



Artículo: COMEII-16010

II CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2016

Chapingo, Edo. de México, del 08 al 10 de septiembre

DIAGNÓSTICO FREATIMÉTRICO E INFLUENCIAS DE LAS MAREAS EN EL RANCHO POLVOXAL, ESTADO DE CAMPECHE

José Rodolfo Namuche Vargas^{1*}; Marcos Zacarias Flores²; Erickdel Castillo Solis¹

¹Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62550. rnamuche@tlaloc.imta.mx. (*Autor para correspondencia).

²AGROFORESTAL UUMBAL CHIAPAS, S.A.P.I. DE C.V.

Resumen

Para realizar el “Diagnóstico Freatimétrico en el Rancho Polvoxal, Estado de Campeche” se llevaron a cabo las siguientes acciones: i) diagnóstico y determinación de la variación de la profundidad del nivel freático, indicando dirección de flujo y la influencia de las mareas; para lo cual se instalaron y georeferenciaron 11 pozos de observación (X,Y,Z), se midió la profundidad del nivel freático diariamente, se elaboraron planos de isobatas, los cuales muestran que el nivel freático llega a la superficie del suelo en las épocas críticas (Huracán Boris, 7 de junio 2014), pero desciende rápidamente al dejar de llover; los planos de isohypsas indican que la dirección del flujo es hacia el río Candelaria. Respecto a las mareas, estas se midieron diariamente a las 06:00 y 18:00 horas, y al relacionarlas con el nivel freático, muestran que no hay intrusión marina.

Palabras clave adicionales: Freatimetría, pozos de observación, isohypsas.



Introducción

En zonas tropicales o húmedas como el sureste del país, debido a la intensidad de las lluvias que se presentan en determinadas épocas del año, en algunos casos es necesario drenar y en otra época aplicar riego complementario.

En algunos ranchos o parcelas que están cercanas de la costa, en donde el mar, a través de las mareas puede influir en el grado de afectación del agua superficial que puede utilizarse para el riego o en el suelo en cuanto a salinidad.

El Río Candelaria desemboca en La Laguna de Términos, en la margen derecha del río se encuentra ubicado el Rancho Polvoxal. La empresa UUMBAL manifiesta que la marea puede estar creando una intrusión marina a dicho rancho y quiere saber el grado de afectación, debido a que quiere instalar el cultivo de Palma de Aceite. Con base en esta problemática la empresa UUMBAL, solicito al IMTA realice un estudio referente a la variación del nivel freático, considerando el efecto de las mareas.

Materiales y métodos

El instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), a solicitud de la empresa UUMBAL realizó el estudio: “Diagnóstico freático e influencias de las mareas en el Rancho Polvoxal, Estado de Campeche”. El IMTA solo proporcionó la asesoría y capacitó al personal técnico y de campo de la empresa para llevar a cabo el diagnóstico del dicho estudio. La empresa UUMBAL proporcionó todos los materiales y equipos solicitados por el IMTA, para llevar a cabo el proyecto.

Personal técnico de la empresa UUMBAL y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), se coordinaron para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

Localización

El Rancho Polvoxal se encuentra localizado en la coordenada 2052385.7 N y 685355.1 E, a una altura de 6 m sobre el nivel del mar. La precipitación promedio anual es de 1460.7 mm. La temperatura promedio mensual es de 20.8°C para mínima y de 27.1°C para la máxima. La evaporación promedio anual es de 135 mm. La Figura 1 muestra el rancho Polvoxal, el Área Nacional Protegida y el área inundable.

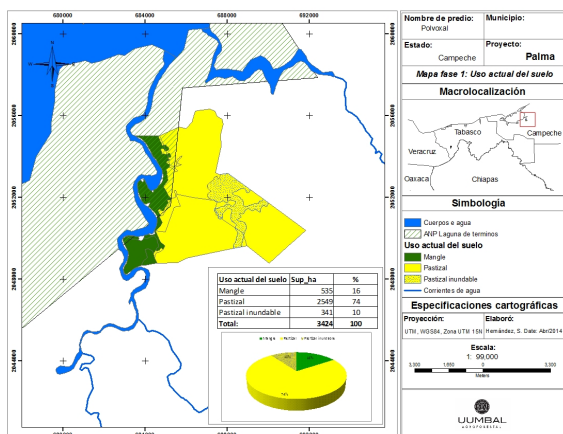


Figura 1. Localización del Rancho Polvozal, zona de manglares y el Área Nacional Protegida de la Laguna Términos.

