

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

**D**ONACION **N**

JUN. 29 1994

94/000912



BALANCE HIDROLOGICO DE LA CUENCA  
DEL RIO TIZAR, DURANTE EL PERIODO  
1967-1968

TESIS QUE PRESENTA  
LAURA ELENA MADEREY RASCON  
PARA OBTENER EL GRADO  
DE DOCTOR EN GEOGRAFIA

MEXICO, D.F.

TGg0277

1971



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE GENERAL



	Página
PALABRAS PRELIMINARES	1
INTRODUCCION	3
I. CUENCA DEL RIO TIZAR	9
1.1 Situación y descripción	9
1.1.1 Localización y límites	9
1.1.2 Extensión, forma y tipos de drenaje	10
1.1.3 División política y comunicaciones	11
1.2 Geología	11
1.3 Orografía	13
1.4 Hidrografía	14
1.4.1 Descripción y subcuencas	14
1.4.2 Características biológicas generales	16
1.5 Clima	16
1.6 Suelos	17
1.7 Uso del suelo	18
1.8 Abastecimiento de agua	19
1.9 Crecimiento y nivel económico de la población	19
II. ESTACIONES CLIMATOLOGICAS E HIDROMETRICAS DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR	24
2.1 Climatológicas	24
2.2 Localización y descripción de las estaciones	25
2.3 Hidrométricas	27
2.4 Descripción de las estaciones hidrométricas	28
2.4.1 Potrerito	28
2.4.2 San Marcos	29
2.4.3 Jagüey	29
2.4.4 Curvas de gastos	29

	Página
2.5 Evapotranspiración	29
2.6 Polígonos de Thiessen	31
III. PRECIPITACION	33
3.1 Estaciones de precipitación	33
3.2 Datos disponibles	33
3.3 Deducción de datos faltantes	34
3.4 Variación de la precipitación con la altitud	35
3.5 Resumen de datos mensuales y anuales	35
3.6 Volumen anual y lámina media de precipitación en la cuenca del río Tizar	42
3.6.1 Media aritmética	43
3.6.2 Polígonos de Thiessen	43
3.6.3 Isoyetas	44
3.6.4 Análisis y comparación de los resultados	46
3.7 Comparación de las precipitaciones, años 1967 y 1968	48
3.8 Volúmenes y láminas medias mensuales de precipitación en la cuenca del río Tizar	50
3.9 Isoyetas	54
3.9.1 Isoyetas anuales	54
3.9.2 Isoyetas de las épocas de lluvia y estiaje	55
3.10 Tormentas	58
3.10.1 Tipos de lluvia	58
3.10.2 Tormentas máximas	59
3.10.3 Datos de intensidades de las tormentas	62
3.11 Gráficas de intensidades de precipitación	62
3.12 Conclusiones	65
IV. TEMPERATURA	67
4.1 Datos disponibles	67
4.2 Temperatura media	67
4.2.1 Variaciones mensuales de la temperatura	73



	Página
4.3 Temperatura máxima	73
4.4 Temperatura mínima	80
4.5 Variación de la temperatura mínima con la altitud	84
4.6 Oscilaciones entre la temperatura máxima y la mínima	87
4.7 Conclusiones	89
V. EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION	90
5.1 Evaporación potencial	91
5.1.1 Curvas de igual evaporación potencial	91
5.1.2 Evaporación potencial media	95
5.1.3 Marcha anual de la evaporación potencial	97
5.1.4 Variación de la evaporación potencial con la altitud	97
5.2 Evaporación real	101
5.2.1 Cálculo de la evapotranspiración real según el método meteorológico-estadístico modificado	102
5.2.2 Evapotranspiración real según Turc	106
5.2.3 Curvas de igual evapotranspiración real	111
5.3 Cálculo de evapotranspiración potencial y real según diferentes métodos	112
5.4 Conclusiones	112
VI. HUMEDAD RELATIVA	114
6.1 Resumen de datos diarios, mensuales y anuales	114
6.2 Gráficas de humedad relativa, temperatura y precipitación mensuales	119
6.3 Gráficas de humedad relativa media, mínima y máxima mensuales	120
6.4 Gráficas de humedad relativa y temperatura media diarias	120
VII. INSOLACION	122
7.1 Estaciones de insolación	122

	Página
VIII. VIENTOS	124
8.1 Velocidad y dirección dominante del viento	124
8.2 Dirección del viento	124
IX. ANALISIS CLIMATOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR	126
X. HIDROMETRIA	135
10.1 Resumen de datos diarios, mensuales y anuales	135
10.2 Coeficiente de escurrimiento	141
10.3 Coeficiente de escurrimiento correspondiente a las tormentas máximas analizadas de los años 1967 y 1968	143
10.4 Tiempo de concentración	145
10.5 Conclusiones	146
XI. GRAFICA COMPARATIVA DE LOS DATOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS E HIDROMETRICAS	147
XII. BALANCE HIDROLOGICO	148
12.1 Infiltración	148
12.2 Balance hidrológico	148
12.3 Análisis y comparación de los resultados	149
12.4 Conclusiones	151
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	152
GLOSARIO	153
FOTOGRAFIAS	155
GRAFICAS	160
PLANOS	176

## INDICE DE TABLAS, FOTOGRAFIAS, GRAFICAS Y PLANOS

TABLAS	Página
1. Datos estadísticos del número de habitantes en las poblaciones localizadas en la cuenca del río Tizar.	20
2. Clasificación de tierras en los municipios dentro de los cuales queda comprendida la cuenca del río Tizar	22
3. Valor de la producción agropecuaria de los municipios dentro de los cuales queda comprendida la cuenca del río Tizar	22
4. Datos generales de las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar	26
5. Identificación y superficie de las áreas de influencia según los polígonos de Thiessen, para las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar.	32
6. Comparación de las precipitaciones registradas durante 1967 y 1968 con la altitud correspondiente a las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar.	36
7. Resumen estadístico de los datos mensuales y anuales de precipitación en la estación San Cristóbal. Período 1960-1968	37
8. Resumen estadístico de los datos mensuales y anuales de precipitación en la estación Calpulalpan. Período 1967-1968	38
9. Alturas de lluvia registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1967	39
10. Alturas de lluvia registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1968	40
11. Altura media de la lluvia registrada en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Promedio 1967-1968	41
12. Precipitación media en la cuenca del río Tizar utilizando polígonos de Thiessen. Años 1967, 1968 y promedio de ambos.	45
13. Precipitación media en la cuenca del río Tizar utilizando isoyetas. Años 1967, 1968 y promedio de ambos.	47

	Página
14. Comparación de los volúmenes precipitados en la cuenca del río Tizar obtenidos con diferentes procedimientos. Años 1967, 1968 y promedio de ambos.	49
15. Resumen de volúmenes mensuales llovidos en la cuenca del río Tizar. Año 1967	51
16. Resumen de volúmenes mensuales llovidos en la cuenca del río Tizar. Año 1968	52
17. Resumen de volúmenes mensuales llovidos en la cuenca del río Tizar. Promedio 1967-1968.	53
18. Altura de la precipitación y volumen llovido en la cuenca del río Tizar durante las tormentas analizadas correspondientes a los años 1967-1968.	60
19. Datos sobre intensidades de lluvia en las estaciones Cuauila, Límites, Llano Chico y San Cristóbal los días 8 de julio y 27 de agosto de 1967.	63
20. Datos sobre intensidades de lluvias en las estaciones Cuauila, Límites, Llano Chico y San Cristóbal los días 21 de junio y 14 de septiembre de 1968.	64
21. Temperaturas medias mensuales registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1967	68
22. Temperaturas medias mensuales registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1968.	69
23. Promedio de las temperaturas medias mensuales de las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Período 1967-1968.	70
24. Temperatura media de la cuenca del río Tizar utilizando polígonos de Thiessen. Años 1967, 1968 y promedio de ambos	72
25. Temperaturas máximas mensuales registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1967	74
26. Temperaturas máximas mensuales registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1968.	75
27. Promedio de las temperaturas máximas mensuales de las estaciones de la cuenca del río Tizar. Período 1967-1968	76

	Página
28. Temperatura máxima de la cuenca del río Tizar utilizando polígonos de Thiessen. Años 1967 y 1968	78
29. Temperatura máxima maximorum y temperatura máxima media de la cuenca del río Tizar utilizando polígonos de Thiessen. Período 1967-1968	79
30. Temperaturas mínimas mensuales registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1967	81
31. Temperaturas mínimas mensuales registradas en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1968	82
32. Promedio de las temperaturas mínimas mensuales de las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Período 1967-1968	83
33. Temperatura mínima de la cuenca del río Tizar utilizando polígonos de Thiessen. Años 1967 y 1968.	85
34. Temperatura mínima minimorum y temperatura mínima media de la cuenca del río Tizar utilizando polígonos de Thiessen. Período 1967-1968.	86
35. Comparación de las temperaturas medias anuales registradas durante 1967 y 1968 con la altitud correspondiente a las estaciones de la cuenca del río Tizar.	87
36. Oscilación entre temperaturas máximas y mínimas en las estaciones de la cuenca del río Tizar. Años 1967, 1968 y período 1967-1968.	88
37. Altura de evaporación potencial registrada en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1967	92
38. Altura de evaporación potencial registrada en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1968	93
39. Altura de evaporación potencial registrada en las estaciones situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Promedio 1967-1968	94
40. Evaporación potencial media en la cuenca del río Tizar utilizando polígonos de Thiessen. Años 1967, 1968 y promedio de ambos	96
41. Volúmenes de evaporación potencial mensual en la cuenca del río Tizar. Año 1967.	98

	Página
42. Volúmenes de evaporación potencial mensual en la cuenca del río Tizar. Año 1968	99
43. Volúmenes de evaporación potencial mensual en la cuenca del río Tizar. Promedio 1967-1968	100
44. Comparación de las evaporaciones potenciales registradas durante 1967 y 1968 con la altitud correspondiente a las estaciones de la cuenca del río Tizar	101
45. Evapotranspiración real en milímetros calculada por el método meteorológico estadístico-modificado en las estaciones climatológicas situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1967	103
46. Evapotranspiración real en milímetros calculada por el método meteorológico estadístico-modificado en las estaciones climatológicas situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Año 1968	104
47. Evapotranspiración real en milímetros calculada por el método meteorológico-estadístico modificado en las estaciones climatológicas situadas dentro de la cuenca del río Tizar. Promedio 1967-1968.	105
48. Evapotranspiración media real en la cuenca del río Tizar según el método meteorológico-estadístico modificado utilizando polígonos de Thiessen. Años 1967, 1968 y promedio de ambos	108
49. Comparación entre la evapotranspiración real anual según la fórmula de Turc y el método meteorológico-estadístico modificado en las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar para 1967, 1968 y promedio de ambos.	109
50. Evapotranspiración media real en la cuenca del río Tizar según la fórmula de Turc utilizando polígonos de Thiessen. Años 1967, 1968 y promedio de ambos.	110
51. Humedad relativa media diaria. Estación Cuauila, Tlaxcala. Año 1967.	115
52. Humedad relativa media diaria. Estación Límites, Tlaxcala. Año 1967	116
53. Humedad relativa media diaria. Estación Cuauila, Tlaxcala. Año 1968	117
54. Humedad relativa media diaria. Estación Límites, Tlaxcala. Año 1968	118
55. Humedades relativas medias mensuales registradas en la cuenca del río Tizar, años 1967 y 1968	119

	Página
56. Insolación diaria en horas registrada en la estación Cuauila, Tlaxcala. Año 1968	123
57. Velocidad media mensual del viento y dirección de los vientos dominantes. Estación Cuauila, Tlaxcala. Año 1968	124
58. Clasificación climática de las estaciones de la cuenca del río Tizar para el año 1967 de acuerdo con las clasificaciones de Köppen y Emberger	131
59. Clasificación climática de las estaciones de la cuenca del río Tizar para el año 1968 de acuerdo con las clasificaciones de Köppen y Emberger	132
60. Clasificación climática de las estaciones de la cuenca del río Tizar para el período 1967-1968 de acuerdo con las clasificaciones de Köppen y Emberger	133
61. Comparación climática de las estaciones de la cuenca del río Tizar según las clasificaciones de Köppen y Emberger	134
62. Estación hidrométrica Potrerito. Gastos medios diarios en metros cúbicos por segundo y resumen anual. Año 1967	136
63. Estación hidrométrica Potrerito. Gastos medios diarios en metros cúbicos por segundo y resumen anual. Año 1968	137
64. Estación hidrométrica San Marcos. Gastos medios diarios en metros cúbicos por segundo y resumen anual. Año 1967	138
65. Estación hidrométrica San Marcos. Gastos medios diarios en metros cúbicos por segundo y resumen anual. Año 1968	139
66. Estación hidrométrica Jagüey. Gastos medios diarios en metros cúbicos por segundo y resumen anual. Año 1968	140
67. Volúmenes mensuales precipitados y escurridos, y coeficientes de escurrimiento por subcuencas. Cuenca del río Tizar. Año 1968	142
68. Balances hidrológicos correspondientes a las subcuencas del río Tizar. Año 1968	150

FOTOGRAFÍAS	Página
1. Estación climatológica Límites. Distribución general de los aparatos	155
2. Estación climatológica Achichapa. Distribución general de los aparatos	155
3. Estación climatológica San Cristóbal. Distribución general de los aparatos	155
4. Estación climatológica Cuauila. Distribución general de los aparatos	155
5. Estación climatológica San Marcos. Distribución general de los aparatos	156
6. Estación climatológica Estoyitó. Distribución general de los aparatos	156
7. Estación climatológica Sombrerito. Distribución general de los aparatos.	156
8. Estación climatológica Temontitla. Distribución general de los aparatos	156
9. Estación climatológica San José. Distribución general de los aparatos.	157
10. Estación climatológica Corralejo. Distribución general de los aparatos.	157
11. Estación climatológica Llano Chico. Distribución general de los aparatos.	157
12. Estación climatológica Xochihuacán. Distribución general de los aparatos	157
13. Canal El Jagüey, estación hidrométrica. Al fondo el jagüey de Malpais, corresponde al poblado de Cuauila.	158
14. Estación hidrométrica Potrerito. Fotografía tomada desde la margen derecha del río Barranca del Monte. En primer plano se aprecia el limnógrafo y al fondo la casa del aforador.	158



	Página
15. Estación hidrométrica Potrerito. Vista desde aguas abajo. En primer término el puente de aforo, a la izquierda la escala de cemento	158
16. Estación hidrométrica Potrerito sobre el río Barranca del Monte. Puente para realizar el aforo, y a la derecha el limnógrafo.	158
17. Estación hidrométrica Potrerito. Molinete con el que se realiza el aforo de la corriente Barranca del Monte.	159
18. Estación hidrométrica San Marcos. Vista desde aguas abajo del río Tizar. Se aprecia el puente para aforar y el limnógrafo. Esta estación registra los escurrimientos totales de la subcuenca de los ríos Barranca de Tenexcalco y Barranca del Tizar.	159
19. Estación hidrométrica San Marcos. Situada sobre el río Tizar, aguas arriba de su confluencia con el río Barranca del Monte. Fotografía tomada desde la margen izquierda del río Tizar.	159

#### GRAFICAS

1. Curvas de gastos en estaciones Potrerito, Jagüey y San Marcos.	CH-D-6-63	160
2. Comparación de la precipitación en 1967 y 1968	CH-D-6-64	161
3. Curvas de intensidades máximas maximorum. Estación Cuauila	CH-D-6-12	162
4. Curvas de intensidades máximas maximorum. Estación Límites	CH-D-6-15	163
5. Curvas de intensidades máximas maximorum. Estación Llano Chico	CH-D-6-14	164
6. Curvas de intensidades máximas maximorum. Estación San Cristóbal	CH-D-6-13	165
7. Gráficas tipo de temperaturas medias y precipitaciones mensuales. Año 1967	CH-D-6-67	166
8. Gráfica tipo de temperaturas medias y precipitaciones mensuales. Año 1968	CH-D-6-68	167

		Página
9. Gráfica tipo de temperaturas y precipitaciones medias mensuales. Período 1967 y 1968.	CH-D-6-69	168
10. Precipitación, temperatura, evaporación potencial- elevaciones	CH-D-6-57	169
11. Temperatura, precipitación y humedad medias mensuales. Estación Cuauila, Tlaxcala. Año 1968	CH-D-6-59	170
12. Temperatura, precipitación y humedad medias mensuales Estación Límites, Tlaxcala. Año 1968	CH-D-6-60	171
13. Humedad relativa. Estación Cuauila. Años 1967 y 1968	CH-D-6-66	172
14. Humedad relativa. Estación Límites. Años 1967 y 1968	CH-D-6-65	173
15. Variación de la temperatura y la humedad relativa diaria en la estación Cuauila	CH-D-6-62	174
16. Resumen de datos meteorológicos e hidrométricos	CH-D-6-56	175

#### PLANOS

1. Localización de la cuenca del río Tizar dentro de la Cuenca del Valle de México	CH-D-6-74	176
2. Cuenca del río Tizar	CH-D-6-16	177
3. Geología de la cuenca	CH-D-6-17	178
4. Croquis hidrográfico	CH-D-6-61	179
5. Perfil de los principales ríos	CH-D-6-58	180
6. Uso del suelo	CH-D-6-73	181
7. Estaciones climatológicas e hidrométricas	CH-D-6-23	182
8. Polígonos de Thiessen. Año 1968	CH-D-6-24	183
9. Isoyetas para el año de 1967	CH-D-6-20	184
10. Isoyetas para el año de 1968	CH-D-6-29	185

		Página
11. Isoyetas medias anuales. Promedio 1967-1968	CH-D-6-28	186
12. Isoyetas del período húmedo, mayo-octubre, 1967	CH-D-6-22	187
13. Isoyetas del período húmedo, mayo-octubre, 1968	CH-D-6-25	188
14. Isoyetas medias del período húmedo, mayo-octubre, promedio 1967-1968	CH-D-6-30	189
15. Isoyetas del período de estiaje, noviembre-abril, año 1967	CH-D-6-21	190
16. Isoyetas del período de estiaje, noviembre-abril, año 1968	CH-D-6-27	191
17. Isoyetas medias del período de estiaje, noviembre-abril, promedio 1967-1968	CH-D-6-26	192
18. Isoyetas de la tormenta registrada el 8 de julio de 1967	CH-D-6-18	193
19. Isoyetas de la tormenta registrada el 27 de agosto de 1967	CH-D-6-19	194
20. Isoyetas de la tormenta registrada el 21 de junio de 1968	CH-D-6-46	195
21. Isoyetas de la tormenta registrada el 14 de septiembre de 1968	CH-D-6-45	196
22. Isotermas medias, año 1967	CH-D-6-44	197
23. Isotermas medias, año 1968	CH-D-6-32	198
24. Isotermas medias, promedio 1967-1968	CH-D-6-31	199
25. Isotermas máximas, año 1967	CH-D-6-43	200
26. Isotermas máximas, año 1968	CH-D-6-35	201
27. Isotermas máximas maximorum, período 1967-1968	CH-D-6-36	202
28. Isotermas máximas, promedio 1967-1968	CH-D-6-37	203

		Página
29. Isotermas mínimas, año 1967	CH-D-6-42	204
30. Isotermas mínimas, año 1968	CH-D-6-38	205
31. Isotermas mínimas minimorum, período 1967-1968	CH-D-6-33	206
32. Isotermas mínimas, promedio 1967-1968	CH-D-6-34	207
33. Curvas de evaporación potencial, año 1967	CH-D-6-41	208
34. Curvas de evaporación potencial, año 1968	CH-D-6-39	209
35. Curvas de evaporación potencial, promedio 1967-1968	CH-D-6-40	210
36. Evapotranspiración real, año 1967	CH-D-6-71	211
37. Evapotranspiración real, año 1968	CH-D-6-70	212
38. Evapotranspiración real, promedio 1967-1968	CH-D-6-72	213
39. Curvas de igual evapotranspiración real según Turc, año 1967	CH-D-6-47	214
40. Curvas de igual evapotranspiración real según Turc, año 1968	CH-D-6-48	215
41. Curvas de igual evapotranspiración real según Turc, promedio 1967-1968	CH-D-6-53	216

\* La clasificación de las gráficas y de los planos pertenece a la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.

## PALABRAS PRELIMINARES

Este estudio representa una colaboración del Instituto de Geografía de la UNAM a la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Fue hecho con la autorización y bajo los lineamientos de dicha Comisión, empleando dos años aproximadamente, para su elaboración total.

En el transcurso de la realización de esta investigación participaron varias personas, quienes de una u otra manera contribuyeron para que el estudio resultara lo más completo posible. De la Oficina de Hidrología de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México los señores Alfredo Villalpando y Alfonso Greenham A., quienes proporcionaron todos los datos de las estaciones climatológicas e hidrométricas así como la información complementaria y necesaria, el señor Rodolfo Cota G., quien tuvo a su cargo la revisión y mejoramiento de todos los planos de isopletas; el señor Mario Messerve que se ocupó del dibujo cartográfico; la señora Luz María Rico E., quien ayudó con trabajos de mecanografía preliminares; el señor ingeniero Dieter Kraemer M., jefe de la Oficina, a cuyo cuidado estuvo la secuencia y revisión del trabajo y quien además sugirió interesantes aportaciones, y el señor ingeniero Fernando del Río R., jefe de la Oficina, quien revisó y aprobó el presente estudio y sugirió algunas modificaciones. Del Instituto de Geografía de la UNAM, la señora Ma. del Carmen Medina quien realizó el trabajo final de mecanografía y la señora Rosa Sibata ayudante, la señorita Esthela Pons que se ocupó del trabajo de fotografía cartográfica y de la reducción de las gráficas y de algunas tablas, y el señor Wilfrido Ayala quien ayudó con el trabajo de dibujo.

Por otra parte, la Comisión de Sinodales del Colegio de Geografía designada por la Dirección de Estudios Superiores de la Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, quienes revisaron y dieron su voto aprobatorio a este estudio para optar por el grado de

Doctor en Geografía. La Comisión se integró por las siguientes personas: Doctor Jorge A. Vivó Escoto, Maestra Dolores Riquelme de Rejón, Maestro Jorge Rivera Aceves, Doctor Felipe Guerra Peña, Maestra Irene Alicia Suárez Sarabia, Doctor Genaro Correa Pérez y Doctora Silvana Levi de López.

## INTRODUCCION

El estudio de las cuencas hidrográficas es importante, ya que éstas constituyen unidades geográficas en las que el desarrollo de las mismas se realiza de acuerdo con los recursos naturales existentes y las condiciones físico-geográficas de la región.

En los últimos años se ha puesto gran atención en las llamadas cuencas experimentales (12), que son aquellas que cuentan con adecuados equipos de instrumentos para efectuar determinados estudios que implican la investigación de métodos, fenómenos o relaciones para el proyecto de planes futuros. Esas cuencas experimentales también pueden ser representativas de otras cuencas de condiciones similares, a las que se puede aplicar los resultados obtenidos, aunque cuando se hacen estudios con este último fin, se les denomina cuencas representativas.

Entre algunos de los propósitos de las cuencas hidrográficas experimentales, se pueden señalar los siguientes:

1) Medida y estudio de varios elementos del ciclo hidrológico con objeto de conocer el movimiento y almacenamiento del agua en condiciones naturales.

2) Aplicación de varios métodos para la cuantificación de un mismo fenómeno, con el objeto de compararlos y perfeccionarlos.

3) Comprobación de métodos indirectos empleados para la cuantificación de determinado fenómeno con objeto de emplearlos con más seguridad en cuencas en las que no se cuenta con la información necesaria.

4) Estudios de interrelación entre suelo, agua y vegetación con el fin de mejorar el uso de los mismos, y encontrar datos acerca de las relaciones entre suelo, uso del suelo y calidad del agua.

5) Efectos que producen las distintas especies de vegetación en las características de escurrimiento y la erosión.

6) Estudios del agua que genera una cuenca a base de distintos tratamientos, encaminados a probar varios tipos de cubierta vegetal y de uso del suelo.

7) Estudios acerca de la relación entre lluvia y escurrimiento para predecir en un momento dado el escurrimiento producido por una tormenta.

8) Desarrollo, aplicación y evaluación de las prácticas de rehabilitación con objeto de deducir el peligro de las grandes avenidas.

9) Investigaciones acerca del equilibrio de los recursos naturales (suelo, agua, vegetación, vida animal y otras), con el fin de crear áreas recreativas.

10) Desarrollo de métodos para predecir los efectos de la construcción, así como de la deforestación en el escurrimiento y erosión, con objeto de llevar a cabo las construcciones y la explotación forestal adecuadamente.

11) Desarrollo de métodos mejores y más económicos para realizar inventarios hidrológicos.

12) Investigación y aplicación de métodos para evaluar la cantidad de agua que contribuye a los depósitos subterráneos, así como para la localización de éstos.

13) Investigaciones del escurrimiento con respecto a diferentes parámetros: geomorfología, geología, climatología, etc.



14) Estudios para conocer el comportamiento hidrológico de las cuencas con respecto a su área y localización geográfica.

15) Estudios sobre el agua de riego en cuanto a la calidad de las aguas al regresarlas a las corrientes, después de habersido utilizadas, y a la cantidad necesaria de acuerdo con los cultivos regados.

16) Aplicación de métodos para mejorar la calidad del agua y el habitat acuático en los ríos y depósitos.

En México, los estudios hidrológicos en cuencas experimentales se iniciaron en la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Como el nombre de la Comisión lo indica, la unidad hidrográfica de la que se ocupa es la cuenca del Valle de México, denominada de esta manera debido a que drena el agua de los declives interiores de las sierras que la limitan.

Los estudios e investigaciones que se llevan a cabo en esta Comisión están encaminados a obtener un mejor conocimiento de los recursos hidrológicos, tanto superficiales como subterráneos de las distintas subcuencas que forman parte de la cuenca del Valle de México, todo ello con el fin de lograr una mejor planeación para el aprovechamiento de dichos recursos y como consecuencia una mayor utilidad de los mismos.

La presente investigación forma parte de los estudios de la cuenca del Valle de México, ya que como posteriormente se dice, la cuenca del río Tizar pertenece a dicha cuenca y vierte sus aguas, por medio artificial, en el río de Las Avenidas de Pachuca, el cual finalmente llega hasta el lago Zumpango.

En lo que a cuencas experimentales y representativas se refiere, la cuenca del río Tizar es la segunda en su tipo, pues inicialmente, la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México escogió una pequeña cuenca experimental,

la del río Milpa Alta situada en el sur de la cuenca del Valle de México, en la que a partir de 1962 se iniciaron una serie de observaciones y registros de los elementos del ciclo hidrológico y de sus interrelaciones, a fin de estimar su balance hidrológico y determinar, lo más aproximadamente posible, la magnitud de la evapotranspiración en la zona de basaltos fracturados de la sierra Chichinautzin.

Una vez terminados esos estudios se eligió una segunda zona, la cuenca del río Tizar, en el noreste de dicha cuenca, en la que a partir de 1967 se iniciaron los trabajos necesarios para efectuar la observación y registro de los distintos elementos meteorológicos al igual que en el río Milpa Alta, para la determinación de cada una de las partes que integran el ciclo hidrológico. A diferencia de la cuenca anterior, ésta se encuentra localizada en condiciones geológicas diferentes, donde predominan andesitas, de menor permeabilidad.

