFORD. 1976. Ensayos de drenaje. FAO/ Riego y drenaje.

- 10.- FAO/RIEGO Y DRENAJE 1978. El drenaje de los suelos pesados. Estudio -- del grupo del trabajo de la comision europea de agricultura sobre recursos de aguas de riego.
- 11.- FOLLET, R.F. et.al. 1974. Effect of irrigation and water table depth on crop yields. Agronomy Journal. vol. 66 pp.304-308.
- 12.- GAVANDE, S.A. 1979. Fisica de suelos, principios y aplicaciones. Ed. Li mu sa. México.
- 13.- GONZALEZ, G.R.C. et.al. 1985. Establecimiento de relaciones funcionales entre láminas de lavado, sales desplazadas y sales residuales en los suelos salinos. Revista Agrociencias, #59. Colegio de Postg r a d u a d o s. E.N.A. Chapingo, México.
- 14.- ISRAELSEN Y HANSEN. 1965. Principios y aplicaciones del riego. 2a.Ed. Edit. Reverte, S.A. Barcelona España.
- 15.- LUTHIN, J.N. 1979. Drenaje de tierras agricolas. Teoria y aplicacio-- nes. Edit. Li mu sa México.
- 16.- LLERENA, V.F.A. 1977. Definición óptima económica del tamaño de mues- tra e intensidad de lavado para la recuperación de suelos con prog r a d u a d o s l e m e n t e s l e s. S.A.R.H. Memorandúm Téc. #366 México, D.F.
- 17.- LLERENA V., F.A. y O. PALACIOS V. 1979. Definición óptima económica - del tamaño de muestra e intensidad de lavado para la recuperación de suelos con problemas de sales. Revista Agrociencias #36. Coleg i o d e P o s t g r a d u a d o s. E.N.A. Chapingo, México.
- 18.- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTAT A C I O N. 1972. Los materiales para avenamientos. Roma.
- 19.- PISSANI, Z.J.F. 1975, Curso de drenaje al colegio de graduados. U.A.A "Antonio Narro". México.
- 20.- PIZARRO. F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos .

Ed. agrícola Española, S.A. Madrid, España.

- 21.- SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA.1982. Riego y drenaje. Area de suelos y agua. Edit. Trillas. México.
- 22.- SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE -- LOS E.U.A. 1972. Principios del avenamiento ó drenaje. Manual de ingenieria de suelos. Edit. Diana. México.
- 23.- SKAGSS R.W. Y NASSEHZADEH-TABRIZI. 1987. Designdrainage rates for estimating drain spacings in North Carolina.

A P E N D I C E I.

Resultado de los análisis completos de las muestras de suelo de los pozos de observación.

CUADRO 2.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO C.m.	PROFUNDIDAD C.m.	Ph	CE X 10 ³ e 25 °C	CATIONES			ANIONES			meq/litro		RAS	P S I %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼⁼	Total
	0-45	7.80	24.50	49.00	30.00	170.30	0.48	249.78	-	1.90	200.80	47.80	249.78	27.09	27.90	Salino- Sódico
A-1	45-92	7.60	21.00	39.00	41.00	148.40	0.39	228.79	-	1.40	149.80	77.59	228.79	23.46	25.01	Salino- Sódico
	92-300	7.60	19.50	31.50	34.00	140.00	0.46	205.96	-	1.40	139.80	64.76	205.96	24.45	25.82	Salino- Sódico
	61-82	7.60	27.00	50.00	38.50	167.70	0.50	276.70	-	1.40	219.80	55.50	276.70	28.21	28.75	Salino- Sódico
	82-122	7.20	23.50	40.50	36.00	160.91	0.71	238.11	-	1.40	178.80	57.91	238.11	26.01	27.06	Salino- Sódico
A-2	122-161	7.50	19.00	38.00	29.50	137.10	0.48	205.08	-	1.40	132.80	70.88	205.08	23.59	25.11	Salino- Sódico
	161-245	7.50	14.50	28.00	22.00	109.50	0.31	159.81	-	1.40	86.80	71.61	159.81	21.90	23.69	Salino- Sódico
	245-300	7.60	17.00	35.00	22.00	125.20	1.32	162.51	-	1.40	101.80	79.32	162.52	23.24	24.82	Salino- Sódico

CUADRO 3.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻				SO ₄ ⁼	Total
A-3	0-36	7.80	14.40	28.50	19.00	106.80	0.49	154.75	-	2.40	91.80	60.59	154.79	21.91	23.70	Salino- Sódico
	38-103	7.70	19.50	37.50	27.50	138.60	0.32	203.92	-	1.40	144.80	57.72	203.92	24.31	25.70	Salino- Sódico
	103-118	7.60	21.50	41.50	32.50	152.90	0.43	227.33	-	1.40	163.80	62.13	227.33	25.13	26.37	Salino- Sódico
	118-157	7.80	21.50	41.00	43.00	151.70	0.50	227.20	-	1.40	159.80	66.00	227.20	24.70	26.08	Salino- Sódico
	157-217	7.80	22.00	42.00	24.00	155.30	0.50	221.80	-	1.40	149.80	70.60	221.80	27.03	27.86	Salino- Sódico
-	217-300	7.70	19.00	41.00	21.00	139.90	0.37	202.27	-	1.40	134.80	66.07	202.27	25.12	26.36	Salino- Sódico
	0-58	7.60	18.50	43.00	22.50	125.40	0.53	191.43	-	1.90	137.80	51.73	191.43	21.90	23.69	Salino- Sódico
A-4	58-90	7.70	22.00	42.00	28.00	152.60	0.51	223.11	-	1.40	169.80	51.91	223.11	25.78	26.88	Salino- Sódico
	90-115	7.70	22.00	42.00	27.00	155.60	0.48	225.08	-	1.90	163.80	59.38	225.08	25.49	27.44	Salino- Sódico

CUADRO 4.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1965

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CE X 10 ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼⁼	Total
	0-79	7.80	16.30	33.00	21.00	113.00	0.33	167.33	~	2.40	94.80	70.13	167.33	21.75	23.56	Salino- Sódico
A-5	79-105	7.90	18.00	37.50	16.50	127.50	0.38	181.88	~	1.90	106.80	73.18	181.88	24.54	25.89	Salino- Sódico
	105-300	7.60	6.80	26.50	13.00	66.80	0.27	126.57	~	1.40	50.80	74.37	126.57	19.53	21.60	Salino- Sódico
	0-30	7.30	4.10	10.50	5.00	40.30	0.39	56.19	~	1.90	29.30	24.99	56.19	14.47	16.72	Salino- Sódico
	30-56	7.45	9.80	31.00	18.00	97.40	0.57	146.91	~	1.90	65.80	79.21	146.91	19.67	21.72	Salino- Sódico
A-6	56-109	7.31	17.00	32.50	23.50	123.90	0.62	180.52	~	1.40	105.80	73.32	180.52	23.41	24.96	Salino- Sódico
	109-300	7.40	14.60	30.50	18.50	116.40	0.36	167.76	~	1.90	79.80	86.06	167.76	23.91	25.38	Salino- Sódico
	0-28	7.90	2.20	7.00	2.50	19.70	0.25	29.45	~	3.40	7.30	16.75	29.45	9.03	10.76	Salino- Sódico
	26-84	7.10	14.40	31.00	18.00	115.10	0.21	164.31	~	2.40	79.80	82.11	164.31	23.25	24.83	Salino- Sódico
A-7	84-284															
	284-333	7.25	19.50	41.00	20.50	152.40	0.39	214.29	~	1.90	138.80	73.59	214.29	27.47	28.19	Salino- Sódico

CUADRO 5.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ₃ a 25 °C	CATIONES			ANIONES			RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
	0-26	7.65	3.90	9.00	3.50	38.80	0.22	51.52	2.40	20.30	28.82	51.52	15.52	17.79	Salino- Sódico
	26-109	7.30	18.50	39.00	18.50	147.00	0.47	204.97	1.40	119.80	83.77	204.97	27.41	28.15	Salino- Sódico
A-8	109-167	7.60	18.00	37.50	19.00	141.00	0.43	197.93	1.40	109.80	66.73	197.93	20.52	22.49	Salino- Sódico
	167-300	7.50	15.00	28.00	17.50	123.10	0.20	169.10	1.40	75.80	91.90	169.10	25.81	26.91	Salino- Sódico
	0-70	8.00	4.60	12.00	6.00	47.20	0.14	65.74	2.40	16.30	46.64	65.74	15.73	17.99	Salino- Sódico
	70-110	7.30	4.90	10.50	7.00	53.70	0.12	71.32	1.90	17.80	51.62	71.32	18.16	20.34	Salino- Sódico
8-1	110-206	7.25	6.80	21.50	15.00	68.60	0.13	105.23	1.40	19.80	64.03	105.23	16.07	18.33	Salino- Sódico
	206-300	7.60	8.40	20.50	18.00	90.10	0.28	128.88	1.40	33.60	93.68	128.88	20.53	22.49	Salino- Sódico

CUADRO 6.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES			ANIONES			meq/litro		RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁻	Total
	0-72	7.30	8.00	22.50	22.00	82.60	0.28	127.18	-	2.40	36.80	88.18	127.18	17.51	19.69	Salino- Sódico
	72-92															
8-2	92-138															
	138-173	7.30	8.20	22.00	20.00	80.70	0.19	122.89	-	1.40	37.80	83.69	122.89	17.61	19.82	Salino- Sódico
	173-300	7.45	9.20	24.00	23.00	88.60	0.21	135.81	-	1.40	56.30	78.11	135.81	18.28	20.45	Salino- Sódico
	0-51	7.85	6.20	12.50	12.50	58.30	0.22	83.52	-	4.40	37.30	41.82	83.52	16.49	18.74	Salino- Sódico
	51-75	7.60	6.80	25.00	18.00	87.20	0.21	130.41	-	2.90	49.80	77.71	130.41	18.81	20.94	Salino- Sódico
	75-94	7.40	9.00	33.00	12.00	92.60	0.19	137.79	-	2.40	54.80	80.59	137.79	19.52	21.59	Salino- Sódico
B-3	94-127	7.55	8.00	21.00	11.00	82.20	0.28	114.48	-	1.40	51.80	61.28	114.48	20.55	22.51	Salino- Sódico
	127-168	7.35	8.20	28.50	11.50	80.60	0.26	120.88	-	1.40	43.80	75.68	120.88	16.02	20.20	Salino- Sódico
	168-300	7.55	9.20	29.00	14.00	95.20	0.31	138.51	-	1.40	55.30	81.81	138.51	20.53	22.49	Salino- Sódico

CUADRO 9.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ₃ @ 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				meq/litro	meq/litro
B-8	0-37	6.40	4.60	12.50	9.50	43.20	0.37	65.57	-	2.90	12.80	49.87	65.57	15.02	15.21	Salino- Sódico
	37-122	6.00	8.20	17.50	13.50	64.00	0.37	115.37	-	1.90	37.80	75.67	115.37	21.34	23.21	Salino- Sódico
	122-154	6.00	8.60	23.50	16.50	68.50	0.44	128.94	-	1.90	33.80	93.24	128.94	19.79	21.83	Salino- Sódico
	154-192	6.10	9.20	23.50	17.00	99.50	0.54	140.54	-	2.40	36.80	101.34	140.54	22.11	23.87	Salino- Sódico
	192-210	6.00	9.20	24.00	17.50	96.30	0.52	140.32	-	2.40	35.80	102.12	140.32	21.58	23.41	Salino- Sódico
C-1	210-300	7.90	10.00	25.50	16.50	110.40	0.36	152.76	-	1.90	42.30	108.56	152.76	24.09	25.52	Salino- Sódico
	Sup	8.30	5.20	9.00	5.50	52.20	0.54	68.24	-	3.90	26.30	35.04	68.24	16.75	20.98	Salino- Sódico
	0-20	8.20	10.00	35.00	17.50	90.00	0.56	141.06	-	2.90	71.80	66.36	141.06	17.91	20.10	Salino- Sódico
	20-87	7.90	15.50	33.00	22.00	110.20	0.41	165.61	-	1.90	88.80	74.91	165.61	21.02	22.95	Salino- Sódico
	87-118	7.90	13.80	29.00	17.00	101.60	0.43	148.03	-	1.40	84.80	61.83	148.03	21.18	23.07	Salino- Sódico
C-1	118-140	8.00	14.00	35.50	14.50	99.10	0.41	149.51	-	1.90	73.80	73.81	149.51	19.82	21.86	Salino- Sódico
	140-220															
	220-270	7.80	14.20	33.00	17.00	105.40	0.45	155.65	-	1.40	71.80	82.65	155.65	21.08	21.98	Salino- Sódico
	270-330	7.70	18.00	37.50	19.50	135.70	0.41	191.51	-	1.40	110.80	79.31	191.51	25.68	26.78	Salino- Sódico

CUADRO 10.- Resultados de los análisis de salinidad de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tzros. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1925

POZO	PROFUNDIDAD Cm.	Ph	CEXIO ^s 0.25 °C	CATIONES			ANIONES			RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA				
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Total
C-2	Sup	8.40	2.30	7.00	8.00	16.90	0.37	34.27	-	3.40	10.80	20.07	54.27	6.90	8.19	Salino- sódico
	0-65	7.90	9.00	27.00	17.50	84.20	0.37	129.07	-	2.40	52.80	73.87	129.07	17.85	20.04	Salino- sódico
	65-90	8.00	9.60	25.50	21.00	93.30	0.32	141.12	-	1.90	58.80	80.42	141.12	19.15	21.25	Salino- sódico
C-3	90-174	8.00	8.00	18.00	10.00	82.20	0.44	110.64	-	1.40	51.80	57.44	110.64	21.97	23.75	Salino- sódico
	174-235															
	235-320	6.30	14.80	34.50	11.50	114.60	0.47	161.57	-	1.40	68.80	90.87	161.07	23.87	25.36	Salino- sódico
C-3	Sup	8.40	7.60	20.50	9.00	76.50	0.60	105.60	-	3.90	52.30	50.40	105.60	19.92	21.95	Salino- sódico
	0-53	8.10	13.40	29.00	17.50	100.60	0.47	147.57	-	2.40	70.80	74.37	147.57	20.85	22.78	Salino- sódico
	53-73	8.40	17.50	37.00	19.00	132.50	0.54	189.04	-	2.40	101.80	84.84	189.04	25.04	28.09	Salino- sódico
C-3	73-155	7.90	10.00	26.00	12.00	106.20	0.36	144.56	-	1.40	76.30	66.86	144.56	24.36	25.74	Salino- sódico
	155-237	7.90	16.00	32.00	20.50	123.80	0.36	176.68	-	1.40	81.80	95.48	176.68	24.27	25.55	Salino- sódico
	237-	7.90	18.50	32.00	24.50	149.30	0.34	205.14	-	1.40	109.80	94.94	206.14	22.06	28.65	Salino- sódico

CUADRO 11.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CE x 10 ³ a 25 °C	CATIONES			ANIONES			meq/llo		RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼⁼	Total
C-4	Sup	8.60	2.60	6.00	3.00	25.00	0.27	34.27	-	3.40	11.80	19.07	34.27	11.97	13.89	Ligeramen- te Sódico
	0-16	8.10	5.80	15.50	13.00	52.20	0.30	81.00	-	2.40	27.80	50.80	81.00	13.93	15.06	Salino- Sódico
	16-100	6.00	8.40	22.50	15.50	77.40	0.26	115.66	-	1.90	46.30	67.46	115.66	17.76	19.96	Salino- Sódico
	100-167	8.00	8.40	27.50	17.50	76.70	0.38	124.07	-	1.40	37.80	84.87	124.07	16.59	18.84	Salino- Sódico
	167-230	8.00	9.20	29.00	17.00	91.60	0.38	137.98	-	1.40	50.20	85.78	137.98	19.10	21.21	Salino- Sódico
	230-290	7.90	13.40	34.50	16.00	99.70	0.35	150.55	-	1.40	69.80	79.35	150.55	19.84	21.88	Salino- Sódico
C-5	Sup	8.50	1.20	2.50	2.50	10.20	0.22	15.42	-	4.90	2.80	7.72	15.42	6.45	7.52	Ligeramen- te Sódico
	0-27	6.30	3.10	5.50	3.50	30.10	0.24	39.54	-	5.40	11.80	22.14	39.34	14.15	16.44	Salino- Sódico
	27-70	8.30	7.20	22.50	14.50	71.10	0.22	106.32	-	2.90	26.30	79.12	109.32	16.53	18.78	Salino- Sódico
	70-100	6.30	7.00	14.50	11.00	71.20	0.27	96.97	-	1.90	34.80	50.27	96.57	19.94	21.97	Salino- Sódico
	100-190	8.00	6.40	24.50	17.00	87.70	0.28	129.48	-	1.90	32.80	94.78	129.48	19.25	21.31	Salino- Sódico
	190-260	7.80	9.00	25.00	13.00	98.70	0.29	136.99	-	1.40	35.30	100.29	135.99	22.64	24.32	Salino- Sódico
260-330	7.80	5.80	26.00	14.00	108.60	0.35	148.95	-	1.90	46.80	100.25	148.95	24.28	25.58	Salino- Sódico	

CUADRO 12.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ₃ a 25°C	CATIONES			ANIONES			RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA				
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼⁼				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	meq/litro SO ₄ ⁼⁼	Total
C-6	Sup	8.30	1.10	3.50	1.50	10.00	0.16	15.16	-	6.90	1.60	6.46	15.16	6.33	7.47	Ligeramen- ta Sódico
	0-46	8.20	5.60	16.50	6.00	52.40	0.24	75.14	-	4.40	17.30	53.44	75.14	15.62	17.86	Salino- Sódico
	48-85	8.20	7.40	17.50	12.00	79.00	0.21	106.71	-	2.40	34.60	71.51	106.71	20.57	22.53	Salino- Sódico
C-7	Sup	8.50	2.10	3.50	2.00	21.90	0.22	27.62	-	2.90	7.50	17.42	27.62	13.21	15.42	Moderadamen- te Sódico
	0-76	8.40	7.20	23.00	12.00	20.40	0.66	56.06	-	5.90	25.60	23.35	56.06	4.88	5.61	Ligeramen- ta Salino
	76-110	7.60	8.60	26.50	12.50	80.00	0.45	120.25	-	1.90	41.30	77.05	120.25	18.30	20.47	Salino- Sódico
	110-160	7.90	9.60	27.00	12.50	107.50	0.38	147.38	-	1.90	41.60	87.92	147.38	24.19	25.61	Salino- Sódico
C-6	160-310	7.80	14.60	27.50	16.50	115.50	0.32	159.52	-	1.90	69.60	103.68	159.52	24.58	25.91	Salino- Sódico
	140-180	7.80	9.00	24.50	15.50	97.10	0.37	137.47	-	1.40	36.60	99.27	137.47	21.71	23.53	Salino- Sódico
	180-255	7.80	9.60	27.00	12.50	106.20	0.36	146.06	-	1.90	37.80	106.35	146.06	23.90	25.37	Salino- Sódico
	255-330	7.60	9.60	25.50	14.00	108.60	0.35	148.45	-	1.90	39.80	106.75	148.45	24.44	25.81	Salino- Sódico

CUADRO 13.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Temps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	Ph	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACIÓN AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁻	Total
	0-80	7.90	7.40	26.00	14.50	69.70	0.47	110.67	-	3.40	31.30	75.97	110.67	15.49	17.76	Salino- Sódico
	80-125	7.80	8.60	27.50	15.50	80.60	0.66	124.26	-	1.90	43.30	79.06	124.26	17.59	19.61	Salino- Sódico
C-8	125-191	7.80	9.00	29.50	10.50	87.00	0.84	127.84	-	1.90	40.80	85.14	127.84	19.45	21.52	Salino- Sódico
	191-300	7.80	9.80	28.00	15.00	96.80	0.67	138.47	-	1.90	48.30	86.27	138.47	21.38	23.24	Salino- Sódico

CUADRO 14.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos realizados con las muestras de suelo clectadas en los pozos de observación

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps TIPO DE ANALISIS Fert y Fís AÑO 1985

POZO	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H. M/DIA
A-1	1.26	0.073	9.87	16.00	28.00	56.00	Arcilloso	0.03292
A-2	0.70	0.040	7.66	18.00	24.00	56.00	Arcilloso	0.06166
A-3	0.12	0.006	7.11	24.00	24.00	52.00	Arcilloso	0.03327
A-4	1.01	0.058	8.77	18.00	30.00	52.00	Arcilloso	0.02947
A-5	0.76	0.044	6.01	30.00	26.00	44.00	Arcilloso	0.10326
A-6	1.20	0.069	8.77	22.00	32.00	46.00	Arcilloso	0.07956
A-7	1.33	0.077	11.53	24.00	30.00	46.00	Arcilloso	0.03949
A-8	1.52	0.164	7.66	26.00	26.00	48.00	Arcilloso	0.01953

CUADRO 15.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps TIPO DE ANALISIS Fert y Fís AÑO 1985

POZO	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H. M/DIA
B-1	0.67	0.025	6.56	20.00	30.00	50.00	Arcilloso	0.07595
B-2	0.67	0.025	5.45	20.00	26.00	54.00	Arcilloso	0.12068
B-3	1.34	0.077	7.11	18.00	26.00	56.00	Arcilloso	0.09072
B-4	0.87	0.050	5.45	18.00	28.00	54.00	Arcilloso	0.01552
B-5	1.34	0.077	4.35	22.00	22.00	56.00	Arcilloso	0.05892
B-6	0.94	0.054	4.35	24.00	24.00	52.00	Arcilloso	0.04606
B-7	1.07	0.062	7.11	22.00	28.00	50.00	Arcilloso	0.04469
B-8	1.34	0.077	7.66	16.00	10.00	74.00	Arcilloso	0.07675

CUADRO 16.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tampos TIPO DE ANALISIS Fert v Fís AÑO 1985

POZO	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H. M/DIA
C-1	2.21	0.128	15.39	22.00	26.00	52.00	Arcilloso	0.08485
C-2	1.74	0.106	10.42	16.00	28.00	56.00	Arcilloso	0.06682
C-3	1.88	0.008	15.39	22.00	26.00	52.00	Arcilloso	0.10534
C-4	1.34	0.077	9.32	30.00	24.00	46.00	Arcilloso	0.15690
C-5	1.67	0.096	8.21	26.00	24.00	50.00	Arcilloso	0.01776
C-6	2.01	0.115	6.01	30.00	22.00	48.00	Arcilloso	0.03528
C-7	1.34	0.077	11.53	30.00	22.00	48.00	Arcilloso	0.03121
C-8	0.94	0.054	8.21	30.00	24.00	46.00	Arcilloso	0.04538

A P E N D I C E II.