Freatimetría

i) Pozos de observación

Para la construcción de los pozos de observación se utiliza una barrena (figura 2), para lo cual se realiza una perforación de un pozo hasta 2 metros de profundidad. Se utiliza un tubo de PVC de 2.50 metros y de 2 pulgadas de diámetro; al tubo se realizan perforaciones de 1/16 pulgadas de diámetro, localizadas a 180°, es decir una al frente de la otra, pero en forma alterna hasta 1.5 m; en la parte inferior se pone una tapa para que el pozo no se llene de azolve. Se introduce el tubo de PVC hasta 2 m, se adema hasta 1.5 m de profundidad, se utiliza material de suelo extraído hasta rellenar completamente el espacio entre el tubo y el pozo, hasta la superficie; en la parte superior del tubo también se le pone una tapa para evitar que se introduzca el agua de lluvia. El pozo se le deja un brocal de 50 cm para poder identificarlo a distancia, debido a que la maleza crece rápidamente, o en todo caso se localizará con un GPS. Los pozos de observación construidos se georreferenciarán (X, Y, Z), (Figura 3).

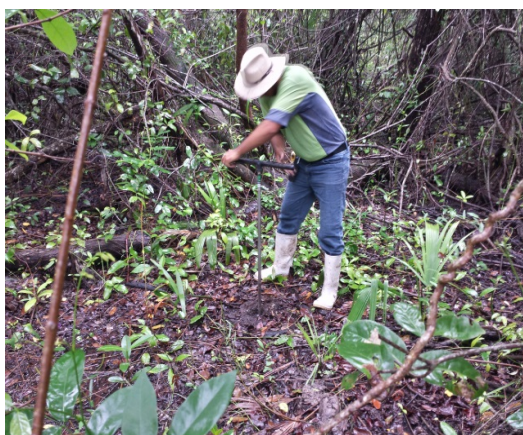


Figura 2. Perforación de un pozo de observación.



Figura 3. Georreferenciación de los pozos de Observación.

ii) Monitoreo de la profundidad del nivel Freático

La profundidad del nivel freático se midió diariamente (Figura 4). Con la información recabada (Cuadro 1) se construyeron los planos de Isobatas y planos de Isohypsas.



Figura 4. Medición de la profundidad del nivel freático.

Cuadro 1. Profundidad del nivel freático en el tiempo

Mes	JUNIO 2014																												JULIO 2014			
Día	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4				
Pozo 1	7	2	7	14	18	7	5	5	19	15	17	9	14	19	23	23	26	28	32	37	44	50	61	70	71	75	78	79				
Pozo 2	7	7	9	22	39	8	5	7	10	11	15	7	12	29	40	50	55	59	63	66	69	72	75	78	78	80	82	83				
Pozo 3	4	9	16	33	45	1	0	1	9	30	29	6	16	38	52	61	66	71	74	77	80	83	85	88	86	90	93	90				
Pozo 4	7	13	18	30	42	4	2	1	12	23	34	10	20	39	55	63	68	73	75	79	82	85	88	91	85	90	94	92				
Pozo 5	4	4	6	13	31	3	3	2	18	11	20	10	20	52	70	77	82	84	85	86	88	92	95	98	91	98	101	99				
Pozo 6	1	2	2	4	2	2	0	2	1	1	3	1	4	3	5	8	11	14	17	20	22	26	30	39	44	48	51	49				
Pozo 7	20	26	32	41	50	32	25	10	35	40	42	32	41	50	55	57	60	64	67	70	74	77	80	83	81	85	89	87				
Pozo 8	18	26	30	40	42	9	4	3	25	20	26	7	24	31	40	44	47	50	53	56	60	64	67	70	69	75	79	76				
Pozo 9	3	5	4	10	20	4	2	2	3	4	3	1	6	5	15	27	38	46	50	53	57	60	64	67	63	69	71	70				
Pozo 10	1	5	15	30	46	2	2	1	0	14	23	0	13	31	39	46	63	68	71	74	77	80	83	86	82	86	89	86				
Pozo 11	4	5	8	18	34	5	4	4	6	7	20	8	12	35	40	50	60	66	69	72	75	79	82	85	81	85	88	87				

iii) Plano de Isóbatas.