En el presente estudio sobre el río Tizar se analizan los datos meteorológicos e hidrométricos correspondientes a los primeros dos años de observación (1967-1968), aun cuando para algunos fenómenos, los datos del año 1967 están incompletos, por no haberse terminado la instalación de algunas estaciones climatológicas. Entre esas pueden citarse: vientos, insolación e hidrometría, los cuales, sin embargo, se incluyen en este trabajo como información complementaria. Debido a que las estaciones hidrométricas empezaron a funcionar a mediados de 1967, únicamente los datos del año 1968, se pudieron analizar en todos sus aspectos para conocer la cantidad de agua correspondiente a cada fase del ciclo hidrológico; por lo tanto, los resultados del balance sólo se refieren al año 1968. Sin embargo, por considerarse de utilidad e interés, se examina la información que se obtuvo en 1967.

Los resultados a los que aquí se llega después de analizar y tratar la información del bienio estudiado, y en particular la del año 1968, se consideran co-

mo preliminares, sujetos a comprobación de acuerdo con los estudios posteriores que se harán en la cuenca del río Tizar, cuando se disponga de datos de un mayor número de años así como de los registros de los evapotranspirómetros instalados en las estaciones de Cuauila y San Marcos.

Finalmente, se considera importante hacer notar el interés que representa este tipo de estudios para el campo de la geografía, en especial en su parte física. Aparentemente se trata de trabajos especializados, sin embargo, encierran una serie de métodos y conclusiones íntimamente ligados a la geografía. Como se verá a lo largo del desarrollo de esta investigación, para efectuar un estudio hidrológico, en este caso el balance hidrológico de una cuenca, es necesario estudiar una serie de elementos hidrometeorológicos cuyo comportamiento en el espacio y en el tiempo obedece esencialmente a razones geográficas. Una vez que se conoce la distribución en el espacio y en el tiempo de dichos elementos, es necesario analizarlos en relación con una serie de factores referentes a la zona de estudio, tales como el relieve, uso del suelo, situación geográfica y otros, para poder entender las causas que motivan esa distribución, y así, de una manera más firme, establecer relaciones y conclusiones.

Por otra parte no sólo se relaciona con la geografía el estudio hidrológico particular de una cuenca experimental o representativa, sino también con la aplicación de los métodos, por ella empleados, en regiones o cuencas que presenten las mismas características y condiciones de la cuenca en que se llevó a cabo el estudio, y para decidir si las cuencas muestran las mismas características y condiciones físicas es necesario emplear los principios de la geografía: de extensión, relación y causalidad.

La importancia de esta clase de estudios dentro del campo de la Geo-

grafía Aplicada, es indudable, ya que después de varios años de investigación se obtienen conocimientos precisos de los recursos hidrológicos, lo que permite realizar un mejor aprovechamiento y planeación de ellos en función de las necesidades y condiciones de la región de que se trate.

## 1. CUENCA DEL RIO TIZAR

### 1.1. SITUACION Y DESCRIPCION

#### 1.1.1. Localización y límites.

La cuenca del río Tizar se encuentra situada en la parte centro-oriental de la Cuenca del Valle de México (véase plano No. CH-D-6-74 pág. 176), cerca de la divisoria de las aguas general de la cuenca y aproximadamente en el sitio en el cual las sierras de Patlachique y Calpulalpan forman un ángulo de  $90^{\circ}$  aproximadamente, por lo cual está localizada dentro de la Zona Hidrológica IX (Apan).

La cuenca en estudio no pertenece de manera natural a la Cuenca del Valle de México, ya que en condiciones vírgenes desaguaba en la laguna de Apan; sin embargo, por medio de obras artificiales, la corriente ha sido desviada por un canal que conduce sus aguas al río Papalotla, afluente del río de las Avenidas, llegando finalmente a la Laguna de Zumpango (plano No. CH-D-6-74 pág. 176).

Incorporada de esta forma al Valle de México, se puede decir que la posición geográfica de la cuenca del río Tizar queda comprendida aproximadamente entre los  $19^{\circ}30'00''$  y los  $10^{\circ}40'15''$  de latitud norte y los  $98^{\circ}38'30''$  y los  $98^{\circ}42'30''$  de longitud oeste, así como entre las coordenadas ortogonales N-11, N-29, y E-51 y E-59 con respecto a Tacubaya.

El plano CH-D-6-16 de la pág. 177 muestra la cuenca en estudio, y fue formado con las hojas 14Ch-59 y 53 carta a Escala 1:25 000 (1) de la Secretaría de la Defensa Nacional, complementadas con fotografías aéreas Escala 1:50 000.

Sus coordenadas están referidas a Tacubaya.

Limita al norte con la divisoria de las aguas que la separa del río de Las Avenidas de Pachuca, al sur con la que la separa de las cabeceras de la cuenca del río Calpulalpan y del arroyo Xalistaca, al oeste con la divisoria de las cuencas de los ríos San Juan Teotihuacán y Papalotla y, al oriente, con la de la cuenca del río Calpulalpan.

### 1.1.2. Extensión, forma y tipos de drenaje.

La cuenca del río Tizar abarca toda la parte drenada por los formadores del río principal hasta donde éstos integran propiamente el río Tizar y se encuentran las estaciones hidrométricas de la cuenca. La superficie total es de 81.6 Km<sup>2</sup>.

La cuenca tiene una forma burda de huso, cuyos extremos o vértices se hallan hacia el norte y sur. El eje norte-sur tiene una longitud aproximada de 18 Km y el correspondiente, en dirección este-oeste, es de 7.5 Km, aproximadamente.

El drenaje tiene una orientación general de suroeste a noreste y se manifiesta superficialmente en la mayor parte de la cuenca, excluyendo la sección norte, donde seguramente es subterránea. Por esta razón y con objeto de estudiar mejor el comportamiento del agua, la cuenca fué dividida en dos subcuencas, de acuerdo con las características de cada una de ellas. Estas dos subcuencas son la del río Barranca del Monte y la de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar que ocupan un área de 31.1 Km<sup>2</sup> la primera y de 50.5 Km<sup>2</sup> la segunda.

Con respecto al relieve de la cuenca, en general, éste es más accidentado en la parte sur, donde se alcanzan las máximas elevaciones. En efecto, en el extremo sur de la divisoria de la cuenca se localiza el cerro Tierra Blanca con una altitud de 3 290 msn\*, que corresponde a la máxima elevación de la zo-

\* Según curvas de nivel.

na en estudio. La parte baja, a una elevación de 2 590 m s.n.m. se encuentra en la confluencia del río Barranca del Monte y del río Tizar.

### 1.1.3. División política y comunicaciones

Desde el punto de vista de la división política, esta cuenca está situada, en su mayor extensión, dentro del Estado de Tlaxcala, abarcando también parte de los Estados de Hidalgo y México. Las poblaciones principales de ella son: Santiago Cuauila, San Cristóbal y Xochihuacán.

Como medio de comunicación terrestre más corto con la ciudad de México, se dispone de la carretera que va de ésta a Apizáco, pasando por Texcoco y Calpulalpan como puntos principales. El centro de la cuenca queda aproximadamente a 67 Km de la capital. Del tramo de esta carretera que queda comprendida dentro de la región en estudio, parte un camino no pavimentado, de 3 Km de longitud, que conduce a Cuauila ( población más importante); además existen caminos secundarios y veredas, los cuales dan acceso a los demás poblados dentro de la cuenca.

## 1.2. GEOLOGIA

La geología superficial de la cuenca del río Tizar y de sus zonas vecinas, queda reproducida en el plano CH-D-6-17 de la pag. 178. Fué preparado a partir del mapa geológico de la Cuenca del Valle de México y zonas colindantes ( 2,3); la parte correspondiente a la zona en estudio fué levantada por Federico Mooser.

Las formaciones geológicas de la cuenca del río Tizar, como se puede ver en el plano antes mencionado, corresponden a la era Cenozoica, en su mayor parte, es decir a los períodos plioceno y pleistoceno y holoceno.

El extremo sur de la cuenca comprende las series andesíticas de la sierra de Las Cruces y la sierra Nevada (Tptl) que forman las bases de las cadenas

montañosas que limitan la Cuenca del Valle de México al este y oeste, así como el núcleo de varias sierras dentro de la cuenca, entre ellas la de Patlachique, que es donde se inicia el río Tizar. Esta formación está representada por tobas, conglomerados y brechas, así como de lavas de composición petrográfica muy variada; y tiene la característica de ser impermeable.

En otra fracción, localizada en la parte sur de la cuenca, comprendida desde la margen derecha del arroyo de El Salto, se encuentra la formación Tarango Inferior (Tpt) del Plioceno, con una permeabilidad media y formada por abanicos aluviales, lahares, aludes ardientes, conglomerados, horizontes de suelos y pómez. La característica más notable de esta formación geológica es el estado caótico en el que aparecen depositados los materiales que la constituyen, cementados por una base lodosa.

De la margen izquierda del río de El Santo hacia el norte, se localizan tres formaciones geológicas, atendiendo al relieve:

Las zonas elevadas del terreno pertenecen a la serie volcánica basáltico-andesítica (Qbc) del pleistoceno, formadas por conos cineríticos.

Circundando a los conos cineríticos, se encuentra la serie volcánica basáltico-andesítica (Qb) del pleistoceno, constituida por lavas y tobas interestratificadas. Esta formación es de características muy permeables, sobre todo en la zona norte de la cuenca, donde no existe drenaje superficial. Tiene esta región un buen potencial geohidrológico, ya que se localiza dentro de la zona del fracturamiento Chapala-Acambay donde, gracias a los movimientos tectónicos, irrumpieron las lavas formando zonas de malpaís con gran capacidad de infiltración.

En las partes más bajas de la cuenca se encuentra la formación geológica constituida por depósitos aluviales, lacustres y clásticos (Qc) correspondien-



te al período pleistoceno, con características de permeabilidad baja.

En conclusión, puede observarse que la mayoría de las formaciones geológicas de la cuenca están constituidas por material sedimentario piroclástico, dada su situación dentro de la región volcánica más importante de México y variando su permeabilidad, en general, de acuerdo con las antigüedades de la formación.

### 1.3 OROGRAFIA

La cuenca objeto de estudio se encuentra situada en el declive oriental de la Sierra de Patlachique y sus estribaciones, en un terreno francamente volcánico.

La Sierra de Patlachique forma parte de las estribaciones norte de las Sierras Nevada y Río Frío; está constituida en su núcleo por las series andesíticas de las mismas sierras. En el período pleistoceno, debido a la gran actividad volcánica que se desarrolló en esta zona, fue cubierta por lavas y tabas (malpaís) y existen varios conos cineríticos, restos de dicha actividad volcánica.

La cuenca del río Tizar limita al norte con una serie de lomeríos que la separan de la cuenca del río Papalotla, afluente del río de las Avenidas y, al oriente, de la cuenca del río Calpulalpan por una cresta que forma parte de la Sierra de Calpulalpan.

Las altitudes de la cuenca varían entre un máximo de 3 290 m s n m y un mínimo de 2 590 m. La pendiente media de la cuenca es de 209/1000 m, de acuerdo con el método de Horton (4).

En la parte media y noreste de la cuenca en cuestión se localizan los conos cineríticos de la serie volcánica basáltico-andesítica. Entre ellos se pueden citar:

<u>Cerro</u>	<u>Altitud*</u> m s n m	<u>Cerro</u>	<u>Altitud*</u> m s n m
Tierra Blanca	3 290	Mesas Quebradas	3 030
Soltepec	3 110	Del Rayo	3 020
Cuello	3 080	Mesa de Guerrero	3 020
Colorado	3 070	La Cantera	3 000
Cuilotepec	3 030	De Enmedio	3 000
Chame	3 030	Del Bosque	3 000
El Galo	3 000	Coajomulco	2 890
Coloradito	2 970	Tenextipa	2 880
Toronjil	2 940	Del Hongo	2 860
Bandera	2 910	Paraíso	2 810
Tlalpalo	2 910	Del Estoyo	2 740

#### 1.4 HIDROGRAFIA

##### 1.4.1 Descripción y subcuencas

La parte de la cuenca del río Tizar, abarca esencialmente las corrientes que forman las cabeceras del río Tizar.

Tal como se puede ver en el plano CH-D-6-16 de la pág. 177 el drenaje de la cuenca es superficial en las partes sur y media, mientras que en la norte no hay cauces bien definidos, por lo cual sólo existen manifestaciones rudimentarias de escurrimiento superficial. Por tal motivo, la cuenca se ha dividido en dos subcuencas: la de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar y la del río Barranca del Monte.

En la primera de ellas tal como su nombre lo indica, las dos corrientes principales son los ríos Barranca de Tenexcalco y Barranca del Tizar. En la

\* Altitud de acuerdo con curvas de nivel.

parte alta este último se llama río de El Salto y en la zona es donde ya recibe el nombre de Tizar y a él convergen todos los ríos de la cuenca principal ( véase croquis hidrográfico en el plano CH-D-6-61 pag. 179.

El río Barranca Tenexcalco tiene una longitud aproximada de 9 km desde su nacimiento ( a una altitud de 2 890 msnm), hasta su desembocadura en el río Tizar, a una elevación de 2 600 msnm de manera que cada 1 000 m tendría un desnivel promedio de 32.2 m. lo que equivale a una pendiente media de  $S = 0.0322$ .

El río Tizar ( o del Salto) tiene un recorrido de 9.5 km desde su lugar de origen ( a 2 880 msnm), hasta la estación hidrométrica Tizar, localizado aproximadamente a 2 590 msnm, sitio en el cual se registran los escurrimientos de la subcuenca a la que pertenece. Su pendiente media es aproximadamente de 30.4 m/1000 m, semejante a la del río Barranca Tenexcalco.

Estas corrientes tienen, a su vez, afluentes constituidos por arroyos de importancia secundaria. Entre ellos el más notable es el Barranca del Bosque que pasa al sur del poblado de Cuauila y desemboca al río Tizar en su margen izquierda. Por otro lado, debido a la poca separación que existe entre las dos corrientes principales de esta subcuenca, el río Barranca Tenexcalco recibe la mayor parte de los afluentes por su margen derecha y el del Tizar por su margen izquierda.

En la segunda subcuenca la corriente principal es el río Barranca del Monte. Este también recibe varios afluentes, en su mayoría por su margen derecha, ya que al norte es donde el suelo tiene características de permeabilidad muy favorables a la infiltración y, por lo tanto, el escurrimiento es subterráneo. Este río unos 8.5 km desde una elevación de 2 850 msnm. hasta la estación hidrométrica Potrerito ( 2 580 msnm), donde se registran los escurrimientos superficiales de esta segunda subcuenca, lo que equivale a una pendiente media de  $S = 0.0318$ . En el plano CH-D-6-5 pag. 180 se muestran, en forma gráfica, las pendientes de los ríos antes mencionados.

#### 1.4.2. Características hidrológicas generales.

Todas las corrientes de la zona nacen en la Sierra de Patlachique y fluyen por su vertiente oriental; todas ellas son de régimen torrencial y los escurrimientos que registran se presentan en forma de avenidas después de lluvias intensas correspondientes al período húmedo, que abarca de mayo a octubre inclusive, como ocurre en casi todo el país.

En la subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y Tizar la red fluvial se encuentra más desarrollada que en la del río Barranca del Monte. Esto se debe, como ya se indicó en páginas anteriores, a las formaciones geológicas que constituyen el terreno de la zona estudiada, ya que en la primera subcuenca éstas son más impermeables por lo que el escurrimiento superficial tiene mayor importancia, mientras que en la segunda son bastante permeables siendo, consecuentemente, la infiltración más preponderante.

#### 1.5. CLIMA

Entre los sistemas de clasificación climática más empleados por su rigurosidad científica y sencillez está el de Koeppen, y de acuerdo con esta clasificación, existen cartas de climas para la totalidad de la cuenca del Valle de México (5). Analizando dichos planos se observa que, en condiciones medias, la cuenca del río Tizar queda comprendida dentro del clima Cwbg, es decir, templado húmedo moderado, con la época de lluvia en verano y con el máximo de temperatura media mensual registrado antes del solsticio de verano.

El clima templado moderado se debe a la altitud a la que se encuentra la cuenca y por lo cual, a pesar de localizarse a una latitud baja, las temperaturas no son muy altas.

La temporada de lluvia se presenta en el verano, ya que el Valle de

México y por tanto, la cuenca estudiada, se encuentran afectadas en esa época por lluvias, producto de la influencia de la convección ecuatorial, debido al desalojamiento del ecuador térmico hacia el norte, así como por precipitaciones formadas por las perturbaciones ciclónicas que ocurren a fines del verano y principios del otoño.

En invierno también se tienen lluvias causadas por la influencia de los frentes fríos, llamados nortes ; sin embargo, aunque es más continua esta precipitación que la del verano, es muy inferior en cantidad.

Como el presente estudio se refiere a dos años ( 1967-1968), se clasificaron los climas de las estaciones meteorológicas situadas dentro de la cuenca; por tener un interés especial, el análisis microclimático detallado se incluye posteriormente en el capítulo IX.

## 1.6 SUELOS

Con respecto a este tema poco se puede decir de la cuenca en estudio, ya que las investigaciones edafológicas detalladas, no se han llevado a cabo todavía.

Sin embargo, de manera general es posible mencionar, por lo observado, que dada la topografía de la región pocos son los lugares donde puede haber suelos adecuados a las actividades económicas, ya que parecen ser poco profundos y fácilmente erosionables.

La actividad agrícola se desarrolla en las regiones de menor pendiente localizadas en la zona norte de la cuenca y en aquellas comprendidas entre las partes bajas de los ríos que forman el Tizar, áreas de sedimentación donde los suelos tienen más facilidad para desarrollarse.

No existen medidas de conservación del suelo de la cuenca. Las zonas altas donde se desarrolla una vegetación de bosque mixto, están desforestadas en

parte, lo cual contribuye a la erosión y, por consiguiente, a un mayor empobrecimiento de la región.

### 1.7 USO DEL SUELO

La superficie que comprende la cuenca del río Tizár se encuentra ocupada por bosques mixtos y cultivos; estos cubren al terreno sólo durante una parte del año.

La vegetación de bosque se localiza, como es natural y frecuente, en las partes de mayor elevación en la cuenca y abarca una superficie aproximada de 42 km<sup>2</sup>. Es necesario hacer notar que varias zonas, antes ocupadas por bosques, fueron taladas para abrirlas al cultivo y actualmente han sido afectadas por la erosión.

La agricultura se desarrolla, como se indicó en páginas anteriores, en las zonas de menos pendiente así como en las partes bajas. No existe, como es de suponerse dadas las condiciones geográficas de la región, gran variedad de cultivos; el maíz, la cebada y el maguey pulquero, son los principales. Existen huertas domésticas en las que se cultivan hortalizas para manutención, pero ocupan tan poca extensión que no son de interés económico.

En el plano CH-D-6-73 de la pág. 181 se muestra la distribución en la cuenca de los diferentes tipos de vegetación. Las tierras dedicadas a la actividad agrícola son de temporal, es decir, se aprovecha la precipitación del período húmedo. El maíz se siembra en abril y se cosecha en octubre, generalmente, y la cebada de mayo a septiembre.

El área cultivada comprende aproximadamente 39.60 km<sup>2</sup>.

## 1.8 ABASTECIMIENTO DE AGUA.

El abastecimiento de agua en las poblaciones de la cuenca se efectúa utilizando directamente el agua de lluvia, ya que las condiciones de la región dificultan el aprovechamiento del escurrimiento superficial de las corrientes y no se explota el agua que puede obtenerse de los estratos subterráneos.

Cerca de la población Santiago Cuauila existe un depósito, el jagüey de Malpaís, en el que se almacena tanto el agua precipitada como la derivada del río Barranca del Monte durante el período húmedo. Esto se hace con el fin de abastecer a la población para todas sus necesidades durante el año; en los demás poblados existen depósitos domésticos (verdaderos charcos), con el objeto de almacenar pequeñas cantidades de agua de lluvia y no carecer de ella durante el año. En muchas ocasiones, especialmente cuando el agua almacenada no es suficiente o se presentan años secos, los habitantes de los poblados de la cuenca se ven obligados a traer el líquido de poblaciones vecinas, donde sí existen sistemas de abastecimiento de agua potable.

## 1.9 CRECIMIENTO Y NIVEL ECONOMICO DE LA POBLACION

La cuenca del río Tizar, dadas sus condiciones geográficas, es una zona pobre desde varios puntos de vista. Ya al hablar de su climatología e hidrografía, se señaló lo poco favorecido que se encuentra con respecto a estos aspectos, que son de gran importancia para el desarrollo económico de una región.

La población establecida en la cuenca confirma lo anteriormente dicho. Para fines ilustrativos, se presentan en la Tabla No. 1 el número de habitantes que corresponde a cada uno de los poblados más importantes situados dentro de la cuenca, para los años 1950 y 1960.

TABLA No. 1

DATOS ESTADISTICOS DEL NUMERO DE HABITANTES EN LAS POBLACIONES LOCALIZADAS EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR

Población	Categoría	Numero de Habitantes		Incremento %
		1950	1960	
El Colorado	Rancho	Censado con otra localidad	83	
San Cristóbal Zacacalco	Col. Agrícola	121**	135	12.40
San Cristóbal Zacacalco	Hacienda		1	
San Marcos Guaquilpan*	Pueblo	462	587	27.06
Santiago Cuauila	Pueblo	875	808	-8.30
Xochihuacán	Hacienda	No aparece en el censo	14	

\* Población situada fuera de la cuenca de estudio, pero muy próxima a ella.

\*\* Censadas en conjunto en el año de 1950.

Como puede observarse, son muy pocas las poblaciones situadas dentro de la cuenca y éstas, además, son de escasa importancia, ya que ninguna llega a tener 1 000 habitantes. La población total de la cuenca es menor de 2 000 habitantes, cifra muy inferior a la señalada para que una población se considere como urbana, lo que significa que aún concentrando a todos los habitantes de la cuenca en una sola población, ésta seguiría teniendo el carácter de rural. Esto es explicable por las condiciones físicas existentes en la cuenca, las cuales limitan el tipo de actividad de los habitantes. La falta de agua, factor principal, obliga a los pobladores a realizar una agricultura de temporal o a explotar los recursos naturales que bajo estas



condiciones puede haber y que en este caso se reducen a uno: el maguey, planta que se desarrolla en zonas de suelos pobres y de poca humedad.

Todos los productos que se obtienen en la cuenca son de los llamados de manutención.

En vista de las pocas o nulas posibilidades de progreso en la región, los habitantes han ido emigrando a otras zonas en busca de un mejor nivel de vida. Esto se nota comparando los datos de los censos de 1950 y 1960 (véase Tabla No. 1 anterior). En Santiago Cuauila, el pueblo más importante de la cuenca, disminuyó la población de 875 habitantes en 1950 a 808 en 1960, o sea en un 8.30 % y aunque en los otros poblados aumentó el número de habitantes, por ejemplo en San Cristóbal y San Marcos los incrementos fueron de 12.40 % y 27.06 %, respectivamente; se puede decir que la región, no ha progresado y únicamente trata de mantener su nivel.

Para dar una idea de la clasificación de las tierras de la cuenca y de los productos que en ellas se obtienen, a continuación se exponen en las Tablas Nos. 2 y 3, los datos del IV Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal, 1960 (8) para los municipios dentro de los cuales queda comprendida la cuenca. Desde luego que no toda la superficie de los municipios pertenece a la zona en estudio, pero la totalidad de los productos refleja las características que en ella prevalecen a este respecto.

Las tierras de labor, son en su totalidad de temporal y las superficies dedicadas a cultivo de agaves son considerables. Los cultivos básicos de manutención son el maíz, el frijol intercalado y la cebada.

Dadas las condiciones climatológicas y edafológicas, existe un cultivo que adquiere importancia: el maguey, el cual se emplea únicamente para la elaboración de pulque. Se puede decir que, económicamente, esto es lo que sostie-

TABLA N.º 2  
 CLASIFICACION DE LAS TIERRAS EN LOS MUNICIPIOS DENTRO DE LOS CUALES  
 QUEDA COMPRENDIDA LA CUENCA DEL RIO TIZAR

MUNICIPIO	TIERRAS DE LABOR					PASTOS EN LLANURAS Y CERROS	BOSQUES	INCULTAS PRODUCTIVAS	IMPRODUCTIVAS
	SUMA	RIEGO	JUGO O HUMEDAD	TEMPORAL	FRUTALES Y AGAVES				
	SUPERFICIE EN HECTAREAS								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Calpulalpan, Tlax.	15 428	2	2	13 201	2 213	4 958	4 432	627	762
Otumba, Edo. de México.	7 488	-	-	6 550	938	3 391	1 695	867	1 931
Emiliano Zapata, Hgo.	4 235	-	-	3 917	318	2 168	-	147	

Datos tomados de la referencia bibliográfica (8)

TABLA N.º 3  
 VALOR DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA DE LOS MUNICIPIOS DENTRO DE LOS CUALES  
 QUEDA COMPRENDIDA LA CUENCA DEL RIO TIZAR

MUNICIPIO	VALOR TOTAL	CULTIVOS	FRUTALES Y PLANTACIONES	BEBIDAS ALCOHOLICAS	FIBRAS	TIERRAS INCULTAS PRODUCTIVAS	VALOR DE LA PRODUCCION FORESTAL	VALOR DE LOS PRODUCTOS ANIMALES								
									MILES DE PESOS							
									(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Calpulalpan, Tlax.	13 518	6 181	-	6 675	-	-	-	662								
Otumba, Edo. de México	6 337	1 795	1	3 572	-	-	-	969								
Emiliano Zapata, Hgo.	3 630	1 808	-	1 678	-	-	-	144								

Datos tomados de la referencia bibliográfica (8)

ne a la población de la cuenca y claramente se ve su importancia en la Tabla No 3, referente al valor de la producción, observándose que más de la mitad del valor de la producción agrícola corresponde al pulque.

Por lo que se refiere al ganado, la Tabla No. 3 ( Col. 10) no dice mucho con respecto al existente en la cuenca, ya que son tan pocas y tan pequeñas las poblaciones, que el ganado, al igual que la agricultura, se utiliza para la manutención local.

## II. ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS DE LA CUENCA DEL RÍO TIZAR

### 2.1. CLIMATOLÓGICAS

Con el objeto de obtener los datos necesarios para el estudio hidrológico, se instalaron un total de 13 estaciones climatológicas sobre la superficie total de la cuenca ( 81.6 Km<sup>2</sup>), para disponer así de un panorama, lo más completo posible, de las características meteorológicas y climatológicas de la cuenca del río Tizar.

Antes de iniciarse los estudios ya existía una estación en la cuenca localizada en la hacienda de San Cristóbal, la cual fue instalada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en el año de 1960.

Con el fin de distribuir adecuadamente las nuevas estaciones climatológicas se utilizaron las cartas altimétricas de la región, así como fotografías aéreas. El emplazamiento de las mismas se hizo tomando en consideración las altitudes y una adecuada exposición a los diversos elementos meteorológicos. Posteriormente se efectuó el reconocimiento en helicóptero de los sitios, con objeto de relocalizarlas en los lugares precisos.

De esta manera quedaron distribuidas convenientemente las 13 estaciones en la cuenca del río Tizar, variando en altitudes desde los 2 590 m.s.n.m. que corresponde a la parte más baja hasta los 3 100, perteneciente a las regiones más altas, de tal manera que son representativas de las características climatológicas de las distintas porciones de la cuenca. Se consideró que los datos de las estaciones altas son de sumo interés, especialmente en lo que se refiere a valores de precipitación y evaporación potencial, no sólo en el caso específico de esta cuenca, sino también para toda la porción noreste de la cuenca del Valle de México, debido a

que en esta última hay muy pocas estaciones a esas altitudes.