Resustado de los análisis químicos de las aguas de los
pozos de observación.

CUADRO 18.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. A₂

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: A₂ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S																
	C.E. x 10 ⁴ a 25°C.	PH	C A T I O N E S. Meq./Lt.			A N I O N E S. Meq/Lt			S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./lt.	R A S	C.S.R. Meq./Lt.	R.S.P. %	C L A S I F I - C A C I O N.	P R O F. D E L M. E. (c.m.)		
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃ ⁼								HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
MAY. 15															121.5		
JUN. 15	50,000	7.3	89.5	80.0	453.3	1.0	4.0	129.8	489.0	623.8	534.3	553.9	49.3	0.0	84.9	C ₄ S ₄	95.2
JUL. 18	60,000	7.8	92.0	94.0	412.5	0.6	3.5	51.1	542.0	599.6	507.1	567.5	42.5	0.0	81.4	C ₄ S ₄	132.6
AGO. 15	50,000	7.9	86.0	103.0	524.0	3.7	7.5	220.2	489.0	716.7	630.7	599.1	53.9	0.0	83.1	C ₄ S ₄	145.9
SEP. 18	48,000	7.0	84.0	102.0	368.5	0.9	5.5	74.9	473.0	555.4	473.0	510.5	38.2	0.0	77.9	C ₄ S ₄	158.0
OCT. 14	44,000	7.8	79.0	87.0	262.7	0.6	5.0	6.3	418.0	429.3	418.0	421.2	28.8	0.0	62.9	C ₄ S ₄	138.0
NOV. 15	47,000	6.8	85.5	89.5	258.5	0.5	7.0	7.0	420.0	434.0	419.9	423.5	27.6	0.0	61.6	C ₄ S ₄	133.2
DIC. 12	50,000	7.0	92.0	78.0	260.2	0.7	5.5	92.4	333.0	430.9	338.9	379.2	22.4	0.0	76.8	C ₄ S ₄	152.9

CUADRO 19.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de obsevación. A₃

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: A₃ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S																		
	C.E.x10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	R A S	C. S. R. Meq./Lt.	P. S. P. %	C L A S I F I - C A C I O N.	P R O F. D E L M. F. (Cm.)				
			Ca.	Mg.	Na. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃								HCO ₃	SO ₄	Cl. ⁻	Total.
MAY. 15															110.7				
JUN. 15	39,000	7.2	64.0	56.0	328.0	0.6	448.6	0.0	5.0	73.6	370.0	448.6	384.6	406.8	42.3	0.0	85.2	C ₄ S ₄	93.3
JUL. 18	46,000	7.0	82.5	79.5	336.7	0.4	499.1	0.0	3.5	75.6	420.0	499.1	416.6	457.8	37.4	0.0	80.8	C ₄ S ₄	124.5
AGO. 15	44,000	6.9	80.0	85.0	401.0	4.0	570.0	0.0	6.0	137.2	426.8	570.0	490.0	495.4	44.2	0.0	81.9	C ₄ S ₄	144.0
SEP. 16	43,000	6.8	78.0	88.0	262.7	0.5	429.2	2.0	4.5	2.7	420.0	429.2	420.0	421.3	18.2	0.0	62.6	C ₄ S ₄	158.0
OCT. 14	34,000	7.8	68.0	58.0	213.5	0.5	340.0	1.0	3.0	2.0	334.0	340.0	334.0	335.0	26.9	0.0	63.9	C ₄ S ₄	145.3
NOV. 15	37,000	7.1	70.0	66.0	216.8	0.4	353.2	1.0	4.0	8.2	340.0	353.2	340.0	344.1	26.3	0.0	63.8	C ₄ S ₄	144.2
DIC. 12	40,000	7.1	79.0	60.0	228.9	0.7	368.6	0.0	3.5	56.1	309.0	368.6	309.0	337.0	27.5	0.0	74.1	C ₄ S ₄	161.9

CUADRO 20.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. A₄

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: A₄ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S										C.S.R. Meq./lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)			
			C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Meq./lt.	S. P. Meq./lt.	R A S								
			++ Ca.	++ Mg.	Na. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃ ⁼				HCO ₃ ⁻					SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.
MAY. 15																	125.5		
JUN. 15	33,000	7.8	60.5	55.0	248.9	0.5	364.9	1.0	4.5	43.4	316.0	364.9	304.4	337.7	32.8	0.0	81.8	C ₄ S ₄	100.8
JUL. 18	37,000	7.3	61.5	66.5	256.8	0.5	385.3	1.0	3.5	65.8	315.0	385.3	323.8	347.9	32.1	0.0	79.3	C ₄ S ₄	125.8
AGO. 15	31,000	6.9	57.0	67.0	273.8	1.0	398.8	0.0	6.5	92.5	299.8	398.8	341.8	346.1	34.8	0.0	80.1	C ₄ S ₄	154.8
SEP. 18	30,000	7.9	56.0	64.0	198.8	0.5	319.3	2.0	6.0	29.3	292.0	329.3	292.0	306.7	25.7	0.0	68.1	C ₄ S ₄	169.0
OCT. 14	27,000	7.7	54.0	52.0	118.2	0.6	224.8	1.0	4.5	1.3	218.0	224.8	218.0	218.6	16.2	0.0	54.4	C ₄ S ₄	160.7
NOV. 15	22,000	7.3	45.0	39.0	138.7	0.4	223.1	1.0	5.5	25.6	191.0	223.1	191.0	203.8	21.4	0.0	72.6	C ₄ S ₄	154.9
DIC. 12	25,600	7.2	51.0	67.0	161.7	0.6	280.3	0.0	5.5	39.8	235.0	280.3	235.0	254.9	21.1	0.0	68.8	C ₄ S ₄	167.7

CUADRO 21.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. A₅

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: A₅ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S												CLASIFI- CA CION.	PROF. DEL M.F. (cm.)					
	C.E.x10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Meq/Lt.	R A S	C.S.R. Meq/Lt.	P.S.P. %							
			Co. ⁺⁺ Mg.	Na. ⁺	K. ⁺	Total. Meq./Lt.	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼							SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.		
MAY. 15																			112.2
JUN. 15	19,500	8.0	33.0	18.0	166.0	0.4	217.4	1.0	4.0	49.4	163.0	217.4	184.4	187.7	32.9	0.0	90.0	C ₄ S ₄	94.2
JUL. 16	30,000	7.6	47.5	47.5	218.0	0.3	313.3	1.0	3.5	80.8	228.0	313.3	265.8	268.4	31.6	0.0	82.0	C ₄ S ₄	123.7
AGO. 15	28,000	7.3	48.0	53.0	257.3	0.9	359.2	0.0	8.0	88.4	262.8	359.2	311.2	307.0	36.2	0.0	82.7	C ₄ S ₄	153.9
SEP. 16	28,000	7.5	39.0	58.0	190.5	0.4	287.9	3.0	5.0	11.9	268.0	287.9	268.0	274.0	27.4	0.0	71.1	C ₄ S ₄	166.8
OCT. 14	33,000	7.2	48.0	49.0	192.8	0.4	290.2	1.0	6.0	15.2	268.0	290.2	242.2	275.6	27.7	0.0	79.6	C ₄ S ₄	161.8
NOV. 15	28,000	7.2	47.0	44.5	185.0	0.4	276.9	1.0	4.0	3.9	268.0	276.9	268.0	270.0	27.3	0.0	69.0	C ₄ S ₄	160.6
DIC. 12	31,000	7.1	50.0	80.0	187.6	0.6	318.2	0.0	7.0	37.2	274.0	318.2	274.0	292.6	23.3	0.0	68.5	C ₄ S ₄	174.3

CUADRO 22.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. A₆

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: A₆ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S. Meq./Lt.						A N I O N E S. Meq/Lt			S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	RAS	C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)		
			C a		M g		N a		C O ₃	H C O ₃	S O ₄								C l	T o t a l.
			++	+	++	+	+	+												
MAY. 15																		129.7		
JUN. 15	26,000	7.4	34.0	62.0	223.3	0.4	319.7	1.0	5.0	71.7	242.0	319.7	285.7	277.9	32.2	0.0	78.2	C ₄ S ₄	103.2	
JUL. 18	35,000	7.4	52.0	52.0	256.3	0.3	360.6	1.0	3.0	73.6	283.0	360.6	308.6	319.8	35.5	0.0	83.1	C ₄ S ₄	125.3	
AGO. 19	33,000	7.3	47.0	63.0	275.8	0.9	386.7	0.0	7.5	69.4	309.8	386.7	339.7	344.5	37.2	0.0	81.2	C ₄ S ₄	169.1	
SEP. 18	34,000	7.1	42.0	65.0	221.8	0.5	329.3	4.0	6.5	1.2	320.0	331.7	317.5	320.6	30.3	0.0	69.9	C ₄ S ₄	180.8	
OCT. 14	29,000	7.6	49.0	51.0	188.6	0.5	289.1	0.0	7.5	3.6	278.0	289.1	240.1	279.8	27.7	0.0	78.6	C ₄ S ₄	172.2	
NOV. 15	32,000	7.0	49.0	49.0	207.2	0.5	305.7	2.0	3.5	6.2	294.0	305.7	294.0	297.1	29.6	0.0	70.5	C ₄ S ₄	163.9	
DIC. 12	33,000	7.1	53.0	81.0	202.1	0.6	336.7	0.0	7.5	22.2	307.0	336.7	307.0	318.1	24.7	0.0	65.8	C ₄ S ₄	176.2	

CUADRO 23.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. A₇

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: A₇ AÑO: 1965.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S										C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)			
			C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Meq./lt.	S. P. Meq./lt.	R A S	C A C I O N.							
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Nq. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃ ⁼									HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻
MAY. 15																		127.6	
JUN. 16	8,900	8.4	27.0	18.0	91.9	0.3	137.7	0.0	3.5	55.7	78.0	137.2	110.2	109.9	19.4	0.0	83.4	C ₄ S ₄	105.6
JUL. 18	23,000	7.8	49.0	53.0	173.0	0.2	275.2	1.0	3.0	102.2	171.0	277.2	226.2	222.1	24.2	0.0	76.5	C ₄ S ₄	126.5
AGO. 15	26,000	7.1	50.0	48.0	225.6	0.9	324.5	0.0	5.5	88.2	230.8	324.5	274.5	274.9	32.2	0.0	82.2	C ₄ S ₄	175.1
SEP. 18	25,000	7.9	53.0	42.0	156.1	0.2	251.3	0.0	5.5	18.8	227.0	251.3	227.0	236.4	23.5	0.0	68.8	C ₄ S ₄	178.6
OCT. 14	9,800	7.9	31.0	18.5	86.0	0.4	136.0	0.0	4.5	41.5	90.0	136.0	105.0	110.8	17.3	0.0	81.9	C ₄ S ₄	167.1
NOV. 15	19,500	7.3	45.0	27.0	128.6	0.5	201.1	2.0	2.5	24.6	172.0	201.1	165.1	184.3	21.4	0.0	77.9	C ₄ S ₄	168.0
DIC. 12	25,000	7.3	48.0	71.0	145.6	0.6	265.2	0.0	11.0	37.2	217.0	265.2	217.2	235.6	18.9	0.0	67.0	C ₄ S ₄	181.9

CUADRO 24.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. A₈

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: A₈ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S																		
	C.E. x 10 ⁴ a 25°C.	PM	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. Z. Mg/Lt.	S. P. Mg/Lt.	RAS	C.S.R. Mg/Lt.	R.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)				
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Nq. ⁺	K. ⁺	Total. Mg./Lt.	CO ₃ ⁼								HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.
MAY. 15															130.5				
JUN. 15	6,200	7.9	10.5	10.0	63.0	0.3	83.8	0.0	4.0	41.8	38.0	83.8	73.3	58.9	19.7	0.0	86.0	C ₄ S ₄	104.1
JUL. 18	14,200	17.3	31.5	30.5	107.2	0.2	169.4	1.0	3.0	89.4	76.0	169.4	137.9	120.7	19.3	0.0	77.7	C ₄ S ₄	145.1
AGO. 15	18,500	7.6	34.0	28.0	175.9	0.8	238.7	0.0	8.5	88.4	141.8	238.7	204.7	186.0	31.6	0.0	85.9	C ₄ S ₄	167.7
SEP. 18	21,000	7.3	43.0	31.0	139.4	0.2	213.6	0.0	6.0	36.6	171.0	213.6	171.0	189.3	22.9	0.0	78.6	C ₄ S ₄	176.2
OCT. 14	9,800	7.9	29.0	17.5	86.4	0.4	133.3	0.0	5.0	36.3	92.0	133.3	104.3	110.2	17.9	0.0	82.8	C ₄ S ₄	163.7
NOV. 15	21,500	7.2	44.0	33.0	144.8	0.5	222.3	2.0	3.5	33.8	183.0	222.3	178.3	199.9	23.3	0.0	81.2	C ₄ S ₄	168.9
DIC. 12	25,000	7.3	46.0	74.0	133.0	0.6	253.6	0.0	10.0	32.2	212.0	254.2	212.0	228.1	17.2	0.0	62.7	C ₄ S ₄	184.2

CUADRO 25.- Resultado de los análisis químicos de los aguas del pozo de observación. B₁

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₁ AÑO: 1965.

FECHA	R E S U L T A D O S														CLASIFI- CA C I O N.	P.S.P. %	C.S.R. Meq./Lt.	RAS	S. P. Meq./Lt.	S. E. Meq./Lt.	PROF. DEL M.F. (CM.)
	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			Meq./Lt	S. E. Meq./Lt.											
			++ Ca.	++ Mg.	++ Na.	+	K.	Total.			CO ₃	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻							
MAY. 15	3,800	8.3	12.5	7.5	32.7	0.7	53.4	0.0	5.5	30.4	17.5	53.4	40.9	32.7	10.3	0.0	80.0	C ₄ S ₃	40.1		
JUN. 15	5,100	8.4	14.5	15.5	52.5	0.4	82.9	2.0	4.5	54.4	22.0	82.9	68.4	49.2	13.6	0.0	76.8	C ₄ S ₄	84.3		
JUL. 18	7,000	7.5	21.5	14.0	64.4	0.3	100.2	1.0	3.0	68.7	27.5	100.2	78.7	61.8	15.3	0.0	81.9	C ₄ S ₄	119.0		
AGO. 15	7,000	7.5	26.0	14.5	82.1	0.9	123.5	0.0	6.0	79.7	37.3	123.0	97.5	77.2	18.3	0.0	84.2	C ₄ S ₄	119.9		
SEP. 16	6,600	7.3	27.5	15.0	55.5	0.1	98.1	0.0	6.0	56.6	35.5	98.1	70.6	63.8	12.0	0.0	78.6	C ₄ S ₄	153.0		
OCT. 14	6,200	8.8	25.0	15.0	57.2	0.5	97.7	1.0	4.5	60.7	31.5	97.7	72.7	61.8	12.8	0.0	78.7	C ₄ S ₄	142.5		
NOV. 15	6,600	7.4	22.5	15.5	58.3	0.4	86.7	1.0	5.0	58.2	32.0	96.2	73.7	61.1	13.5	0.0	79.1	C ₄ S ₄	144.0		
DIC. 12	7,100	7.6	29.0	7.0	58.3	0.6	94.9	0.0	6.0	54.4	34.5	94.9	65.9	61.7	13.7	0.0	88.5	C ₄ S ₄	163.6		

CUADRO 26.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. B₂

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₂ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S										C.S.R. Meq/Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)			
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.				S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	R A S								
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺	Total.	Meq./Lt.				Meq./Lt.					Total.		
MAY. 15	3,500	8.3	7.5	6.5	34.6	0.5	49.1	1.0	4.0	28.1	19.0	52.1	41.6	33.0	13.1	0.0	83.3	C ₄ S ₄	47.8
JUN. 15	3,400	8.4	12.5	9.5	24.7	0.3	47.0	1.0	3.5	27.0	8.5	40.0	27.5	22.0	7.5	0.0	89.8	C ₄ S ₂	91.3
JUL. 16	4,300	7.9	26.0	8.5	28.2	0.2	62.9	1.0	3.5	46.4	12.0	62.9	37.0	35.2	6.8	0.0	76.4	C ₄ S ₃	115.3
AGO. 15	4,200	7.6	29.0	13.5	34.8	0.8	78.1	0.0	4.0	54.8	19.3	78.1	49.1	46.7	7.6	0.0	70.9	C ₄ S ₃	136.9
SEP. 16	4,600	8.2	31.0	9.0	26.2	0.0	66.2	0.0	4.0	32.2	30.0	66.2	35.2	46.1	5.9	0.0	74.4	C ₄ S ₂	156.7
OCT. 14	4,700	8.6	31.0	11.0	30.5	0.5	73.0	0.0	4.0	38.0	31.0	73.0	42.0	50.0	6.7	0.0	72.6	C ₄ S ₂	143.9
NOV. 15	5,400	7.2	31.5	6.0	37.3	0.4	75.2	2.0	4.0	34.2	35.0	75.2	43.7	52.1	8.6	0.0	85.3	C ₄ S ₃	145.5
DIC. 12	6,200	7.5	23.0	13.5	37.2	0.5	74.2	0.0	4.5	25.7	44.0	74.2	51.2	56.8	8.7	0.0	72.7	C ₄ S ₃	164.0

CUADRO 27.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. B₃

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₃ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	RAS	C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)				
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.		M e q / L t	C l -								T o t a l.			
			++ C a.	++ M g.	Na ⁺	K ⁺											Total.	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻
MAY. 15	3,700	7.8	12.0	7.5	34.5	0.6	54.6	0.0	5.0	29.6	20.0	54.6	42.6	34.8	11.1	0.0	81.0	C ₄ S ₃	68.7
JUN. 15	4,200	7.7	12.0	14.0	38.0	0.3	64.3	2.0	4.0	39.8	18.5	64.3	52.3	38.4	10.5	0.0	72.7	C ₄ S ₃	96.9
JUL. 15	6,200	7.5	25.0	13.0	48.8	0.1	86.9	2.0	3.5	54.1	27.0	86.6	61.6	54.1	11.2	0.0	79.2	C ₄ S ₄	110.6
AGO. 15	6,400	7.4	31.5	15.0	62.8	0.8	110.1	0.0	6.5	66.8	36.8	110.1	78.6	70.2	13.0	0.0	79.9	C ₄ S ₄	147.9
SEP. 15	6,600	7.3	29.0	16.5	49.9	0.1	95.5	0.0	7.5	46.5	41.5	95.5	66.5	64.7	10.5	0.0	75.1	C ₄ S ₃	167.4
OCT. 14	6,000	8.4	29.0	15.5	51.3	0.5	96.3	0.0	5.0	43.8	47.5	96.3	67.3	69.4	10.9	0.0	76.2	C ₄ S ₃	167.4
NOV. 15	7,200	7.6	30.5	7.0	54.3	0.4	92.2	2.0	3.0	36.7	50.5	92.2	61.7	68.9	12.5	0.0	88.0	C ₄ S ₃	167.4
DIC. 12	7,800	7.4	29.0	33.0	53.9	0.5	116.4	0.0	7.0	54.9	54.5	116.4	87.4	81.9	9.7	0.0	61.7	C ₄ S ₃	168.7

CUADRO 28.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. B₄

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₄ AÑO: 1965.