Representan curvas que unen puntos con igual valor de la profundidad del nivel freático (plano de isoprofundidad) y muestran la variación en el tiempo y en el espacio. Estos planos se elaboran para fechas de alta precipitación, con el objeto de delimitar las áreas críticas donde el nivel freático puede afectar el cultivo (Figuras 5 y 6).

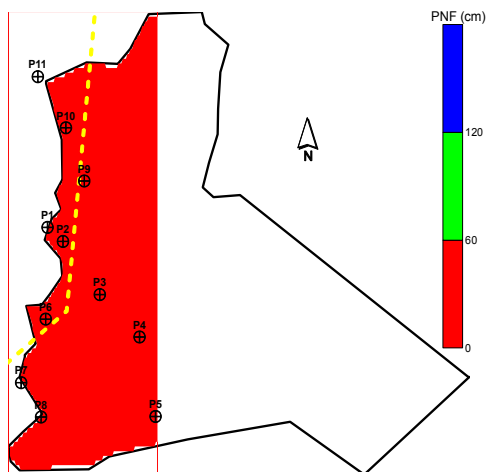


Figura 5. Plano de Isobatas para el día 7 junio (Huracan Boris), el nivel freático se encuentra cerca de la superficie del suelo.

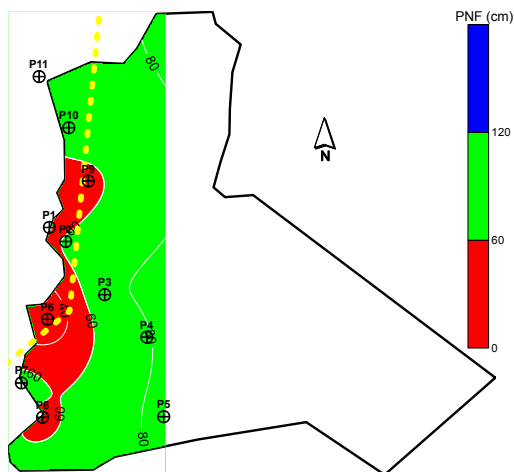


Figura 6. Plano de Isobatas para el día 26 junio, descenso de la profundidad del nivel freático, por lluvia mínima.

iv) Plano de Isohypsas.

Son líneas que unen puntos de igual cota de nivel freático, es decir, a la cota del terreno del pozo de observación se le resta la diferencia de la profundidad del nivel freático. De la línea roja hacia el oeste comprende la zona de reserva. Se puede trabajar con el promedio de isohypsas para un período largo, siendo suficientes dos planos en el período lluvioso y uno en el período seco. A partir de estas líneas se puede determinar la dirección del flujo de agua subterránea, ya que éste es perpendicular a las isohypsas (Figuras 7 y 8).

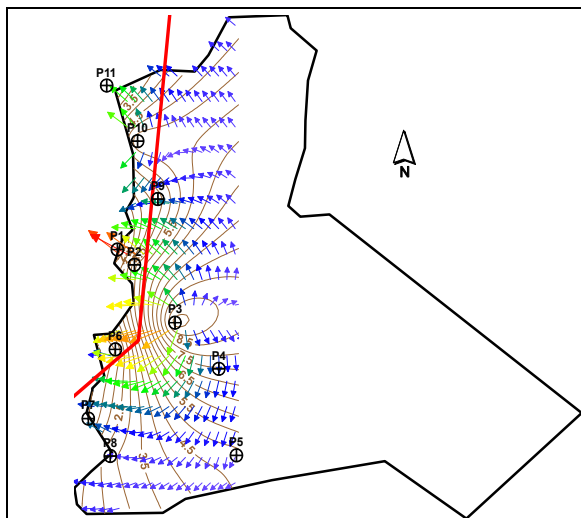


Figura 7. Plano de Isohypsas y dirección del flujo subterráneo, 7 junio.