En el plano CH-D-6-23 de la pag. 182 se presenta la distribución de las estaciones climatológicas. Con un área total de la cuenca del río Tizar de  $81.6 \text{ km}^2$  y 14 estaciones climatológicas, se tiene una densidad de una estación por cada  $5.83 \text{ km}^2$ .

La distribución general de los aparatos en las estaciones, tales como abrigo termométrico, pluviómetro y otros, se hizo siguiendo las normas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Por otro lado, las personas que se hacen cargo de las estaciones efectúan una observación al día, a las 8 am, y han sido instruidas especialmente para ello.

El acceso a las distintas estaciones es fácil en la mayoría de los casos, ya que gran parte de éstos quedan muy cerca, ya sea de la carretera México-Apizaco la cual, como ya se dijo, atraviesa la cuenca, o de algunos de los diversos caminos secundarios. Casi la totalidad de las diez estaciones, se encuentra fuera de los poblados, por lo que fué necesario construir, además, una casa para el observador. Las estaciones restantes quedaron situadas en poblaciones o haciendas: San Marcos, San Cristóbal, Xochihuacán y Cuauila. En ésta última se encuentra la oficina de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en la cuenca de estudio, y en ella se concentran los datos mensuales observados, los cuales son enviados después a la Oficina de Hidrología de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.

Por considerarse de interés, al final del presente texto se incluye un resumen fotográfico de todas las estaciones instaladas en la cuenca.

## 2.2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES.

Con el fin de disponer de un panorama informativo de las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar, se presenta en la Tabla No. 4 un resumen

TABLA No. 4

DATOS GENERALES DE LAS  
ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR.

ESTACION	ESTADO	MUNICIPIO	DISTANCIA EN Km. A LA CARRETERA MEX. APIZACO	PARTE DE LA CUENCA DE LA QUE SON REPRESENTATIVAS	COORDENADAS			APARATOS INSTALADOS									FECHA DE INICIACION DE OBSERVACIONES	
					LATITUD	LONGITUD	ALTITUD m.	Pm	T	E	Etr	Pg	Ht	A	Hp	V		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
Achichapa	Tlaxcala	Calpulalpan	2	SW, zona alta	19°33'00"	98°41'00"	2 800	X	X	X							X	Noviembre, 1966
Carralero	Hidalgo	E. Zapata	4	N, zona alta	19°37'45"	98°39'45"	2 820	X	X	X							X	Enero, 1966
Cuauila	Tlaxcala	Calpulalpan	3	parte media	19°36'00"	98°39'00"	2 660	X	X	X		X	X	X	X	X	X	Julio, 1966
Charco del Zacatón	Hidalgo	E. Zapata	6	NE, zona baja	19°37'15"	98°39'00"	2 730	X	X	X							X	Marzo, 1967
Estoyito	Tlaxcala	Calpulalpan	1.5	E, zona baja	19°34'15"	98°38'15"	2 700	X	X	X							X	Octubre, 1966
La Venta	Tlaxcala	Calpulalpan	A un lado	W, zona media	19°33'45"	98°40'45"	2 790	X	X									Marzo, 1967
Límites	Tlaxcala	Calpulalpan	A un lado	W, zona alta	19°33'30"	98°42'00"	2 880	X	X	X		X	X				X	Junio, 1967
Llano Chico	Hidalgo	E. Zapata	6.5	N, zona alta	19°39'30"	98°39'00"	2 900	X	X	X		X					X	Febrero, 1967
San José	México	Tepetlaoxtoc	3	NW, zona alta	19°36'15"	98°41'30"	2 810	X	X	X							X	Diciembre, 1966
*San Marcos	Tlaxcala	Calpulalpan	2	E, zona baja	19°35'45"	98°37'45"	2 590	X	X	X							X	Agosto, 1966
Sombrerito	Tlaxcala	Calpulalpan	4.7	SE, zona alta	19°32'15"	98°39'00"	2 860	X	X	X							X	Noviembre, 1966
Tecantitla	Tlaxcala	Calpulalpan	10	E, zona alta	19°31'00"	98°40'00"	3 100	X	X	X							X	Febrero, 1967
Xochihucacán	México	Otumba	6	NE, zona media	19°37'15"	98°40'30"	2 750	X	X	X							X	Agosto, 1966
San Cristobal	Tlaxcala	Calpulalpan	A un lado	parte media	19°34'00"	98°39'45"	2 700	X	X	X		X						Agosto, 1960

\* Estación situada fuera de la cuenca

\*\* Tomada de la carta altimétrica del Departamento Cartográfico Militar Esc. 1:25 000

Pm - Pluviómetro; T - Termómetro; E - Evaporómetro; Etr - Evapotranspirómetro; Pg - Pluviógrafo

Ht - Higrotérgrafo; A - Anemómetro; Hp - Heliopirógrafo; V, Velata con anemómetro de Wild.

de los datos de localización de las mismas, entre los que figuran nombre, Estado, municipio, coordenadas geográficas, altitud y detalles de su situación, como son su cercanía a un cierto poblado, y de qué porción de la cuenca pueden considerarse como representativas. A continuación se mencionan los aparatos instalados y finalmente la fecha en la cual se iniciaron las observaciones.

### 2.3 HIDROMETRICAS.

Además de los datos que proporcionan las estaciones climatológicas, la información hidrométrica tiene gran importancia para el estudio hidrológico de una cuenca, ya que permite conocer qué parte del volumen de agua precipitada escurre.

Conocidas estos dos volúmenes (precipitación y escurrimiento), se pueden estimar, por diferencia, la evapotranspiración y la infiltración, factores que desempeñan un papel muy importante dentro del ciclo hidrológico y cuya medición directa es sumamente complicada.

Para proceder a la localización de las estaciones hidrométricas, se analizaron las características físicas de la cuenca (hidrografía, geología, orografía, etc.) y se observó que el drenaje superficial se manifiesta únicamente en la sección sur de la misma, por lo que se decidió dividirla en dos subcuencas para estudiar mejor su comportamiento desde el punto de vista hidrológico. Con esta división se consideró conveniente instalar una estación hidrométrica en cada subcuenca, de tal manera que una registrara los escurrimientos superficiales de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar y la otra los del río Barranca del Monte. El escurrimiento total de la cuenca será la suma de los volúmenes escurridos observados en las dos estaciones.

La temporada de lluvias importantes en la cuenca del río Tizar, se presenta en verano y principios de otoño siendo, por lo tanto, la única época en

que se produce escurrimiento superficial. Por otro lado, como no es muy acentuada la pendiente general de la cuenca ( $S = 0.0209$  m) se adoptó el tipo de estación hidrométrica de sección fija y velocidad.

En lo que se refiere a la localización del sitio más apropiado para instalar las estaciones hidrométricas se estudiaron, inicialmente, los planos topográficos de la región y, posteriormente, ya sobre el propio terreno, se recorrieron los cauces de los ríos buscando tramos rectos y propios para registrar toda el agua proveniente de las subcuencas. De esta manera se localizaron las estaciones requeridas, que se pueden apreciar en el plano CH-D-6-23 de la pág. 182. Asimismo, al final del texto, se muestran algunas fotografías correspondientes a las estaciones.

#### 2.4. DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS.

##### 2.4.1. Potrerito.

Esta estación hidrométrica se encuentra localizada sobre el río Barranca del Monte, un kilómetro aguas arriba de su confluencia con el río Tizar, a una altitud aproximada de 2 580 m. Cuenta con una escala inclinada de concreto, pasarela de madera para aforar, molinete y limnógrafo.

En la sección escogida para instalar la estación se revistió un tramo del lecho del río y sus paredes, con objeto de fijar el área del cauce y la pendiente del mismo en ese sitio. El río tiene, en este tramo un ancho de unos 10 m.

En la margen derecha se instaló una escala de concreto para la observación de los niveles del río, y con la cual se comprueban los registros del limnógrafo tomando lecturas cada 5 minutos durante las crecientes.

Para poder aforar los gastos de la corriente se construyó una pasarela de madera de 10 m de largo por 0.90 m de ancho, desde la cual se puede medir la velocidad del agua en distintos puntos y, posteriormente, determinar el gasto considerando el área de la sección transversal correspondiente.

Aguas abajo del puente se encuentra instalado un limnógrafo marca



Rosbach, con el que se dispone de un registro continuo de las variaciones del nivel de la corriente.

Junto al cauce del río se construyó la casa del observador, así como una caseta para guardar los aparatos de aforo.

#### 2.4.2. San Marcos

La estación hidrométrica se construyó en el río Tizar propiamente dicho, 800 m aguas arriba de la confluencia con el río Barranca del Monte. Igual que la estación anterior, consta de escala de concreto, pasarela de 13 m de largo y 0.90 m de ancho, molinete y limnógrafo Rosbach, así como un tramo revestido para mantener el cauce fijo.

#### 2.4.3. Jagüey.

La fuente de abastecimiento de agua de la población de Cuauila es el Jagüey de Malpaís, alimentado directamente por las aguas de lluvia y, además, por un pequeño canal que deriva parte de los escurrimientos del río Barranca del Monte. Con objeto de conocer las derivaciones al Jagüey se instaló una pequeña estación hidrométrica en el canal, con su escala vertical de concreto y limnógrafo Rosbach.

#### 2.4.4. Curvas de Gastos

En la gráfica CHD-6-63 de la pág. 170 se muestran las curvas generales de gastos de las tres estaciones hidrométricas que operan en la cuenca del río Tizar.

### 2.5. EVAPOTRANSPIRACION

Para la cuantificación de los elementos del ciclo hidrológico, se pretende hacer una estimación de las pérdidas reales por evapotranspiración en la cuenca en estudio, utilizando datos registrados; por tal motivo, se están terminando las obras necesarias para la instalación de dos estaciones de evapotrans-

piración.

El evapotranspirómetro que se utilizará es el de Thornthwaite modificado por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México para sus instalaciones; es un conjunto de aparatos que permite, básicamente, medir la evapotranspiración potencial en un sitio, obteniéndose además como subproductos, la infiltración superficial y el escurrimiento. Por otra parte se pueden estudiar, entre otros, los efectos de las fluctuaciones del nivel freático sobre el monto de la evapotranspiración. En las publicaciones (9,10,11) se puede obtener toda la información referente a la descripción y funcionamiento del evapotranspirómetro de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.

Las instalaciones de evapotranspiración se localizarán en las estaciones climatológicas La Venta y Potrerito.

La estación climatológica La Venta, tal como se indicó en la tabla No. 4 anterior, se localiza en el Estado de Tlaxcala, a un lado de la carretera México-Apizaco, y representa las condiciones de la zona media de la cuenca en cuestión. En lo futuro funcionará del lado opuesto de la carretera, con objeto de quedar próxima al lugar escogido para la instalación de los evapotranspirómetros; además, se le agregará un evaporómetro a los aparatos con los cuales actualmente cuenta (termómetro y pluviómetro).

Potrerito es una estación climatológica nueva, en proceso de instalación y quedará localizada en la margen izquierda del río Barranca del Monte, contigua a la estación hidrométrica del mismo nombre. Contará con termómetro, pluviómetro, evaporómetro y evapotranspirómetros y representará las condiciones climatológicas de las zonas bajas de la cuenca, ya que está situada a una altitud de 2 640 msnm, aproximadamente.

## 2.6 POLIGONOS DE THIESSEN.

Dada la topografía del terreno y la densidad de las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar (14 estaciones en una superficie de  $81.6 \text{ km}^2$ ), se consideró conveniente subdividir la superficie de la cuenca en polígonos de Thiessen, con el propósito de facilitar los cálculos de volúmenes llovidos, temperaturas medias, volúmenes evaporados e infiltrados, etc. De esta manera no se requiere planimetrar cada vez la superficie comprendida entre las isolíneas de los distintos fenómenos, haciéndose más expeditos todos los cálculos.

Con este fin, se localizaron sobre el plano CH-D-6-24, pág. 183 todas las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar determinándose, con el método correspondiente, los polígonos irregulares que representan las áreas de influencia de cada una de las estaciones, así como su extensión respectiva. Posteriormente, tomando en cuenta las dos subcuencas, se procedió a la identificación de cada polígono, misma que aparece en el citado plano y en la tabla No. 5, en la cual se indican además las respectivas superficies.

TABLA No. 5

IDENTIFICACION Y SUPERFICIE DE LAS AREAS DE INFLUENCIA SEGUN LOS POLIGONOS DE THIESSEN, PARA LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR.

IDENTIFICACION	ESTACION	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE		
M1	Llano Chico	4.311
M2	Corralejo	5.447
M3	Charco del Zacatón	3.976
M4	Xochihuacán	7.469
M5a	San José	4.983
T1a	Cuauila	4.527
	*San Marcos	0.387
SUMA		31.100

SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO  
Y BARRANCA DEL TIZAR

M5b	San José	1.700
T1b	Cuauila	4.935
	*San Marcos	0.804
T2	Límites	4.265
T3	La Venta	6.193
T4	San Cristóbal	8.560
T5	Estoyito	4.957
T6	Sombrerito	5.061
T7	Achichapa	8.745
T8	Temontitla	5.280
SUMA		50.500

\* Estación fuera de la cuenca.

### III. PRECIPITACION \*

El conociendo adecuado de la precipitación es indispensable para el estudio hidrológico de una región, puesto que de ella dependen los recursos de agua con que se cuenta; por lo tanto, es muy importante obtener datos de la cantidad de lluvia precipitada, así como de su distribución en el espacio y en el tiempo.

#### 3.1. ESTACIONES DE PRECIPITACION.

En la cuenca en estudio, tanto por su posición geográfica como por su altitud, el tipo de precipitación dominante es en estado líquido.

De las 14 estaciones instaladas para el estudio hidrológico de la cuenca del río Tizar, todas cuentan con pluviómetro y únicamente 4 con pluviógrafo: Cuaula, Límites, Llano Chico y San Cristóbal.

En las estaciones pluviométricas se hicieron las observaciones empleando pluviómetros tipo, y los pluviógrafos utilizados son de la marca Lambrecht, con registros para 24 horas.

La distribución de las estaciones, como ya se mencionó en páginas anteriores, se hizo de tal manera que los datos observados fuesen representativos de las condiciones meteorológicas de las diversas regiones de la cuenca en estudio.

#### 3.2. DATOS DISPONIBLES.

Se dispone de datos de precipitación a partir de los últimos meses del año 1966 en la mayoría de las estaciones, aunque existen algunas en las cuales se

\* El material presentado en éste y en los próximos capítulos, con la preparación de los resúmenes básicos de varios datos, servirá posteriormente para la elaboración y desarrollo de diversos análisis, los cuales en la actualidad no tienen ninguna utilidad llevarlos a cabo, ya que el período de observaciones aún es muy corto.

inició el registro en los primeros meses de 1967 y, por tanto, incompletos para el estudio de ese año. Además, existe dentro de la cuenca la estación San Cristóbal, en la cual se han hecho observaciones de precipitación desde el año 1960, previos a la fecha de iniciarse los estudios de la cuenca del río Tizar. En la proximidad inmediata de la cuenca existen también las estaciones Calpulalpan y Tlaxcala, donde hay datos desde 1937 a la fecha.

### 3.3. DEDUCCION DE DATOS FALTANTES.

Con el objeto de hacer los cálculos necesarios para la estimación de la precipitación ocurrida en la cuenca del río Tizar durante los años 1967 y 1968, así como para el promedio de ambos, se utilizaron los datos mensuales y anuales de la altura de lluvia registrada en cada una de las estaciones climatológicas.

Para poder obtener las lluvias mensuales de las estaciones con datos incompletos correspondientes a los primeros meses de 1967, se analizaron y compararon éstas con los observados en las estaciones con registro completo, con el fin de escoger entre éstas aquellas que tuvieran datos semejantes a los de las estaciones incompletas y con ellas calcular los valores faltantes. Así por ejemplo, La Venta quedó completada con Achichapa y Llano Chico con Xochihuacán; como puede observarse en el plano CH-D-6-23 de la pág. 182 se trata de estaciones cercanas a las que cuentan con datos incompletos. Sin embargo, quedaron 3 estaciones en condiciones dudosas para proceder al cálculo de los valores faltantes; éstos fueron Límites, Charco del Zacatón y Temontitla. En el caso de Límites se debió a que son varios los meses sin observación y en Charco del Zacatón y Temontitla, al hecho de que, a pesar de haber estaciones cercanas con cuyos datos se podrían completar, estos no tienen una similitud consistente con los registros de las estaciones incompletas, por lo cual se consideró inadecuado deducir los citados va-

lores faltantes. A pesar de esto, por ser Temontitla la estación de mayor altitud en la cuenca, los datos registrados en ella se consideran de bastante interés, de manera que fué necesario completarlos con los de las estaciones cercanas de Achichapa y Sombrerito; en cuanto a la confiabilidad de los valores deducidos, no se considera que afecten mayormente los resultados, ya que además de que se trata únicamente de dos meses, estos corresponden al período de estiaje.

#### 3.4. VARIACION DE LA PRECIPITACION CON LA ALTITUD.

Como es sabido, la precipitación general aumenta hasta un cierto límite con la altitud y efectivamente, este incremento se puede observar, para los datos de 1967 y 1968 registrados en la cuenca del río Tizar, consignados en la tabla 6 siguiente así como en la gráfica CH-D-6-57 de la pág. 169.

Probablemente el aumento de la precipitación con la altitud sería más marcado si fueran mayores las diferencias de elevaciones en la cuenca.

#### 3.5. RESUMEN DE DATOS MENSUALES Y ANUALES.

Inicialmente, en las tablas Nos. 7 y 8 siguientes, se presenta un resumen estadístico de la distribución mensual y anual de la precipitación en las estaciones Calpulalpan, San Cristóbal y Tlaxcala, con registros desde 1937 y 1960 a la fecha, respectivamente.

Estos datos, que posteriormente servirán para diversos análisis de correlación, son útiles como base de información y comparación.

A continuación, en las tablas Nos. 9, 10 y 11 se presenta el resumen de los datos mensuales y anuales de precipitación registrados en las 14 estaciones instaladas en la cuenca del río Tizar durante los años 1967 y 1968, así como el promedio de los dos años, respectivamente. Las cifras entre paréntesis corresponden a valores deducidos para los años incompletos.

TABLA No. 6

COMPARACION DE LAS PRECIPITACIONES REGISTRADAS DURANTE 1967 Y 1968, CON LA ALTITUD CORRESPONDIENTE A LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR.

ESTACION	ALTITUD m. s. n. m.	PRECIPITACION ANUAL EN mm.	
		1967	1968
Temontitla	3 100	(1015.2)	944.3
Llano Chico	2 900	( 754.2)	747.3
Límites	2 880		715.9
Sombrero	2 860	706.3	917.1
Corralejo	2 820	677.2	731.7
San José	2 810	699.2	655.2
Achichapa	2 800	682.8	881.2
La Venta	2 790	( 658.8)	706.5
Xochihuacán	2 760	684.3	675.0
Charco del Zacatón	2 730		760.1
Estoyito	2 700	564.7	750.7
San Cristóbal	2 700	561.2	750.4
Cuauila	2 660	634.5	654.0
San Marcos	2 590	561.2	756.9

( ) Datos deducidos en parte



TABLA No. 7

RESUMEN ESTADISTICO DE LOS DATOS MENSUALES Y ANUALES  
DE PRECIPITACION EN LA ESTACION SAN CRISTOBAL

PERIODO 1960-1968

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
MILIMETROS													
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1960								126.5	219.3	44.7			
1961	33.8	0.3	8.0	1.3	20.1	214.0	149.1	65.0	54.2	43.0	35.0	17.0	640.8
1962	0.0	0.0	6.0	81.0	52.4	67.0	96.5	104.2	89.0	50.0	8.0	13.5	567.6
1963	0.0	0.0	25.0	18.5	67.0	79.5	137.5	72.0	112.5	164.0	6.0	14.0	696.0
1964	15.0	0.0	14.0	39.0	207.5	263.5	128.0	83.0	79.5	22.5	12.0	4.1	868.1
1965	4.5	20.0	15.0	49.0	64.5	28.0	140.5	237.0	104.5	67.0	13.5	5.0	748.5
1966	7.0	7.0	57.5	30.0	38.0	112.0	252.0	90.0	72.0	36.5	0.0	2.0	704.0
1967	41.0	0.0	9.5	63.0	44.6	78.4	50.8	94.3	117.8	47.6	13.7	1.0	561.7
1968	12.0	33.7	0.0	89.4	58.0	211.0	126.1	36.2	112.2	35.2	14.0	22.6	750.4

PROMEDIO: 692.1

TABLA No. 8

RESUMEN ESTADISTICO DE LOS DATOS MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION  
EN LA ESTACION CALPULALPAN. PERIODO 1937-1968

ARO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
M I L I M E T R O S													
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1937	(6.2)	(3.3)	42.5	26.0	94.0	59.0	124.0	44.0	125.0	43.0	4.0	0.0	(571.0)
1938	0.0	(3.3)	0.0	8.0	55.0	113.0	58.0	49.0	53.0	14.0	22.0	0.0	(375.3)
1939	0.0	0.0	5.0	10.0	54.0	116.0	97.0	121.5					
1940													
1941													
1942													
1943	Inap	0.0	Inap	57.5	(69.0)	145.0	28.1	94.0	122.8	7.0	13.5	9.0	
1944	0.0	7.5	18.0	12.0	22.0	40.0	95.5	163.0	134.5	24.5	19.0	12.5	(584.1)
1945	Inap	Inap	7.0	14.0	(69.0)	76.0	145.0	119.5	71.0	15.3	22.5	0.0	(539.3)
1946	3.5	14.0	0.0	83.5	55.5	99.5	80.5	53.0	62.0	92.0	41.0	1.5	586.0
1947	1.1	Inap	9.0	27.5	95.0	101.5	47.0	165.0	96.5	102.5	41.0	14.0	700.1
1948	26.5	Inap	1.0	41.5	58.0	55.0	136.0	59.0	44.0	23.0	12.0	6.5	462.5
1949	Inap	Inap	1.0	16.0	104.0	71.0	138.0	39.5	72.5	10.0	0.0	0.0	452.0
1950	0.0	7.0	18.0	26.5	95.5	58.5	140.0	70.2	37.6	21.0	0.0	0.0	474.3
1951	0.0	0.0	0.7	Inap	114.0	83.0	100.0	24.5	41.0	11.5	Inap	Inap	374.7
1952	6.0	2.0	0.0	61.0	122.5	90.8	108.0	90.0	107.0	15.0	94.0	0.0	696.3
1953	0.0	Inap	10.5	9.0	15.0	127.5	80.5	54.5	46.0	70.0	14.0	10.5	437.5
1954	0.0	14.5	5.5	111.5	68.5	98.0	69.5	100.5	49.8	106.5	4.5	0.0	628.8
1955	9.0	0.0	9.5	17.5	68.0	78.0	112.0	185.0	265.5	36.5	33.5	11.0	825.5
1956	Inap	0.0	3.0	20.5	30.0	180.0	168.0	80.5	60.0	45.0	36.5	1.0	624.5
1957	0.0	2.5	6.0	30.0	55.0	68.5	93.5	72.0	114.0	46.0	69.0	21.0	577.5
1958	85.5	4.5	0.0	24.0	93.9	98.5	132.3	51.0	234.5	36.0	56.0	43.0	859.2
1959	1.5	Inap	0.0	111.0	104.0	206.5	101.5	100.0	68.0	61.5	Inap	8.0	762.0
1960	11.0	0.0	5.0	16.0	75.0	38.5	130.0	136.5	179.0	47.5	5.0	5.0	648.5
1961	5.3	0.0	Inap	7.0	2.0	204.0	100.0	101.5	60.0	37.0	32.0	10.0	558.8
1962	0.0	2.0	4.0	48.6	27.0	83.0	56.5	133.5	190.0	75.0	19.0	0.0	638.6
1963	0.0	0.0	32.5	5.5	83.0	80.0	172.0	152.0	96.1	98.0	3.0	13.0	735.1
1964	4.0	0.0	6.2	47.9	155.0	159.5	111.0	45.0	81.0	12.0	4.0	22.0	647.6
1965	0.0	14.0	9.0	44.3	47.0	62.0	179.0	208.5	17.0	59.0	(21.7)	12.0	(673.5)
1966	10.0	7.0	53.0	85.5	53.0	109.5	134.0	182.0	59.0	17.0	0.0	5.0	715.0
1967	5.5	11.0	17.0	27.0	48.2	74.0	65.0	103.5	78.5	90.5	Inap	0.0	520.2
1968						265.0	127.0	23.5	91.0	26.0	18.0	37.5	

PROMEDIO DE TODOS LOS AÑOS: (600.0)

PROMEDIO DE AÑOS COMPLETOS SOLAMENTE: 611.7

TABLA No. 9

ALTURAS DE LLUVIA REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES  
SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
AÑO 1967

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
M I L I M E T R O S													
Achichapa, Tlax.	49.5	0.0	7.5	77.5	69.5	102.2	60.1	112.5	123.0	68.0	12.0	1.0	682.8
Corralejo, Hgo.	38.0	5.0	21.5	58.7	76.9	120.6	59.3	139.3	124.9	29.8	3.2	0.0	677.2
Cuauila, Tlax.	39.0	0.0	35.2	97.3	32.7	73.7	64.2	112.5	137.2	37.9	2.5	2.3	634.5
Charco del Zacatón, Hgo.				61.5	62.5	95.4	57.7	137.1	114.9	27.5	2.0	5.5	
Estoyito, Tlax.	44.5	2.5	10.8	64.6	56.5	83.6	44.3	99.2	94.8	55.5	8.4	0.0	564.7
La Venta, Tlax.	(47.8)	(0.0)	5.0	78.0	62.0	92.0	52.0	115.0	126.0	69.5	10.0	1.5	(658.8)
Límites, Tlax.							46.2	152.6	138.2	77.5	6.5	1.5	
Llano Chico, Tlax.	(41.8)	Inap	38.1	54.0	65.1	168.6	35.9	157.2	152.0	37.3	3.1	1.1	(754.2)
San Cristóbal, Tlax.	41.0	0.0	9.5	63.0	44.6	78.4	50.8	94.3	117.8	47.6	13.7	1.0	561.7
San José, Mex.	42.5	2.0	27.0	68.4	42.0	69.0	80.5	156.5	151.3	50.0	2.5	7.5	699.2
San Marcos, Tlax.	38.5	0.5	24.0	53.8	46.1	71.5	75.3	107.7	104.7	36.3	1.3	1.5	561.2
Sombrerito, Tlax.	42.0	4.5	10.4	52.2	59.6	131.1	45.8	118.5	144.5	80.0	14.0	3.7	706.3
Temontitla, Tlax.	(73.5)	(3.2)	21.1	40.6	105.0	132.7	118.7	193.7	189.0	124.5	7.8	5.4	(1015.2)
Xochihuacán, Mex.	42.0	Inap	39.0	50.0	67.0	72.0	108.2	157.3	110.4	36.1	1.3	1.0	684.3

Nota: Los datos entre paréntesis fueron calculados.