FECHA	C.E. x 10 ⁴ @ 25°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. E. Meq./lt.	S. P. Meq./lt.	RAS	C.S.R. Meq./lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)					
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.		M e q / L t	C l -								T o t a l.				
			++ Ca.	++ Mg.	Na. ⁺	K. ⁺											Total. Meq./Lt.	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
MAY. 15	4,000	7.7	17.0	9.5	36.1	0.6	63.2	0.0	4.5	43.2	15.5	63.2	46.2	37.1	13.5	0.0	78.2	C ₄ S ₄	74.2	
JUN. 15	4,100	7.4	12.5	14.0	36.5	0.3	63.3	1.0	6.5	41.3	14.5	63.3	50.8	35.1	10.0	0.0	71.9	C ₄ S ₃	93.0	
JUL. 15	7,400	7.5	22.5	14.0	63.0	0.2	99.7	3.0	5.0	58.7	33.0	99.7	77.2	62.3	14.8	0.0	81.7	C ₄ S ₄	116.2	
AGO. 15	7,600	7.5	28.0	16.5	88.0	0.8	133.3	0.0	9.5	76.5	47.3	133.3	105.3	85.6	18.7	0.0	83.6	C ₄ S ₄	139.4	
SEP. 15	8,600	8.1	25.0	23.0	75.4	0.0	123.4	2.0	8.5	51.9	61.0	123.4	98.4	87.0	15.4	0.0	76.6	C ₄ S ₄	157.1	
OCT. 14	7,600	8.3	26.5	16.0	64.6	0.5	107.6	1.0	6.5	47.6	52.5	107.6	81.1	76.3	14.0	0.0	79.7	C ₄ S ₄	150.9	
NOV. 15																				152.9
DIC. 12	10,200	7.2	26.0	48.0	83.0	0.5	157.5	0.0	12.0	73.1	72.5	157.5	131.6	109.0	13.7	0.0	63.1	C ₄ S ₄	164.8	

CUADRO 29.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. B₅

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₅ AÑO: 1965.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	RAS	C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)				
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.		Meq./Lt.												
			++ Ca.	++ Mg.	Na. ⁺	K. ⁺		Total.								CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻
MAY. 15	4,300	8.0	14.0	7.5	39.9	0.6	62.0	1.0	4.5	38.5	18.0	62.0	48.0	37.2	12.2	0.0	83.2	C ₄ S ₄	93.6
JUN. 15	5,300	8.0	13.0	15.0	50.4	0.3	78.7	2.0	6.0	48.7	22.0	78.7	65.7	46.4	13.5	0.0	76.7	C ₄ S ₄	105.1
JUL. 18	6,600	7.5	20.5	14.5	56.5	0.1	91.6	3.0	4.5	58.1	26.0	91.6	71.1	55.1	13.5	0.0	79.4	C ₄ S ₄	130.8
AGO. 15	6,400	8.0	25.0	13.0	67.4	0.2	105.6	0.0	6.5	69.1	30.0	105.6	80.6	64.6	15.5	0.0	83.6	C ₄ S ₄	154.5
SEP. 18	6,400	7.2	21.5	20.5	52.8	0.0	94.8	1.0	9.0	50.8	34.0	94.8	73.3	59.4	11.5	0.0	72.0	C ₄ S ₄	172.1
OCT. 14	6,200	7.7	26.0	14.0	51.4	0.5	91.9	0.0	8.0	50.4	34.0	92.4	66.4	59.2	11.4	0.0	77.4	C ₄ S ₄	165.5
NOV. 15	6,800	7.4	27.5	15.0	57.4	0.4	100.3	2.0	4.5	55.8	38.0	100.3	72.8	65.9	12.5	0.0	78.8	C ₄ S ₃	165.9
DIC. 12	7,400	7.5	23.0	33.0	58.2	0.5	114.7	0.0	9.0	67.2	38.5	114.7	91.7	72.1	11.0	0.0	63.5	C ₄ S ₄	178.5

CUADRO 30.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. B₆

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₆ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	RAS	C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL N.F. (cm.)				
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.		Meq./Lt.												
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺		Total.								CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻
MAY. 15	3,800	8.3	12.0	6.5	33.4	0.5	52.4	0.0	3.0	29.9	19.5	52.4	40.4	34.5	11.0	0.0	82.6	C ₄ S ₃	101.7
JUN. 16	5,450	8.0	13.5	14.5	59.3	0.3	87.6	0.0	4.5	52.1	31.0	87.6	74.1	57.1	15.9	0.0	80.0	C ₄ S ₄	101.1
JUL. 18	9,000	7.7	24.0	16.0	87.6	0.2	127.8	0.0	4.0	77.3	46.5	127.8	103.9	85.2	19.6	0.0	84.3	C ₄ S ₄	130.4
AGO. 19	9,600	8.3	27.0	19.0	112.8	0.2	159.0	0.0	6.0	87.5	65.5	159.0	132.0	109.3	23.5	0.0	85.5	C ₄ S ₄	156.4
SEP. 18	9,600	7.3	24.0	23.5	87.4	0.1	135.0	0.0	6.5	55.5	73.0	135.0	111.0	100.7	18.0	0.0	78.8	C ₄ S ₄	173.0
OCT. 14	8,600	8.2	25.0	15.5	83.1	0.6	124.2	0.0	6.0	54.9	63.3	124.2	99.2	90.8	18.5	0.0	83.7	C ₄ S ₄	165.7
NOV. 16	9,400	7.5	29.0	18.5	83.3	0.5	131.3	3.0	3.0	54.3	71.0	131.3	102.3	98.1	17.1	0.0	81.5	C ₄ S ₄	165.7
DIC. 12	10,700	7.4	26.0	37.0	88.1	0.5	151.6	0.0	7.5	64.1	80.0	151.6	125.6	112.1	15.7	0.0	70.1	C ₄ S ₄	166.6

CUADRO 31.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. B₇

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₇ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. E. Meq./Lt.	RAS	C.S.R. Meq./Lt.	R.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)					
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.		Total.												
			Ca. ⁺⁺ Mg. ⁺⁺	Nq. ⁺ K. ⁺	Total. Meq./Lt.	CO ₃ ⁼ HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁼ Cl. ⁻											
MAY. 15	4,900	7.8	14.5	9.0	48.0	0.6	72.1	0.0	4.5	44.6	23.0	72.1	57.6	45.3	18.8	0.0	83.3	C ₄ S ₄	111.7
JUN. 15	6,900	8.0	14.0	16.0	74.2	0.3	104.5	1.0	4.5	60.0	39.0	104.5	90.5	69.0	19.2	0.0	82.0	C ₄ S ₄	108.2
JUL. 15	8,800	7.5	24.5	17.5	84.3	0.3	126.6	1.0	4.0	77.4	44.5	126.9	102.4	83.2	18.4	0.0	82.3	C ₄ S ₄	138.2
AGO. 15	8,400	8.1	27.0	17.5	97.2	0.2	141.9	0.0	6.5	81.8	53.5	141.8	114.8	94.4	20.6	0.0	84.7	C ₄ S ₄	164.8
SEP. 15	8,600	7.2	22.5	24.0	76.8	0.1	123.4	0.0	7.0	55.4	61.0	123.4	100.9	88.7	16.0	0.0	76.2	C ₄ S ₄	184.2
OCT. 14	8,200	8.1	25.5	15.0	76.8	0.6	117.9	0.0	7.0	54.1	56.8	117.9	92.4	83.9	17.1	0.0	83.1	C ₄ S ₄	172.2
NOV. 15	8,800	7.5	29.0	17.5	78.2	0.4	125.1	2.0	5.0	55.1	63.0	125.1	96.1	90.6	16.2	0.0	81.4	C ₄ S ₄	173.2
DIC. 12	9,500	7.4	29.0	38.0	78.8	0.5	146.3	0.0	6.5	74.3	65.5	146.3	117.3	102.6	13.6	0.0	67.2	C ₄ S ₄	189.9

CUADRO 32.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. B₈

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: B₈ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S																		
	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S. Mg./Lt.			A N I O N E S. Mg./Lt.			S. E. Mg./Lt.	S. P. Mg./Lt.	R A S	C.S.R. Mg./Lt.	P.S.P. %	C L A S I F I - C A C I O N.	P R O F. D E L M.F. (C.M.)				
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃ ⁼								HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.
MAY. 15	5,450	7.8	13.5	9.5	51.8	0.7	75.5	1.0	4.0	40.5	30.0	75.5	62.0	50.2	20.5	0.0	83.6	C ₄ S ₄	98.9
JUN. 15	6,350	8.3	14.5	15.0	68.0	0.2	97.7	1.0	4.5	59.2	33.0	97.7	83.2	62.6	17.7	0.0	81.7	C ₄ S ₄	109.8
JUL. 18	8,600	8.1	24.0	18.5	83.1	0.3	125.9	2.0	3.0	97.6	44.5	147.1	153.1	93.3	18.0	0.0	54.3	C ₄ S ₄	150.9
AGO. 15																			168.5
SEP. 18																			183.3
OCT. 14	17,500	8.0	28.0	31.0	135.6	0.7	195.3	0.0	6.5	77.8	111.0	195.3	167.3	149.9	25.0	0.0	81.0	C ₄ S ₄	186.5
NOV. 15	17,500	7.4	33.0	42.0	125.5	0.5	201.0	3.0	2.5	82.5	113.0	201.0	168.0	154.3	20.5	0.0	74.7	C ₄ S ₄	190.7
DIC. 12	19,000	7.2	32.0	55.0	117.3	0.6	204.9	0.0	8.0	84.9	112.0	204.9	172.9	154.4	17.8	0.0	67.9	C ₄ S ₄	242.3

CUADRO 33.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. C₁

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₁ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S												CLASIFI- CA C I O N.	P R O F. DEL M.F. (CM.)					
	C.E.x10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Meq./Lt.	R A S	C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %							
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺	Total. Meq./Lt.	CO ₃ ⁼							HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.	
MAY. 15	5,450	8.2	17.0	11.0	50.8	0.7	79.5	1.0	3.5	43.0	32.0	79.5	62.5	13.6	0.0	81.3	C ₄ S ₄	40.1	
JUN. 15	13,100	8.1	21.0	19.0	106.5	0.4	146.9	1.0	4.5	50.4	91.0	146.9	125.9	23.8	0.0	84.5	C ₄ S ₄	91.2	
JUL. 15	8,000	8.0	24.5	18.0	75.2	0.3	118.0	2.0	3.5	74.5	38.0	118.0	93.5	16.3	0.0	80.5	C ₄ S ₄	121.5	
AGO. 15	17,500	8.0	42.0	27.5	141.5	0.3	211.3	0.0	6.0	69.3	136.0	211.3	169.0	24.0	0.0	83.7	C ₄ S ₄	138.2	
SEP. 15																			127.2
OCT. 14	22,500	8.4	51.0	42.0	163.5	1.0	257.5	2.0	4.0	40.5	211.0	257.5	206.5	24.0	0.0	79.2	C ₄ S ₄	153.2	
NOV. 15	21,500	7.2	62.0	43.0	137.1	0.6	242.7	2.0	4.5	33.2	203.0	241.7	203.0	18.9	0.0	67.5	C ₄ S ₄	158.2	
DIC. 12	23,100	7.2	48.0	57.0	132.7	0.7	238.4	0.0	6.0	20.4	212.0	238.4	212.0	18.3	0.0	62.6	C ₄ S ₄	216.2	

CUADRO 34.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación, C₂

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₂ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S												CLASIFI- CA C I O N.	P.S.P. %	C.S.R. Meq./Lt.	RAS	S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	
	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			M e q / L t	C l .	T o t a l .								
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃ ⁼				HCO ₃ ⁻							SO ₄ ⁼
MAY. 15	3,100	8.5	8.5	6.5	30.5	0.7	46.2	1.0	3.0	29.7	15.5	49.2	37.7	30.3	11.1	0.0	81.0	C ₄ S ₃	38.6
JUN. 15	5,300	8.1	15.0	15.0	57.0	0.4	87.4	0.0	4.5	57.3	26.0	87.8	72.8	54.7	14.9	0.0	78.9	C ₄ S ₄	100.6
JUL. 18	17,500	8.0	38.0	27.0	121.6	0.4	187.0	3.0	2.0	71.0	111.0	187.0	149.0	146.5	21.3	0.0	81.6	C ₄ S ₄	126.6
AGO. 15	7,800	8.2	25.5	17.5	89.7	0.3	133.0	0.0	5.5	79.5	48.0	133.0	107.5	87.8	19.4	0.0	83.4	C ₄ S ₄	149.5
SEP. 18	8,200	8.0	23.5	21.5	68.2	0.1	113.5	0.0	5.5	52.8	55.0	113.3	89.8	81.4	14.0	0.0	76.0	C ₄ S ₄	164.1
OCT. 14	8,600	8.3	28.5	19.0	74.7	0.6	122.8	0.0	6.0	51.3	65.5	122.8	94.3	91.1	15.3	0.0	79.3	C ₄ S ₄	153.6
NOV. 15	9,600	7.5	30.0	20.0	81.9	0.5	132.4	3.0	10.5	36.9	82.0	132.4	102.4	100.5	16.4	0.0	80.0	C ₄ S ₄	157.9
DIC. 12	10,200	7.4	34.0	38.0	88.3	0.6	160.9	0.0	6.0	66.4	85.5	157.9	123.9	118.7	14.2	0.0	71.3	C ₄ S ₄	172.6

CUADRO 35.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. C₃

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₃ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S										CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)				
			C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Meq./Lt.	R A S	C. S. R. Meq./Lt.	P. S. P. %						
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Nq. ⁺	K. ⁺	Total. Meq./Lt.	CO ₃ ⁼							HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total. Meq./Lt.
MAY. 15	6,350	7.7	12.0	10.0	59.9	0.7	82.6	1.0	4.0	32.6	45.0	82.6	70.6	18.1	0.0	84.9	C ₄ S ₄	53.0
JUN. 15	14,500	8.2	23.0	19.0	125.9	0.5	168.4	1.0	5.0	56.4	106.0	168.4	145.4	27.5	0.0	86.6	C ₄ S ₄	104.6
JUL. 18	21,000	7.5	35.0	32.0	147.7	0.4	215.1	2.0	4.0	70.6	139.0	215.6	180.6	25.5	0.0	81.8	C ₄ S ₄	135.6
AGO. 15	21,000	8.0	40.0	37.5	182.9	0.4	260.8	0.0	6.5	84.3	170.0	260.8	220.8	29.4	0.0	82.9	C ₄ S ₄	156.0
SEP. 18	14,800	7.7	24.0	56.0	131.2	0.2	211.4	0.0	6.5	73.9	131.0	211.4	187.4	20.8	0.0	70.0	C ₄ S ₄	173.1
OCT. 14	19,500	8.1	40.0	35.0	153.7	0.9	229.6	0.0	6.5	60.6	162.5	229.6	189.6	25.1	0.0	81.1	C ₄ S ₄	163.6
NOV. 15	20,000	7.3	44.0	34.0	134.9	0.6	213.5	3.0	2.0	35.5	173.0	213.5	173.0	21.6	0.0	78.0	C ₄ S ₄	161.1
DIC. 12	20,000	7.2	40.0	57.0	123.2	0.5	220.7	0.0	7.0	43.7	170.0	220.7	180.7	17.7	0.0	68.2	C ₄ S ₄	176.6

CUADRO 36.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. C₄

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₄ AÑO: 1965.

FECHA	R E S U L T A D O S																		
	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S. Mg./Lp.			A N I O N E S. Meq/Lt			S. E. Meq/Lt.	S. P. Meq/Lt.	RAS	C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)				
			++ Ca.	++ Mg.	Nq. ⁺	K. ⁺	Total. CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻								SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.	
MAY. 15	4,100	7.7	12.0	6.5	40.0	0.6	59.1	0.0	4.5	31.1	23.5	59.1	47.1	39.1	13.2	0.0	84.9	C ₄ S ₄	44.5
JUN. 15	4,000	8.0	12.5	8.5	34.2	0.3	55.5	0.0	4.0	37.0	14.5	55.5	34.5	33.0	10.6	0.0	99.1	C ₄ S ₃	95.4
JUL. 15	6,000	7.9	27.0	15.5	47.0	0.3	89.8	1.0	3.0	58.3	27.5	89.8	62.8	56.7	10.2	0.0	74.8	C ₄ S ₃	123.4
AGO. 15	6,200	8.5	30.0	16.0	57.9	0.3	104.2	0.0	4.5	60.2	39.5	104.2	74.2	69.6	11.9	0.0	78.0	C ₄ S ₄	145.1
SEP. 15	6,200	7.3	31.0	17.0	45.7	0.1	93.8	0.0	4.0	43.8	46.0	93.8	62.8	67.9	9.3	0.0	72.8	C ₄ S ₃	167.1
OCT. 14	6,400	8.1	30.0	14.5	57.2	0.8	102.5	0.0	4.5	54.0	44.0	102.5	72.5	71.0	12.1	0.0	78.9	C ₄ S ₄	161.9
NOV. 15	7,400	7.8	32.0	14.0	56.1	0.5	102.6	4.0	1.5	40.1	57.0	102.6	70.6	77.0	11.7	0.0	79.5	C ₄ S ₄	163.1
DIC. 12	7,300	7.5	29.0	13.0	49.8	0.4	92.2	0.0	4.5	34.2	53.5	92.2	63.2	70.6	10.9	0.0	78.8	C ₄ S ₄	171.9

CUADRO 37.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. C₅

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₅ AÑO: 1965.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S										C.A.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N	PROF. DEL M.F. (cm.)			
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.		S. E. Meq./Lt.	R A S	S. P. Meq./Lt.	C.S.R. Meq./Lt.	C.A.S.								
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Nq. ⁺	K. ⁺						Total.					CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
MAY. 15	5,800	7.8	18.5	11.5	53.9	0.6	84.5	0.0	4.0	52.0	28.5	84.5	66.0	54.5	19.3	0.0	81.7	C ₄ S ₄	97.6
JUN. 15	7,300	8.0	19.5	17.5	78.7	0.4	116.1	1.0	5.5	67.6	43.0	117.1	101.1	76.8	18.3	0.0	77.9	C ₄ S ₄	112.1
JUL. 16	9,600	7.7	23.5	21.0	93.0	0.2	137.7	3.0	3.5	76.7	54.5	137.7	112.2	92.9	19.7	0.0	82.9	C ₄ S ₄	141.6
AGO. 15	9,800	8.1	27.0	23.0	117.0	0.2	167.2	0.0	8.5	88.3	70.5	167.3	140.3	84.7	23.4	0.0	83.5	C ₄ S ₄	164.9
SEP. 16	10,000	7.2	30.0	21.0	90.0	0.0	141.0	0.0	9.0	55.0	77.0	141.0	111.0	104.5	17.8	0.0	81.1	C ₄ S ₄	182.6
OCT. 14	9,600	8.1	26.5	19.0	88.5	0.5	134.5	0.0	6.5	53.0	75.0	134.5	108.0	101.5	18.6	0.0	81.9	C ₄ S ₄	175.6
NOV. 15	13,600	7.5	24.0	40.0	97.2	0.5	161.7	4.0	6.5	72.2	65.0	147.7	137.7	101.1	19.4	0.0	70.6	C ₄ S ₄	177.7
DIC. 12	11,000	7.3	32.0	31.0	86.3	0.4	149.7	0.0	9.5	55.2	85.0	149.7	117.7	112.6	15.4	0.0	73.3	C ₄ S ₄	225.1

CUADRO 38.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. C₆

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₆ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S												CLASIFICACION	P.S.P. %	C.S.R. Meq./lt.	RAS	S. P. Meq./lt.	S. E. Meq./lt.	A M I O N E S. Meq./Lt		S. E. Meq./lt.	R A S	P. S. P. %	C. S. R. Meq./lt.	C L A S I F I - C A C I O N	P R O F. DEL M.F. (cm.)
	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	P H	C A T I O N E S. Meq./Lt.			A M I O N E S. Meq./Lt			S. E. Meq./lt.																	
			++ Ca.	++ Mg.	Na ⁺ K ⁺	Total.	CO ₃	HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Total.														
MAY 15	5,450	7.7	15.0	8.0	51.6	0.6	75.2	0.0	4.0	55.2	16.0	75.2	60.2	43.6	20.4	0.0	85.7	C ₄ S ₄	98.1							
JUN. 15	7,100	7.8	24.0	15.5	74.9	0.2	114.6	1.0	4.5	69.6	39.5	114.6	91.6	74.3	16.9	0.0	81.8	C ₄ S ₄	110.7							
JUL. 18	9,000	8.3	25.5	17.5	85.2	0.3	128.5	1.0	4.0	75.0	48.5	128.5	103.0	86.0	18.4	0.0	82.8	C ₄ S ₄	141.9							
AGO. 19	15,500	8.3	29.5	26.0	143.2	0.3	199.0	0.0	6.5	107.5	85.0	199.0	169.5	138.8	27.2	0.0	84.5	C ₄ S ₄	171.7							
SEP. 18	20,500	8.0	32.0	20.0	104.9	0.1	157.0	0.0	6.0	66.0	85.0	157.0	125.0	135.0	20.6	0.0	83.9	C ₄ S ₄	189.0							
OCT. 14	15,000	8.5	28.0	22.0	128.1	0.9	179.0	1.0	5.5	82.5	90.0	179.0	151.0	131.2	25.6	0.0	84.9	C ₄ S ₄	183.2							
NOV. 15	16,000	7.6	25.0	33.0	114.3	0.5	172.8	3.0	2.0	68.8	99.0	172.8	147.8	133.4	21.2	0.0	77.3	C ₄ S ₄	186.0							
DIC. 12	16,100	7.3	39.0	30.5	109.8	0.6	179.9	0.0	7.0	72.9	100.0	179.9	140.9	136.4	18.6	0.0	77.9	C ₄ S ₄	193.2							

CUADRO 39.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación, C₇

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₇ AÑO: 1985.