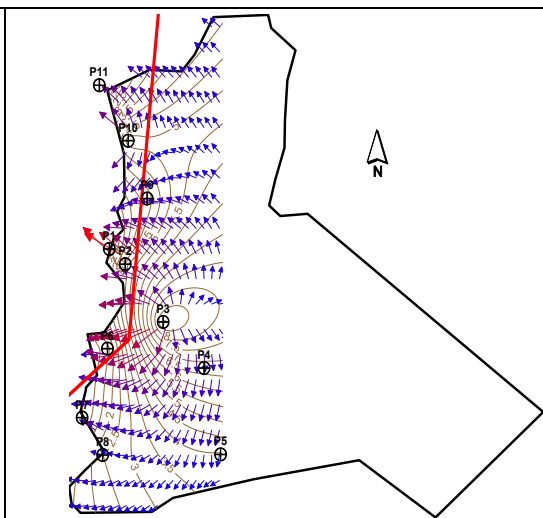


Figura 8. Plano de Isohypsas y dirección del flujo subterráneo, 26 junio.

Los valores de precipitación diaria se tomaron de la estación climatológica automatizada denominada El Teniente, localizada en el municipio El Carmen (Figura 9); perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pesca (INIFAP). Los valores más congruentes y que reflejan el comportamiento de la lluvia con la variación de la profundidad del nivel freático corresponde al día 12 de junio de 2014, el resto de la información nos da una idea del comportamiento de dicho nivel (Figura 10). De ahí la necesidad de instalar pluviómetros en el rancho para obtener datos más reales.



Figura 9. Localización de la estación climatológica automatizada El Teniente.

La figura 10, muestra la variación de la profundidad del nivel freático en función de la lluvia diaria, donde se observa la respuesta del suelo, el cual tiene un drenaje natural aceptable. Se debe seguir monitoreando el manto freático durante un año, para determinar si es necesario la construcción de drenaje superficial tanto principal como parcelario; con la finalidad de que el cultivo de la palma de aceite a instalarse no sufra por exceso de humedad, para lo cual se debe considerar una zona de aireación radicular de 60 cm para un buen desarrollo de raíces.

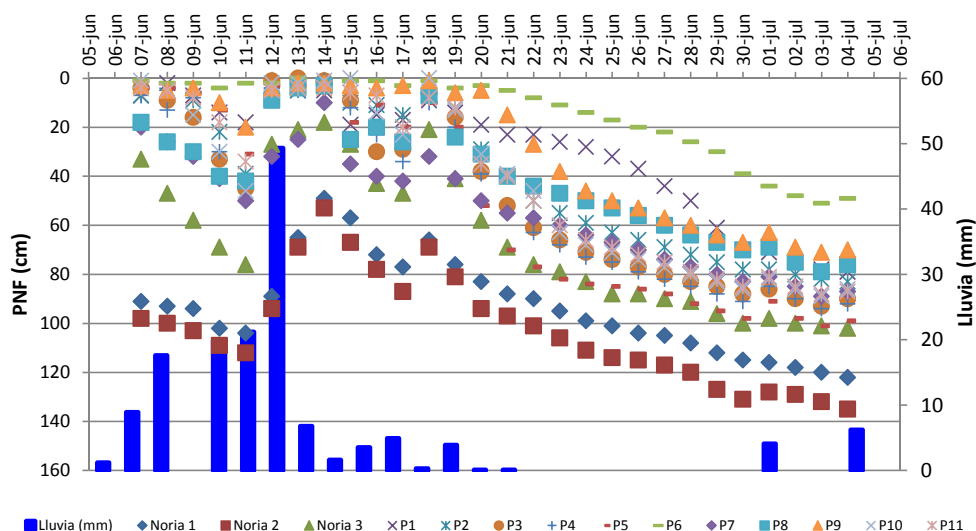


Figura 10. Variación de la profundidad del nivel freático en función de la lluvia.