TABLA No. 10

ALTURAS DE LLUVIA REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES  
SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
AÑO 1968

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
M I L I M E T R O S													
Achichapa, Tlax.	6.3	42.6	Inap	107.2	89.5	246.2	105.5	86.7	110.3	43.4	17.1	26.4	881.2
Corralejo, Hgo.	2.5	34.7	Inap	117.0	90.7	204.2	73.3	46.3	113.5	23.2	8.0	18.3	731.7
Cuauila, Tlax.	17.0	36.1	0.5	89.9	69.3	182.1	76.8	36.4	77.3	38.6	9.3	20.7	654.0
Charco del Zacatón, Hgo.	9.9	32.7	1.0	134.4	90.8	231.0	84.7	47.2	93.4	16.3	6.3	12.4	760.1
Estoyito, Tlax.	10.0	35.1	0.0	82.9	77.4	222.5	120.9	37.6	92.1	26.9	11.4	33.9	750.7
La Venta, Tlax.	2.0	34.0	0.0	103.0	54.0	175.5	114.0	56.0	94.5	29.0	17.0	27.5	706.5
Límites, Tlax.	4.3	20.9	0.0	98.6	65.5	191.1	93.5	33.9	127.4	32.3	22.7	25.7	715.9
Llano Chico, Hgo.	7.2	36.8	Inap	116.2	58.0	246.6	67.7	57.4	111.4	15.7	11.2	19.1	747.3
San Cristóbal, Tlax.	12.0	33.7	0.0	89.4	58.0	211.0	126.1	36.2	112.2	35.2	14.0	22.6	750.4
San José, Mex.	6.5	27.4	0.0	102.3	54.9	158.5	91.4	41.6	103.1	27.0	15.0	27.5	655.2
San Marcos, Tlax.	10.6	41.4	Inap	114.6	81.5	202.0	93.6	47.6	88.2	27.0	15.1	35.3	756.9
Sombrerito, Tlax.	8.3	42.0	0.0	92.9	114.1	299.9	110.0	83.8	93.3	28.6	13.0	31.2	917.1
Temontitla, Tlax.	8.5	37.4	0.0	108.2	92.1	286.0	115.6	57.9	118.9	68.2	21.3	30.2	944.3
Xochihuaacán, Mex.	2.7	30.2	2.5	118.9	89.1	199.0	90.8	34.1	58.2	18.7	9.4	21.4	675.0

TABLA No. 11

ALTURA MEDIA DE LA LLUVIA REGISTRADA EN LAS ESTACIONES  
SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
PROMEDIO 1967-1968

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
	M I L I M E T R O S												
Achichapa, Tlax.	27.9	21.3	3.8	92.4	79.5	174.2	82.8	99.6	116.6	55.7	19.6	13.7	787.1
Corralejo, Hgo.	20.2	19.8	10.8	87.8	83.8	162.4	66.3	92.8	119.2	26.5	5.6	9.2	704.4
Guauila, Tlax.	28.0	18.0	17.8	93.6	51.0	127.9	70.5	74.4	107.2	38.2	5.9	11.5	644.0
Charco del Zacatón, Hgo.				98.0	76.6	163.2	71.2	92.2	104.2	21.9	4.2	8.9	
Estoyito, Tlax.	27.2	18.8	5.4	73.8	67.0	153.1	82.6	68.4	93.4	41.2	9.9	16.9	657.7
La Venta, Tlax.	24.9	17.0	2.5	90.5	58.0	133.8	83.0	85.5	110.2	49.2	13.5	19.5	687.6
Límites, Tlax.							69.8	93.2	132.8	54.9	14.9	13.6	
Llano Chico, Hgo.	24.5	18.4	19.1	85.1	61.6	207.6	51.8	107.3	131.7	26.5	7.2	10.1	750.9
San Cristóbal, Tlax.	26.5	16.8	4.8	76.2	51.3	144.7	88.4	65.2	115.0	41.0	13.8	11.8	655.5
San José, Mex.	24.5	19.7	13.5	85.4	48.4	113.8	86.0	99.1	127.2	38.5	8.7	17.5	682.3
San Marcos, Tlax.	24.6	21.0	12.0	84.2	63.8	136.8	84.4	77.6	96.4	31.6	8.4	18.4	659.2
Sombrerito, Tlax.	25.2	23.2	5.2	72.6	86.8	215.5	77.9	101.2	118.9	54.3	8.5	17.4	806.7
Temontitla, Tlax.	41.0	20.3	10.6	74.4	98.6	159.4	117.2	125.8	154.0	96.4	14.6	17.8	930.1
Xochihuacán, Mex.	22.4	15.1	20.8	84.4	78.1	135.5	99.5	95.7	84.3	27.4	5.4	11.2	679.8

El análisis de estas tablas permite observar que los valores anuales alcanzados por la precipitación en cada una de las estaciones climatológicas, durante el período estudiado, se aproximan a la precipitación media anual de la cuenca del Valle de México, que es de 700 mm, según la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, (5) Por otra parte, al comparar dichos valores, primero con los registros de la estación Calpulalpan, situada hacia el este, cerca de la cuenca del río Tizar, y después con los datos de la estación San Cristóbal, se ve claramente que la región en estudio resulta ser más húmeda que la de Calpulalpan debido, seguramente, a la menor altitud a la que se encuentra localizada esta última y con respecto a San Cristóbal, que los valores de lluvia muestran muy poca variación de un año a otro.

En 1967 Temontitla, que es la estación con mayor altitud (3 100 msnm), tuvo unos 1 015 mm de precipitación, que corresponde a la mayor observada en la cuenca mientras que San Marcos, a menor elevación (2 590 m), registró sólo 561 mm de precipitación. Es importante hacer notar que, aún cuando no se hubieran deducido los datos faltantes de Temontitla en ese año, se vería claramente que sigue siendo la más lluviosa, ya que sumando solamente los datos mensuales observados de que dispone, se obtiene una precipitación de 938.5 mm, cifra mayor que cualquiera de las precipitaciones anuales registradas en todas las otras estaciones.

Para el año 1968, Temontitla es la estación más lluviosa de la cuenca con 944 mm, mientras que en Cuauila, localizada en la parte baja (2 660 m), se registró la mínima con 644 mm de precipitación.

### 3.6 VOLUMEN ANUAL Y LAMINA MEDIA DE PRECIPITACION EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR.

Para calcular la precipitación media de la cuenca en estudio se emplearon los métodos de la media aritmética, los polígonos de Thiessen y el de las

isoyetas. En los siguientes párrafos se presenta el resumen de los volúmenes llovidos en las dos subcuencas que forman la cuenca del río Tizar, a saber: la subcuenca de las Barrancas Tenexcalco y Tizar, con una superficie de 50.5 km<sup>2</sup> y la de Barranca del Monte, con una extensión de 31.1 km<sup>2</sup>; a la cuenca completa corresponde la suma de ambas subcuencas, con un área total de 81.6 km<sup>2</sup>. Se hizo el cálculo para los años 1967 y 1968, así como para el promedio de ambos.

### 3.6 1. Media Aritmética.

Se hizo un simple promedio de los valores de la lluvia anual registrados en las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Tizar. Se obtuvieron los siguientes resultados:

<u>1967</u>	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	689.1	34 799 550
Subcuenca Barranca del Monte	703.7	21 885 070
Total cuenca del río Tizar	694.7	56 684 620
<u>1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	790.0	39 895 000
Subcuenca Barranca del Monte	713.9	22 202 290
Total cuenca del río Tizar	761.0	62 097 290
<u>Promedio del período 1967-1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	737.6	37 248 800
Subcuenca Barranca del Monte	704.4	21 906 840
Total cuenca del río Tizar	724.9	59 155 640

### 3.6 2 Polígonos de Thiessen

Los polígonos de Thiessen se trazaron tomando como base las estaciones con datos completos de lluvia y las estaciones cuyos datos de precipitación fué

posible estimar; resultaron así 12 polígonos para 1967 y los 14 en que quedó dividida la cuenca a partir de 1968. A cada polígono corresponde una estación cuyo dato registrado ( en este caso de precipitación anual ), multiplicado por el área de influencia, permite obtener el volumen de agua precipitado sobre dicha superficie. Una vez obtenido el volumen total se calculó la lámina media de agua precipitada en la cuenca. En la tabla No. 12 se resume el procedimiento llevado a cabo para calcular, por medio de dichos polígonos, la precipitación media en las cuencas.

Los resultados se presentan a continuación:

<u>1967</u>	Lamina en mm	Volúmen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	677.4	34 208 000
Subcuenca Barranca del Monte	684.4	21 284 000
Total cuenca del río Tizar	680.1	55 492 000
<u>1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	782.6	39 521 300
Subcuenca Barranca del Monte	701.3	21 770 000
Total cuenca del río Tizar	751.6	61 330 560
<u>Promedio período 1967-1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	731.7	36 950 850
Subcuenca Barranca del Monte	690.2	21 465 220
Total cuenca del río Tizar	715.9	58 417 440

### 3.6.3 Isoyetas

Al igual que en el método anterior, para el trazo de las isoyetas ( véase inciso 3.9 posterior), se tomaron como base las estaciones con datos observados de precipitación anual así como aquellas con datos estimados. Después de planimetrear las áreas entre las curvas e isoyetas y efectuar las operaciones nece-



TABLA No. 12  
 PRECIPITACION MEDIA EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR UTILIZANDO POLIGONOS  
 DE THIESSEN. AÑOS 1967-1968 Y PROMEDIO DE AMBOS

ESTACION	1967			1968			1967 - 1968		
	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	PRECIPITACION m.m.	VOLUMEN PRECIPITADO 10 <sup>6</sup> M <sup>3</sup>	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	PRECIPITACION m.m.	VOLUMEN PRECIPITADO 10 <sup>6</sup> M <sup>3</sup>	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	PRECIPITACION m.m.	VOLUMEN PRECIPITADO 10 <sup>6</sup> M <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE									
Elango Chico	4.311	754.2	3.251	4.311	747.3	3.248	4.311	750.9	3.237
Cerropeque	8.190	677.2	5.546	8.147	731.7	3.986	8.190	704.4	5.769
Cbarco del Zapicho				1.926	260.1	2.022			
Xochimacón	7.860	684.2	5.379	7.469	675.0	5.042	7.860	679.8	5.343
San José	4.914	699.2	3.436	4.983	695.2	3.265	4.914	688.3	3.354
Cunula	5.438	635.4	3.455	4.527	654.0	2.961	5.438	644.0	3.502
San Marcos	0.387	561.2	0.217	0.397	756.9	0.293	0.387	659.2	0.260
ESMA	31.100		21.284	31.100		21.811	31.100		21.465
Precipitación Media mm.		684.4			701.3			690.2	
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR									
San José	1.699	699.2	1.188	1.700	695.2	1.114	1.699	688.3	1.159
Cunula	4.935	635.4	3.131	4.935	654.0	3.228	4.935	644.0	3.178
San Marcos	0.804	561.2	0.452	0.804	756.9	0.608	0.804	659.2	0.530
Llinter				4.265	719.9	3.053			
La Venta	9.030	658.8	5.949	6.193	706.5	4.375	9.030	687.6	6.209
San Cristóbal	8.560	561.7	4.808	8.560	790.4	6.423	8.560	655.5	5.611
Enoytito	4.957	564.7	2.792	4.957	780.7	3.721	4.957	697.7	3.260
Soberroto	5.061	706.1	3.974	5.061	917.1	4.641	5.061	806.7	4.083
Achichapa	10.174	682.8	6.947	8.745	881.2	7.706	10.174	787.1	8.008
Caapantla	5.280	1015.2	5.360	5.280	944.3	4.624	5.280	930.1	4.911
ESMA	50.500		34.208	50.500		39.522	50.500		36.949
Precipitación Media mm.		677.4			782.6			731.7	
CUENCA DEL RIO TIZAR									
ESMA	81.600		55.492	81.600		61.332	81.600		58.414
Precipitación Media mm.		680.1			751.6			715.9	

sarias, se obtuvieron los volúmenes de agua precipitados, y la precipitación media en la cuenca en los dos años considerados ( véase tabla No. 13).

<u>1967</u>	Lámina en mm	Volúmen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	685.7	34 629 000
Subcuenca Barranca del Monte	688.3	21 407 000
Total cuenca del río Tizar	<u>686.7</u>	<u>56 036 000</u>
 <u>1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	787.5	39 768 750
Subcuenca Barranca del Monte	697.7	21 698 470
Total cuenca del río Tizar	<u>752.9</u>	<u>61 436 640</u>
 <u>Promedio período 1967-1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	736.8	37 208 400
Subcuenca Barranca del Monte	693.5	21 567 850
Total cuenca del río Tizar	<u>720.3</u>	<u>58 776 480</u>

#### 3.6.4. Análisis y comparación de los resultados

En lo que respecta a la exactitud de los métodos antes mencionados se puede decir lo siguiente: el primero, o sea el de la media aritmética se utiliza, básicamente, en zonas con relieve muy uniforme, casi llano, y con buena distribución en las estaciones, sin ser recomendable para regiones montañosas. Sin embargo, para el caso de la cuenca del río Tizar donde la topografía es relativamente abrupta y la diferencia entre la precipitación registrada en la parte más alta y la más baja es notable, la lluvia media calculada por este procedimiento no arrojó un valor muy diferente en relación a aquellos obtenidos por medio de los otros dos métodos, lo cual puede ser debido a la densidad de estaciones instaladas en la cuenca ( 5.73 km<sup>2</sup>/ estación.)

**TABLA No. 13**  
**PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR UTILIZANDO ISOYETAS**  
**AÑOS 1967-1968 Y PROMEDIO DE AMBOS**

1967				1968				1967-1968			
ISOYETAS	AREA Km <sup>2</sup>	PRECIPITACION MEDIA mm	VOLUMEN PRECIPITADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	ISOYETAS	AREA Km <sup>2</sup>	PRECIPITACION MEDIA mm	VOLUMEN PRECIPITADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	ISOYETAS	AREA Km <sup>2</sup>	PRECIPITACION MEDIA mm	VOLUMEN PRECIPITADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
<b>SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE</b>											
575-600	0,384	587,5	0,226	675	9,659	655,0	6,327	650	0,362	645,0	0,234
600-625	0,909	612,5	0,434	675-700	5,853	687,5	4,024	650-675	8,216	662,5	5,453
625-650	3,187	637,5	2,159	700-725	4,568	712,5	3,255	675-700	11,892	687,5	8,176
650-675	7,209	662,5	4,775	725-750	3,377	737,5	6,916	700-725	2,916	712,5	4,215
675-700	8,598	687,5	5,911	750	1,643	760,0	1,249	725-750	2,996	737,5	2,210
700-725	5,020	712,5	3,577					750	1,718	751,0	1,290
725-750	3,925	737,5	2,600								
750	2,268	760,0	1,724								
<b>SUMA</b>	<b>31,100</b>		<b>21,407</b>	<b>SUMA</b>	<b>31,100</b>		<b>21,771</b>	<b>SUMA</b>	<b>31,100</b>		<b>21,568</b>
<b>Precipitación</b>		<b>688,3</b>		<b>Precipitación</b>		<b>700,0</b>		<b>Precipitación</b>		<b>693,5</b>	
<b>Media mm.</b>				<b>Media mm.</b>				<b>Media mm.</b>			
<b>SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR</b>											
575	5,084	563,0	2,862	675	2,119	655,0	4,626	650	1,308	645,0	2,190
575-600	4,041	587,5	2,844	675-700	5,873	687,5	4,038	650-675	14,566	662,5	9,584
600-625	5,821	612,5	3,602	700-725	6,001	712,5	4,275	675-700	7,057	687,5	4,859
625-650	6,121	637,5	3,902	725-750	3,829	737,5	2,824	700-725	3,643	712,5	2,595
650-675	6,470	662,5	4,286	750-775	2,599	757,5	2,027	725-775	6,321	750,0	4,761
675-700	5,380	687,5	3,699	775-800	2,569	787,5	2,023	775-825	6,117	800,0	4,894
700-725	6,927	725,0	5,022	800-850	4,737	835,0	3,908	825-875	5,092	860,0	4,328
725-800	4,203	775,0	3,257	850-875	2,581	867,5	2,226	875-925	2,690	900,0	2,421
800-900	2,563	850,0	2,178	875-900	2,576	887,5	4,949	925	1,709	935,0	1,598
900-1000	1,613	950,0	1,532	900	9,536	925,0	4,821				
1000	1,517	1020,0	1,445						50,500		37,211
<b>SUMA</b>	<b>50,500</b>		<b>34,629</b>	<b>SUMA</b>	<b>50,500</b>		<b>39,768</b>	<b>SUMA</b>		<b>236,8</b>	
<b>Precipitación</b>		<b>685,7</b>		<b>Precipitación</b>		<b>787,5</b>		<b>Precipitación</b>		<b>736,8</b>	
<b>Media mm.</b>				<b>Media mm.</b>				<b>Media mm.</b>			
<b>CUENCA DEL RIO TIZAR</b>											
<b>SUMA</b>	<b>81,600</b>		<b>56,036</b>	<b>SUMA</b>	<b>81,500</b>		<b>61,239</b>	<b>SUMA</b>	<b>81,600</b>		<b>58,779</b>
<b>Precipitación</b>		<b>686,7</b>		<b>Precipitación</b>		<b>754,2</b>		<b>Precipitación</b>		<b>720,3</b>	
<b>Media mm.</b>				<b>Media mm.</b>				<b>Media mm.</b>			

La aplicación del método de los polígonos de Thiessen para zonas con topografía accidentada es más conveniente que el anterior, aunque para regiones de relieve muy variado se presenta el problema de que se aplica un mismo valor ( en este caso de precipitación), para zonas altas y bajas comprendidas dentro del área de influencia de una estación, lo cual produce un error que será mayor mientras menor sea la densidad de estaciones.

El método de las isoyetas es el más correcto, ya que al trazar las líneas se toma en cuenta, de una manera más aproximada, la forma como cambia la precipitación en el espacio de la cuenca. Sin embargo, el trazo también está limitado por el número de estaciones disponibles.

Tal como se puede observar en la tabla No. 14, los resultados obtenidos por medio de los tres procedimientos son bastante semejantes entre sí, por lo que en las estimaciones que sea necesario hacer en el presente estudio se utilizará, por la facilidad y rapidez de cálculo y dada la densidad de las estaciones, el método de los polígonos de Thiessen.

### 3.7 COMPARACION DE LAS PRECIPITACIONES, AÑOS 1967 Y 1968.

Al analizar la tabla No. 7, correspondiente al resumen estadístico de los datos de precipitación en la estación San Cristóbal, se observa que los valores de los años 1967 y 1968 guardan concordancia y no muestran divergencias importantes con respecto a las precipitaciones anuales registradas en años anteriores ( 1961-1966) en dicha estación. Como puede verse, los años de observación son pocos; sin embargo, se determinó el valor medio para compararlo con los años cubiertos por el estudio. Para 1967, la precipitación anual resultó menor con respecto a la media (692.1 mm) en un 18.3 %; en cambio, en 1968 la precipitación anual registrada fué un 9.4 % mayor.

TABLA No. 14

COMPARACION DE LOS VOLUMENES PRECIPITADOS EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
OBTENIDOS CON DIFERENTES PROCEDIMIENTOS  
AÑOS 1967-1968 Y PROMEDIO DE AMBOS

SUBCUENCA	P R E C I P I T A C I O N																	
	MEDIA ARITMETICA						POLIGONOS DE THIESSEN						ISOYETAS					
	1967		1968		1967-1968		1967		1968		1967-1968		1967		1968		1967-1968	
	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm.	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
Río Barranca del Monte	703.7	21.885	713.9	22.202	704.4	21.906	684.4	21.284	701.3	21.770	690.2	21.465	688.3	21.407	697.7	21.698	693.5	21.567
Barrancas Tenexcalco y Tizar	689.1	34.799	790.0	39.895	737.6	37.248	677.4	34.208	782.6	39.521	731.7	36.950	685.7	34.629	787.5	39.768	736.8	37.208
Total Cuenca del Río Tizar	694.7	56.684	761.0	62.097	724.9	59.155	680.1	55.492	751.6	61.330	715.9	58.417	686.7	56.036	752.9	61.436	720.3	58.776

Con lo observado en el párrafo anterior y al estudiar la tabla No. 6, se puede decir que el año 1968 fue más húmedo en comparación con 1967, ya que en la mayoría de las estaciones climatológicas la lluvia anual fue superior en dicho año, a pesar de que en 1967 se tuvo un invierno relativamente más húmedo en la cuenca del Valle de México, pues se registraron fenómenos excepcionales en la región (nevó en la ciudad de México), lo cual no sucedía hacia casi 30 años, y las precipitaciones fueron relativamente más abundantes en el mes de enero, como se puede ver en la gráfica CH-D-6-67 de la pag.

Para apreciar de una manera más clara el valor de la precipitación en toda la superficie de la cuenca del río Tizar en los años 1967 y 1968, se muestran a continuación los valores medios de precipitación, así como la diferencia habida en ambos años.

	Precipitación media en mm		Diferencia
	1967	1968	68-67 en mm
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	677.4	782.6	105.2
Subcuenca Barranca del Monte	684.4	701.3	16.9
Cuenca del río Tizar	680.1	751.6	171.5

### 3.8 VOLUMENES Y LAMINAS MEDIAS MENSUALES DE PRECIPITACION EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR

Aun cuando ya se ha estimado la precipitación media de toda la cuenca, resulta interesante analizar el volumen llovido en los diferentes meses del año, con objeto de observar la distribución anual de la lluvia. En las tablas Nos. 15, 16 y 17 se presentan los volúmenes llovidos en las dos subcuencas y en toda la cuenca del río Tizar durante cada uno de los meses de los años 1967, 1968 y promedio del período 1967-1968, así como la lámina de precipitación media mensual correspondien-

TABLA No. 15

RESUMEN DE VOLUMENES MENSUALES LLOVIDOS EN LA CUENCA DEL RIO  
TIZAR AÑO 1967

M E S	Subcuenca del río Barranca del Monte		Subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar		Cuenca del río Tizar		
			P R E C I P I T A C I O N				
	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Enero	40.4	1.258	47.6	2.404	44.9	3.662	6.60
Febrero	1.6	0.051	1.1	0.055	1.3	0.106	0.19
Marzo	31.5	0.979	13.0	0.659	20.1	1.638	2.95
Abril	64.1	1.993	68.7	3.469	66.9	5.462	9.84
Mayo	59.2	1.841	60.5	3.054	60.0	4.895	8.82
Junio	98.3	3.055	96.2	4.860	97.0	7.915	14.26
Julio	72.7	2.259	61.6	3.110	65.7	5.369	9.68
Agosto	144.0	4.478	119.1	6.014	128.6	10.492	18.91
Septiembre	131.1	4.077	131.0	6.614	131.0	10.691	19.26
Octubre	37.1	1.155	66.6	3.365	55.4	4.520	8.15
Noviembre	2.4	0.075	9.9	0.500	7.1	0.575	1.04
Diciembre	2.0	0.063	2.1	0.104	2.0	0.167	0.30
TOTAL	684.4	21.284	677.4	34.208	680.1	55.492	100.00

TABLA No. 16

RESUMEN DE VOLUMENES MENSUALES LLOVIDOS EN LA CUENCA DEL RIO  
TIZAR AÑO 1968

M E S	Subcuenca del río Barranca del Monte		Subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar		Cuenca del río Tizar		
	P R E C I P I T A C I O N						
	mm	$10^6 m^3$	mm	$10^6 m^3$	mm	$10^6 m^3$	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Enero	7.0	0.217	8.4	0.424	8.0	0.641	1.06
Febrero	32.7	1.018	35.3	1.784	34.3	2.802	4.57
Marzo	0.8	0.025	0.0	0.002	0.3	0.027	0.04
Abril	113.1	3.517	96.6	4.882	102.9	8.399	13.69
Mayo	76.8	2.387	75.4	3.809	75.9	6.196	10.10
Junio	201.4	6.264	222.3	11.230	214.3	17.494	28.51
Julio	81.7	2.542	107.7	5.438	97.8	7.980	13.01
Agosto	42.7	1.328	54.2	2.741	49.9	4.069	6.64
Septiembre	90.0	2.799	102.8	5.194	98.0	7.993	13.04
Octubre	23.1	0.717	37.2	1.880	31.8	2.597	4.23
Noviembre	11.6	0.362	15.5	0.783	14.0	1.145	1.86
Diciembre	20.4	0.635	26.8	1.355	24.4	1.990	3.25
TOTALES	701.3	21.811	782.6	39.522	751.6	61.333	100.00



TABLA No. 17

RESUMEN DE VOLUMENES MENSUALES LLOVIDOS EN LA CUENCA DEL RIO  
TIZAR PROMEDIO 1967-1968

M E S	Subcuenca del río Barranca del Monte		Subcuenca de los Ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar		Cuenca del río Tizar		
	P R E C I P I T A C I O N						
	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Enero	23.3	0.725	28.0	1.416	26.3	2.141	3.67
Febrero	18.1	0.561	19.3	0.972	18.8	1.533	2.63
Marzo	16.0	0.498	6.6	0.333	10.2	0.831	1.43
Abril	86.7	2.696	83.4	4.211	84.6	6.907	11.82
Mayo	67.4	2.095	68.3	3.450	68.0	5.545	9.50
Junio	147.2	4.578	155.4	7.848	152.3	12.426	21.27
Julio	76.2	2.371	85.8	4.334	82.2	6.705	11.48
Agosto	92.7	2.884	88.0	4.446	89.8	7.330	12.54
Septiembre	110.6	3.439	116.2	5.867	114.0	9.306	15.92
Octubre	34.1	1.061	52.1	2.629	45.2	3.690	6.31
Noviembre	6.3	0.196	13.1	0.659	10.5	0.855	1.47
Diciembre	11.6	0.361	15.5	0.784	14.0	1.145	1.96
TOTALES	690.2	21.465	731.7	36.949	715.9	58.414	100.00

Los valores de esta tabla se obtuvieron con los datos de la tabla No. 11

te; asimismo, en la última columna se calculó el porcentaje de la precipitación mensual con respecto a la anual, lo cual permite ver, de una manera más clara, la distribución de la precipitación durante el año.

La variación mensual observada es semejante a la que se presenta en todo el Valle de México; la precipitación se concentra en los meses de verano y otoño, mientras que en invierno y primavera ésta disminuye considerablemente, llegando inclusive a ser nula en muchos casos, salvo el año 1967, en el cual en enero y febrero se registraron fuertes precipitaciones (véase gráfica CH-D-6-67, pág. 166).

### 3.9 ISOYETAS

Para tener una idea aproximada de la distribución de la lluvia en la cuenca, tanto en los años y períodos considerados como en diferentes épocas del año, se trazaron los planos de isoyetas anuales, así como del período húmedo y de la época de estiaje, tomando como base los datos de precipitación registrados en las diferentes estaciones de la cuenca.

#### 3.9.1. Isoyetas anuales.

En los planos CH-D-6-20, 29 y 28, pags. 184, 185 y 186 se presentan, respectivamente, las isoyetas anuales de 1967, 1968 y el promedio de éstos dos años. En ellos se puede observar que, en general, la precipitación aumenta con la altitud.

Para 1967, la precipitación varía gradualmente con la elevación en la subcuenca del río Barranca del Monte; en cambio, en la de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar la variación es más brusca. Esto se debe a que los cambios de altitud son más suaves en la primera subcuenca y más pronunciados en la segunda.

Para 1968 la forma de las isoyetas varía en la parte baja debido a que la precipitación mínima no correspondió a la estación de menor altitud, co-

mo ya se indicó en el inciso 3.5. Sin embargo, tal como ocurrió en el año anterior, en la subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar la precipitación varía bruscamente con la altitud; en tanto que en la subcuenca del río Barranca del Monte los cambios son menos apreciables.

En el período 1967-1968, al promediar las condiciones de ambos años, se confirma de una manera más clara la distribución de la lluvia en relación al relieve.