FECHA	C.E. 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S										S. P. Meq./lt.	RAS	C.S.R. Meq./lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F. (cm.)	
			C A T I O N E S.		A N I O N E S.		S. E. Meq./lt.	Total.	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼							Total.
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺													
MAY. 15	3,800	7.9	14.5	6.5	37.5	0.5	59.0	0.0	3.0	41.0	15.0	59.0	44.5	35.5	11.6	0.0	84.3	C ₄ S ₃	80.9
JUN. 15	9,100	8.0	33.0	12.0	108.0	0.2	153.2	3.0	4.0	84.2	62.0	153.2	120.2	104.1	22.8	0.0	89.9	C ₄ S ₄	106.2
JUL. 15	15,000	7.8	26.0	22.5	115.5	0.3	164.3	1.0	4.0	87.3	72.0	164.3	138.3	115.7	23.6	0.0	83.5	C ₄ S ₄	135.7
AGO. 15	15,000	8.2	27.5	22.5	138.7	0.2	188.9	0.0	6.5	94.4	88.0	188.9	161.4	135.2	27.7	0.0	86.0	C ₄ S ₄	162.2
SEP. 15	15,000	7.9	30.0	30.0	112.1	0.0	172.1	0.0	6.5	63.6	102.0	172.1	142.1	133.8	20.5	0.0	89.7	C ₄ S ₄	173.9
OCT. 14	15,500	8.5	30.0	24.0	133.7	1.0	188.7	1.0	6.0	79.7	102.0	188.7	157.7	141.8	25.7	0.0	88.6	C ₄ S ₄	166.2
NOV. 15	16,000	7.5	33.0	27.0	115.5	0.5	176.0	0.0	7.0	62.0	107.0	176.0	143.0	138.0	21.1	0.0	80.8	C ₄ S ₄	166.8
DIC. 12	17,100	7.4	47.0	32.0	120.5	0.7	200.2	0.0	7.0	79.2	114.0	200.2	153.2	153.6	19.2	0.0	78.7	C ₄ S ₄	176.7

CUADRO 40.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del pozo de observación. C₈

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: C₈ AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S																		
	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S. Mg./Lt.			A N I O N E S. Mg./Lt			S. E. Mg./Lt.	S. P. Mg./Lt.	R A S	C.S.R. Mg./Lt.	P.S.P. %	C L A S I F I - C A C I O N.	P R O F. D E L M.F. (cm.)				
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃ ⁼								HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.
MAY. 15	3,800	8.4	17.0	7.5	37.7	0.6	62.8	0.0	3.0	44.8	15.0	62.8	45.8	37.4	10.8	0.0	82.4	C ₄ S ₃	103.1
JUN. 15	4,200	7.8	21.0	12.0	42.5	0.2	75.7	1.0	4.0	55.7	15.0	75.7	54.7	42.9	10.5	0.0	77.6	C ₄ S ₃	110.3
JUL. 15	6,400	8.2	22.0	13.0	57.2	0.3	92.5	0.0	4.0	63.0	25.5	92.5	70.5	57.0	13.7	0.0	81.2	C ₄ S ₄	145.8
AGO. 15	6,600	8.3	21.0	15.5	74.9	0.3	111.7	0.0	4.5	69.9	37.3	111.7	90.7	72.3	17.6	0.0	82.6	C ₄ S ₄	172.3
SEP. 15	8,800	8.0	27.5	16.0	74.6	0.1	118.2	0.0	6.0	48.2	64.0	118.2	90.7	88.1	16.0	0.0	82.3	C ₄ S ₄	191.4
OCT. 14	9,200	8.2	28.5	18.0	81.0	0.6	128.1	0.0	6.0	48.1	74.0	128.1	99.6	98.1	16.8	0.0	81.3	C ₄ S ₄	176.4
NOV. 15	10,000	7.4	30.0	15.0	88.9	0.5	134.4	0.0	6.0	47.4	81.0	134.4	104.4	104.7	13.7	0.0	85.2	C ₄ S ₄	179.6
DIC. 12	10,200	7.5	34.0	18.0	85.7	0.4	138.1	0.0	6.0	41.1	83.0	130.1	96.1	103.5	16.8	0.0	89.2	C ₄ S ₄	184.8

CUADRO 41.- Resultado de los análisis químicos de las aguas del DREN .

LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: DREN AÑO: 1985.

FECHA	R E S U L T A D O S														CLASIFI- CA CION.			
	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Meq./Lt.	S. P. Meq./Lt.	R A S	C.S.R. Meq./Lt.	P.S.P. %					
			Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Nq. ⁺	K. ⁺	Total.	CO ₃ ⁼						HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.
MAY. 15	5,100	8.0	10.5	10.0	46.8	0.7	68.0	0.0	3.0	33.5	31.5	68.0	57.5	48.3	14.6	0.0	81.4	C ₄ S ₄
JUN. 15	12,000	7.6	36.0	28.0	116.2	0.4	180.6	1.0	3.0	111.6	65.0	180.6	144.6	120.8	20.5	0.0	80.4	C ₄ S ₄
JUL. 15	23,000	8.0	22.5	38.0	193.1	0.5	254.1	0.0	4.0	138.1	112.0	254.1	231.6	181.1	35.1	0.0	83.4	C ₄ S ₄
AGO. 15	2,600	8.5	5.5	8.0	29.0	0.3	42.8	0.0	2.5	25.8	14.5	42.8	37.3	27.4	11.2	0.0	77.7	C ₄ S ₃
SEP. 15							- 0 -											
OCT. 14							- 0 -											
NOV. 15							- 0 -											
DIC. 12							- 0 -											

CUADRO 42.- Resultado de los análisis químicos de las aguas
de1 DREN NUEVO.

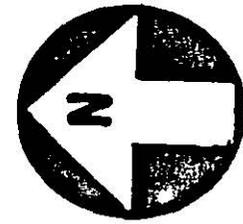
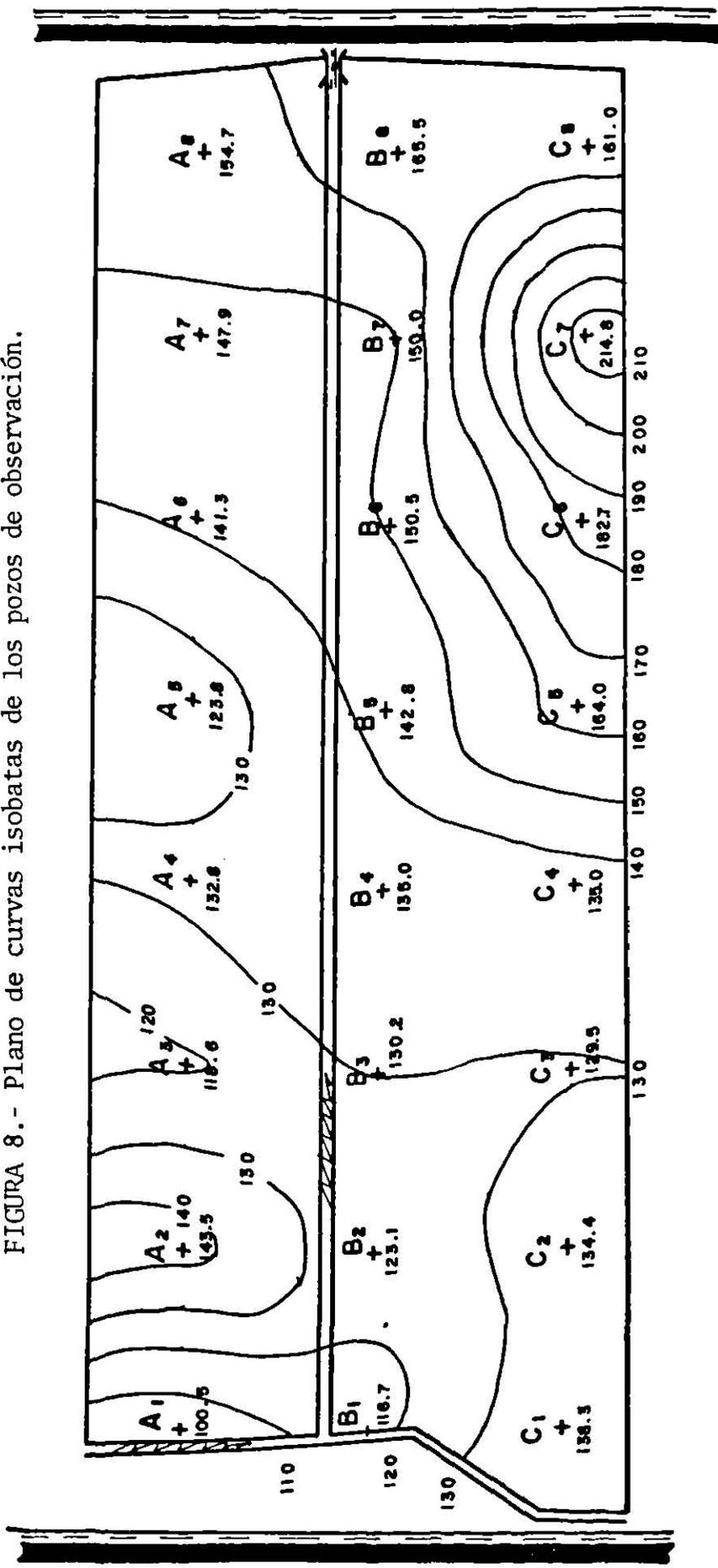
LOCALIDAD: VALLE HERMOSO, TAM. SITIO: DREN NUEVO AÑO: 1985.

FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S										C L A S I F I - C A C I O N .					
			C A T I O N E S .			A N I O N E S .			S. E. Meq./lt.	R A S	C. S. R. Meq./lt.	P. S. P. %						
			Ca. ⁺⁺ Mg. ⁺⁺	Na. ⁺	K. ⁺	Total. Meq./lt.	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻						SO ₄ ⁼	Cl. ⁻	Total.		
MAY. 18	7,100	8.4	11.0	14.0	69.0	0.2	94.2	0.0	2.5	29.2	62.5	94.2	83.2	77.1	19.5	0.0	82.9	C ₄ S ₄
JUN. 18	37,000	7.6	72.0	35.0	355.8	0.5	463.3	2.0	5.5	90.8	365.0	463.3	391.0	410.4	48.6	0.0	91.0	C ₄ S ₄
JUL. 18	45,000	7.5	48.0	71.5	336.5	0.5	456.5	0.0	6.0	32.5	370.0	408.5	408.5	386.3	43.6	0.0	82.4	C ₄ S ₄
AGO. 18	54,000	8.1	62.0	90.0	578.5	0.9	731.4	0.0	5.0	197.4	529.0	731.4	669.4	627.7	66.4	0.0	86.4	C ₄ S ₄
SEP. 18									- 0 -									
OCT. 18									- 0 -									
NOV. 18									- 0 -									
DIC. 18									- 0 -									

A P E N D I C E I I I

Planos de curvas Isobatas.

FIGURA 8.- Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.

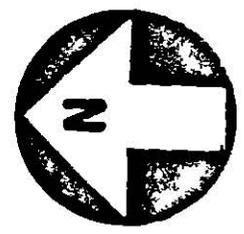
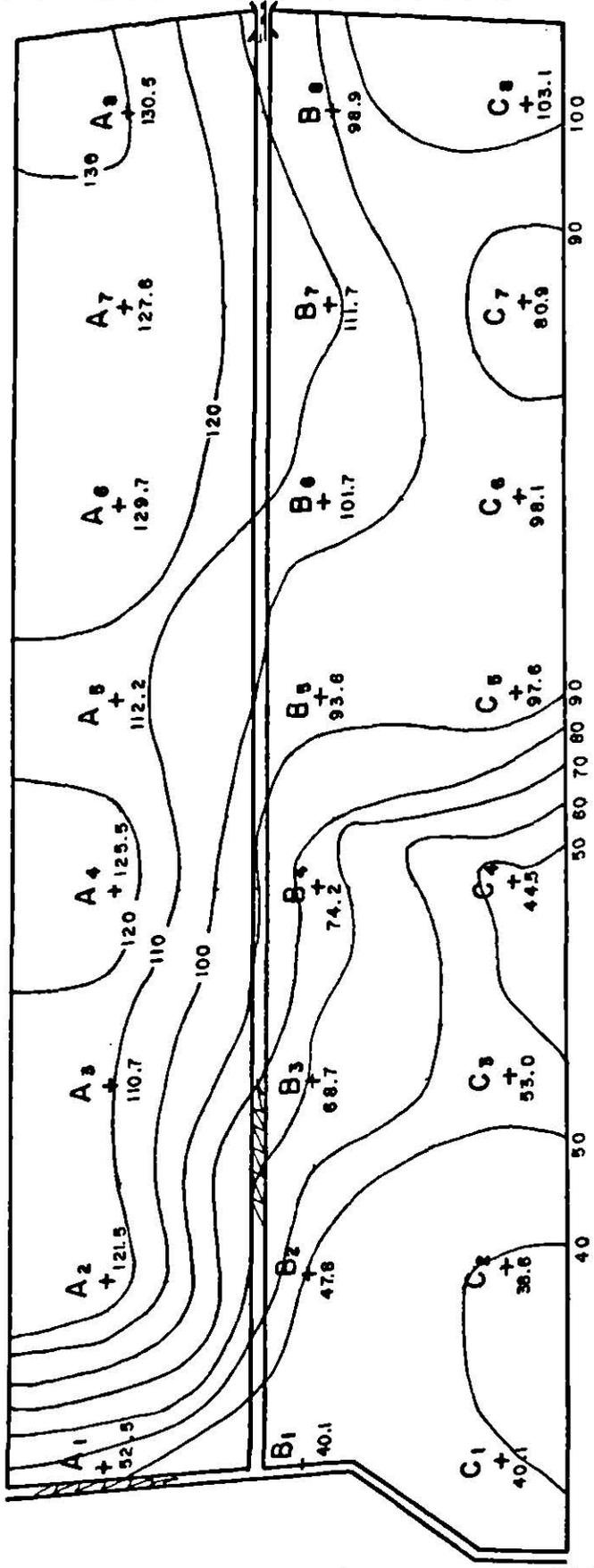


SIMBOLOGIA

- Dren 
- Camino 
- Repodera 
- Alcantarilla 
- Pozo de observación 

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAREZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLAMUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
	No. LOTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 800	21.9733 HAS.
	FECHA
	15 ABRIL-65

FIGURA 9.- Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.

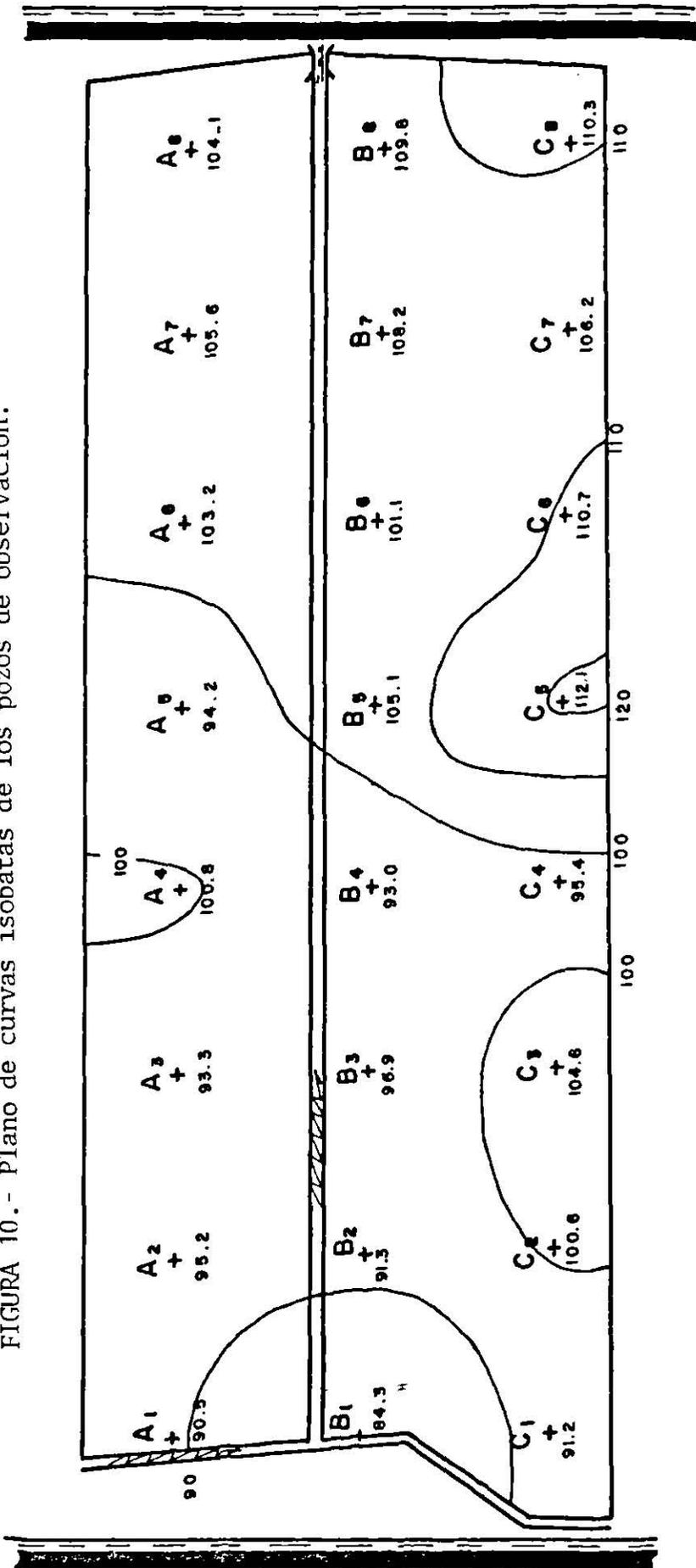


SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Repodera
- Alcantarilla
- Pozo de observación

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
No. LOTE 9327, 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3800	21.9735 HAS.
FECHA	
15 MAYO -85	

FIGURA 10.- Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.