Mareas

Las mareas se pueden definir como una oscilación periódica del nivel de la superficie libre del agua en un océano, mar o cualquier área extensa donde se almacene el agua. Debido a la variabilidad temporal del fenómeno, los diferentes niveles de marea están expuestos a cambios seculares o fluctuaciones, que son producto de la dinámica que tiene el océano con las interrelaciones de los procesos que ocurren en la Tierra y en su conjunto, como parte del sistema solar. Algunas de estas variantes pueden apreciarse a lo largo de escalas geológicas, mientras que otros son perceptibles en el tiempo de vida humano. Las variaciones verticales que acontecen en las aguas marinas de los litorales, pueden detectarse a través de las mediciones mareográficas. Las fluctuaciones que se pueden presentar en los niveles de marea, obedecen a fenómenos que le competen al estudio de la Geografía Física. Estos factores físicos se dividen en dos grupos: los hidrometeorológicos y los geodinámicos.

Las mareas se midieron del 19 al 30 de junio en el horario de las 06:00 y 18:00 horas (Cuadro 2), los valores se tomaron mediante una escala localizada en la entrada al rancho Polvoxal, con una elevación (cota) de 0.54 msnm (Figura 11).

Cuadro 2. Oscilación de la marea, embarcadero del rancho Polvoxal

Junio/Día	19		20		21		22	
Horas	06:00	18:00	06:00	18:00	06:00	18:00	06:00	18:00
Alturas (cm)	0.76	0.61	0.7	0.8	0.78	0.84	0.84	0.82
Junio/Día	23		24		25		26	
Horas	06:00	18:00	06:00	18:00	06:00	18:00	06:00	18:00
Alturas (cm)	0.81	0.82	0.69	0.83	0.69	0.75	0.7	0.69
Junio/Día	27		28		29		30	
Horas	06:00	18:00	06:00	18:00	06:00	18:00	06:00	18:00
Alturas (cm)	0.66	0.63	0.62	0.67	0.64	0.62	0.61	0.61
Julio/Día	1		2		3			
Horas	06:00	18:00	06:00	18:00	06:00	18:00		
Alturas (cm)	0.93	1.04	0.89	1.04	0.93	1.03		

Con base en la información de cuadro 1 y 2 se elaboró primeramente un plano con respecto al nivel freático y la variación de la marea, se tomó el valor más crítico, es decir la marea alta registrada durante la medición, donde se muestra que la máxima para el periodo de medición no afecta la salida flujo hacia el río (Figura 12). Se hizo otro plano comparando las mareas y el nivel del terreno, donde se corrobora lo antes manifestado (Figura 13). La zona afectada queda dentro del Área Natural Protegida.



Figura 11. Escala para la medición de las mareas.

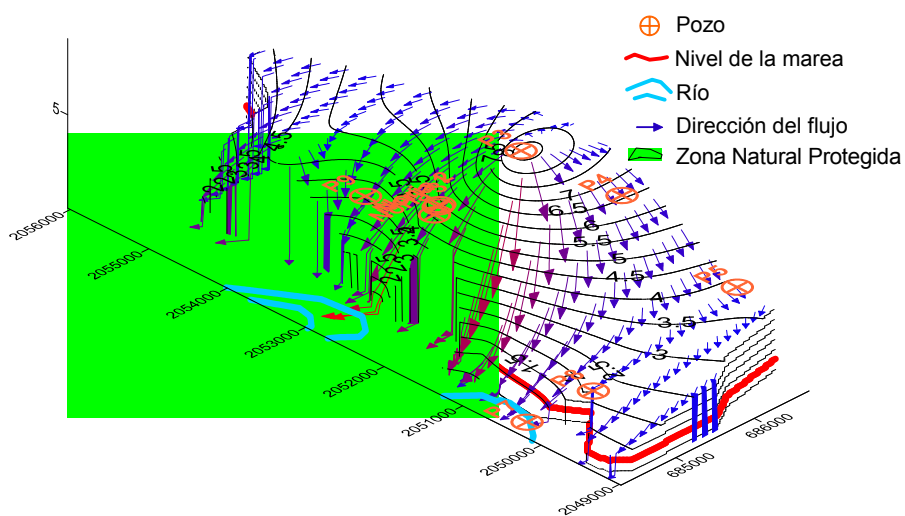


Figura 12. Comportamiento de la marea con la profundidad del nivel freático y dirección de flujo.