En el trazo de estos planos se observó que, aún cuando las estaciones meteorológicas están bien ubicadas, sería conveniente instalar tres estaciones más: una al sureste de la cuenca y dos en el centro-oeste de la misma o bien, si esto no fuera posible, mover hacia el norte la estación La Venta, todo ello con objeto de tener mayor información de las partes altas y abruptas de la cuenca y disponer de una mayor amplitud de datos para el trazo de las isoyetas y el cálculo de los valores.

### 3.9.2. Isoyetas de las épocas de lluvia y de estiaje.

Se ha considerado ilustrativo presentar las isoyetas de las épocas de estiaje y de lluvias de 1967 y 1968, así como del promedio de ambos años. Es interesante la representación de las isoyetas de la época de estiaje, debido a que éstas son indicativas de la lámina de precipitación que cae sobre la cuenca en forma aislada, y la cual no produce escurrimientos ni infiltraciones importantes, sino que es evaporada casi en su totalidad en los días subsecuentes a las respectivas lluvias; en cambio, las isoyetas de la época de lluvias muestran claramente el volumen mucho mayor de precipitación disponible, tanto para la infiltración como para la evapotranspiración.

Para definir el período húmedo se analizaron los meses en los cuales hubo escurrimientos, es decir de mayo a octubre inclusive. En efecto, comparando los datos de la lluvia mensual se observa que los valores mayores, en general, coinciden con el período antes mencionado, considerado para el trazo de las isoyetas de la época de lluvias del año.

Analizando los planos CH- D-6-22, 25 y 30, págs. 187, 188 y 189 que corresponden a las isoyetas de la época húmeda de 1967 y 1968, y al promedio de los dos años, puede decirse, en términos generales, que las curvas muestran una distribución influenciada básicamente por la topografía de la región, con valores mayores en las zonas altas en comparación con las bajas debido, a que el relieve favorece la convección ascendente y, en consecuencia, la lluvia. La cantidad de agua precipitada durante esta parte del año representa el 79.1 y 75.5 % del volumen total llovido en 1967 y 1968, respectivamente.

A partir de los datos tomados de las tablas 15, 16 y 17, se puede determinarse la lluvia media por subcuencas para el período húmedo:

<u>1967</u>	Lamina en mm	Volúmen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	535.0	27 017 000
Subcuenca Barranca del Monte	542.4	16 865 000
Total cuenca del río Tizar	537.7	43 882 000
<u>1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	599.6	30 292 000
Subcuenca Barranca del Monte	515.7	16 037 000
Total cuenca del río Tizar	567.7	46 329 000

<u>Promedio período 1967-1968</u>	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	565.8	28 574 000
Subcuenca Barranca del Monte	582.2	16 428 000
Total cuenca del río Tizar	551.5	45 002 000

La precipitación en la época seca del año se distribuyó más o menos en forma uniforme, como puede observarse en los planos CH-D-6-21, 27 y 26 de las págs. 190, 191 y 192 que corresponden a las isoyetas del período de estiaje de los años 1967, 1968 y al promedio de ambos. Esto se debe a que las lluvias de invierno son escasas, más uniformes y pertinaces que las de verano, pues por lo general se trata en el primer caso, de grandes masas cálidas de aire húmedo que cubren una extensa región; en cambio, en el verano las condiciones que generalmente dan lugar a la precipitación son originadas por la convección local y una sola nube puede afectar un área de poca extensión causando así, durante dicha época del año, anomalías locales de los valores registrados en una zona más extensa.

Los meses considerados para el período de estiaje fueron de noviembre a abril, inclusive; en los cuales la precipitación es escasa y, por tanto, no se registra escurrimiento apreciable. La lluvia en esta época del año corresponde al 20.9 y 24.5 % de la total, para 1967 y 1968, respectivamente.

De las tablas Nos 15, 16 y 17 se obtuvieron los datos para las cifras medias correspondientes a este período, citadas a continuación:

<u>1967</u>	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	142.1	4 419 000
Subcuenca Barranca del Monte	142.4	7 191 000
Total cuenca del río Tizar	142.3	11 610 000

1968	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	183.0	9 230 000
Subcuenca Barranca del Monte	185.6	5 774 000
Total cuenca del río Tizar	183.9	15 004 000
<u>Promedio período 1967-1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	165.9	8 375 000
Subcuenca Barranca del Monte	162.0	5 037 000
Total cuenca del río Tizar	164.4	13 412 000

### 3.10 TORMENTAS

Generalmente la precipitación en la cuenca del río Tizar, al igual que en la cuenca del Valle de México, se presenta en forma de tormentas, chubascos o aguaceros en el verano y principios de otoño, que bien pueden cubrir una vasta zona o una muy reducida. En el invierno, aunque también llegan a ocurrir tormentas y chubascos, la lluvia típica es la que cae en forma de llovizna pertinaz que dura varias horas o varios días, producida por la invasión de masas de aire polar más bien conocida como nortes, características de esa época del año.

#### 3.10.1 Tipos de lluvia

Los tipos de lluvia que se presentan en el país son: convectiva; de relieve y ciclónica. El primer tipo de precipitación se produce principalmente en verano, cuando el aire en contacto con la superficie del terreno se calienta, asciende, se expande, se enfría adiabáticamente, se condensa la humedad y se precipita. Ocurren estas lluvias de preferencia, en los primeros meses de la temporada húmeda y producen fuertes chubascos casi siempre después del mediodía.

La lluvia de relieve se produce cuando una masa de aire se ve obligada a ascender debido a la presencia de una barrera montañosa. En el caso

de la cuenca del río Tizar se trata precisamente de una zona montañosa, de manera que las lluvias de carácter orográfico son frecuentes. Ejemplo de éstas son las precipitaciones que se producen cuando masas de aire húmedo, provenientes del Golfo de México en verano, se encuentran con la barrera constituida por la Sierra Nevada (de la cual es prolongación la zona en estudio), ascienden y se precipitan, dando lugar a fuertes tormentas y chubascos.

Las lluvias ciclónicas se originan cuando la trayectoria de algún ciclón tropical afecta a los mares adyacentes o al territorio mexicano; pueden producirse a cualquier hora del día, variando de intensidad según la proximidad y grado de desarrollo del ciclón.

Las lluvias de invierno pertenecen a las de carácter ciclónico, ya que por lo general las masas de aire polar que invaden el país forman parte de un sistema de fenómenos meteorológicos que dan lugar a los ciclones extratropicales.

### 3.10.2 Tormentas máximas

Dado el régimen de lluvia de la región, las máximas concentraciones de precipitación se producen en el verano. Al analizar los datos diarios registrados en la cuenca se observó que, en general, hubo muy pocos días con una precipitación mayor de 30 mm; se agrupan en dos épocas, invierno y fines de verano a principios de otoño, concretamente en los meses de enero, julio, agosto y septiembre. Sin embargo, no se toman en cuenta las precipitaciones de invierno debido a que, por tratarse de la época seca, la mayor parte del agua se evapora y no produce escurrimientos. En cambio, en el período húmedo se registraron dos tormentas de importancia en cada uno de los años estudiados; el 8 de julio y el 27 de agosto en 1967 y el 21 de junio y 14 de septiembre de 1968.

En la tabla No. 18 se presenta un resumen estadístico de las precipitaciones observadas en todas las estaciones de la cuenca del río Tizar durante las tormen-

TABLA No. 18  
 ALTURA DE LA PRECIPITACION Y VOLUMEN LLOVIDO EN LA CUENCA DEL RÍO TIZAR DURANTE LAS  
 TORMENTAS ANALIZADAS CORRESPONDIENTES A LOS AÑOS 1967 Y 1968

ESTACION	AREA DE INFLUEN- CIA KM <sup>2</sup>	1 9 6 7				1 9 6 8				
		8 DE JULIO		27 DE AGOSTO		21 DE JUNIO		14 DE SEPTIEMBRE		
		PRECIPITACION m.m.	VOLUMEN PRE- CIPITADO 10 <sup>6</sup> M <sup>3</sup>	PRECIPITACION m.m.	VOLUMEN PRE- CIPITADO 10 <sup>6</sup> M <sup>3</sup>	PRECIPITACION m.m.	VOLUMEN PRE- CIPITADO 10 <sup>6</sup> M <sup>3</sup>	PRECIPITACION m.m.	VOLUMEN PRE- CIPITADO 10 <sup>6</sup> M <sup>3</sup>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE										
Kiano Chico	4,311	2.5	0.011	10.9	0.047	36.0	0.164	17.0	0.073	
Corralejo	5,447	15.2	0.083	27.1	0.148	31.9	0.174	36.3	0.198	
Cuenco del Macotón	3,976	9.5	0.038	29.7	0.118	30.3	0.120	14.1	0.056	
Xochimucán	7,469	30.0	0.224	40.4	0.302	39.3	0.254	37.5	0.280	
San José	4,983	27.0	0.135	46.0	0.229	38.0	0.183	42.0	0.209	
Cosula	4,527	23.0	0.104	10.0	0.049	34.0	0.154	17.4	0.079	
San Marcos	0,387	24.5	0.010	7.6	0.003	32.7	0.126	22.6	0.009	
SUMA	31,100		0.604		0.892		1.221		0.904	
Precipitación Media mm		19.4		28.7		39.3		29.1		
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR										
San José	1,700	27.0	0.046	46.0	0.078	38.0	0.065	42.0	0.071	
Cosula	4,935	23.0	0.114	10.0	0.049	34.0	0.168	17.4	0.086	
San Marcos	0,804	24.5	0.020	7.6	0.006	32.7	0.026	22.6	0.012	
Límites	4,265	6.0	0.026	2.0	0.021	48.0	0.205	63.0	0.269	
LA Vanta	6,193	8.0	0.050	0.0	0.000	49.5	0.294	49.5	0.306	
San Cristóbal	8,560	17.0	0.146	1.0	0.009	41.0	0.351	52.0	0.454	
Estoyán	4,957	11.5	0.057	0.2	0.001	34.2	0.169	30.8	0.153	
Sombrerito	5,061	7.2	0.036	0.0	0.000	51.7	0.262	24.0	0.121	
Achichapa	8,745	6.7	0.059	0.4	0.004	48.6	0.425	55.2	0.485	
Tecamitla	5,280	12.0	0.063	2.0	0.011	20.4	0.106	34.0	0.179	
SUMA	50,500		0.617		0.179		2.073		2.142	
Precipitación Media mm		12.2		3.5		41.0		42.4		
CUENCA DEL RIO TIZAR										
SUMA TOTAL	81,600		1.221		1.071		3.294		3.046	
Precipitación Media mm		14.9		13.1		40.4		37.3		



tas estudiadas, indicándose también el volumen llovido sobre las áreas de influencia de los polígonos de Thiessen correspondientes a cada una de las estaciones.

De la tabla anterior se obtuvieron los siguientes datos:

<u>1967</u>	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
a) <u>Tormenta: 8 de julio</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	12.2	617 000
Subcuenca Barranca del Monte	19.4	604 000
Total cuenca del río Tizar	15.0	1221 000
b) <u>Tormenta: 27 de agosto</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	3.5	179 000
Subcuenca Barranca del Monte	28.7	892 000
Total cuenca del río Tizar	13.1	1071 000
 <u>1968</u>		
a) <u>Tormenta: 21 de junio</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	41.0	2 073 000
Subcuenca Barranca del Monte	39.3	1 221 000
Total cuenca del río Tizar	40.4	3 294 000
b) <u>Tormenta: 14 de septiembre</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	42.4	2 142 000
Subcuenca Barranca del Monte	29.1	904 000
Total cuenca del río Tizar	37.3	3 046 000

De los resultados anteriores y del análisis de las isoyetas que fueron trazadas para cada una de estas tormentas ( planos CH-D-6-18, 19, 46 y 45 pags. 193, 194, 195 y 196 se observa que en términos generales la precipitación se concentra en

una zona y va disminuyendo hacia la periferia, aún cuando se trate de regiones altas, lo que demuestra que probablemente fueron producto de la descarga de un solo sistema de nubes.

Para 1967 la tormenta de mayor intensidad fué la del 27 de agosto; las dos tormentas consideradas en ese año se concentraron en la subcuenca Barranca del Monte, en especial alrededor de las estaciones San José y Xochihuacán. De las tormentas observadas en 1968, la del 21 de junio fué más o menos uniforme en toda la cuenca y la del 14 de septiembre se concentró en la subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar; ambas fueron aproximadamente de la misma magnitud, siendo mayores que la de 1967.

En cuanto al escurrimiento que produjeron, esto se analizará en el capítulo sobre Escurrecimiento.

En lo futuro, cuando ya se disponga de un mayor número de tormentas observadas, se efectuará un análisis lámina-área-duración de las mismas.

### 3.10.3 Datos de intensidades de las tormentas

Para completar la información referente a las tormentas mencionadas, se incluyen las tablas Nos. 19 y 20, en las cuales se presenta un resumen de los datos de intensidades de lluvia correspondientes a las estaciones Cuauila, Límites, Llano Chico y San Cristóbal, que son las que contaron con pluviógrafo durante el período estudiado y son representativas de las distintas elevaciones de la cuenca en estudio.

## 3.11 GRAFICAS DE INTENSIDADES DE PRECIPITACION

Como ya se indicó antes, en la cuenca del río Tizar se encuentran instaladas 4 estaciones pluviográficas: Cuauila, Límites, Llano Chico y San Cristóbal. De la observación de los pluviogramas de dichas estaciones se seleccionaron las intensidades máximas ocurridas en 1967 y 1968 para representarlas gráficamente.

TABLA No. 19

DATOS SOBRE INTENSIDADES DE LLUVIA EN LAS ESTACIONES CUAULA, LIMITES  
LLANO CHICO Y SAN CRISTOBAL LOS DIAS 8 DE JULIO Y 27 DE AGOSTO DE 1967

FECHA	M I N U T O S										Precipitación en 24 horas
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120	
(1)	I N T E N S I D A D E S D E L L U V I A E N M I L I M E T R O S P O R H O R A										(12)
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)		
<u>ESTACION CUAULA</u>											
8 Julio	60.0	48.0	40.0	33.0	26.0	19.6	17.0	13.4	10.8	9.2	23.0
27 Agosto	36.0	24.0	16.8	12.9	8.8	8.7	7.5	6.0	4.9	4.1	10.0
<u>ESTACION LIMITES</u>											
8 Julio	Comenzó a funcionar en julio										6.0
27 Agosto	3.6	1.8	1.2	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	5.0
<u>ESTACION LLANO CHICO</u>											
8 Julio	20.4	12.6	8.4	6.3	4.2	2.8	2.2	1.6	1.3	1.1	2.5
27 Agosto	25.2	18.6	18.8	16.4	14.0	11.3	9.4	7.6	6.2	5.2	10.9
<u>ESTACION SAN CRISTOBAL</u>											
8 Julio	96.0	75.6	59.2	46.5	33.0	23.1	17.5	13.5	10.8	9.0	17.0
27 Agosto	Sin importancia										1.0

TABLA No. 20

DATOS SOBRE INTENSIDADES DE LLUVIA EN LAS ESTACIONES CUAULA,  
LIMITES, LLANO CHICO Y SAN CRISTOBAL LOS DIAS 21 DE JUNIO Y  
14 DE SEPTIEMBRE DE 1968

FECHA	M I N U T O S										Precipita- ción en 24 horas
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120	
(1)	INTENSIDADES DE LLUVIA EN MILIMETROS POR HORA										(12)
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
<u>ESTACION CUAULA</u>											
21 Junio	14.4	11.4	10.0	9.0	8.0	7.3	7.5	7.9	7.9	7.4	34.0
14 Septiembre	19.2	15.0	15.2	12.6	11.0	9.1	8.0	7.5	7.0	6.5	17.4
<u>ESTACION LIMITES</u>											
21 Junio	60.0	36.0	26.0	27.0	20.4	14.7	11.5	9.8	9.6	9.5	48.0
14 Septiembre	Gráfica defectuosa										63.0
<u>ESTACION LLANO CHICO</u>											
21 Junio	48.0	36.0	28.0	22.5	17.0	13.3	12.0	10.5	9.6	9.0	38.0
14 Septiembre	39.6	24.0	18.4	16.2	12.0	10.0	9.0	7.7	6.6	6.2	17.0
<u>ESTACION SAN CRISTOBAL</u>											
21 Junio	36.0	24.0	24.8	22.5	18.0	13.3	10.4	8.3	7.8	6.7	41.0
14 Septiembre*	116.4	84.0	73.6	64.8	54.0	38.7	30.0	23.4	20.8	18.1	53.0

\* Máximo registrado en 1968.

En las gráficas CH-D-6-12, 15, 14 y 13, pags. 162, 163, 164 y 165 se muestran las intensidades máximas maximorum ocurridas en 1967 y 1968 respectivamente en cada una de las estaciones pluviográficas. En el eje vertical se expresa la lámina en milímetros que hubiera caído durante una hora, si la intensidad correspondiente se hubiera prolongado todo este tiempo y, en el horizontal, los tiempos en los cuales se han observado dichas intensidades, variando desde 5 hasta 120 minutos.

Debido a que es muy corto actualmente en la cuenca el período de observación, únicamente se presentan las gráficas, sin que se establezca, por el momento, conclusión alguna.

### 3.12 CONCLUSIONES

Como resultado de lo visto en este capítulo se puede concluir lo siguiente:

1) De la comparación de los datos de precipitación anual registrados en cada una de las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar durante los años 1967 y 1968, este último resultó ser más húmedo.

2) La distribución de la precipitación en cualquier período o época que se considere varía de acuerdo con el relieve de la cuenca, aumentando generalmente con la altitud

3) Las precipitaciones más intensas ocurren en el verano y principios de otoño, estaciones que corresponden a la época húmeda del año en la cuenca del Valle de México.

4) La lluvia media de la cuenca en estudio resultó relativamente menor a la media de la cuenca del Valle de México.

Precipitación media anual en mm

AÑO	Cuenca del río Tizar	Cuenca del Valle de México
1967	680	781
1968	752	749
1967-1968	716	765

## IV. TEMPERATURA

### 4.1 DATOS DISPONIBLES

De las estaciones climatológicas instaladas en la cuenca todas cuentan con termómetro, y dos de ellas tienen higrómetro: Cuauila y Límites.

Durante el año 1967 el registro de temperatura de varias estaciones, está incompleto, por lo que se procedió a completar algunos de ellos por medio de los datos de estaciones cercanas, con el objeto de tener más completa la información y llegar a mejores resultados.

Con los datos de temperatura registrados en cada una de las estaciones, se obtuvieron: temperaturas medias, máximas, máximas medias, mínimas y mínimas medias. Estos datos abarcaron los años 1967 y 1968, así como el promedio de ambos. Con ellos se trazaron las isoterma de temperatura de la cuenca, pudiéndose observar la tendencia y distribución de este elemento en las distintas zonas de la región en estudio.

### 4.2 TEMPERATURA MEDIA

En las tablas 21, 22 y 23, se muestran los datos registrados en las estaciones climatológicas de la cuenca en estudio en los años 1967, 1968 y promedio de ambos respectivamente. Con base en ellas se trazaron los planos CH-D-6-44-32 y 31 pags.197, 198 y 199 con las isoterma medias de 1967, 1968 y el

TABLA NO. 21  
 TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN LA ESTACIONES  
 SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR

AÑO 1967

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
G R A D O S C E N T I G R A D O S													
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichapa, Tlax.	6.8	7.5	9.6	11.7	13.3	13.2	12.2	12.2	11.8	10.0	10.0	8.6	10.6
Corralejo, Hgo.	8.5	9.9	11.3	13.4	14.4	13.7	12.8	12.9	12.2	10.8	12.0	10.5	11.9
Guaula, Tlax.	9.7	11.8	13.2	14.7	15.7	15.5	14.8	14.3	13.4	12.2	12.0	11.2	13.2
Charco del Zacatón, Hgo.					14.3	14.2	13.9	13.8	12.8	11.6	11.1	10.6	
Estoyito, Tlax.	10.0	12.0	13.1	14.8	15.6	15.1	14.0	14.0	13.0	12.1	12.2	11.5	13.1
La Venta, Tlax.							12.2	12.4	11.0	9.9	10.0	9.6	
Límites, Tlax.							12.5	12.5	11.5	10.2	10.2	9.6	
Llano Chico, Hgo.	( 6.9)	7.9	8.8	10.5	11.8	13.0	10.6	11.0	11.0	9.0	7.9	7.4	( 9.6)
San Cristóbal, Tlax.	9.7	11.9	13.0	14.6	16.3	15.3	14.4	14.3	13.9	12.9	12.1	12.1	13.4
San José, Mex.	8.9	10.8	11.9	13.0	14.5	13.9	13.1	12.8	12.1	11.5	10.9	10.2	12.0
San Marcos, Tlax.	9.1	11.0	12.2	14.1	15.6	15.5	14.0	14.3	13.6	12.2	11.2	10.4	12.8
Sombrerito, Tlax.	9.3	10.2	12.1	13.8	14.8	14.1	13.6	13.5	13.0	10.7	10.9	10.5	12.2
Temontitla, Tlax.	( 6.9)	( 7.6)	( 9.8)	13.6	13.9	13.2	12.2	11.6	10.6	9.9	10.3	9.5	10.8
Xochihuacán, Mex.	9.2	10.6	11.8	13.1	14.6	13.7	13.6	13.4	12.6	11.2	9.6	10.4	12.0

Nota: Los datos entre paréntesis fueron deducidos.



**Tabla No. 22**  
**TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES**  
**SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR**  
**AÑO 1968**

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
	GRADOS				CENTIGRADOS								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichpa, Tlax.	9.5	7.5	9.8	12.0	12.9	13.0	12.0	12.2	12.4	11.1	9.7	9.0	10.9
Corralejo, Hgo.	9.5	9.7	11.6	13.4	13.7	13.6	12.2	12.5	12.8	11.8	11.3	10.4	11.9
Casula, Tlax.	10.2	10.0	12.7	14.6	14.9	14.8	13.7	14.5	14.3	13.1	12.1	11.3	13.0
Charco del Zacatón, Hgo.	9.6	9.5	12.2	14.0	14.2	14.3	13.0	13.5	13.5	12.3	11.4	10.5	12.3
Estoyito, Tlax.	10.6	10.0	12.8	14.5	15.0	14.5	13.0	13.5	13.6	13.0	12.4	11.3	12.9
La Venta, Tlax.	7.9	8.4	9.9	12.4	13.0	13.5	12.2	12.5	12.6	11.2	10.3	9.4	11.1
Límites, Tlax.	8.6	8.8	11.2	12.7	13.1	13.1	12.0	12.4	12.0	11.4	10.5	9.5	11.3
Llano Chico, Hgo.	6.2	6.4	8.9	11.1	11.4	12.0	11.0	11.2	11.5	10.2	8.4	8.0	9.7
San Cristobal, Tlax.	10.1	9.9	12.3	14.2	15.2	15.1	14.0	14.5	14.3	13.8	12.8	11.8	13.2
San José, Mex.	9.0	8.9	11.5	13.5	14.6	14.2	13.0	13.4	13.2	12.1	11.3	10.8	12.1
San Marcos, Tlax.	9.3	9.1	11.9	14.3	14.9	15.0	13.9	14.4	14.4	13.1	11.5	10.7	12.7
Sombrerito, Tlax.	9.6	9.7	12.0	13.7	14.1	13.6	12.4	12.7	12.7	12.0	11.4	10.0	12.0
Temontitla, Tlax.	8.4	8.1	12.5	12.2	13.0	12.3	11.2	11.3	11.1	10.3	10.5	9.8	10.9
Xochihuacán, Méx	9.5	9.2	11.8	13.7	14.3	13.9	12.7	13.2	13.2	12.1	11.0	10.5	12.1

TABLA No. 23  
 PROMEDIO DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DE LAS ESTACIONES SITUADAS  
 DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
 PERIODO 1967-1968

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
	G R A D O S					C E N T I G R A D O S							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichapa, Tlax.	8.2	7.5	9.7	11.8	13.1	13.1	12.1	12.2	12.1	10.6	9.8	8.8	10.8
Corralejo, Hgo.	9.0	9.8	11.4	13.4	14.1	13.6	12.5	12.7	12.5	11.3	11.6	10.4	11.9
Cuauila, Tlax.	10.0	10.9	12.9	14.6	15.3	15.2	14.2	14.4	13.8	12.6	12.1	11.2	13.1
Charco del Zacatón, Hgo.					14.2	14.8	13.4	13.6	13.2	11.9	11.2	10.6	
Estoyito, Tlax.	10.3	11.0	12.9	14.6	15.3	14.8	13.5	13.8	13.3	12.5	12.3	11.4	13.0
La Venta, Tlax.							12.2	12.4	11.8	10.6	10.2	9.5	
Límites, Tlax.							12.2	12.4	11.8	10.8	10.4	9.6	
Llano Chico, Hgo.	6.6	7.2	8.8	10.8	11.6	12.5	10.8	11.1	11.2	9.6	8.2	7.7	9.7
San Cristóbal, Tlax.	9.9	10.9	12.6	14.4	15.8	15.2	14.2	14.4	14.1	13.4	12.4	11.9	13.3
San José, Mex.	8.9	9.8	11.7	13.2	14.6	14.1	13.1	11.6	12.6	11.8	11.1	10.5	11.9
San Marcos, Tlax.	9.2	10.1	12.1	14.2	15.2	15.2	13.9	14.4	14.0	12.6	11.4	10.6	12.8
Sombrerito, Tlax.	9.4	9.9	12.1	13.8	14.4	13.8	13.0	13.1	12.8	11.4	11.2	10.2	12.1
Temontitla, Tlax.	7.6	7.8	11.2	12.9	13.4	12.8	11.7	11.4	10.8	10.1	10.4	9.6	10.8
Xochihuacán, Mex.	9.4	9.9	11.8	13.4	14.4	13.8	13.2	13.3	12.9	11.6	10.3	10.4	12.1

promedio 1967-1968.

Se observa que, en general, en los tres mapas considerados las temperaturas medias descienden con la altitud y aumentan al disminuir ésta.

La temperatura media anual varió de 9.7°C registrada en Llano Chico, una de las estaciones a mayor altitud, a 13.2°C en San Cristóbal, localizada a menor altitud en la cuenca.

Para tener una idea más precisa de la temperatura media de la cuenca del río Tizar, se calculó ésta por medio de los polígonos de Thiessen (Tabla No. 24), y se llegó a los siguientes resultados:

<u>1967</u>	en C°
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	12.0
Subcuenca Barranca del Monte	<u>11.9</u>
Total cuenca del río Tizar	12.0
<u>1968</u>	
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	12.0
Subcuenca Barranca del Monte	<u>11.9</u>
Total cuenca del río Tizar	12.0
<u>Promedio período 1967-1968</u>	
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	12.0
Subcuenca Barranca del Monte	<u>11.9</u>
Total cuenca del río Tizar	12.0

Como puede verse, la temperatura media anual fue exactamente igual para los dos años estudiados.