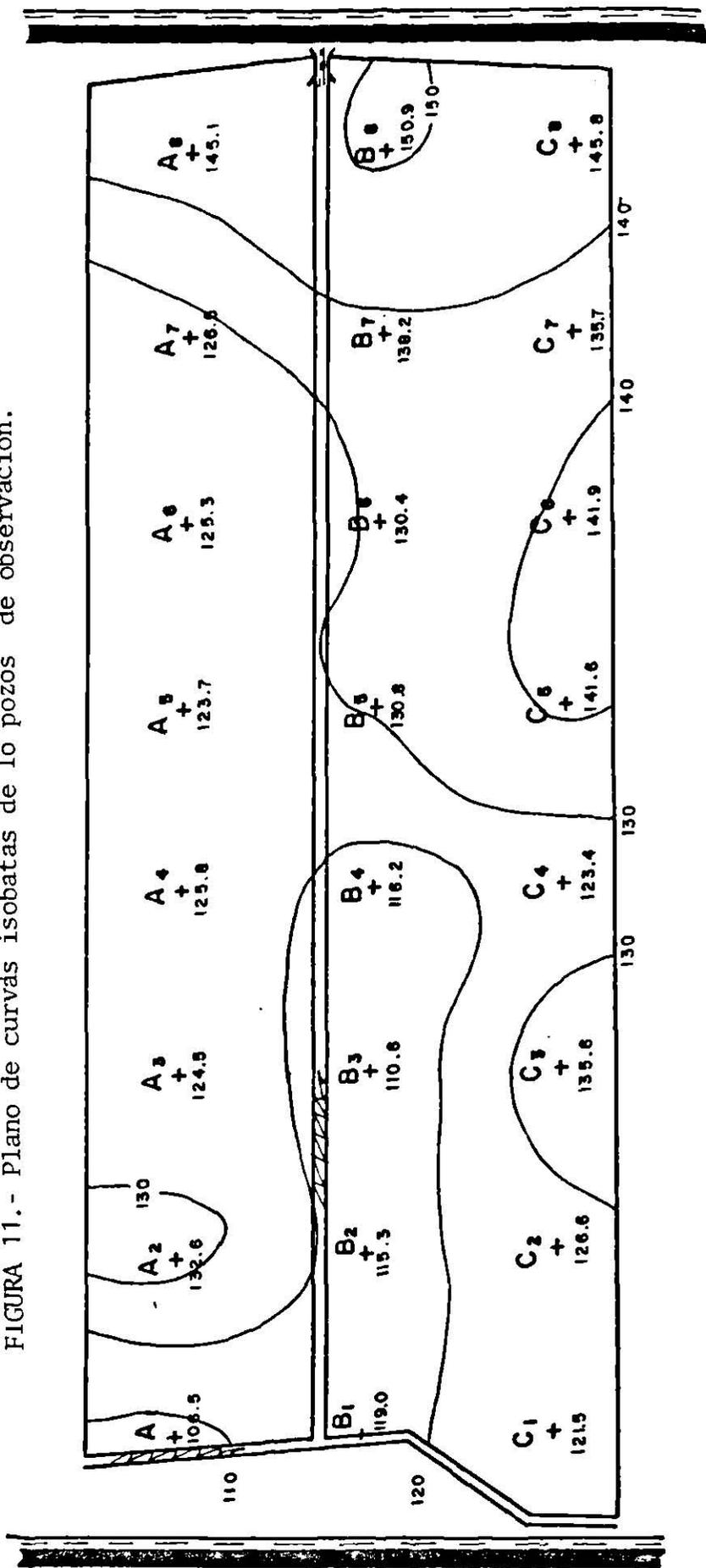


- SIMBOLOGIA**
- Dren
 - Camino
 - Regadera
 - Alcantarilla
 - Pozo de observación



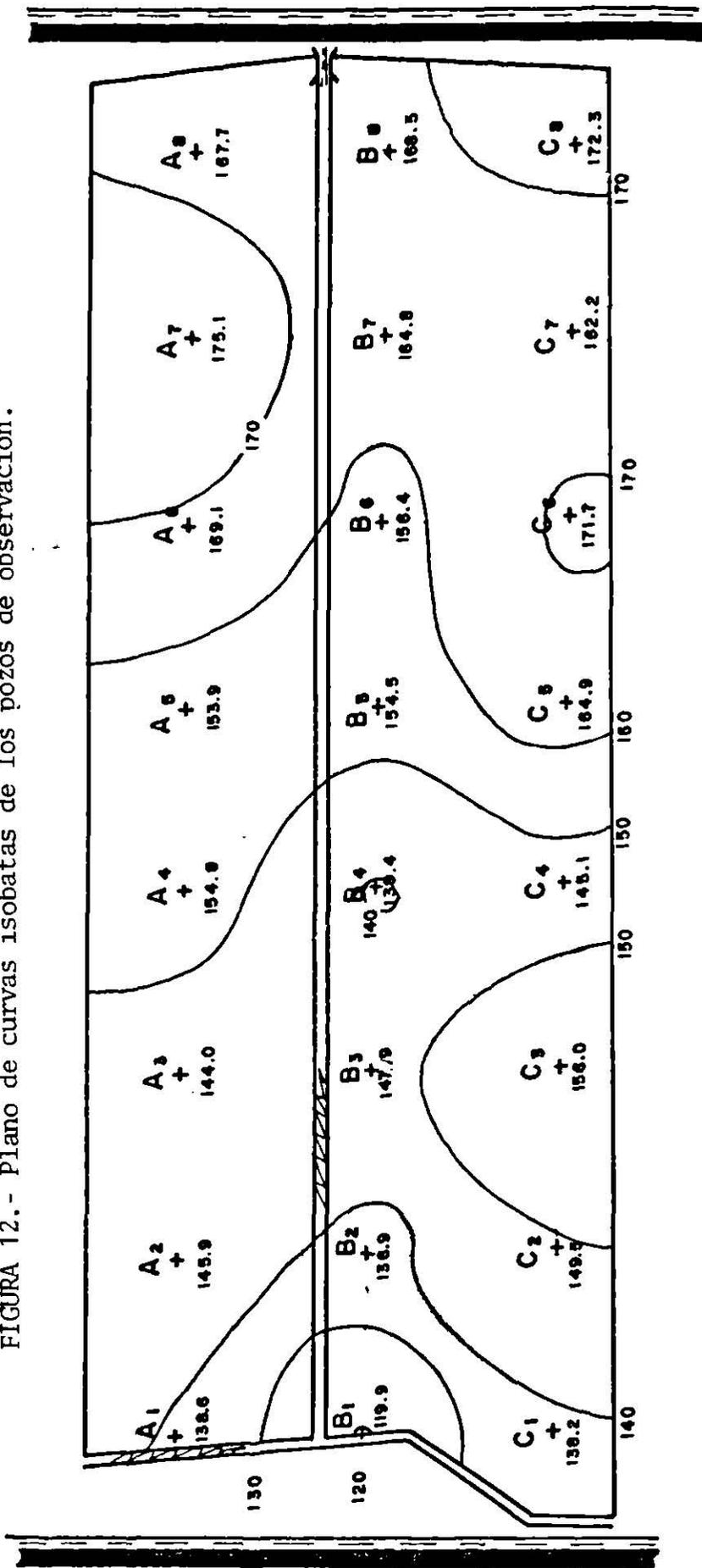
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIJUNO
RUBEN VILLARUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
	No. LUTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1:3600	21.9733 HAS.
	FECHA
	15 JUNIO - 85

FIGURA 11.- Plano de curvas isobatas de lo pozos de observación.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MISUEL JIMENEZ
	No. LOTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3500	21.9735 HAS.
	FECHA
	18 JULIO-85

FIGURA 12.- Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.

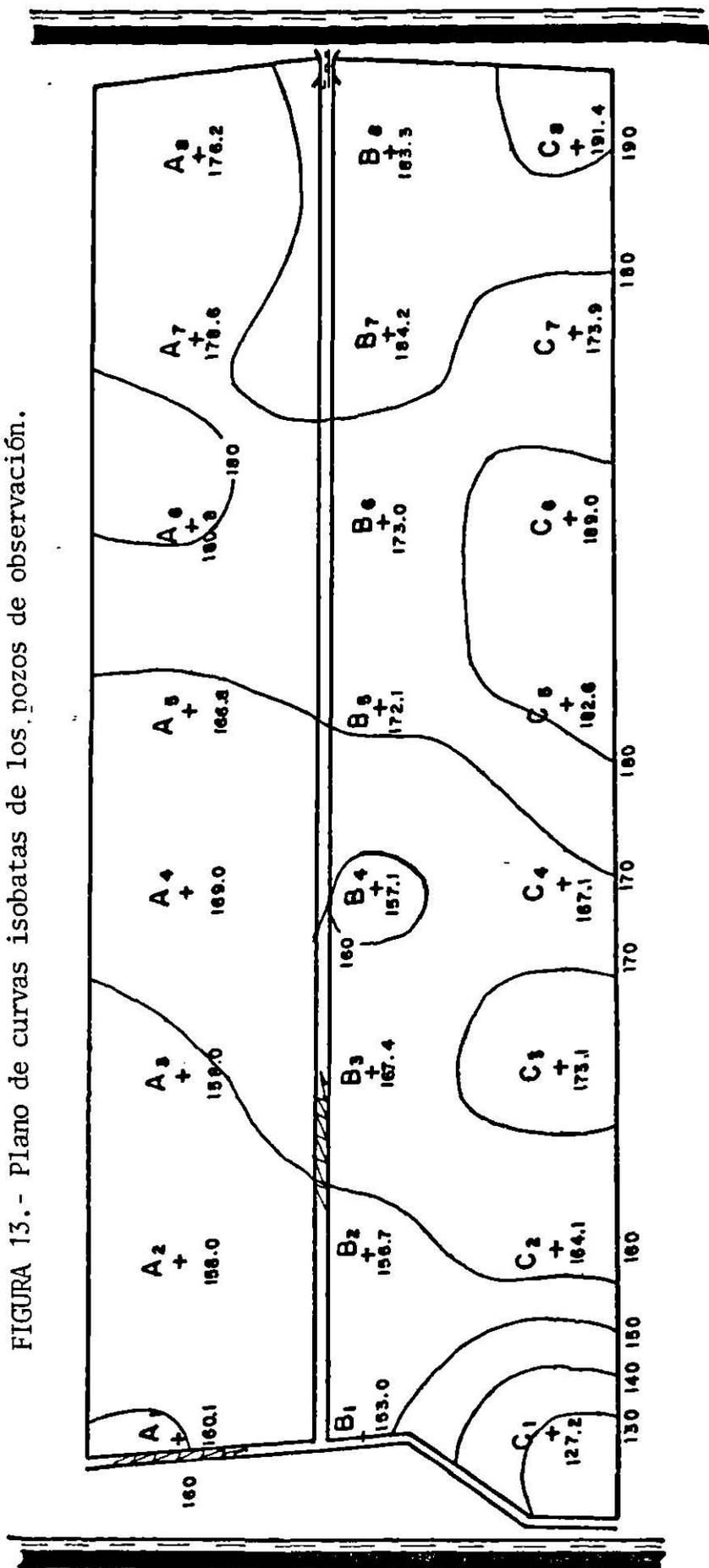


SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observación

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: ISOBATAS	
EJECUTOR	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA S.	MISUEL JIMENEZ
	No. LOTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1:3500	21.9733 HAS.
	FECHA
	15 AGOSTO-85

FIGURA 13.- Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.



SIMBOLOGIA

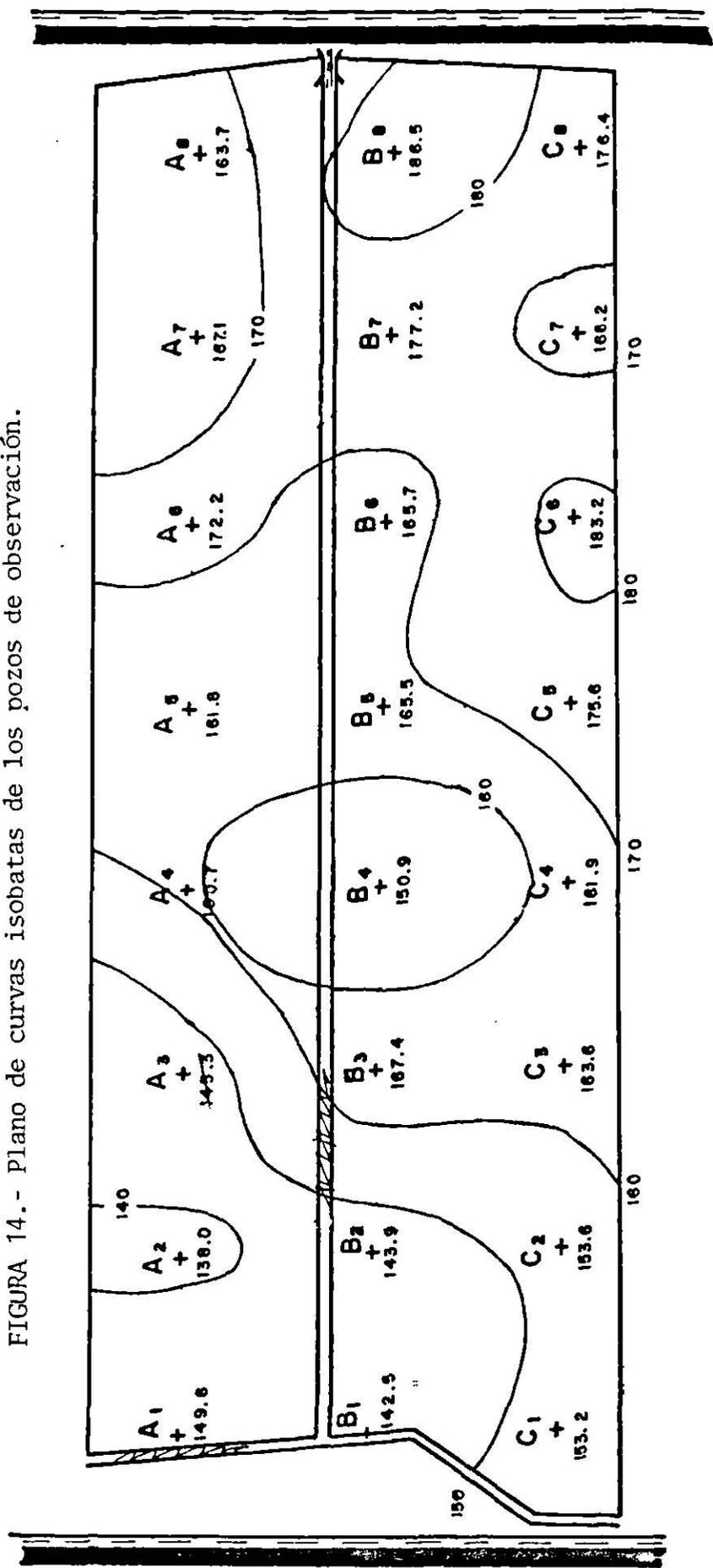
- Dren
- Camino
- Repedera
- Alcantarilla



Pozo de observación

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLARUEVA E.	MIGUEL JINEZ
No: LOTE 9327, 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 2500	21.9733 H46.
FECHA	
18 SEPT.-85	

FIGURA 14.- Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.



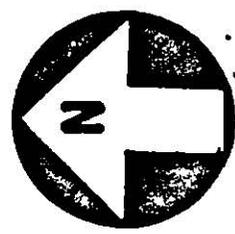
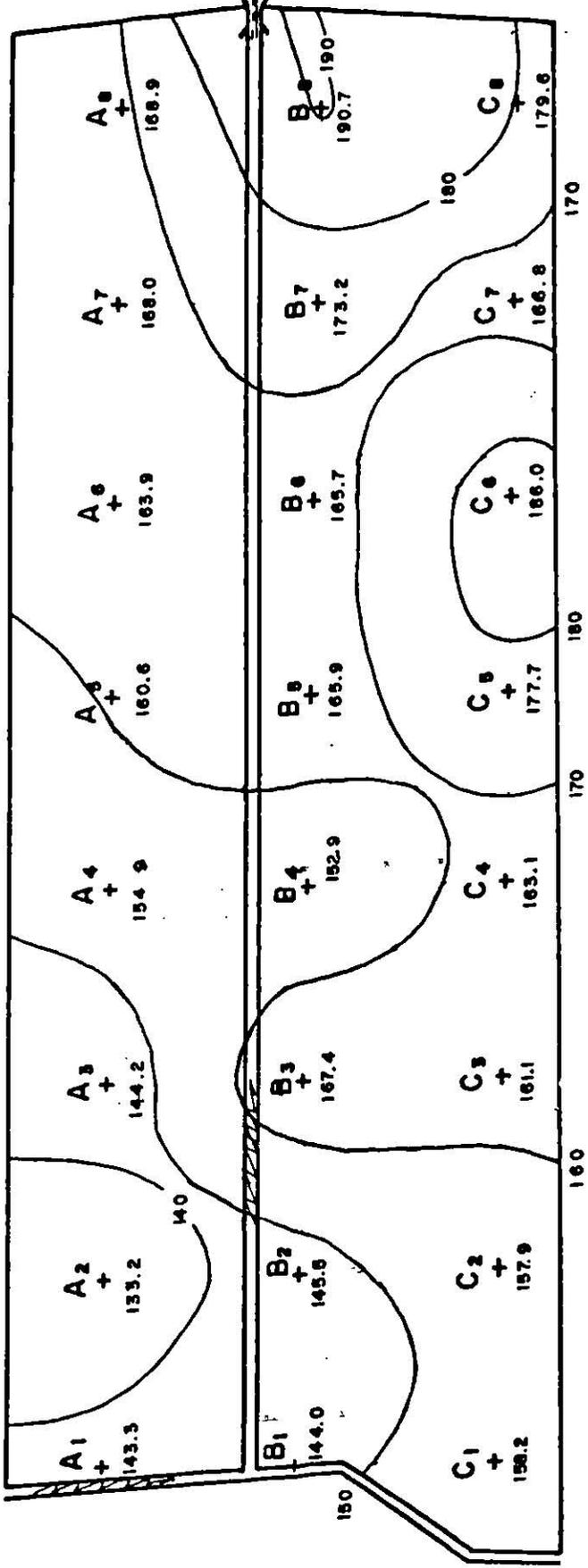
SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla

Pozo de observación +

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MISUEL JIMENEZ
	No. LOTE 9527, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3500	21.9735 HAS.
	FECHA
	14 OCT. 85

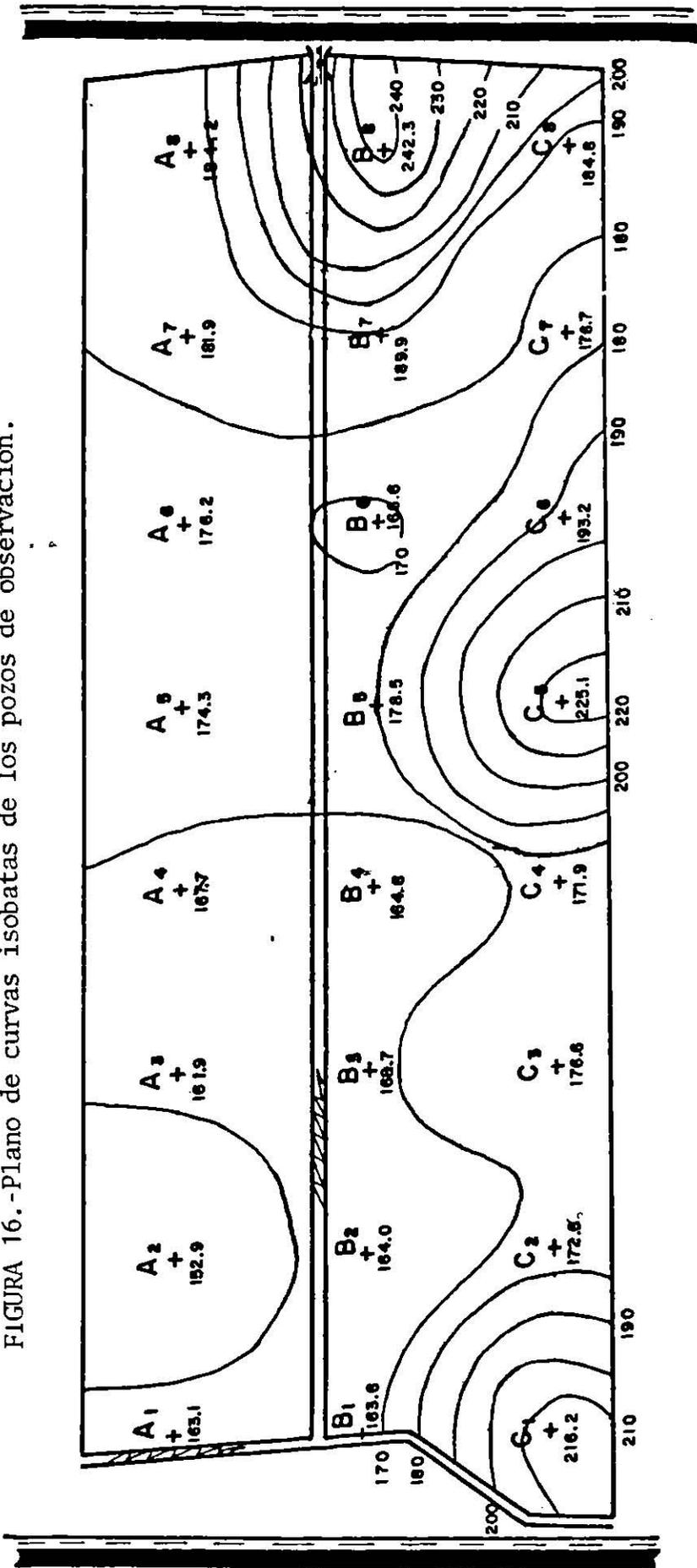
FIGURA 15.- Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.



- SIMBOLOGIA**
- Dren
 - Camino
 - Regadero
 - Alcantarilla
 - Pozo de observación

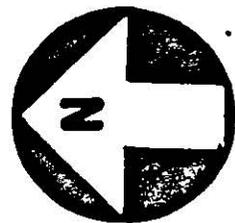
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLAMUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
No. LOTE 9327, 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1:3500	21.9733 HAS.
	FECHA
	15 NOV.-85

FIGURA 16.-Plano de curvas isobatas de los pozos de observación.



SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Repedero
- Alcantarilla



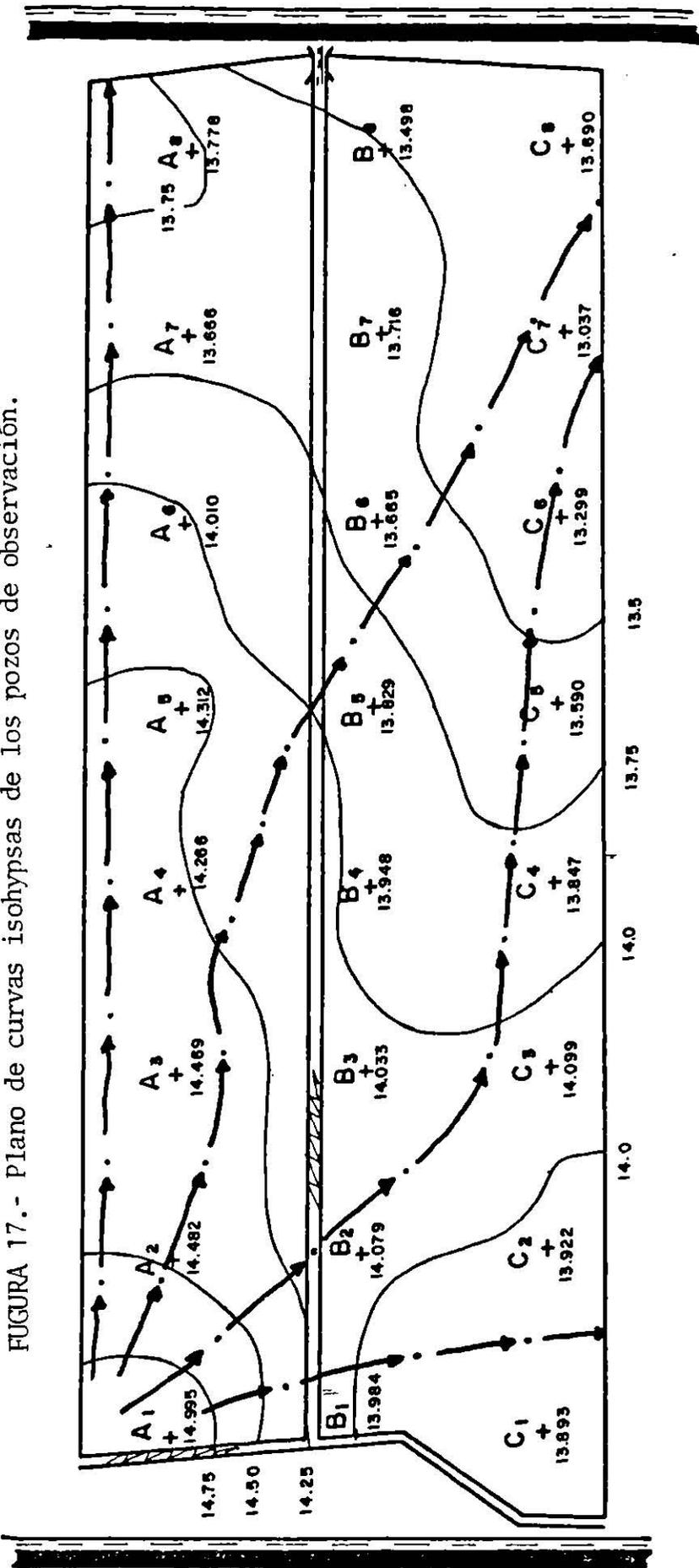
Pozo de observación +

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA	
OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA S.	MISUEL JIMENEZ
No. LOTE 9327, 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3600	21.9735 HAS.
FECHA	
12 DIC - 65	

A P E N D I C E IV.

Planos de curvas Isohypsas.

FIGURA 17.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: ISOHYPAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DARIEL RODRIGUEZ L.	MIBUJO JIMENEZ
RUBEN VILLANUEVA E.	NO. LOTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3800	21.9738 HAS.
	FECHA
	15 ABRIL - 85

SIMBOLOGIA

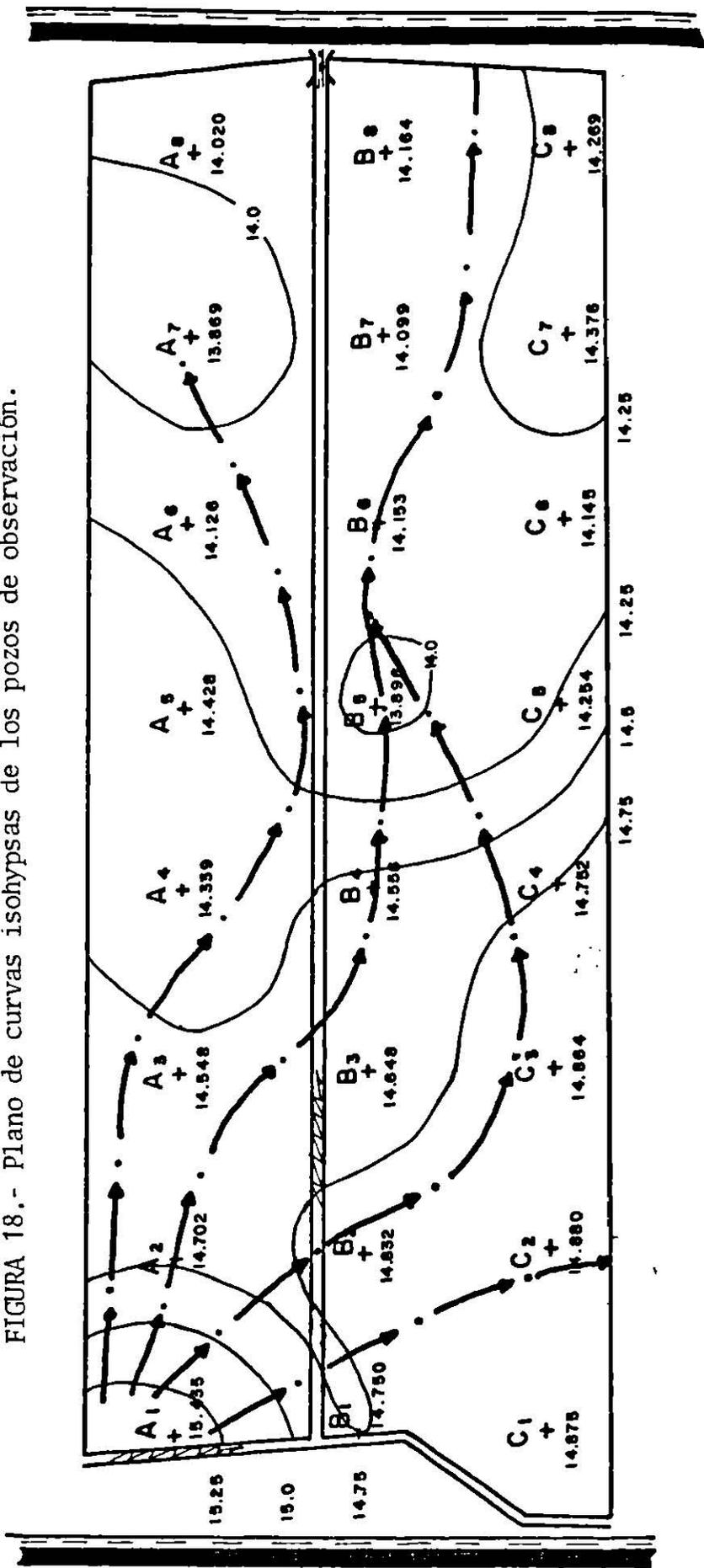
- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla

Pozo de observación +

Líneas de corriente →



FIGURA 18.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOHYPAS	
EJECUTO	ASESOR DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
GERARDO PAEZ A.	DIBUJO MIGUEL JIMENEZ
DANIEL RODRIGUEZ L.	No. LOTE 9327, 9328
RUBEN VILLARUEVA S.	
ESCALA 1: 3500	AREA TOTAL 21.9733 HAS.
	FECHA 15 MAYO-85

SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla

- Pozo de observacion
- Lineas de corriente

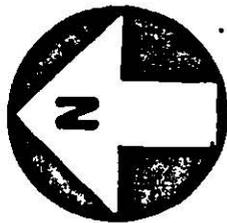
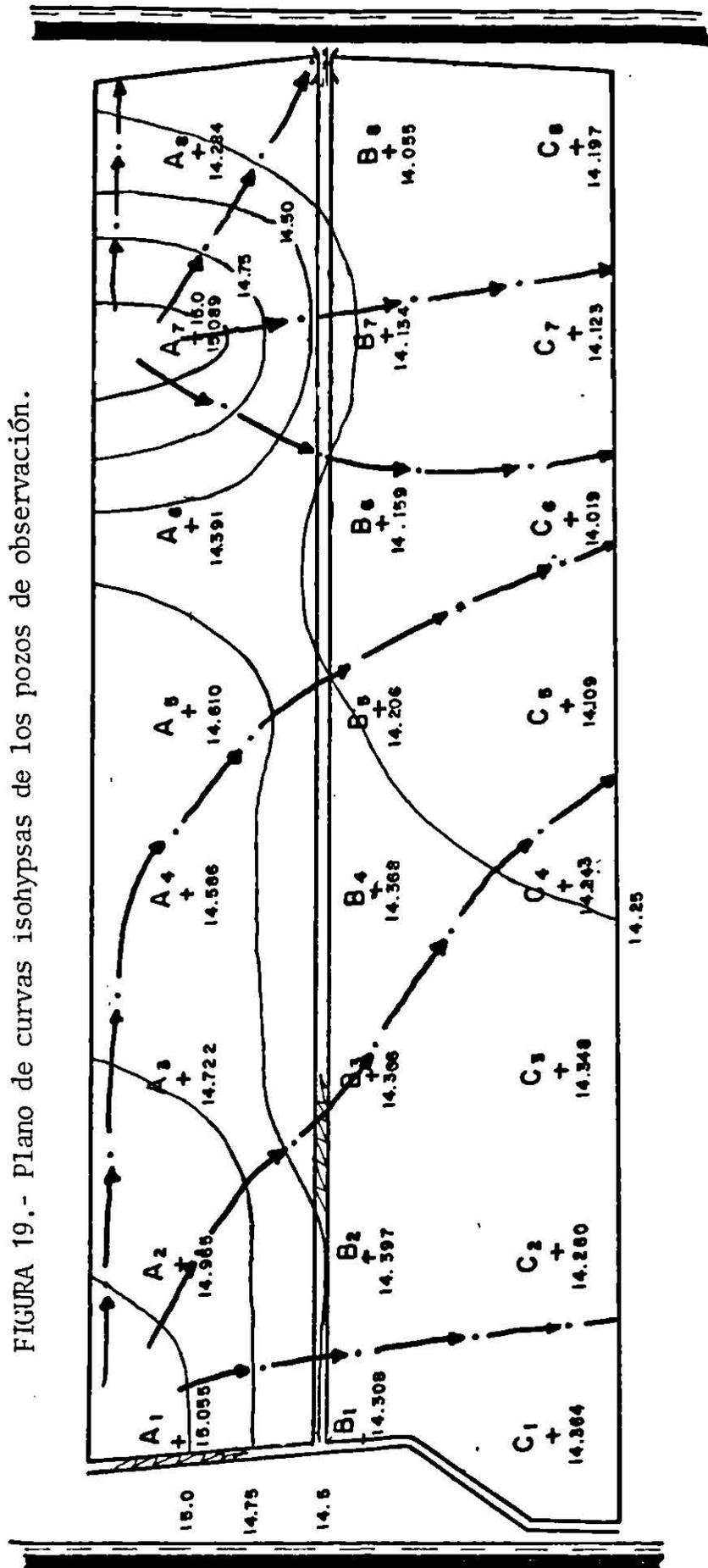


FIGURA 19.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.



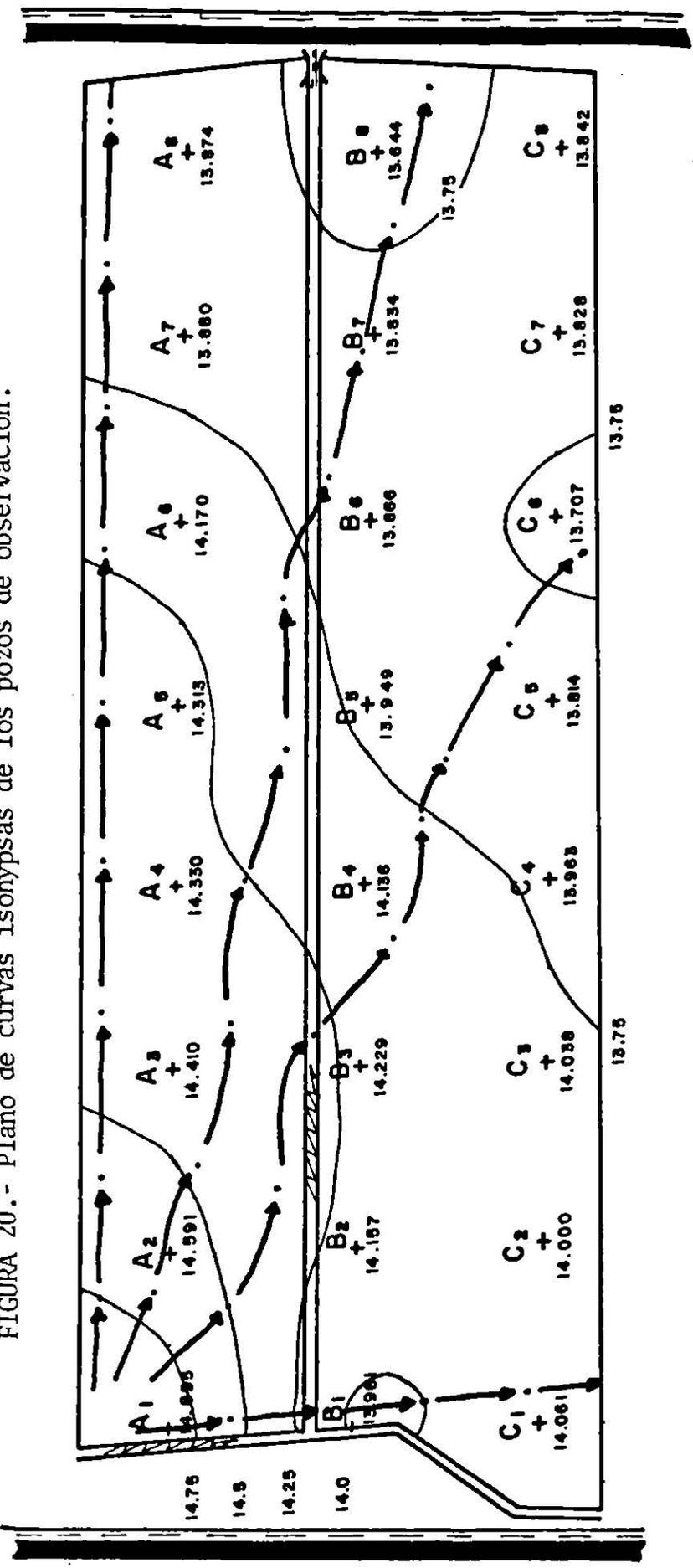
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: ISOHYPSAS	
EJECUTO GERARDO PAEZ A. DANIEL RODRIGUEZ L. RUBEN VILLARUEVA S.	ASESOR DR. JUAN FCO. PISSANI Z. DIBUJO MIGUEL JIMENEZ No. LOTE 9327, 9328
ESCALA 1: 2500	AREA TOTAL 21.9735 HAS.
FECHA 15 JUNIO - 65	

SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadero
- Alcantarilla
- Pozo de observacion
- Líneas de corriente



FIGURA 20.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.

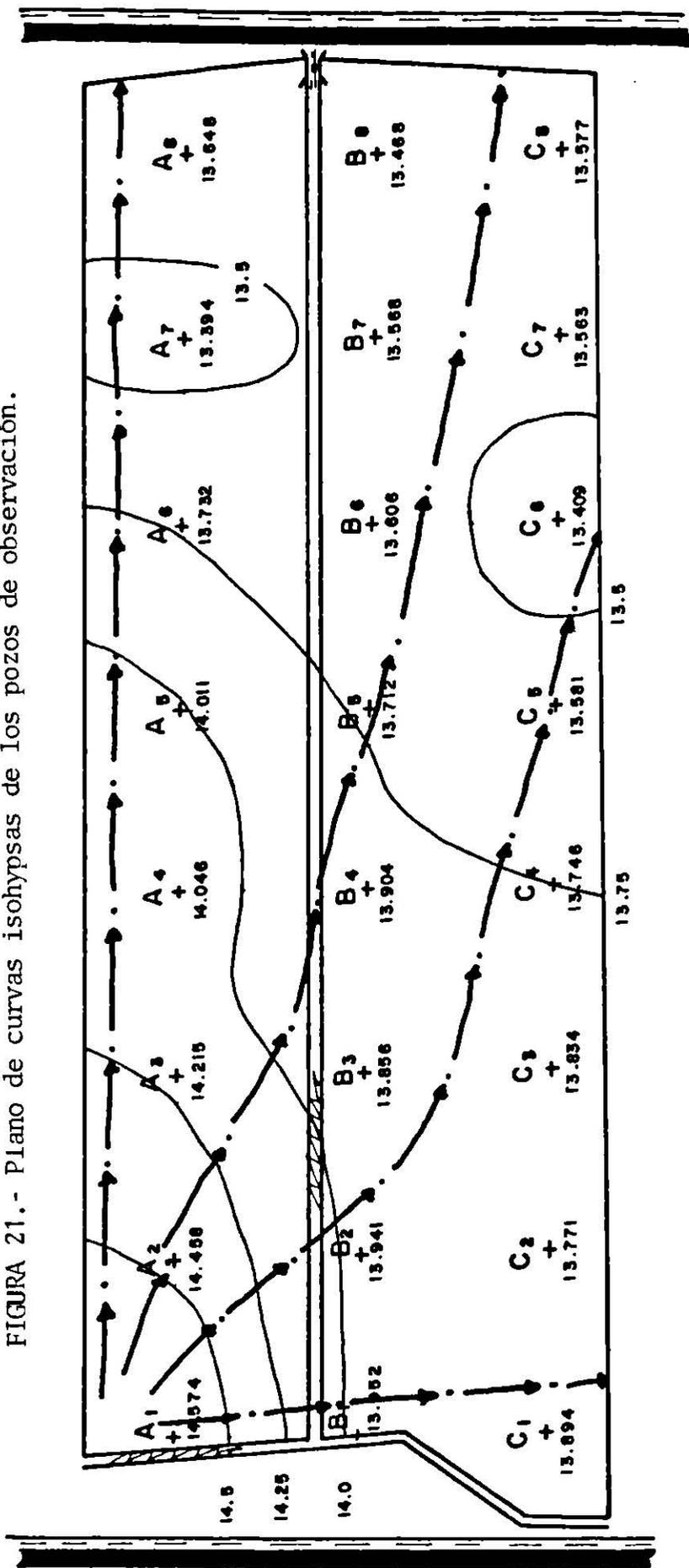


SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observacion
- Líneas de corriente

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOHYPAS	
EJECUTO	ASESOR
BERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSARRI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLARUEVA S.	MIGUEL JIMENEZ
No. LOTE 9327, 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 2500	21.9739 HAS.
FECHA	
18 JULIO 85	

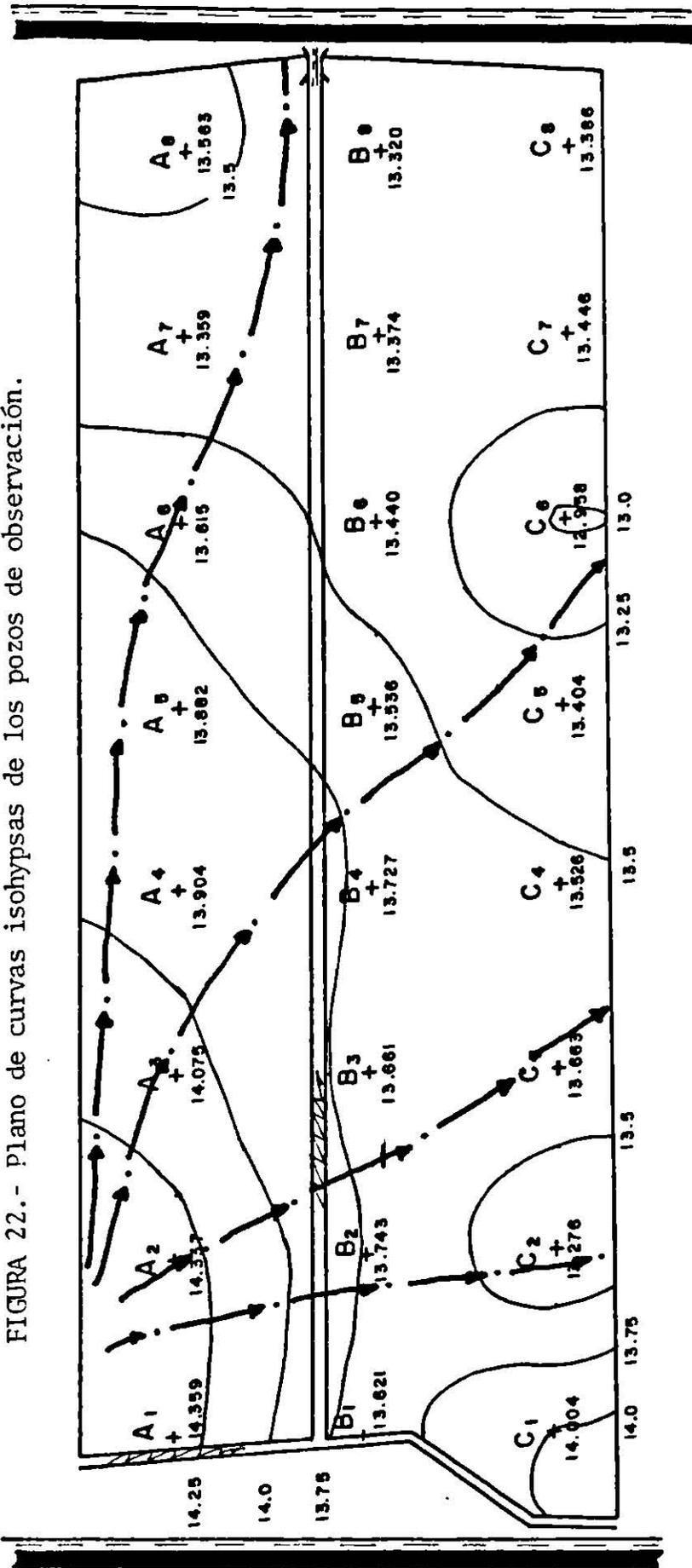
FIGURA 21.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOHYPAS	
EJECUTOR	ASESOR
BERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO JIMENEZ
RUBEN VILLARUEVA E.	No. LOTE 9127, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 800	21.9785 HAS.
FECHA	
15 AGOSTO - 85	

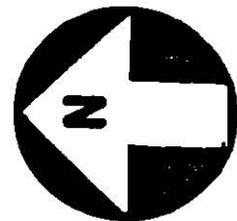


FIGURA 22.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.