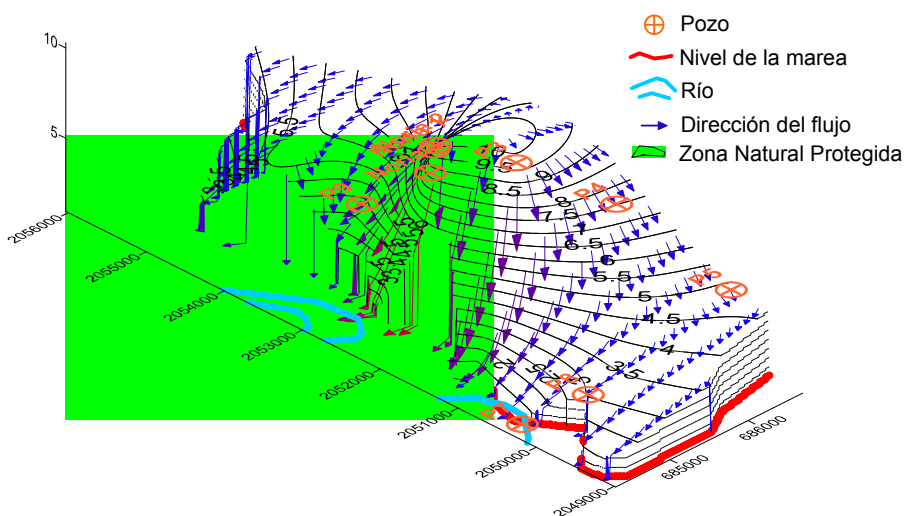


Figura 13. Comportamiento de la marea con las elevaciones del terreno y dirección de flujo.

Análisis y discusión de resultados

1. Profundidad del nivel freático (Plano de isobatas). Si bien se muestra muy cercano a la superficie del suelo (color rojo), también nos indican conforme se ausentan las lluvias el nivel freático desciende (color verde) y si llueve sucede lo contrario; este proceso se observa en uno o dos días, es decir el suelo tiene drenaje natural aceptable (suelos franco-arenosos) pero no lo suficiente para garantizar la buena aireación de los 60 cm. La palma de aceite puede aceptar un máximo de 72 horas con mucha humedad, si esta persiste es necesario construir drenaje superficial tanto principal como parcelario. En cuanto al drenaje superficial principal consistirá en parte del mantenimiento de los arroyos que se encuentran en la zona de proyecto y construir los drenes necesarios.
2. Los planos de Isohypsas, siempre nos muestran que la dirección del flujo subterráneo va hacia el río, incluso en el día más crítico que es el día 7 de junio (Huracán Boris, 7 de junio 2014).
3. La parte más crítica está cerca de los manglares o sea del Área Natural Protegida y no en la zona donde se desarrollará el cultivo de palma, que con un buen drenaje no se tendría ningún problema.
4. Se recomienda el monitoreo de los pozos de observación durante el periodo de un año cuando menos, para poder diseñar la separación y profundidad de los drenes y establecer un manejo adecuado del agua en el perfil del suelo.

Conclusiones

- Los planos de isobatas, muestran que el nivel freático llega a la superficie del suelo en las épocas críticas (Huracan Boris, 7 de junio 2014), pero desciende rápidamente al dejar de llover; lo que nos indica que el suelo tiene un drenaje natural aceptable.
- Los planos de isohypsas indican que la dirección del flujo es hacia el río Candelaria.
- Al relacionar el comportamiento de las mareas en su estado más crítico con el manto freático, nos indican que la dirección del flujo es hacia el Río Candelaria, por lo tanto, se demuestra que no hay intrusión marina.



Referencias bibliográficas

- FAO. (1988). Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO de riego y drenaje número 24.
- Maas, E. V. (1984). Salt tolerance of plants. In Handbook of plant science in agricultura. B. R. Christie (Ed), CRC Press Boca Raton, Florida. USA.
- Sandoval, E.A. (2011). Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur- Sureste de México: Trópico Húmedo 2011. Paquete Tecnológico Palma de Aceite (*Alaëis guinnensis* Jacq.) Establecimiento y mantenimiento. SAGARPA. INIFAP.
- Soil Conservation Service. (1972). Drainage of agricultural lands. Water Information Center.