TABLA No. 24  
TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR UTILIZANDO POLIGONO DE THIESSEN  
AÑOS 1967, 1968 Y PROMEDIO DE AMBOS

ESTACION	1967			1968			1967 - 1968		
	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE									
Llano Chico	4,311	9.6	41,386	4,311	9.7	41,817	4,311	9.7	41,817
Cerralejo	8,190	11.9	97,461	5,447	11.9	64,819	8,190	11.9	97,460
Charco del Zacatán				3,976	12.3	48,905			
Xochimocan	7,860	12.0	94,320	7,469	12.1	90,375	7,860	12.1	95,106
San José	4,914	12.0	58,968	4,989	12.1	60,294	4,914	11.9	58,477
Cuauila	5,438	13.2	71,782	4,527	13.0	58,851	5,438	13.1	71,238
San Marcos	0,387	12.8	4,954	0,387	12.7	4,915	0,387	12.8	4,954
SUMA	31,100		368,871	31,100		369,975	31,100		369,052
Temperatura Media °C		11.9			11.9			11.9	
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR									
San José	2,406	12.0	28,872	1,700	12.1	20,510	2,406	11.9	28,631
Cuauila	4,885	13.2	64,482	4,925	13.0	64,155	4,885	13.1	63,994
San Marcos	0,804	12.8	10,291	0,804	12.7	10,211	0,804	12.8	10,291
Límite				4,265	11.3	54,166			
La Venta				6,293	11.1	68,742			
San Cristóbal	11,946	13.4	160,076	8,560	13.2	112,992	11,946	13.3	158,882
Estoyito	4,957	13.1	64,937	4,957	12.9	63,945	4,957	13.0	64,441
Sombrecito	5,061	12.2	61,744	5,061	12.0	60,732	5,061	12.1	61,238
Achichapa	15,161	10.6	160,707	8,745	10.9	95,320	15,161	10.8	163,739
Tenostilla	5,280	10.8	57,024	5,280	10.9	57,552	5,280	10.8	57,024
SUMA	50,500		608,133	50,500		608,385	50,500		608,240
Temperatura Media °C		12.0			12.0			12.0	
CUENCA DEL RIO TIZAR									
SUMA TOTAL	81,600		977,004	81,600		978,361	81,600		977,292
Temperatura Media °C		12.0			12.0			12.0	

#### 4.2.1. Variaciones mensuales de la temperatura

Aún cuando la marcha anual de la temperatura se analiza en el capítulo Climatología, se puede decir que alcanza su máximo en primavera y a veces en verano y el mínimo en invierno, generalmente en diciembre o enero. Por tratarse de una región intertropical, debe tener dos máximos de temperatura: el primero se observa claramente; sin embargo el segundo, que corresponde a los meses de agosto o septiembre, se manifiesta muy levemente por coincidir con la época de lluvias de gran nubosidad, lo cual impide que la temperatura ascienda de manera tan marcada como ocurre en la época seca, a la que corresponde el primer máximo (ver gráficas CH-D-6-67, 68, 69, pags. 166, 167 y 168).

#### 4.3 TEMPERATURA MAXIMA

En las tablas 25, 26 y 27 se muestran los registros de temperaturas máximas correspondientes a cada una de las estaciones de la cuenca del río Tizar, en los períodos estudiados.

Se trazaron los planos CH-D-6-43, 35, 36 y 37, pags. 200, 201, 202 y 203 en los que se presentan, respectivamente, las isotermas máximas de 1967, las isotermas máximas maximorum y máximas medias del período 1967-1968.

En la mayoría de los casos la temperatura máxima se registra en la cuenca durante el mes de mayo. Como se puede observar en los planos antes mencionados su distribución, al igual que en el caso de la temperatura media anual, disminuye con la altitud. En 1967 la temperatura máxima fue bastante uniforme en toda la cuenca. En cambio en 1968 hubo una oscilación apreciable, de 7°C, entre la parte más alta ( Llano Chico, con 23.5°C ) y la más baja ( San Marcos, 32.7°C ) de la cuenca. La distribución de las temperaturas máximas y maximorum del período 1967-1968 y de las temperaturas máximas medias del mis-

TABLA NO. 26

TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSUALES REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES  
SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO TIZAPÁN

AÑO 1958

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
	G R A B O S					C E R Y I O S A R G S							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichaya, Tlax.	21.5	21.5	24.0	24.0	23.0	23.0	21.0	21.5	21.5	21.5	22.5	20.0	24.0
Gorralaje, Hgo.	21.5	21.5	23.5	24.0	22.5	23.5	19.5	21.5	20.5	20.5	21.5	20.0	24.0
Cusula, Tlax.	22.5	23.0	25.0	26.5	24.5	24.5	23.0	23.5	24.0	23.5	22.5	22.0	26.5
Charco del Zacatón, Hgo.	23.5	24.0	26.5	27.0	25.0	25.5	23.0	23.5	23.5	23.5	23.5	22.0	27.0
Estoyito, Tlax.	22.0	22.0	25.0	25.0	24.0	24.0	21.0	22.5	22.0	22.5	22.0	20.0	25.0
La Venta, Tlax.	22.9	21.0	25.0	24.0	23.5	23.5	20.0	22.5	21.5	21.0	22.0	21.0	25.0
Límites, Tlax.	21.0	21.0	23.0	23.5	23.0	23.0	19.5	21.0	20.5	20.0	20.5	18.5	23.5
Llano Chico, Hgo.	20.0	20.0	22.0	23.5	22.0	22.0	18.0	20.0	19.5	20.5	19.5	19.0	23.5
San Cristóbal, Tlax.	29.0	27.0	29.0	29.0	26.0	30.0	24.0	26.0	25.0	26.0	25.0	24.0	30.0
San José, Mex.	21.0	21.0	23.5	24.5	23.0	23.5	21.5	22.5	21.0	20.5	21.5	20.5	24.5
San Marcos, Tlax.	24.0	23.5	27.0	26.5	26.0	32.7	22.5	24.5	24.5	24.5	23.0	22.0	32.7
Sombrerito, Tlax.	22.0	22.0	24.5	24.5	23.5	24.0	20.5	21.5	21.5	22.0	21.5	19.5	24.5
Temontitla, Tlax.	19.0	21.0	24.0	23.0	21.5	23.0	19.5	20.0	19.0	19.0	19.5	18.5	24.0
Xochihucacán, Mex.	21.5	21.5	23.5	24.5	24.5	22.5	19.5	21.5	21.5	21.0	21.5	20.0	24.5

TABLA No.27

PROMEDIO DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSUALES DE LAS ESTACIONES

SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR

PERIODO 1967-1968

ESTACION (1)	E (2)	F (3)	M (4)	A (5)	M (6)	J (7)	J (8)	A (9)	S (10)	O (11)	N (12)	D (13)	ANUAL (14)
Achichapa, Tlax.	21.2	22.2	24.0	24.8	24.5	23.8	21.2	21.8	21.2	20.8	22.0	20.5	24.8
Corralesjo, Hgo.	20.8	20.5	23.8	25.0	24.2	23.8	20.8	21.8	20.8	20.0	21.5	20.0	25.0
Cuaula, Tlax.	21.8	23.8	25.2	27.2	26.2	25.2	24.2	24.2	24.2	22.2	22.8	21.8	27.2
Charco del Zacatón, Hgo.					26.5	25.8	24.0	24.5	23.2	23.5	23.5	22.0	26.5
Estoyito, Tlax.	21.0	23.0	25.0	26.0	25.5	24.5	22.2	23.2	21.8	21.8	21.8	20.5	26.0
Llano Chico, Hgo.	20.0	20.8	22.2	24.2	23.5	23.8	19.2	20.5	19.5	19.2	19.8	19.0	24.0
San Cristóbal, Tlax.	24.0	26.0	29.5	29.0	28.0	28.5	26.0	26.0	25.5	25.0	26.0	25.0	29.5
San José, Mex.	20.8	21.8	23.5	25.0	24.8	24.0	22.0	22.0	20.8	20.5	21.5	21.0	25.0
San Marcos, Tlax.	22.8	24.2	26.5	27.2	27.2	29.4	23.8	24.5	24.5	23.2	23.8	22.2	29.4
Sombrerito, Tlax.	21.0	22.5	24.5	25.5	25.5	25.2	22.0	22.5	21.8	21.0	21.5	19.8	25.5
Temontitla, Tlax.				24.8	23.8	24.8	20.2	20.8	19.2	18.8	19.5	20.8	24.8
Xochihucán, Mex.	20.5	22.0	23.5	25.0	25.0	23.0	20.8	22.2	21.2	20.0	21.5	20.2	25.0

mo período resultó muy semejante; sin embargo en el promedio de ambos años, la diferencia de temperatura entre las partes alta y baja de la cuenca es menor, debido precisamente al promedio efectuado.

Nuevamente, mediante las áreas de influencia de los polígonos de Thiessen, se calculó la temperatura máxima media en las dos subcuencas que forman la cuenca del río Tizar ( tablas 28 y 29 )

<u>1967</u>	en C°
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	27.5
Subcuenca Barranca del Monte	<u>26.5</u>
Total cuenca del río Tizar	27.1

<u>1968</u>	
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	25.6
Subcuenca Barranca del Monte	<u>25.0</u>
Total cuenca del río Tizar	25.4

<u>Máxima maximorum período 1967-1968</u>	
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	27.6
Subcuenca Barranca del Monte	<u>26.5</u>
Total cuenca del río Tizar	27.1

<u>Temperatura máxima media período 1967-1968</u>	
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	26.4
Subcuenca Barranca del Monte	<u>25.4</u>
Total cuenca del río Tizar	26.0

Como se puede observar, la temperatura máxima de la cuenca del río Tizar para el año 1967 fue superior a la de 1968, debido, con toda seguridad,



TABLA No.28

TEMPERATURA MAXIMA DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR UTILIZANDO  
POLIGONOS DE THIESSEN, AÑOS 1967 Y 1968

ESTACION	1967			1968		
	AREA DE IN FLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE IN FLUENCIA	AREA DE IN FLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE IN FLUENCIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE						
Ilano Chico	4.311	25.5	109.930	4.311	23.5	101.308
Corralejo	5.447	26.0	141.622	5.447	24.0	130.728
Charco del Zacatón	3.976	28.0	111.328	3.976	24.0	107.352
Xochihuacán	7.469	25.5	190.460	2.469	24.5	182.990
San José	4.983	26.5	132.050	4.983	24.5	122.084
Cuauila	4.527	28.0	126.756	4.527	26.5	119.966
San Marcos	0.387	28.5	11.030	0.387	32.7	12.966
SUMA	31.100		823.176	31.100		777.083
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA °C	26.5			25.0		
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y DEL TIZAR						
San José	2.406	26.5	63.759	1.700	24.5	41.650
Cuauila	4.885	28.0	136.780	4.935	26.5	130.778
San Marcos	0.804	28.5	22.914	0.804	32.7	26.291
Límites				4.265	23.5	100.228
La Venta				6.193	25.0	154.825
San Cristóbal	11.946	30.0	358.380	8.560	30.0	256.800
Estoyito	4.957	27.0	133.839	4.957	25.0	123.925
Sombrerito	5.061	27.5	139.177	5.061	24.5	123.999
Achichapa	15.161	26.0	394.186	8.745	24.0	209.880
Temontitla	5.280	26.5	139.920	5.280	24.0	126.720
SUMA	50.500		1388.955	50.500		1295.091
TEMPERATURA MEDIA MAXIMA °C	27.5			25.6		
CUENCA DEL RIO TIZAR						
SUMA TOTAL	81.600		2212.131	81.600		2072.174
TEMPERATURA MEDIA MAXIMA °C	27.1			25.4		

TABLA N. 29  
TEMPERATURA MAXIMA MAXIMORUM Y TEMPERATURA MAXIMA MEDIA DE LA CUENCA  
DEL RIO TIZAR UTILIZANDO POLIGONOS DE TRIESSEN  
PERIODO 1967-1968

ESTACION	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMP MAXIMA MAXIMORUM		TEMP MAXIMA MEDIA	
		TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE					
Llase Chico	4.311	25.5	109.930	24.2	104.326
Corralejo	5.447	26.0	141.622	25.0	136.175
Charco del Zacatón	1.976	28.0	111.328	26.5	105.364
Xochihuacán	7.469	25.5	190.460	25.0	186.725
San José	4.983	26.5	132.050	25.0	124.575
Cuauila	4.527	28.0	126.756	27.2	123.134
San Marcos	0.387	32.7	12.655	29.4	11.578
SUMA	31.100		824.801		791.677
Temperatura máxima maximorum °C media y promedio		26.5		25.4	
SUBCUENCA DE LOS RIO BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR					
San José	2.406	26.5	63.759	25.0	60.150
Cuauila	4.885	28.0	136.780	27.2	132.872
San Marcos	0.804	32.7	26.290	29.4	23.638
San Cristóbal	11.946	30.0	358.380	29.5	352.407
Estoyito	4.957	29.0	133.839	26.0	128.88
Enchremita	5.051	27.5	139.178	25.5	129.056
Achichapa	153161	26.0	394.186	24.8	375.993
Tenexcalco	5.280	26.5	139.920	24.8	130.944
SUMA	50.500		1392.332		1333.942
Temperatura máxima maximorum °C media y promedio		27.6		26.4	
CUENCA DEL RIO TIZAR					
SUMA TOTAL	81.600		2217.133		2125.619
Temperatura máxima maximorum °C media y promedio		27.1		26.0	

a que el primero fue un año relativamente seco, como se vió en el capítulo sobre Precipitación.

#### 4.4. TEMPERATURA MINIMA

Para el análisis de la temperatura mínima de la cuenca del río Tizar se trazaron isotermas mínimas de 1967 y 1968 y mínimas minimorum y media del período 1967-1968, que se presentan respectivamente en los planos CH-D-6- 42, 38, 33 y 34, págs. 204, 205, 206 y 207, todos ellos con base en los datos recopilados en las tablas 30, 31 y 32, en las que se indican las temperaturas mínimas mensuales registradas en cada una de las estaciones climatológicas de la cuenca en estudio.

Se observa que en términos generales la temperatura mínima, como en los otros casos, también disminuye con la altitud.

La temperatura mínima se registra, en la mayoría de las estaciones, en el mes de febrero. Para 1967, la estación Llano Chico (una de las que se localizan a mayor altitud), mostró el valor mínimo de temperatura ( $-8.6^{\circ}\text{C}$ ), que va variando hasta llegar a  $-1.0^{\circ}\text{C}$  en Estoyito, en la parte baja dentro de la cuenca. En 1968, nuevamente Llano Chico, con  $-9.9^{\circ}\text{C}$ , es la estación que registra el valor mínimo, mientras que por otro lado en Sombrerito se registra el valor más alto, con  $-3.0^{\circ}\text{C}$ . Cabe mencionar que esta última estación se encuentra en la parte alta al sur de la cuenca, por lo cual este máximo no parece lógico por ahora; sin embargo, este valor registrado puede ser excepcional o bien deberse al abrigo de la vegetación de bosque que cubre la zona donde se halla dicha estación. Para aclarar esta anomalía será necesario disponer de un mayor número de años de observación.

A continuación se indican las temperaturas mínimas obtenidas para la cuenca del río Tizar en los años estudiados, por medio de los polígonos de Thie-

TABLA NO. 30

TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSUALES REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES  
SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO TILAH  
AÑO 1967

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
	GRADOS CENTIGRADOS												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichapa, Tlax.	-6.0	-8.5	-4.0	-3.5	0.5	0.0	0.0	2.0	0.0	-4.0	-4.0	-7.0	-8.5
Corralejo, Hgo.	0.0	-5.0	-5.0	1.0	3.5	4.0	4.0	4.0	3.5	-3.0	1.0	-5.0	-5.0
Cusula, Tlax.	0.0	-1.5	1.0	2.5	4.5	4.5	5.0	6.0	3.5	-1.0	1.0	1.0	-1.5
Charco del Zacatón, Hgo.					4.0	3.0	2.5	3.5	2.0	-3.0	-1.0	-2.5	
Estoyito, Tlax.	-1.0	-1.0	1.0	2.0	5.5	6.0	6.0	6.0	4.0	0.0	2.5	0.0	-1.0
La Venta, Tlax.							2.0	2.0	0.0	-3.0	0.0	-1.0	
Límites, Tlax.							4.0	4.0	5.0	-3.0	0.5	-2.5	
Llano Chico, Hgo.	(-8.6)	-8.0	-4.0	-6.0	-2.5	-1.0	-0.5	0.0	-1.0	-4.0	-6.5	-6.0	
San Cristóbal, Tlax.	-3.0	-1.5	-4.5	0.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.0	-2.0	0.0	0.0	-4.5
San José, Mex.	-3.0	-3.0	0.0	1.0	3.0	4.0	4.0	5.0	3.0	0.0	0.0	-1.0	-3.0
San Marcos, Tlax.	-4.5	-4.5	-0.5	0.0	2.0	3.0	3.0	4.0	1.0	1.0	-3.0	-4.5	-4.5
Sombrecito, Tlax.	-1.0	-2.0	0.5	1.0	4.0	4.5	4.0	4.5	3.5	-1.0	1.5	-5.0	-5.0
Temontitla, Tlax.	-0.8	-1.7	0.4	0.5	3.5	3.5	4.0	4.5	3.0	-1.5	-1.0	-2.5	-2.5
Xochihucán, Mex.	-1.0	-1.0	1.0	-1.0	4.5	3.5	5.5	4.0	3.5	-4.5	-3.5	-1.5	-4.5

TABLA No. 31  
 TEMPERATURAS MINIMAS MENSUALES REGISTRADAS EN LAS  
 ESTACIONES SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA  
 DEL RIO TLAXAR

ESTACION	AÑO 1968												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
	GRADOS CEN						Y GRADOS						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichape, Tlax.	-5.0	-8.0	-7.0	0.0	-2.0	1.5	2.5	1.5	3.5	-3.5	-3.0	-1.5	-8.0
Cerroblejo, Hgo.	-5.0	-6.0	-3.0	4.5	3.5	3.0	4.5	3.5	6.0	-0.5	-0.5	1.0	-6.0
Cuauila, Tlax.	-0.5	-5.0	-3.0	5.5	5.5	4.5	5.5	5.0	6.5	1.0	0.0	1.5	-5.0
Charco del Zacatón, Hgo.	-2.5	-7.0	-5.0	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.5	-1.5	-1.0	0.0	-7.0
Estoyito, Tlax.	0.5	-4.5	-1.5	5.0	7.0	5.0	6.0	5.5	5.0	2.0	2.0	1.0	-4.5
La Venta, Tlax.	-4.0	-5.0	-6.0	0.5	-0.5	1.5	4.5	2.0	4.0	-5.0	-3.5	-5.0	-6.0
Límites, Tlax.	-1.5	-4.5	-3.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	5.5	0.0	0.0	0.5	-4.5
Llano Chico, Hgo.	-7.0	-9.0	-8.0	-1.0	-2.0	0.0	2.5	2.0	3.5	3.5	3.0	-3.0	-9.0
San Cristóbal, Tlax.	-3.0	-6.0	-4.0	1.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	0.0	0.0	4.0	-6.0
San José, Mex.	-2.0	-6.0	-2.0	4.0	7.0	6.5	6.0	5.5	6.0	-1.0	-1.0	2.0	-6.0
San Marcos, Tlax.	-3.0	-5.5	-3.5	3.0	2.0	3.0	4.0	3.5	5.5	-1.0	-1.5	0.0	-5.5
Sombrerito, Tlax.	0.0	-3.0	-3.0	4.5	5.5	3.5	4.5	4.0	5.5	0.5	0.0	1.5	-3.0
Temontitla, Tlax.	-5.0	-5.0	2.0	3.5	5.0	5.0	3.5	4.0	4.5	0.5	2.0	2.0	-5.0
Xochihuecán, Méx.	-0.5	-5.5	-3.5	4.5	5.0	5.0	5.5	4.0	5.5	0.5	3.0	1.5	-5.5

TABLA No. 32

PROPEDIA DE LAS TEMPERATURAS MINIMAS MENSUALES DE LAS ESTACIONES

SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR

PERIODO 1967-1968

ESTACION	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	ANUAL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
	GRADOS CENTIGRADOS												
Achichapa, Tlax.	-5.5	-8.2	-5.5	-1.2	-0.8	0.8	1.2	1.8	1.8	-3.8	-3.5	-4.2	-8.2
Corralejo, Hgo.	-2.5	-5.5	-4.0	2.8	3.5	3.5	4.2	3.8	4.8	-1.8	0.2	-2.0	-5.5
Cuauila, Tlax.	-0.2	-3.2	-1.0	4.0	5.0	4.5	5.2	5.5	5.0	0.0	0.5	1.3	-3.2
Estoyito, Tlax.	-0.2	-2.8	-0.2	3.5	6.2	5.5	6.0	5.8	4.5	1.0	1.8	0.5	-2.8
Llano Chico, Hgo.	-7.8	-8.5	-6.0	-3.5	-2.2	-0.5	1.0	1.0	1.2	-0.8	-0.8	-4.5	-8.5
San Cristóbal, Tlax.	-3.0	-3.8	-4.2	0.5	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	-1.0	0.0	0.5	-4.2
San José, Mex.	-2.5	-4.5	-1.0	2.5	5.0	5.2	5.0	5.2	4.5	-0.5	-0.5	0.5	-4.5
San Marcos, Tlax.	-3.8	-5.0	-2.0	1.5	2.0	3.0	3.5	3.8	3.2	0.0	-2.2	-2.2	-5.0
Sombrecito, Tlax.	-0.5	-2.5	-1.2	2.8	4.8	4.0	4.2	4.2	4.5	-0.2	0.8	-1.8	-2.5
Temontitla, Tlax.	-2.9	-3.8	1.2	2.0	4.2	4.2	3.8	4.2	3.8	-0.5	0.5	-0.2	-3.8
Xochihuaacán, Mex.	-0.8	-3.2	-1.2	1.8	4.8	4.2	5.5	4.0	4.5	-2.0	-0.2	0.0	-3.2

ssen ( tablas 33 y 34)

<u>1967</u>	en °C
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	-4.8
Subcuenca Barranca del Monte	<u>-4.4</u>
Total cuenca del río Tizar	-4.7

<u>1968</u>	
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	-5.6°
Subcuenca Barranca del Monte	<u>-6.3</u>
Total cuenca del río Tizar	-5.8

Mínima minimorum período 1967-1968

Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	-6.3
Subcuenca Barranca del Monte	<u>-6.1</u>
Total cuenca del río Tizar	-6.2

Temperatura mínima media período 1967-1968

Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	-5.0
Subcuenca Barranca del Monte	<u>-4.8</u>
Total cuenca del río Tizar	-4.9

De acuerdo con lo antes expuesto, se vé cómo el año 1968 fue el de temperatura mínima más baja, probablemente como consecuencia de haber sido más húmedo con respecto a 1967.

4.5 VARIACION DE LA TEMPERATURA MEDIA CON LA ALTITUD

Las variaciones de la temperatura media en relación a la altitud se

TEMPERATURA MINIMA DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR UTILIZANDO POLIGONOS DE THIESEN AÑOS 1957-1968

ESTACION	1967			1968		
	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE						
Llano Chico	4.311	-8.6	-37.077	4.311	-9.0	-38.799
Corralaje	8.190	-5.0	-40.950	5.447	-6.0	-32.682
Charco del Zacatón				3.976	-7.0	-27.832
Xochibucán	7.860	-4.5	-35.370	7.469	-5.5	-41.080
San Jose	4.914	-3.0	-14.742	4.983	-6.0	-29.898
Cusula	5.438	-1.5	-8.157	4.429	-5.0	-22.635
San Marcos	0.387	-4.5	-1.741	0.387	-5.5	-2.128
SUMA	31.100		-138.035	31.100		-195.054
Temperatura mínima media °C		-4.4			-6.3	
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR						
San José	2.406	-3.0	-7.218	2.700	-6.0	-16.200
Cusula	4.885	-1.5	-7.328	4.935	-5.0	-24.675
San Marcos	0.804	-4.5	-3.618	0.804	-5.5	-4.422
Límites				4.265	-4.5	-19.192
La Venta				6.193	-6.0	-37.158
San Cristóbal	11.946	-4.5	-53.727	8.260	-6.0	-49.560
Estoyito	4.927	-1.0	-4.927	4.927	-4.5	-22.305
Sombrecito	5.061	-5.0	-25.305	5.061	-3.0	-15.183
Achichapa	15.161	-8.5	-128.868	8.745	-8.0	-69.960
Tementilla	5.280	-2.5	-13.200	5.280	-5.0	-26.400
SUMA	50.500		-244.251	50.500		-280.856
Temperatura mínima media °C		-4.8			-5.6	
CUENCA DEL RIO TIZAR						
SUMA TOTAL	81.600		-382.286	81.600		-475.910
Temperatura mínima media °C		-4.7			-5.8	



TABLA No. 34  
 TEMPERATURA MINIMA MINIMORUM Y TEMPERATURA MINIMA MEDIA DE LA CUENCA  
 DEL RIO TIZAR UTILIZANDO POLIGONOS DE THIESSEN  
 PERIODO 1967-1968

ESTACION	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	TEMP. MINIMA MINIMORUM		TEMP. MINIMA MEDIA	
		TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA	TEMPERATURA °C	VALOR POR AREA DE INFLUENCIA
<b>SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE</b>					
Llano Chico	4.311	-9.0	-38.799	-8.5	-36.644
Gorralesje	8.190	-6.0	-49.140	-5.5	-45.045
Xochibucán	7.860	-5.5	-43.230	-3.2	-25.132
San José	4.914	-6.0	-29.484	-4.7	-22.113
Cuauila	5.438	-5.0	-27.190	-3.2	-17.402
San Marcos	0.387	-5.5	- 2.128	-5.0	- 1.935
SUMA	31.100		-189.971		-148.291
Temperatura mínima minimorum °C media y promedio		-6.1		-4.8	
<b>SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR</b>					
San José	2.406	-6.0	-14.436	-4.5	-10.827
Cuauila	4.885	-5.0	-24.425	-3.2	-15.632
San Marcos	0.804	-5.5	- 4.422	-5.0	- 4.020
San Cristóbal	11.946	-6.0	-71.676	-4.2	-16.173
Estoyito	4.957	-4.5	-22.306	-2.8	-13.880
Sombrerito	5.061	-5.0	-25.305	-2.5	-12.652
Achichapa	15.161	-8.5	-128.868	-8.2	-124.320
Temontitla	5.280	-5.0	-26.400	-3.8	-20.064
SUMA	50.500		-317.838		-251.568
Temperatura mínima minimorum °C media y promedio		-6.3		-5.0	
<b>CUENCA DEL RIO TIZAR</b>					
SUMA TOTAL	81.600		-507.809		-399.859
Temperatura mínima minimorum °C media y promedio		-6.2		-4.9	

pueden observar en la tabla 35 y en la gráfica CH-D-D-57 de la pag. 169.

TABLA No. 35

COMPARACION DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES REGISTRADAS DURANTE 1967 Y 1968 CON LA ALTITUD CORRESPONDIENTE A LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR.

ESTACION	ALTITUD	TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C	
		1967	1968
Temontitla	3 100	( 10.8)	10.9
Llano Chico	2 900	( 9.6)	9.7
Límites	2 880		11.3
Sombrerito	2 860	12.2	12.0
Corralejo	2 820	11.9	11.9
San José	2 810	12.0	12.1
Achichapa	2 800	10.6	10.9
La Venta	2 790		11.1
Xochihuacán	2 760	12.0	12.1
Charco del Zacatón	2 730		12.3
Estoyito	2 700	13.1	12.9
San Cristóbal	2 700	13.4	13.2
Cuauila	2 660	13.2	13.0
San Marcos	2 590	12.8	12.7

( ) Valores deducidos

Al igual que en el caso de la precipitación, la temperatura media no presenta gran variación con respecto al relieve, debido a que al promediar se uniforman los valores y se indican las diferencias.

#### 4.6 OSCILACIONES ENTRE LA TEMPERATURA MAXIMA Y LA MINIMA

Con objeto de comparar de una manera más objetiva las temperaturas máximas y mínimas, se presenta la tabla 36 que muestra los datos correspondientes a cada estación en los períodos estudiados.