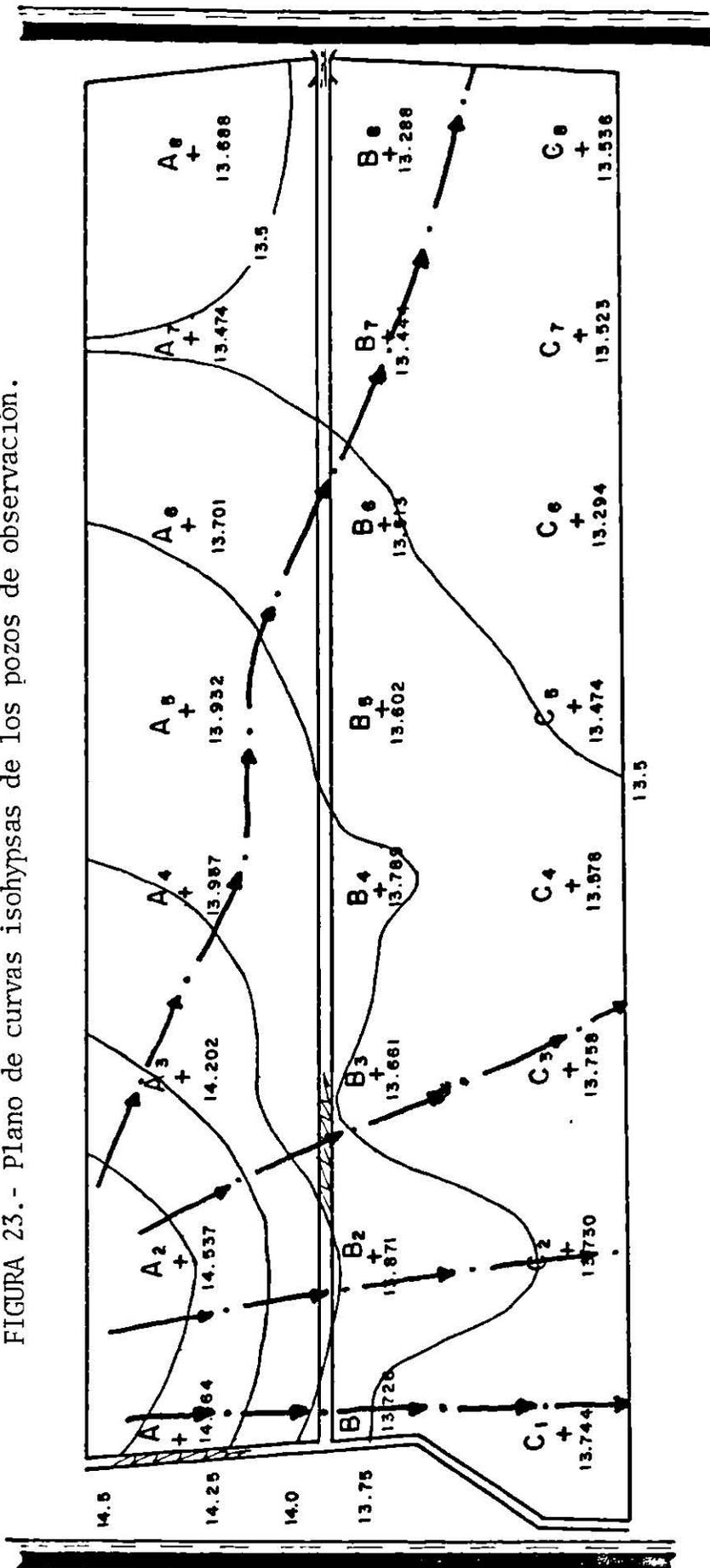
SIMBOLOGIA

-  Dren
-  Camino
-  Regadera
-  Alcantarilla
-  Pozo de observación
-  Líneas de corriente

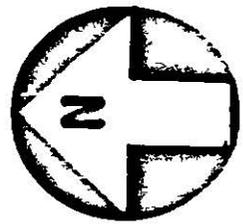


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOHYPSAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
	No. LOTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1:500	21.973 HAS.
	FECHA
	18 SEPT.-85

FIGURA 23.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.



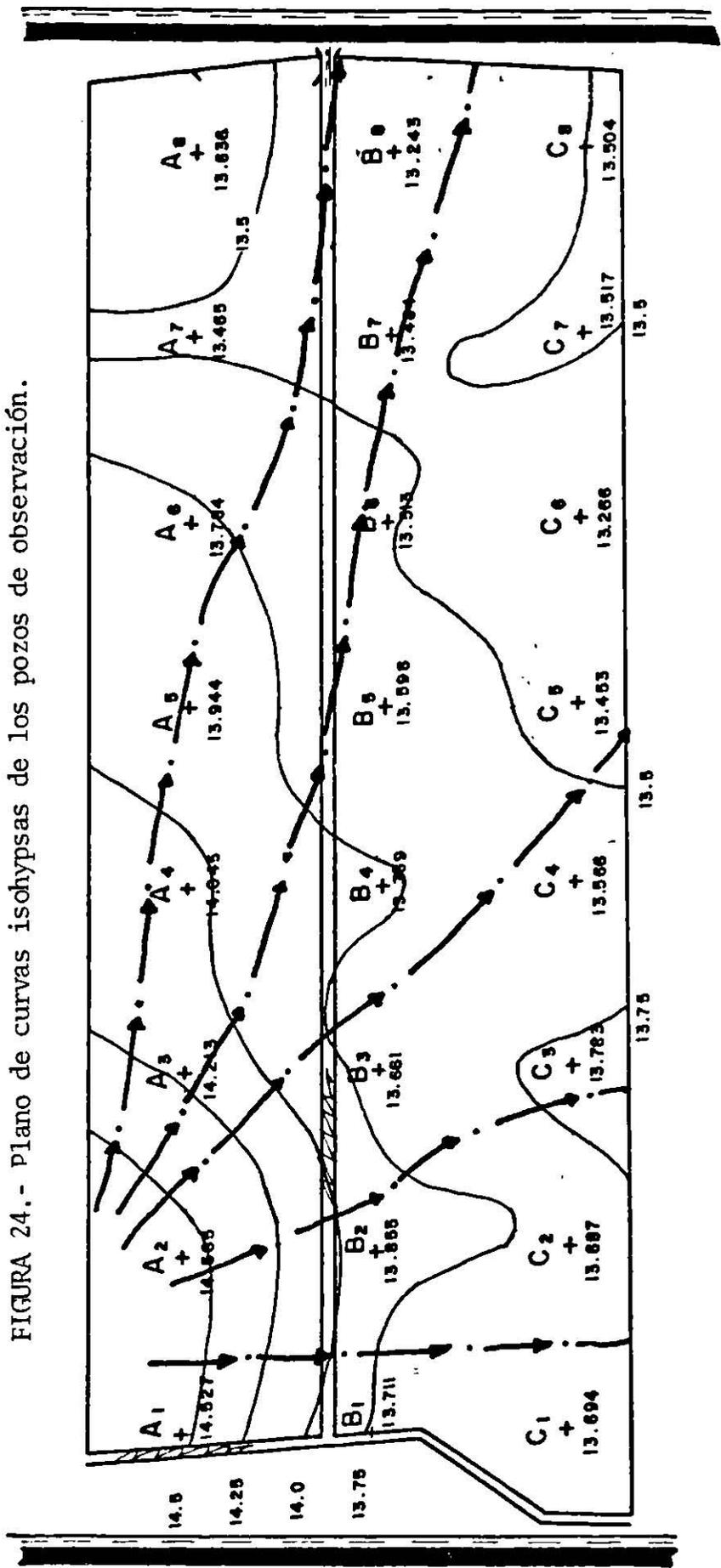
SIMBOLOGIA



- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observación
- Lineas de corriente

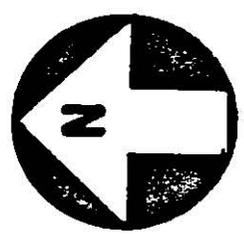
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOHYPSAS	
EJECUTO	ASESOR
BERRARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLARUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
	No. LCTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 8500	21.9735 HAS.
	FECHA
	14 OCT-65

FIGURA 24.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.



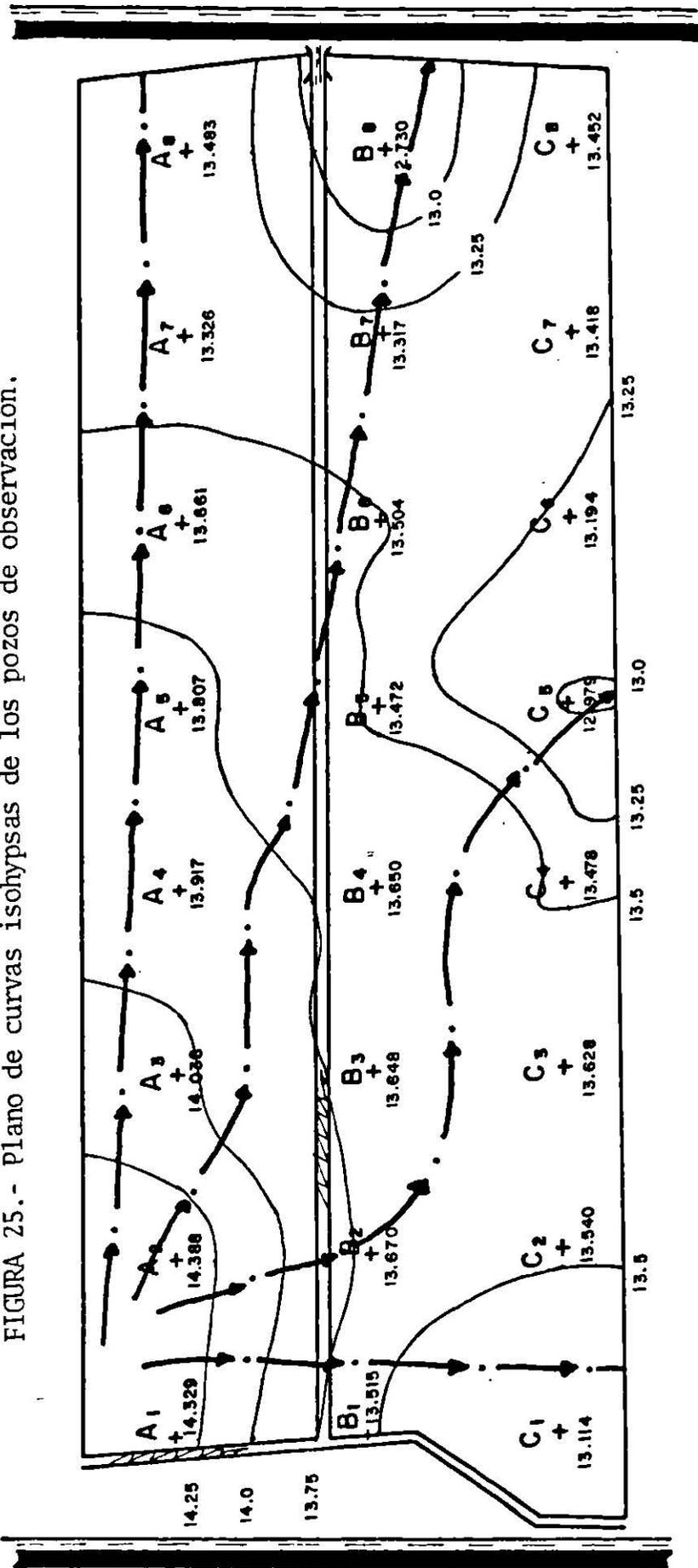
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOHYPAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI I.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DI BU JO JINEREZ
RUBEN VILLANUEVA E.	No. LOTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3500	21.9735 HAS.
	FECHA
	15 NOV. 85

SIMBOLOGIA



-  Dren
-  Camino
-  Repedero
-  Alcantarilla
-  Pozo de observacion
-  Linea de corriente

FIGURA 25.- Plano de curvas isohypsas de los pozos de observación.

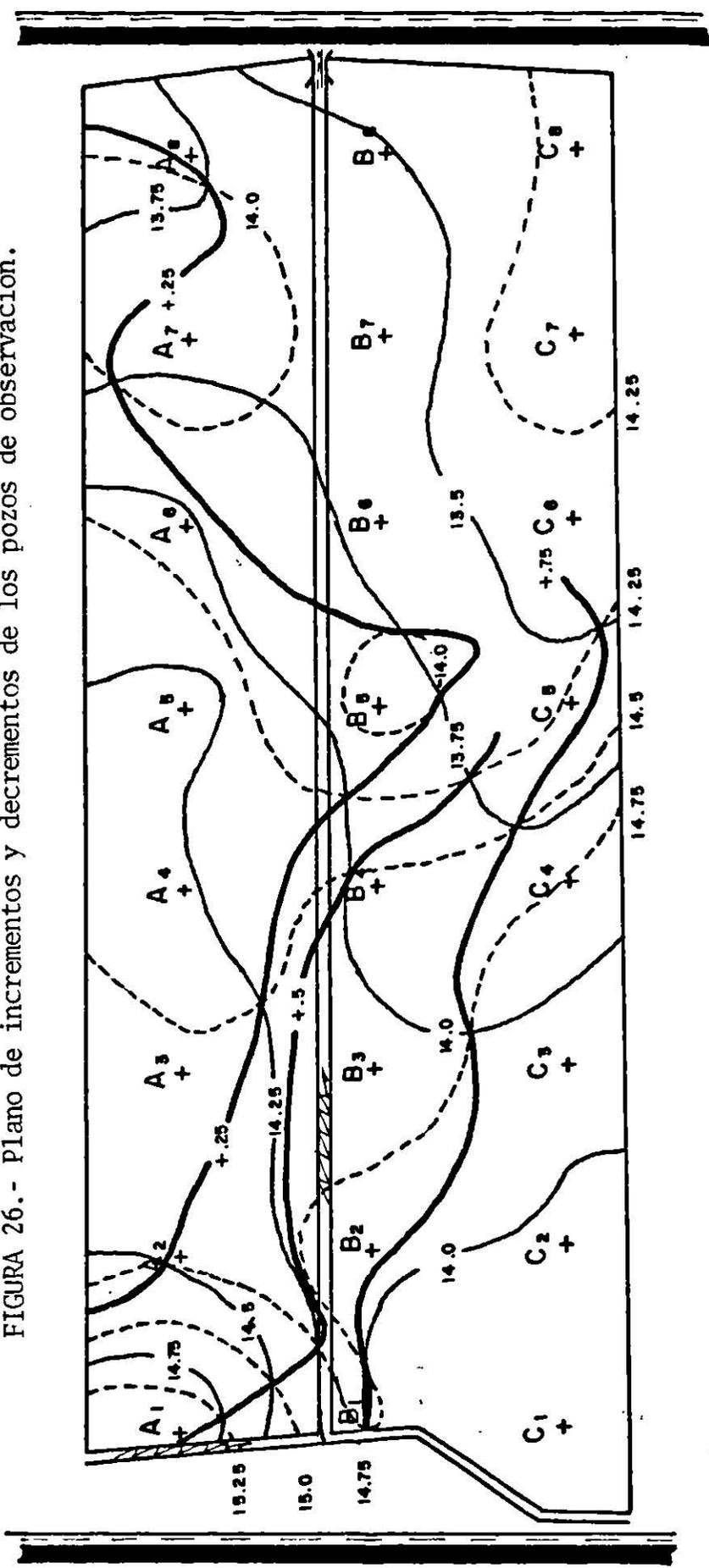


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : ISOHYPSAS	
EJECUTO	ASESOR
SERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSAMI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MISUEL JIMENEZ
	No. LOTE 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 8500	21.9735 HAS.
	FECHA
	12 DIC. 85

A P E N D I C E V.

Planos de incrementos y decrementos.

FIGURA 26.- Plano de incrementos y decrementos de los pozos de observación.



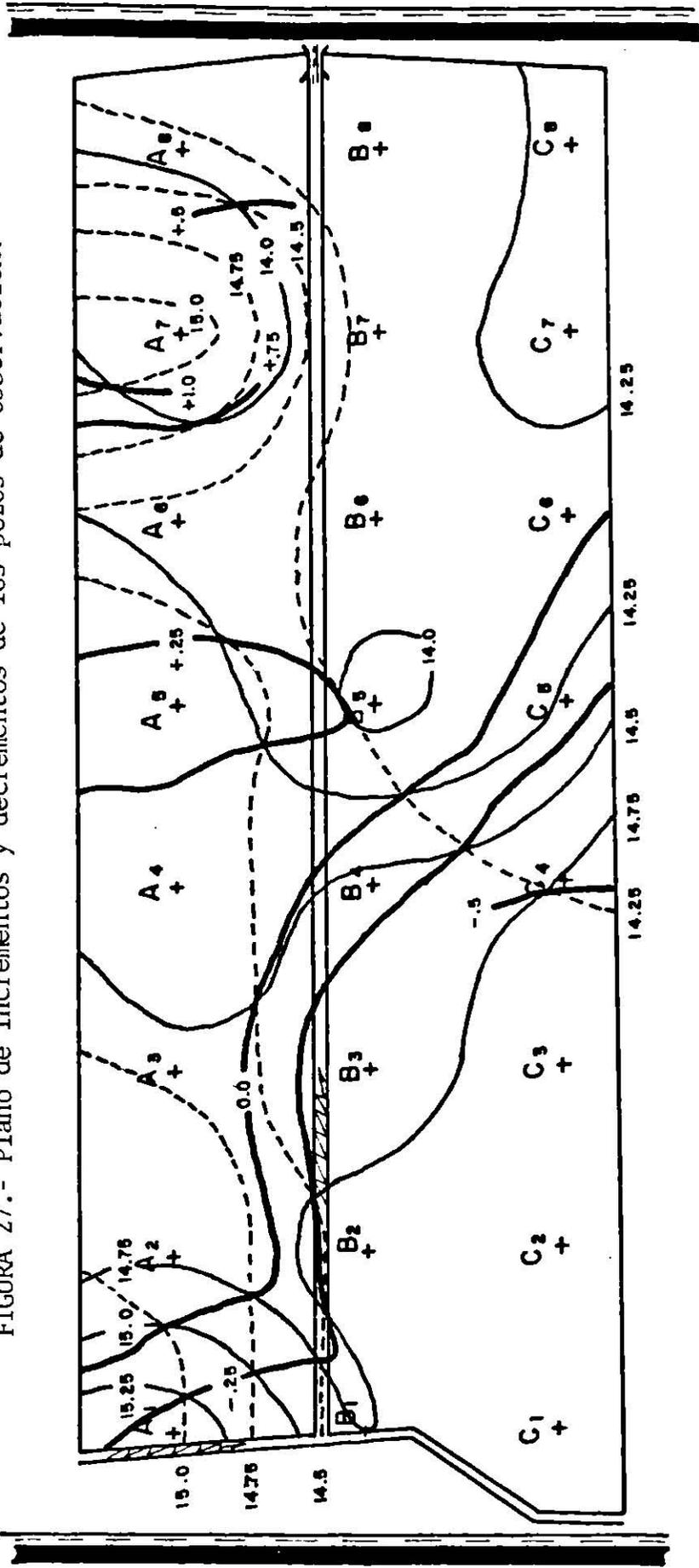
SIMBOLOGIA

-  Dren
-  Camino
-  Regadero
-  Alcantarilla
-  Pozo de observación
-  Abril
-  Mayo



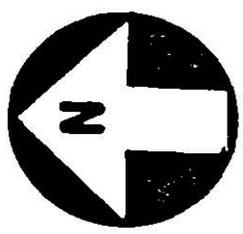
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA		
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.		
PLANO : INCREMENTOS Y DECREMENTOS		
EJECUTO	ASESOR	
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.	
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO	
RUBEN VILLARUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ	
	No. 9527, 9528	
ESCALA	AREA TOTAL	FECHA
1: 3500	21.9735 HAS.	Abril Mayo -85

FIGURA 27.- Plano de incrementos y decrementos de los pozos de observación.