De acuerdo con la tabla citada, se observa que las mayores oscilacio-

TABLA No. 36

OSCILACION ENTRE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS EN LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
AÑOS 1967, 1968 Y PERIODO 1967-1968

Nombre de la Estación	1967			1968			Período 1967-1968		
	Temp. máxima	Temp. mínima	Oscilación	Temp. máxima	Temp. mínima	Oscilación	Temp. máxima maximum	Temp. mínima minimum	Oscilación
	G R A D O S			C E N T I G R A D O S			(8)	(9)	(10)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Achichapa	26.0	-8.5	34.5	24.0	-8.0	32.0	26.0	-8.5	34.5
Corralejo	26.0	-5.0	31.0	24.0	-6.0	30.0	26.0	-6.0	32.0
Cuauila	28.0	-1.5	29.5	26.5	-5.0	31.5	28.0	-5.0	33.0
Charco del Zacatón	28.0			27.0	-7.0	34.0	28.0		
Estoyito	27.0	-1.0	28.0	25.0	-4.5	29.5	27.0	-4.5	31.5
La Venta				25.0	-6.0	31.0			
Límitea				23.5	-4.5	28.0			
Llano Chico	25.5	-8.6	34.1	23.5	-9.0	32.5	25.5	-9.0	34.5
San Cristóbal	30.0	-4.5	34.5	30.0	-6.0	36.0	30.0	-6.0	36.0
San José	26.5	-3.0	29.5	24.5	-6.0	30.5	26.5	-6.0	32.5
San Marcoa	28.5	-4.5	33.0	32.7	-5.5	38.2	32.7	-5.5	38.2
Sombrerito	27.5	-5.0	32.5	24.5	-3.0	27.5	27.5	-5.0	32.5
Temontitla	26.5	-2.5	29.0	24.0	-5.0	29.0	26.5	-5.0	31.5
Xochihuacán	25.5	-4.5	30.0	24.5	-5.5	30.0	25.5	-5.0	31.0

nes se tuvieron en 1968. La máxima se tuvo en San Marcos ( 38.2°C ) en 1968 y la mínima en Temontitla ( 29.0°C ) en ambos años; corresponden a las estaciones situadas en la parte baja y alta de la cuenca, respectivamente. De una manera muy general, se puede decir que las oscilaciones máximas se registran en las partes bajas de la cuenca.

#### 4.7 CONCLUSIONES

Las consideraciones principales que se pueden hacer acerca de la temperatura en la cuenca del río Tizar, se resumen en los siguientes puntos:

- 1) La temperatura media para toda la cuenca fué la misma en 1967 y 1968, con 12°C.
- 2) La temperatura máxima en 1967 resultó superior a la de 1968, como consecuencia de que en el primero hubo menos precipitación que en el segundo.
- 3) La temperatura mínima fué inferior en 1968 en comparación con 1967, por las mismas razones enumeradas en el punto 2 anterior.
- 4) De acuerdo con los registros de temperatura y los planos con isotermas trazados, se observa que ésta varía inversamente con respecto a la altitud.

## V. EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION

En una cuenca hidrográfica, la evaporación y la transpiración se llevan a cabo desde los lugares donde el agua o humedad quedan expuestas a la atmósfera. Para un estudio hidrológico se debe analizar, no sólo la evaporación que ocurre sobre los cuerpos de agua libre, sino también la que se produce a partir de la humedad contenida en el suelo y la que transpiran las plantas a través de sus funciones biológicas.

Los términos evaporación total o evapotranspiración corresponden a la suma de la evaporación que se produce en los cuerpos de agua, en el suelo y en las plantas. Por otro lado, se han establecido los términos evaporación potencial, que corresponde al consumo máximo que por este concepto se produce desde un cuerpo de agua libre y el de evapotranspiración potencial, el cual se refiere a la cantidad máxima de agua que se pierde por evaporación y transpiración, suponiendo que el suelo que sustenta la vegetación se mantuviera húmedo.

Por lo general, para un balance hidrológico, no es necesario separar la evaporación de la transpiración que se efectúa a través de la función biológica de las plantas.

Tanta la evaporación como la evapotranspiración corresponden a la parte del ciclo hidrológico que consume la mayor cantidad de agua, en comparación con el escurrimiento y la infiltración. Ambas se encuentran afectadas por varios factores: 1) temperatura, 2) presión atmosférica, 3) déficit higrométrico del aire, 4) velocidad del viento, 5) composición química del agua, 6) tipo de vegetación, 7) tipo de suelo, 8) profundidad del agua freática y otras más.

Entre los aparatos existentes para medir este fenómeno se pueden mencionar los evaporímetros (evaporación potencial) y los evapotranspirómetros (evapotranspiración potencial); ambos registran el poder evaporante de la atmósfera, sobre el agua y la humedad, es decir, la evaporación o evapotranspiración potencial, ya que siempre se les está reponiendo el agua perdida.

En cuanto a la cuenca del río Tizar, con excepción de una estación, La Venta, todas las demás cuentan con evaporímetro y, a la fecha que cubre el presente informe, se están instalando aparatos para medir la evapotranspiración en las estaciones La Venta y Potrerito.

En algunas estaciones con datos incompletos durante 1967, se procedió a estimar los datos mensuales faltantes con apoyo en las estaciones de registro completo, cercanas a ellas, con objeto de tener una idea más aproximada del fenómeno en dicho año.

## 5.1 EVAPORACION POTENCIAL

### 5.1.1. Curvas de igual evaporación potencial.

Con los datos registrados en las estaciones climatológicas se formaron las tablas 37, 38 y 39, donde se muestran las evaporaciones potenciales, mensuales y anuales, de los años estudiados. Se trazaron, además, curvas de igual evaporación potencial para 1967, 1968 y el promedio del período 1967-1968 que se presentan, respectivamente, en los planos CH-D-6-41, 39 y 40, págs. 208, 209 y 210.

De la observación de dichos cuadros y curvas, se puede decir que:

1) La evaporación potencial como generalmente ocurre, disminuye con la altitud. Esto se debe a que está influenciada notablemente por la temperatura: a mayor temperatura mayor evaporación; a menor temperatura menor evaporación.

TABLA No. 37

ALTURA DE EVAPORACION POTENCIAL REGISTRADA EN LAS ESTACIONES SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR

AÑO 1967

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	M i l i m e t r o s			(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
					(6)	(7)	(8)						
Achichapa, Tlax.	110.1	129.0	150.6	178.4	166.2	135.0	140.0	108.1	84.5	88.7	100.6	84.7	1475.9
Corralejo, Tlax.	(113.9)	161.3	149.6	181.2	177.1	147.7	158.6	126.0	121.5	93.8	113.8	114.9	(1659.4)
Cuauila, Tlax.	109.3	130.5	177.0	192.4	179.7	142.1	139.9	114.6	97.7	104.5	116.1	102.5	1606.3
Charco del Zacatón, Hgo.					193.3	154.8	135.9	116.6	88.1	96.9	112.1	97.4	
Estoyito, Tlax.	130.9	148.6	192.8	196.3	156.3	159.4	148.7	131.7	95.4	116.4	132.5	118.4	1727.4
Límites, Tlax.							134.0	130.0	89.7	88.8	100.1	99.4	
Llano Chico, Hgo.	(105.3)	155.8	157.9	166.8	186.2	138.9	139.8	143.9	89.5	84.9	90.9	73.5	(1533.3)
San Cristóbal, Tlax.	(108.9)	127.6	149.1	176.4	164.3	135.4	129.3	117.1	104.7	93.7	102.3	91.5	(1500.3)
San José, Mex.	111.2	146.0	180.2	177.9	175.7	150.2	153.6	103.7	96.5	92.6	119.5	112.4	1619.5
San Marcos, Tlax.	(122.6)	139.2	180.7	179.5	183.4	148.9	130.9	125.3	90.9	89.5	116.5	111.1	(1618.5)
Sombrerito, Tlax.	86.9	117.7	141.7	153.6	138.9	125.3	102.2	70.9	66.3	74.6	79.5	75.6	1233.2
Temontitla, Tlax.			127.6	163.7	161.6	139.7	161.1	118.4	86.0	77.5	82.8	67.7	
Xochihuacán, Méx.	(109.4)	130.4	177.3	169.7	197.1	160.9	167.8	138.0	91.8	99.6	119.3	104.5	(1665.7)

Los datos entre paréntesis fueron deducidos.

TABLA No. 38

ALTURA DE EVAPORACION POTENCIAL REGISTRADA EN LAS ESTACIONES SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR, AÑO 1968.

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Milímetros													
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichapa, Tlax.	90.1	111.3	179.8	128.6	159.6	137.5	111.5	114.9	85.6	98.6	102.8	76.0	1396.3
Corralejo, Hgo.	125.3	134.8	202.8	142.3	154.1	145.5	112.3	127.3	112.5	114.8	120.5	85.5	1577.7
Cuauila, Tlax.	109.2	125.8	191.2	145.5	162.5	138.1	108.5	128.1	100.4	104.3	101.4	84.4	1499.4
Charco del Zacatón, Hgo.	107.4	121.9	192.4	126.3	150.5	129.0	108.5	123.3	107.0	108.5	113.5	82.1	1470.4
Estoyito, Tlax.	125.4	134.7	219.0	143.8	173.3	156.1	127.0	148.7	120.8	121.1	129.1	109.4	1708.4
Límites, Tlax.	99.8	127.8	186.2	122.2	150.8	121.4	114.7	116.8	88.8	97.4	103.0	79.5	1408.4
Lléno Chico, Hgo.	77.2	92.1	148.7	119.3	148.3	113.4	89.0	105.2	81.4	82.3	81.4	55.4	1193.7
San Cristóbal, Tlax.	81.0	110.0	133.3	103.3	143.0	126.8	115.5	128.1	100.7	92.0	96.3	66.8	1297.3
San José, Tlax.	106.2	130.5	195.9	147.6	165.4	139.5	124.7	131.4	102.3	102.6	127.7	95.0	1568.8
San Marcos, Tlax.	112.7	128.7	198.3	140.7	163.2	137.6	120.3	130.9	109.2	121.9	127.3	98.0	1568.8
Sombrerito, Tlax.	82.7	99.5	164.9	106.6	136.2	113.3	94.8	108.9	77.7	77.4	85.7	63.7	1211.4
Temóntila, Tlax.	78.9	106.2	157.4	105.0	124.8	102.1	80.5	84.4	64.8	73.0	69.2	56.4	1102.7
Xochihuacán, Tlax.	112.0	129.2	206.1	138.9	143.6	128.0	119.3	122.7	96.9	108.7	105.5	89.4	1500.3



TABLA No. 39  
 ALTURA DE EVAPORACION POTENCIAL REGISTRADA EN LAS  
 ESTACIONES SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL  
 RIO TIZAR

PROMEDIO 1967-1968.

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL	
(1)	(2)	(3)	(4)	M i l i m e t r o s										(14)
Achichapa, Tlax.	100.1	120.2	165.2	153.5	162.9	186.2	125.8	111.5	85.1	93.6	101.7	80.4	1486.2	
Corralejo, Hgo.	119.6	148.1	176.2	161.8	165.6	146.6	135.4	126.6	117.0	104.3	117.2	100.2	1618.6	
Cuauila, Tlax.	109.2	128.2	184.1	168.9	171.1	140.1	124.2	121.3	99.1	104.4	108.8	93.4	1552.8	
Charco del Zacatón, Tlax.					171.9	141.9	122.2	119.9	97.6	102.7	112.8	89.8		
Estoyito, Tlax.	128.2	141.6	205.9	170.1	164.8	157.8	137.8	140.2	108.1	118.8	130.8	113.9	1718.0	
Límites, Tlax.							123.8	123.4	89.3	93.1	101.6	89.4		
Llano Chico, Hgo.	91.2	123.9	153.3	143.2	164.2	126.2	114.4	124.6	85.4	83.6	86.2	64.4	1360.6	
San Cristóbal, Tlax.	94.9	118.8	141.5	139.9	153.6	131.1	122.4	122.6	102.7	92.8	99.3	79.2	1398.8	
San José, Méx.	108.7	138.2	188.1	167.8	170.6	144.8	139.2	117.6	99.4	97.6	123.6	103.7	1599.3	
San Marcos, Tlax.	117.6	133.9	189.5	160.1	173.3	143.2	125.6	128.1	100.1	95.7	121.9	104.6	1593.6	
Sombrecito, Tlax.	84.4	108.6	153.3	130.1	137.6	119.3	98.5	89.8	72.0	76.0	82.6	69.6	1222.2	
Temontitla, Tlax.			142.5	134.4	143.2	120.9	120.8	101.4	75.4	75.2	76.0	62.1		
Xochihuacán, Mex.	110.7	129.8	191.7	154.3	170.4	144.4	143.6	130.4	94.4	104.2	112.4	97.0	1583.3	

2) No se debe comparar la evaporación potencial con la precipitación ya que esta última es real y la primera potencial, por lo que a nuestras latitudes esta última resulta mayor que la altura de la lluvia.

3) Para 1967, el valor mínimo de evaporación potencial (1 233.2 mm) fue registrado en la estación Sombrerito, una de las que se encuentran a mayor altitud en la cuenca, mientras que el valor máximo observado fué 1727.4 mm en Estoyito, localizada en la parte baja.

En 1968, las tendencias fueron semejantes con 1 102.7 mm registrados en Temontitla, estación de mayor altitud, y 1 708.4 mm en Estoyito, a menor altitud.

4) A lo largo del año la evaporación aumenta a medida que aumenta la temperatura y tiene su máximo en casi todos los casos, en los meses de marzo o mayo que corresponden, por lo general, al mes más seco y al más cálido, respectivamente.

#### 5.1.2. Evaporación potencial media.

Por medio de los polígonos de Thiessen se calculó la evaporación potencial media de la cuenca del río Tizar y de las subcuencas que la forman, durante los años estudiados. Los resultados fueron tomados de la tabla 40.

<u>1967</u>	Lámina en mm	Volúmen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	1490	75 241 000
Subcuenca Barranca del Monte	1627.4	50 611 000
Total cuenca del río Tizar	1542.3	125 852 000
<u>1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	1376.9	69 533 000
Subcuenca Barranca del Monte	1479.2	46 004 000
Total cuenca del río Tizar	1415.9	115 537 000

TABLA No. 40

EVAPORACIÓN POTENCIAL MEDIA EN LA CUENCA DEL RÍO TIZAR UTILIZANDO POLÍGONOS DE THIESSEN, AÑOS 1967-1968 Y PROMEDIO DE AMBOS

ESTACION	1967			1968			1967 - 1968		
	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	EVAPORACION POTENCIAL mm	VOLUMEN EVAPORADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	EVAPORACION POTENCIAL mm	VOLUMEN EVAPORADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	EVAPORACION POTENCIAL mm	VOLUMEN EVAPORADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE									
Llano Chico	4,311	1533.3	6,610	4,311	1193.7	5,146	4,311	1360.6	5,866
Cerealejo	8,190	1659.4	13,990	5,447	1577.7	8,594	8,190	1618.6	13,256
Charco del Zacatón				3,976	1470.4	5,846			
Yochihuacán	7,860	1665.7	13,222	2,469	1500.3	11,206	7,860	1583.3	12,445
San José	4,914	1619.5	7,958	4,983	1568.8	7,817	4,914	1599.3	7,899
Cuauila	5,438	1606.3	8,735	4,527	1499.4	6,788	5,438	1552.8	8,444
San Marcos	0,387	1618.5	0,626	0,387	1568.8	0,607	0,387	1599.6	0,627
SUMA	31,100		30,611	31,100		46,004	31,100		48,489
Evaporación potencial media mm		1627.4			1479.2			1599.1	
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR									
San José	2,386	1619.5	3,864	1,994	1568.8	3,128	2,386	1599.3	3,816
Cuauila	4,826	1606.3	7,752	4,848	1499.4	7,269	4,826	1522.8	7,494
San Marcos	0,795	1618.5	1,287	0,798	1569.8	1,252	0,795	1593.6	1,267
Llitas				6,288	1408.4	8,856			
San Cristóbal	12,101	1500.3	18,155	11,165	1297.3	14,484	12,101	1398.8	16,927
Enxoyito	4,897	1727.4	8,459	4,920	1708.4	8,405	4,897	1718.0	8,413
Sombrerito	7,847	1233.2	9,677	5,022	1211.4	6,084	7,847	1222.2	9,591
Achichapa	17,648	1475.9	26,047	10,225	1396.3	14,277	17,648	1486.2	26,228
Temontitla				5,240	1102.7	5,778			
SUMA	50,960		75,241	50,500		69,533	50,500		73,736
Evaporación potencial media mm		1490.0			1370.9			1460.1	
CUENCA DEL RIO TIZAR									
SUMA TOTAL	81,600		125,852	81,600		115,537	81,600		122,223
Evaporación potencial media mm		1542.3			1415.9			1497.8	

<u>Período 1967-1968</u>	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	1460.1	73 736 000
Subcuenca Barranca del Monte	<u>1559.1</u>	<u>48 487 000</u>
Total cuenca del río Tizar	1497.8	122 223 000

Como puede verse, en 1967 se tuvo la mayor evaporación potencial, lo que se explica por su baja humedad en relación con 1968.

#### 5.1.3. Marcha anual de la evaporación potencial.

Aún cuando ya se tiene idea de cómo varía la evaporación cada mes a lo largo del año en la cuenca del río Tizar, se formaron las tablas 41, 42 y 43 para ver esta variación con más exactitud. El mayor porcentaje de la evaporación potencial media registrada en la cuenca se tiene, como es de suponer, en los meses de mayor temperatura. Sin embargo, las fluctuaciones durante el año no son muy notables.

#### 5.1.4. Variación de la evaporación potencial con la altitud.

En la tabla 44, y en la gráfica CH-D-6-57 de la pag. 169 se muestra la relación de la evaporación potencial con respecto a la altitud.

TABLA No. 41

VOLUMENES DE EVAPORACION POTENCIAL MENSUAL EN LA CUENCA  
DEL RIO TIZAR. AÑO 1967.

M E S	Subcuenca del Río Barranca del Monte		Subcuenca de los Ríos Barranca de Tenexcalco y Barranca del Tizar		Cuenca del Río Tizar		
	E V A P O R A C I O N P O T E N C I A L						
	mm	$10^6 \text{ m}^3$	mm	$10^6 \text{ m}^3$	mm	$10^6 \text{ m}^3$	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Enero	109.8	3.415	108.4	5.474	108.9	8.889	7.06
Febrero	144.0	4.478	129.9	6.560	135.3	11.038	8.77
Marzo	166.9	5.190	157.3	7.943	160.9	13.133	10.43
Abril	179.8	5.592	177.2	8.948	178.2	14.540	11.55
Mayo	185.6	5.772	162.5	8.206	171.3	13.978	11.11
Junio	151.0	4.696	137.5	6.944	142.7	11.640	9.25
Julio	153.1	4.761	132.9	6.711	140.6	11.472	9.12
Agosto	125.3	3.897	107.4	5.424	114.2	9.321	7.41
Septiembre	100.6	3.129	89.6	4.524	93.8	7.653	6.08
Octubre	95.2	2.960	92.2	4.655	93.3	7.615	6.05
Noviembre	112.7	3.505	103.4	5.222	106.9	8.727	6.93
Diciembre	103.4	3.216	91.7	4.630	96.2	7.846	6.24
TOTALES	1 627.4	50.611	1 490.0	75.241	1 542.3	125.852	100.00

TABLA No. 42

VOLUMENES DE EVAPORACION POTENCIAL MENSUAL EN LA CUENCA  
DEL RIO TIZAR. AÑO 1968.

M E S	Subcuenca del Rio Barranca del Monte		Subcuenca de los Rios Barranca de Tenexcalco y Barranca del Tizar		Cuenca del Rio Tizar		
	E V A P O R A C I O N		P O T E N C I A L				
	mm	$10^6 \text{ m}^3$	mm	$10^6 \text{ m}^3$	mm	$10^6 \text{ m}^3$	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Enero	107.5	3.343	93.6	4.727	98.9	8.070	6.99
Febrero	123.7	3.847	116.1	5.863	119.0	9.710	8.41
Marzo	191.8	5.965	172.3	8.701	179.7	14.666	12.70
Abril	137.4	4.273	121.6	6.141	127.6	10.414	9.01
Mayo	153.4	4.771	150.7	7.610	151.7	12.381	10.71
Junio	132.5	4.121	129.5	6.540	130.7	10.661	9.23
Julio	111.7	3.474	109.7	5.540	110.5	9.014	7.80
Agosto	123.3	3.835	119.7	6.045	121.1	9.880	8.55
Septiembre	101.2	3.147	92.2	4.656	95.7	7.803	6.76
Octubre	104.2	3.241	95.2	4.807	98.6	8.048	6.96
Noviembre	109.3	3.399	100.0	5.050	103.5	8.449	7.31
Diciembre	83.2	2.588	76.3	3.853	78.9	6.441	5.57
TOTALES	1479.2	46.004	1376.9	69.533	1451.9	115.537	100.00

TABLA No. 43

VOLUMENES DE EVAPORACION POTENCIAL MENSUAL EN LA CUENCA  
DEL RIO TIZAR. PROMEDIO 1967-1968

M E S	Subcuenca del Río Barranca del Monte		Subcuenca de los Ríos Barranca de Tenexcalco y Barranca del Tizar		Cuenca del Río Tizar		
	E V A P O R A C I O N P O T E N C I A L						
	mm	$10^6 \text{ m}^3$	mm	$10^6 \text{ m}^3$	mm	$10^6 \text{ m}^3$	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Enero	109.8	3.415	100.8	5.090	104.2	8.505	6.96
Febrero	134.9	4.195	121.9	6.156	126.9	10.351	8.47
Marzo	180.4	5.610	164.8	8.322	170.7	13.932	11.40
Abril	159.5	4.961	150.4	7.595	153.9	12.556	10.27
Mayo	168.4	5.237	158.2	7.989	162.1	13.226	10.82
Junio	141.8	4.410	152.8	7.716	148.6	12.126	9.92
Julio	133.0	4.136	122.4	6.181	126.4	10.317	8.44
Agosto	125.0	3.888	115.1	5.813	118.8	9.701	7.93
Septiembre	100.8	3.135	91.8	4.636	95.3	7.771	6.36
Octubre	100.3	3.119	94.4	4.768	96.7	7.887	6.46
Noviembre	111.3	3.461	103.1	5.207	106.2	8.668	7.09
Diciembre	93.9	2.920	84.4	4.263	88.0	7.183	5.88
TOTALES	1559.1	48.487	1460.1	73.736	1497.8	122.223	100.00

Los valores de esta tabla se obtuvieron con los datos de la tabla 39.

TABLA No. 44

COMPARACION DE LAS EVAPORACIONES POTENCIALES REGISTRADAS DURANTE 1967 Y 1968 CON LA ALTITUD CORRESPONDIENTE A LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR

ESTACION	ALTITUD m	EVAPORACION POTENCIAL ANUAL en mm	
		1967	1968
(1)	(2)	(3)	(4)
Temontitla	3100		1102.7
Llano Chico	2900	1533.3	1193.7
Límites	2880		1408.4
Sombrero	2860	1233.2	1211.4
Corralejo	2820	(1659.4)	1577.7
San José	2810	1619.5	1568.8
Achichapa	2800	1475.9	1396.3
Xochihuacán	2760	(1665.7)	1500.3
Charco del Zacatón	2730		1470.4
Estoyito	2700	1727.4	1708.4
San Cristóbal	2700	(1500.3)	1297.3
Cuauila	2660	1606.3	1499.4
San Marcos	2590	(1618.5)	1568.8

( ) Valores deducidos.

Se observa, al igual que en el caso de la temperatura, que la evaporación potencial disminuye con la altitud.

## 5.2 EVAPORACION REAL

Como ya se dijo antes, las medidas de evaporación que se registran en las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar corresponden, de hecho, al efecto del poder evaporante de la atmósfera sobre una disponibilidad constante de agua; como esto último no ocurriré en ninguna cuenca en estudio, es necesario determinar, en forma aproximada, la evaporación real. Para ello existen varios procedimientos y fórmulas, según la disponibilidad de datos. En el presente caso, por encontrarse todavía en las etapas iniciales del estudio y no disponer de medi-



das reales de evapotranspiración, se aplicaron sólo dos procedimientos, el meteorológico-estadístico modificado y la fórmula de Turc.

No se pretende explicar en esta exposición los mencionados procedimientos, ya que el objeto de esta investigación no es el estudio ni justificación de los mismos, sino la aplicación de los más convenientes entre los conocidos, de acuerdo con los datos disponibles.

#### 5.2.1. Cálculo de la evapotranspiración real según el método meteorológico-estadístico modificado.

El método meteorológico-estadístico modificado fue desarrollado en la Oficina de Hidrología de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México y consiste, al igual que el meteorológico-estadístico, en operar con los datos de evaporación potencial y precipitación de todos los días en que esta última se registró. La modificación consiste en determinar cada uno de los elementos que constituyen la ecuación del ciclo hidrológico y, por diferencias, obtener la evaporación real. El escurrimiento se determina a partir de la precipitación y la infiltración, y la humedad del suelo a partir del excedente de lluvia, después de considerar la evaporación potencial.

Este método está aun en vías de ajuste y perfeccionamiento; sin embargo, los resultados aquí obtenidos pueden darse como aceptables ya que los cambios que se pretende hacer no los alterarán notablemente y únicamente los afectarán en cuestión de unos cuantos milímetros. De cualquier manera, en publicaciones posteriores, los datos presentados aquí se modificarán si los ajustes de este método lo requieren.