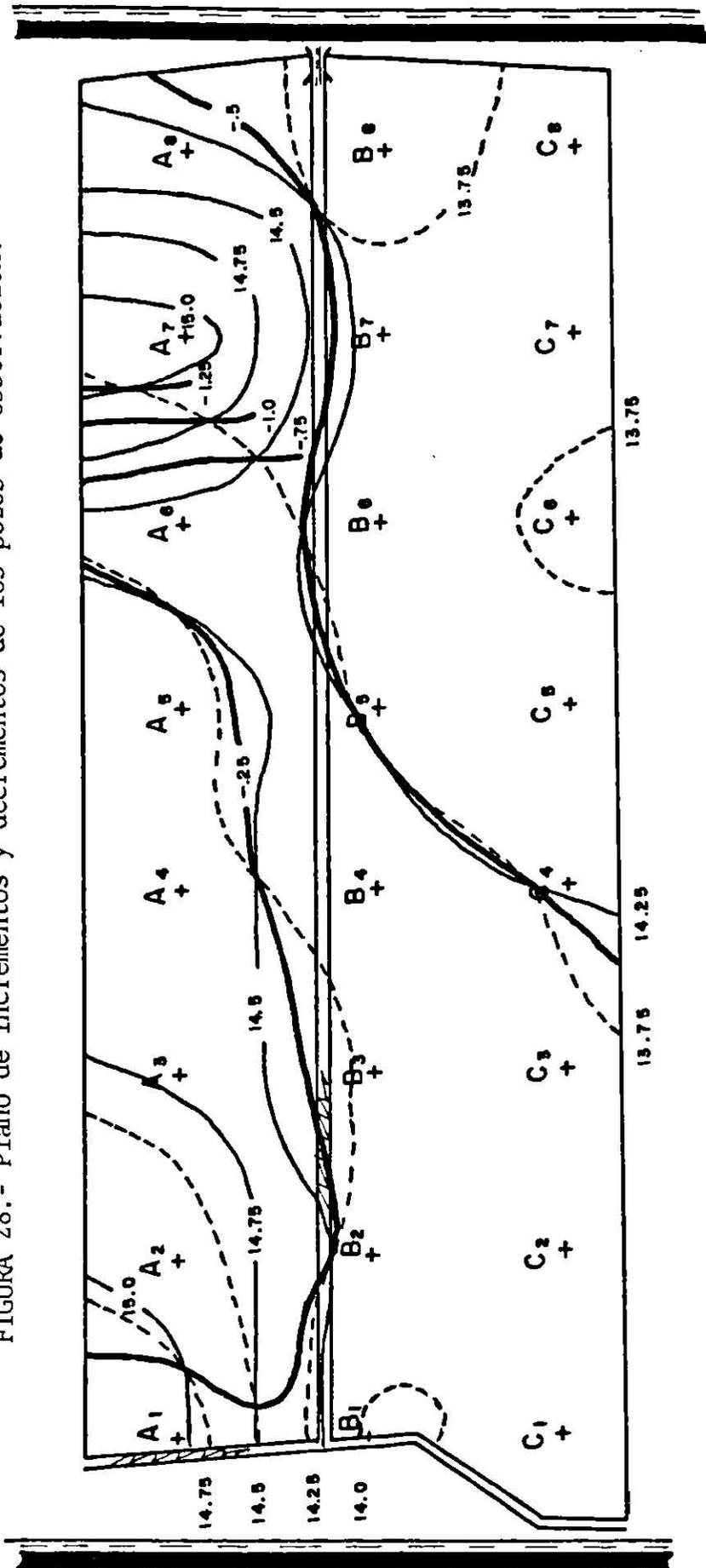
SIMBOLOGIA

Dren	
Camino	
Repadera	
Alcantarilla	
Pozo de observación	
Mayo	
Junio	



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : INCREMENTOS Y DECREMENTOS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	MIGUEL JIMENEZ
RUBEN VILLANUEVA E.	No. 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 800	21.9735 HAS.
	FECHA
	Mayo Junio - 89

FIGURA 28.- Plano de incrementos y decrementos de los pozos de observación.



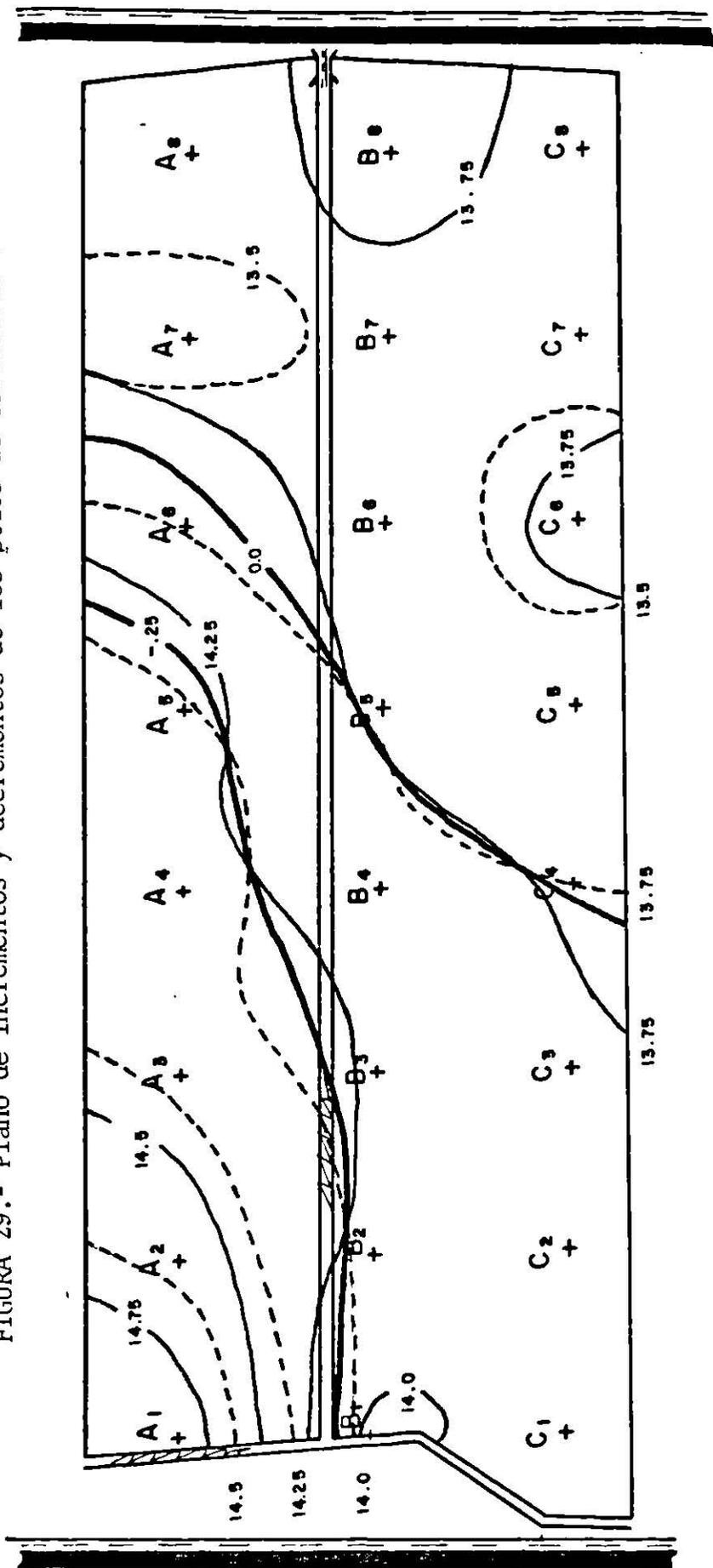
SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Repedero
- Alcantarilla
- Pozo de observación
- Junio
- Julio
- Incremento y Decremento



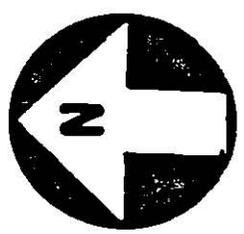
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : INCREMENTOS Y DECREMENTOS	
EJECUTO	ASESOR
BERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
	No. 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3800	21.9785 HAS.
	FECHA
	Junio, Julio - 65

FIGURA 29.- Plano de incrementos y decrementos de los pozos de observación.



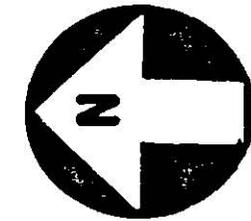
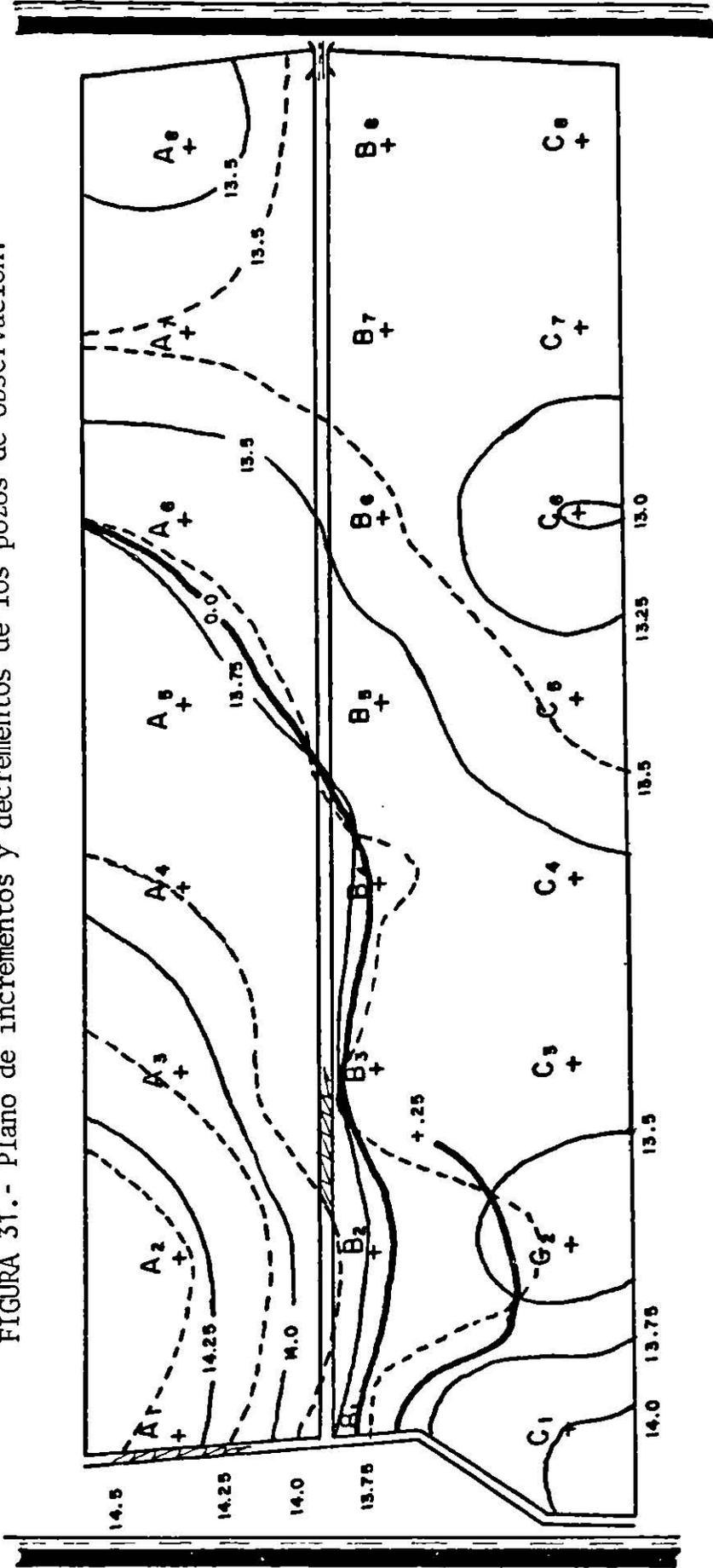
SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Repedero
- Alcantarilla
- Pozo de observación
- Julio
- Agosto
- Incremento y Decremento



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : INCREMENTOS Y DECREMENTOS	
EJECUTO	ASESOR
DR. JUAN FCO. PISSANI Z.	
GERARDO PAEZ A.	DIBUJO
DANIEL RODRIGUEZ L.	MIGUEL JIMENEZ
RUBEN VILLANUEVA E.	No. 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3800	21.9733 HAS.
	FECHA
	Julio, Ags. - 85

FIGURA 31.- Plano de incrementos y decrementos de los pozos de observación.

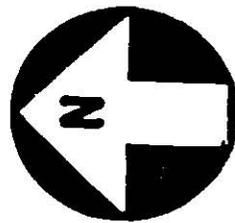
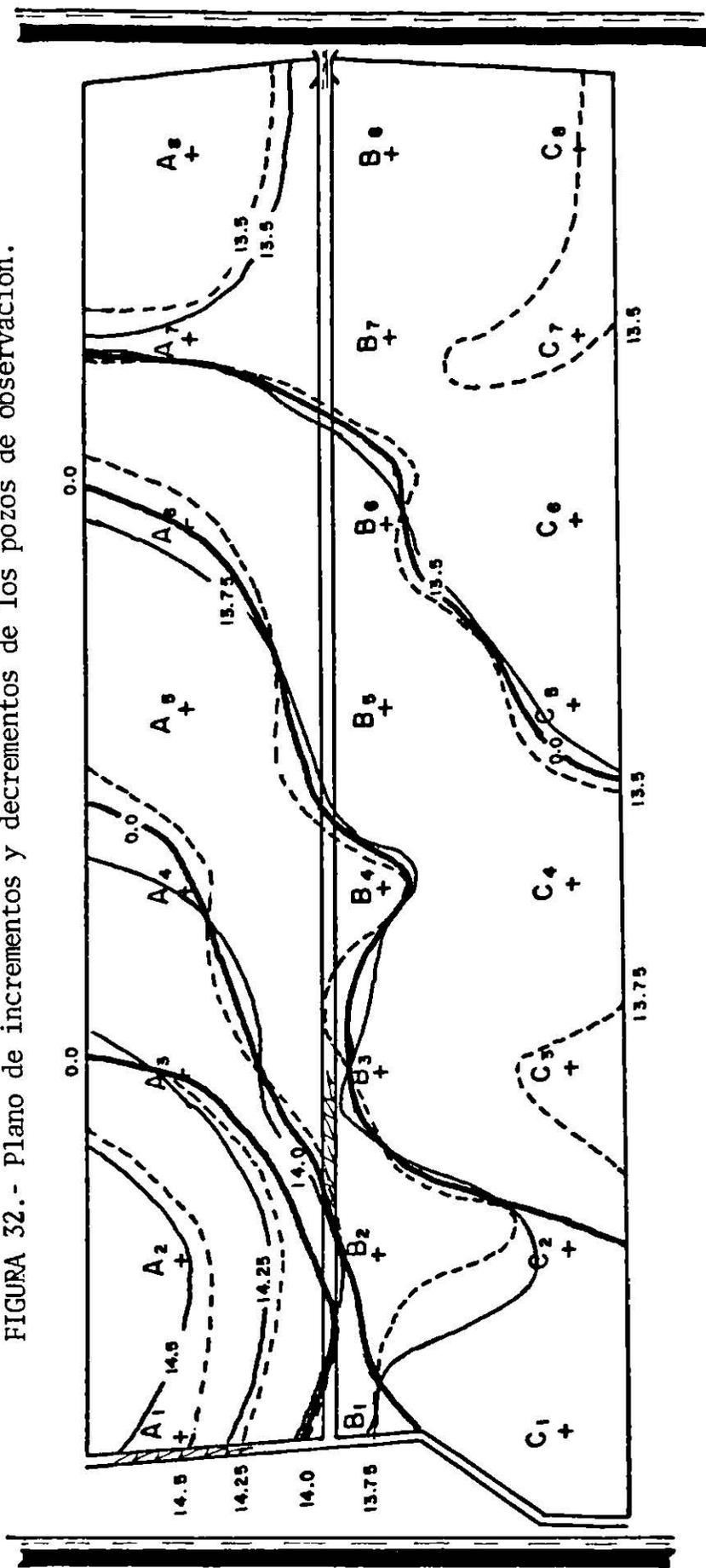


SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadero
- Alcantarilla
- Pozo de observación
- Septiembre
- Octubre
- Incremento y Decremento

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : INCREMENTOS Y DECREMENTOS	
EJECUTO	ASESOR
BERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DARIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIBUEL JIMENEZ
	No. 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 8600	21.9735 HAS.
	FECHA
	Sept. Oct. - 85

FIGURA 32.- Plano de incrementos y decrementos de los pozos de observación.

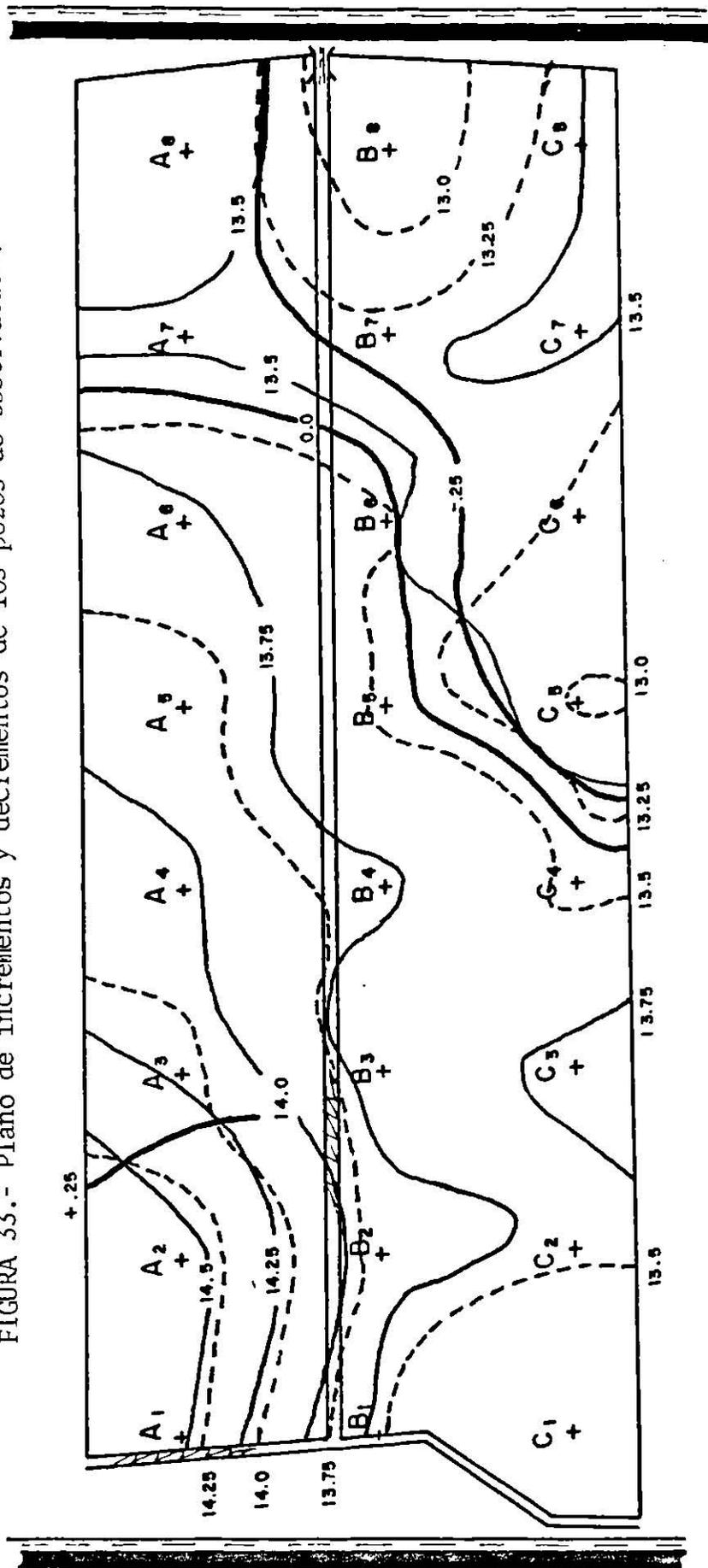


SIMBOLOGIA

- Dren 
- Camino 
- Repadero 
- Alcantarilla 
- Pozo de observación 
- Octubre 
- Noviembre 
- Increment. y Decrem. 

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: INCREMENTOS Y DECREMENTOS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLAMUEVA E.	MIGUEL JINEMEZ
	No. 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1: 8800	21.9735 HAS.
	FECHA
	Oct. Nov. - 85

FIGURA 33.- Plano de incrementos y decrementos de los pozos de observación.



SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observación
- Noviembre
- Diciembre
- Incremento y Decremento



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO INCREMENTOS Y DECREMENTOS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO JIMENEZ
RUBEN VILLANUEVA E.	No. 9327, 9328
ESCALA	AREA TOTAL
1:9800	21.9735 HAS.
	FECHA
	Nov. Dic. - 85