En las tablas Nos. 45, 46 y 47 se muestran los resultados mensuales y anuales obtenidos en cada una de las estaciones de la cuenca para los años 1967, 1968 y promedio de ambos, al aplicar el método meteorológico-estadístico modificado. En estas tablas se puede observar que la evapotranspiración real aumenta

TABLA No. 45

EVAPOTRANSPIRACION REAL EN mm CALCULADA POR EL METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO EN LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
AÑO 1967

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Evapotranspiración real
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichapa, Tlax.	13.6	0.0	7.2	46.6	46.7	56.4	52.6	58.1	29.4	29.9	7.4	1.0	348.9
Corralejo, Hgo.	(17.1)	4.8	19.4	25.4	86.5	37.2	49.3	75.7	63.4	23.2	3.2	0.0	(405.2)
Cuauila, Tlax.	12.3	0.0	22.5	54.2	32.7	61.1	45.6	61.2	53.4	32.2	2.4	2.3	379.9
Charco del Zacatón, Hgo.					61.2	72.8	41.2	54.0	23.6	18.5	1.9	5.0	
Estoyito, Tlax.	13.9	2.4	9.5	53.6	46.0	65.1	40.8	80.1	59.1	44.4	8.0	0.0	422.9
Llano Chico, Tlax.	(18.2)	0.0	26.2	27.8	74.9	90.6	29.9	93.5	44.7	23.0	2.6	0.0	(431.4)
San José, Mex.	16.3	4.3	23.2	49.0	42.0	64.3	58.1	67.7	21.2	32.4	2.5	6.2	387.2
San Marcos, Tlax.				48.6	39.8	45.4	62.2	75.5	52.9	24.8	1.2	0.0	
Sombrerito, Tlax.	11.8	5.2	9.7	34.0	53.1	72.0	43.2	48.2	47.5	33.9	10.6	3.5	372.7
Temontitla, Tlax.				31.6	81.0	81.4	80.8	86.0	79.9	40.7	7.0	4.8	
Xochihuaacán, Mex.	(19.7)	0.0	31.2	36.2	53.2	60.0	85.5	78.6	68.7	33.3	1.3	1.0	(468.7)

Los datos entre paréntesis fueron deducidos

TABLA No. 46

EVAPOTRANSPIRACION REAL EN mm CALCULADA POR EL METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO, EN LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
AÑO 1968

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Evapotranspiración real
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichapa, Tlax.	6.0	27.4	0.0	61.8	59.4	67.6	67.1	56.7	46.8	34.6	14.8	15.7	457.9
Corralejo, Hgo.	2.5	28.6	0.0	65.1	68.4	70.5	60.4	43.6	62.9	21.8	6.3	16.1	446.2
Cuauila, Tlax.	14.0	26.7	2.4	64.8	64.7	58.0	55.2	34.4	60.7	34.6	8.4	15.6	439.5
Charco del Zacatón, Hgo.	8.7	23.5	1.0	46.3	72.6	74.4	61.9	42.2	55.2	15.0	5.8	10.6	417.2
Estoyito, Tlax.	9.0	22.0	0.0	55.2	66.8	75.3	77.2	34.8	66.6	25.1	9.8	31.7	473.5
Límites, Tlax.	4.1	18.0	0.0	62.0	57.4	48.2	78.9	34.8	33.4	28.1	15.3	21.3	401.5
Llano Chico, Hgo.	6.8	17.4	0.0	57.4	47.5	46.0	64.3	40.4	45.2	13.8	10.4	13.8	363.0
San José, Mex.	6.1	23.4	0.0	65.7	54.9	51.8	75.5	41.6	59.2	25.2	13.9	21.9	439.2
San Marcos, Tlax.	8.1	24.3	0.0	58.0	81.5	77.2	66.8	47.2	61.6	20.9	14.0	30.7	490.3
Sombrerito, Tlax.	7.8	21.7	0.0	44.5	57.8	58.8	77.7	54.2	21.6	19.0	10.9	21.5	395.5
Temontitla, Tlax.	8.2	34.5	0.0	40.4	64.2	44.6	48.0	50.4	79.2	37.4	7.9	12.5	427.3
Xochihuacán, Mex.	2.6	22.8	2.5	69.0	59.9	40.5	73.2	31.8	47.1	17.2	8.7	16.4	391.7

TABLA No. 47

EVAPOTRANSPIRACION REAL EN mm CALCULADA POR EL METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO EN LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SITUADAS DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR

PROMEDIO 1967-1968

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Evapotranspiración real
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Achichapa, Tlax.	9.8	13.7	3.6	54.2	53.0	62.0	59.8	57.4	38.1	32.4	11.1	8.4	403.5
Corralejo, Hgo.	9.8	16.7	9.7	45.2	77.4	53.8	54.8	59.6	63.2	22.5	4.8	8.0	425.5
Cuauila, Tlax.	13.2	13.4	12.4	59.5	48.7	59.6	50.4	47.8	57.0	33.4	5.4	8.9	409.7
Charco del Zacatón, Hgo.					66.9	73.6	51.6	48.1	39.4	16.8	3.8	7.8	
Estoyito, Tlax.	11.4	12.2	4.8	54.4	56.4	70.2	59.0	57.4	62.8	34.8	8.9	15.8	448.1
Llano Chico, Hgo.	12.5	8.7	13.1	42.6	61.2	68.3	47.1	67.0	44.9	18.4	6.5	6.9	397.2
San José, Mex.	11.2	13.8	11.6	57.4	48.4	58.1	66.8	54.6	40.2	28.8	8.2	14.0	413.1
San Marcos, Tlax.				53.3	60.6	61.3	64.5	61.4	57.2	22.8	7.6	15.4	
Sombrerito, Tlax.	9.8	13.4	4.8	39.2	55.4	65.4	60.4	51.2	34.6	26.4	10.8	12.5	383.9
Temontitla, Tlax.				36.0	72.6	63.0	64.4	68.2	79.6	39.0	7.4	8.6	
Xochihuacán, Mex.	11.2	11.4	16.8	52.6	56.6	50.2	79.4	55.2	57.9	25.5	5.0	8.7	430.2

durante la época del año en que aumenta la precipitación, es decir en el verano, lo cual es lógico, por incrementarse la disponibilidad de agua.

A continuación se presentan los valores medios de la evaporación real, según este procedimiento, para la cuenca del río Tizar y las subcuencas que la forman; estos datos fueron tomados de la Tabla No. 48.

<u>1967</u>	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	373.0	18 834 000
Subcuenca Barranca del Monte	<u>417.3</u>	<u>12 979 000</u>
Total cuenca del río Tizar	389.9	31 813 000
<u>1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	438.7	22 156 000
Subcuenca Barranca del Monte	<u>416.3</u>	<u>12 948 000</u>
Total cuenca del río Tizar	430.2	35 104 000
<u>Promedio período 1967-1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	409.4	20 677 000
Subcuenca Barranca del Monte	<u>417.8</u>	<u>12 994 000</u>
Total cuenca del río Tizar	412.6	33 671 000

En la aplicación de este método la evapotranspiración real resulta mayor en 1968, ya que fue el año en que se registró más precipitación en comparación con el año anterior.

#### 5.2.2 Evapotranspiración real según Turc

Debido a la relativamente poca disponibilidad de datos se aplicó la fórmula de Turc para el cálculo de la evapotranspiración real en la cuenca del río Tizar; en esta fórmula, que se muestra a continuación, intervienen datos anua-

les de precipitación y temperatura:

$$E = \frac{P}{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}$$

$$L = 300 + 25t + 0.05t^3$$

- E Evapotranspiración real en mm
- P Precipitación anual en mm
- t Temperatura media anual en °C
- L Variable de acuerdo con el valor de t.

En la tabla No. 49 se presentan los resultados obtenidos para cada una de las estaciones climatológicas de la cuenca, así como los resultados anuales a los que se llegó con el método meteorológico-estadístico modificado, a fin de poder compararlos. Se observa claramente que la evapotranspiración real obtenida con la fórmula de Turc es mayor que aquella calculada con el método meteorológico-estadístico modificado. Esto se puede deber a que Turc relaciona medidas totales para un período relativamente grande ( en este caso valores anuales), tomando en cuenta directamente la influencia de la temperatura. En cambio, el método meteorológico-estadístico modificado se basa en el análisis diario de registros de precipitación y evaporación potencial y esta última ya tomo en cuenta, implícitamente, la temperatura y el poder evaporante de la atmósfera. Por otra parte la fórmula de Turc es muy general y sólo da el orden de magnitud, pues no toma en cuenta condiciones locales.

En seguida se presenta la evapotranspiración media real según la fórmula de Turc, tanto para la cuenca del río Tizar como para las subcuencas que la forman; estos datos fueron tomados de la Tabla No. 50.

<u>1967</u>	Lamina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	485.1	24 496 000
Subcuenca Barranca del Monte	492.9	15 331 000
Total cuenca del río Tizar	488.1	39 827 000

TABLA No. 48  
 EVAPOTRANSPIRACION MEDIA REAL EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR, SEGUN EL METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO, UTILIZANDO POLIGONOS DE THIESSEN AÑOS 1967-1968 Y PROMEDIO DE AMBOS

ESTACION	1967			1968			1967 - 1968		
	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	EVAPOTRANSPIRACION REAL mm	VOLUMEN EVAPOTRANSPIRADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	EVAPOTRANSPIRACION REAL mm	VOLUMEN EVAPOTRANSPIRADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	AREA DE INFLUENCIA KM <sup>2</sup>	EVAPOTRANSPIRACION REAL mm	VOLUMEN EVAPOTRANSPIRADO 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE									
Llano Obispo	4,311	531.4	1,860	4,311	363.0	1,265	4,311	397.2	1,712
Cerroleja	8,190	405.2	3,319	5,447	346.2	2,430	8,190	425.5	3,489
Charco del Sacatón				3,976	417.2	1,692			
Xochhuacán	7,860	468.2	3,684	7,469	391.7	2,926	7,860	430.2	3,381
San José	4,914	389.2	1,903	4,983	539.2	2,188	4,914	611.3	2,030
Cuauila	5,825	379.9	2,213	4,327	439.5	1,990	5,824	409.7	2,386
San Marcos				0,387	490.3	0,190			
SUMA	31,100		12,979	31,100		12,948	31,100		12,994
Evapotranspiración media real mm.		417.3			416.2			412.8	
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TÍZAR									
San José	1,499	387.2	1,352	2,351	449.2	1,033	1,499	413.1	1,445
Cuauila	6,946	379.9	2,640	6,914	539.5	2,861	6,914	409.7	2,847
San Marcos				0,793	490.3	0,389			
Itámes				7,704	501.5	1,633			
Malacatán	8,873	424.9	3,752	8,207	471.0	4,123	8,873	448.1	3,976
Soberarito	8,753	325.7	3,262	4,058	395.5	2,356	8,753	383.9	3,360
Achichapan	22,427	348.9	7,825	13,268	457.9	6,075	22,427	403.5	9,049
Tenonitilla				5,202	427.3	2,224			
SUMA	50,500		18,834	50,500		22,156	50,500		20,697
Evapotranspiración media real mm.		373.0			438.7			409.4	
CUENCA DEL RIO TIZAR									
SUMA TOTAL	81,600		31,813	81,600		35,104	81,600		33,691
Evapotranspiración media real mm.		389.0			430.2			412.6	

TABLA No. 49

COMPARACION ENTRE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL ANUAL SEGUN LA FORMULA DE TURC Y EL METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO EN LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR AÑOS 1967-1968, Y PROMEDIO DE AMBOS

ESTACION	1 9 6 7				1 9 6 8				1 9 6 7 - 1 9 6 8			
	PRECIPITACION ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL	EVAPOTRANSPIRACION REAL SEGUN TURC	EVAPOTRANSPIRACION REAL SEGUN METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO	PRECIPITACION ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL	EVAPOTRANSPIRACION REAL SEGUN TURC	EVAPOTRANSPIRACION REAL SEGUN METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO	PRECIPITACION ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL	EVAPOTRANSPIRACION REAL SEGUN TURC	EVAPOTRANSPIRACION REAL SEGUN METODO METEOROLOGICO ESTADISTICO MODIFICADO
	mm	°C	mm	mm	mm	°C	mm	mm	mm	°C	mm	mm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Achichapa, Tlax.	682.8	10.6	472.2	348.9	881.2	10.9	525.8	457.9	787.1	10.8	502.9	403.5
Corralejo, Hgo.	677.2	11.9	482.5	409.2	731.7	11.9	511.3	446.2	704.4	11.9	502.0	425.5
Guayula, Tlax. Charco del Zapicho, Hgo.	634.6	13.2	498.8	379.9	654.0	13.0	503.1	439.5	644.0	13.1	500.0	409.7
Matovito, Tlax.	564.7	13.1	464.4	422.9	750.7	12.7	536.2	473.5	697.7	13.0	504.3	448.1
La Venta, Tlax.	658.8				706.5	11.1	489.9		687.6			
Límites, Tlax.					715.9	11.3	494.1	401.5				
Plano Chico, Tlax.	754.2	9.6	470.4	431.4	747.3	9.7	471.8	363.0	750.9	9.7	472.3	397.2
San Cristóbal, Tlax.	561.2	13.4	466.1		750.4	13.2	543.0		655.5	13.3	508.9	
San José, Mex.	699.2	12.0	502.3	387.2	695.2	12.1	485.3	439.2	682.3	11.9	485.1	413.1
San Marcos, Tlax.	561.2	12.8	458.5		756.9	12.7	535.3	490.3	659.2	12.8	501.3	
Sombrito, Tlax.	706.3	12.2	508.5	372.7	917.1	12.0	560.2	395.5	806.7	12.1	536.1	383.9
Tenostitla, Tlax.	1015.2	10.8	545.2		944.3	10.9	537.1	427.3	930.1	10.8	531.8	
Xochihuatlán, Mex.	684.3	12.0	497.7	468.7	695.0	12.1	492.7	391.7	679.8	12.1	497.3	430.2



TABLA No. 50  
 EVAPOTRANSPIRACION MEDIA REAL EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR, SEGUN LA FORMULA DE TURC  
 UTILIZANDO POLIGONOS DE THIESSEN AÑOS 1967, 1968 Y PROMEDIO DE AMBOS

ESTACION	1967			1968			1967 1968		
	AREA DE INFLUEN- CIA KM <sup>2</sup>	EVAPOTRANSPIRA- CION REAL mm.	VOLUMEN EVAPO- TRANSPIRADO EN 100mm <sup>3</sup>	AREA DE INFLUEN- CIA KM <sup>2</sup>	EVAPOTRANSPIRA- CION REAL mm.	VOLUMEN EVAPO- TRANSPIRADO EN 100mm <sup>3</sup>	AREA DE INFLUEN- CIA KM <sup>2</sup>	EVAPOTRANSPIRA- CION REAL mm.	VOLUMEN EVAPO- TRANSPIRADO EN 100mm <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE									
Llano Chico	4,311	470.4	2,028	4,311	471.8	2,034	4,311	472.3	2,036
Gorgalejo	8,190	492.5	4,037	8,447	511.3	2,785	8,190	502.0	4,111
Charco del Zapicho				3,976	527.1	2,096			
Kochahuacán	7,870	497.7	3,912	7,469	492.7	3,680	7,860	497.3	3,909
San José	4,914	502.3	2,468	4,983	485.3	2,418	4,914	495.1	2,433
Cusula	5,438	498.8	2,712	4,227	503.1	2,278	5,438	500.0	2,719
San Marcos	0,387	498.9	0,177	0,387	535.3	0,207	0,387	501.3	0,194
SUMA	31,100		15,231	31,100		15,498	31,100		15,402
Evapotranspiración media real mm		492.9			498.3			495.2	
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCA DE TENEXCALCO Y BARRANCA DEL TIZAR									
San José	2,406	502.3	1,208	1,700	485.3	0,825	2,406	495.1	1,191
Cusula	4,885	498.8	2,437	4,935	503.1	2,485	4,885	500.0	2,442
San Marcos	0,804	498.5	0,369	0,804	535.3	0,430	0,804	501.3	0,403
Llano Chico				4,265	494.1	2,107			
La Venta				6,193	489.9	3,034			
San Cristóbal	11,946	466.1	5,568	8,560	513.0	4,648	11,946	508.9	6,079
Estoyito	4,957	464.4	2,302	4,957	536.2	2,658	4,957	504.3	2,500
Gombrito	5,061	508.5	2,574	5,061	560.2	2,835	5,061	536.7	2,716
Achiepapa	15,161	472.2	7,159	8,745	525.8	4,598	15,161	502.9	7,624
Tenontitla	5,280	545.2	2,879	5,280	537.2	2,836	5,280	531.8	2,808
SUMA	50,500		24,496	50,500		26,454	50,500		25,755
Evapotranspiración media real mm		485.1			523.8			510.0	
CUENCA DEL RIO TIZAR									
SUMA TOTAL	81,600		39,827	81,600		41,952	81,600		41,197
Evapotranspiración media real mm		488.1			514.1			504.4	

1968	Lámina en mm	Volumen en m <sup>3</sup>
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	523.8	26 454 000
Subcuenca Barranca del Monte	498.3	15 498 000
Total cuenca del río Tizar	514.1	41 952 000
<u>Promedio período 1967-1968</u>		
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	510.0	25 755 000
Subcuenca Barranca del Monte	495.2	15 402 000
Total cuenca del río Tizar	504.4	41 157 000

### 5.2.3. Curvas de igual evapotranspiración real

Con el fin de disponer de una distribución de la evapotranspiración real en la cuenca según los dos procedimientos estudiados (ya que al presente no se dispone de un mayor número de datos que permita determinar este concepto de otra manera), en los planos CH-D-6-71,70 y 72, pags. 211,212 y 213 se muestra la referida distribución obtenida por el método meteorológico estadístico modificado, para cada uno de los dos años estudiados y para el promedio de ambos. En términos generales, se observa que la evapotranspiración muestra un descenso en los valores con la altitud, aunque en algunos casos esto se invierte y es mayor en lugares altos, por la mayor disponibilidad de agua. Sin embargo puede decirse, en términos generales, que la evapotranspiración real es bastante uniforme sobre toda la cuenca.

Por otro lado, en los planos CH-D-6-47, 48 y 53 pags. 214, 215 y 216 se muestra la distribución de acuerdo con la fórmula de Turc para los años 1967, 1968 y el promedio de ambos respectivamente. En ellos se observa al contrario del caso anterior, que la evapotranspiración aumenta con la altitud, salvo en el año 1968, en el que, en términos generales, se podría decir que esta distribución se invierte, es decir, descende con la altitud. Lo anterior se debe a que en varios casos la temperatura no

varía, en el espacio, de la misma manera que la precipitación. Así se tiene muchas veces que con la altitud la temperatura media desciende cuando más un grado y la precipitación se incrementa considerablemente y, a una misma temperatura, en tanto es mayor la disponibilidad de agua mayor es la evaporación. De cualquier manera, y al igual del caso anterior, se puede observar que la evapotranspiración real, según Turc, se distribuye en forma bastante uniforme sobre la cuenca en estudio.

### 5.3 CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL Y REAL SEGUN DIFE - RENTES METODOS.

Como se dijo en párrafos anteriores, existen varios métodos y fórmulas para el cálculo de la evapotranspiración potencial y real, cuya aplicación depende de la disponibilidad de datos los cuales, a la fecha, no se tienen. Entre ellas se pueden citar las fórmulas de Blaney-Criddle, Thornthwaite, Lowry-Johnson y Coutagne. Estas fórmulas serán aplicadas en estudios futuros, para disponer de bases de comparación y análisis.

### 5.4 CONCLUSIONES

De lo estudiado en este capítulo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1. La evaporación potencial disminuye con la altitud, de acuerdo con los datos registrados en las estaciones climatológicas de la cuenca estudiada.
2. La evaporación potencial media resultó mayor en 1967, con 1 542.3 mm, que la de 1968 ( 1 415.9 mm), debido a que el segundo fue un año más húmedo.
3. La evapotranspiración media real determinada, para los años estudiados, por el método meteorológico estadístico modificado fue de 412.6 mm, y por lo tanto menor que la obtenida por la fórmula de Turc ( 504.4 mm).

4. Se puede decir que la evapotranspiración real de acuerdo con los dos métodos aplicados, observa bastante uniformidad de distribución sobre toda la cuenca.

5. Por considerar que en el método meteorológico-estadístico modificado se efectúa un balance diario con datos reales, los resultados con él obtenidos se les concede mayor confianza y son los que se utilizarán para el balance hidrológico de la cuenca del río Tizar.

## VI. HUMEDAD RELATIVA

La importancia de la humedad relativa se debe a su íntima relación con los fenómenos meteorológicos, hidrológicos, fisiológicos y otros.

En cuanto a la influencia de la humedad relativa sobre los fenómenos hidrometeorológicos, se puede decir que al existir un mayor grado de humedad disminuye la evapotranspiración y puede propiciar la precipitación.

En lo que respecta a los fenómenos fisiológicos, contribuye a que una temperatura sea agradable o incómoda.

El aparato que se está empleando para medir la humedad en la atmósfera en la cuenca del río Tizar es el higrotermógrafo, el cual permite un registro continuo de la humedad y temperatura. Dos son las estaciones que cuentan con este instrumento: Cuauila y Límites, situadas en la parte media y alta de la cuenca, respectivamente.

### 6.1. RESUMEN DE DATOS DIARIOS, MENSUALES Y ANUALES

Con el objeto de apreciar mejor los datos registrados, se incluyen las tablas 51, 52, 53 y 54, que muestran los datos diarios y mensuales de las estaciones mencionadas, para los años 1967 y 1968.

Los datos de humedad relativa de 1967 están incompletos, ya que fue durante ese año cuando se inició su observación en la cuenca, teniéndose registros completos a partir de 1968. Del análisis de los valores se puede observar lo siguiente:

1) Como es lógico, la humedad relativa dentro de ciertos límites, varía con la altitud; la estación Límites a 2 880 m de altitud, registra valores ma-

TABLA No. 51  
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA DIARIA, ESTACION CUAULA, TLAXCALA,  
 AÑO 1967

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1				40	62	55	79	57		58	58	58
2				61	64	60	62	62	69	65	56	65
3				63	63	68	68	66	67	64	60	66
4				62	57	59	67	59	71	74	60	71
5				55	49	58	64	58	74	71	55	63
6				44	48	50	59	56	74	68	59	59
7				64	35	47	67	61		61	74	75
8				56	32	42	73	70		70	68	61
9				53	26	62	64	76		80	58	56
10				59	32	58	57	70		79	59	53
11				57	41	54	63	67		71	66	39
12				62	41	63	61	64	68	74	55	42
13				55	50	59	73	78	71	77	72	53
14			43	55	56	63	59	69	73	66	67	49
15			38	65	76	66	62	78	73	73	70	47
16			48	53	73	65	57	77	71	78	64	58
17			29	70	61	72	67	73	73	75	45	66
18			28	66	71	72	64	67	54	49	34	62
19			54	60	69	62	65	71	55	44	50	58
20			72	48	68	60	75	76	70	56	42	57
21			70	43	72	62	69	78	66	64	42	57
22			67	36	70	76	74	70	82	60	43	71
23			75	28	56	75	68	69	81	56	48	75
24			59	31	36	64	67	69	83	56	43	62
25			46	39	45	65	61	71	88	53	53	55
26			47	31	54	66	60	75	88	58	39	58
27			40	59	59	67	65	76	87	51	37	50
28			25	67	62	67	65	78	72	63	45	50
29			26	65	65	70	55	71	68	71	62	58
30			30	65	53	71	57		46	70	63	59
31			31		46		62			70		56

MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA	MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ENE						JUL	79	1	55	29	65
FEB						AGO	78	Vs			
MAR						SEP					
ABR	70	17	31	Vs	54	OCT	80	9	44	19	65
MAY	76	15	32	Vs	55	NOV	74	7	34	18	55
JUN	76	22	42	8	63	DIC	75	Vs	39	11	58

TABLA No. 52

HUMEDAD RELATIVA MEDIA DIARIA, ESTACION LIMITES, TLAXCALA,

AÑO 1967

DIA	E	F	M	A	N	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1										79	73	84
2										85	70	83
3										83	65	87
4										96	82	83
5									88	92	71	82
6									84	90	74	82
7									93	78	95	82
8									95	90	89	77
9									98	95	82	63
10									98	98	77	52
11										86	85	39
12									90	95	89	41
13									92	93	88	70
14									93	92	87	67
15									95	94	89	65
16									90	96	85	74
17									92	98	61	77
18										64	46	70
19									77	59	55	79
20									89	72	58	77
21									89	80	53	84
22									96	72	61	96
23									95	75	61	93
24									100	74	53	78
25									100	72	71	67
26									100	77	52	73
27									99	75	55	64
28									98	83	54	72
29									87	90	81	72
30									65	88	80	76
31										88		74

MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA	MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ENE						JUL					
FEB						AGO					
MAR						SEP					
ABR						OCT	98	Vs	59	19	84
MAY						NOV	95	7	46	18	71
JUN						DIC	96	22	39	11	74

TABLA No. 53

HUMEDAD RELATIVA MEDIA DIARIA, ESTACION CUAULA, TLAXCALA,

AÑO 1968

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	49	55	51	28	69	39	74	71	70	62	44	64
2	42	80	50	52	60	47	73	69	69	70	45	61
3	41	69	66	59	56	57	72	62	67	69	48	78
4	44	68	62	52	55	88	72	67	72	62	56	73
5	61	72	58	65	60	58	75	70	75	62	54	67
6	53	78	47	51	62	57	75	76	74	64	52	67
7	71	60	42	60	51	58	72	69	74	72	61	78
8	54	39	41	68	58	50	70	72	72	75	60	78
9	49	37	32	68	62	49	72	65	72	72	51	66
10	57	51	32	74	58	51	68	74	67	73	51	59
11	58	49	15	72	55	62	69	62	73	69	56	65
12	63	48	28	67	62	72	71	64	69	71	38	51
13	62	44	43	57	61	63	74	54	73	65	30	60
14	50	46	31	51	63	56	73	74	75	65	44	68
15	62	53	26	47	55	58	71	70	72	68	52	63
16	68	59	27	39	57	56	74	70	71	55	53	53
17	62	63	34	26	56	65	75	56	68	57	55	48
18	56	74	43	31	70	72	69	55	73	66	67	59
19	55	54	43	54	73	73	69	65	69	74	72	56
20	57	28	41	60	72	83	66	74	68	66	75	55
21	47	27	41	57	74	74	68	73	67	67	68	55
22	63	34	41	61	76	75	65	67	69	66	58	62
23	63	45	46	63	61	80	64	70	69	61	48	71
24	61	46	42	79	54	77	65	70	73	65	66	69
25	43	38	28	68	51	79	67	63	63	73	57	62
26	48	35	23	61	30	78	76	65	70	53	58	53
27	48	39	23	58	22	78	74	64	74	35	59	52
28	54	49	28	58	32	76	72	68	69	47	67	54
29	43	56	57	80	46	76	68	70	71	59	60	49
30	40		54	72	44	74	76	71	69	58	59	50
31	46		47		42		71	72		56		68

MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA	MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ENE	71	7	40	30	54	JUL	76	26	64	23	71
FEB	80	2	27	21	52	AGO	76	6	54	13	67
MAR	66	3	15	11	40	SEP	75	Vs	63	25	71
ABR	80	29	26	17	58	OCT	75	8	35	27	64
MAY	76	22	22	27	56	NOV	73	20	30	13	55
JUN	88	4	39	1	66	DIC	78	Vs	48	17	62

Annual: 59.7



TABLA No. 54  
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA DIARIA, ESTACION LIMITES, TLAXCALA,  
 AÑO 1968

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	68	68	68	38	88	56	97	89	88	79	57	74
2	67	98	73	67	77	70	91	85	88	86	60	79
3	56	81	82	81	72	74	91	79	84	88	61	94
4	60	88	81	71	67	75	92	77	85	78	64	87
5	75	89	74	85	78	78	93	85	89	82	64	79
6	70	54	69	67	71	77	93	88	91	77	61	82
7	90	72	57	76	70	75	85	80	87	89	77	90
8	70	51	56	81	75	59	85	86	88	90	73	95
9	62	53	51	84	78	62	89	77	87	87	62	81
10	74	76	40	88	81	68	84	80	82	88	55	69
11	75	70	23	86	77	80	87	86	92	87	67	85
12	82	60	30	84	77	91	88	78	87	88	48	66
13	78	50	57	74	71	83	87	68	88	81	38	74
14	62	66	49	68	75	68	88	85	89	78	50	77
15	79	69	41	62	71	74	84	89	90	84	56	77
16	79	72	40	55	75	74	93	89	88	70	64	68
17	68	82	44	44	79	86	94	70	86	70	64	60
18	67	90	63	45	92	91	86	74	91	83	77	71
19	64	62	60	73	93	82	84	85	81	89	86	66
20	70	44	61	83	93	99	79	86	84	80	89	60
21	57	40	58	75	92	96	82	91	82	81	84	55
22	81	49	58	81	95	94	79	82	90	80	65	72
23	82	56	64	78	82	97	77	83	87	74	63	87
24	76	65	57	94	76	96	77	90	89	81	83	83
25	58	54	46	84	72	99	81	75	78	90	69	73
26	63	48	36	83	46	98	93	79	87	65	70	65
27	66	50	41	78	34	98	90	79	91	51	65	64
28	74	69	39	73	43	96	91	80	81	56	70	65
29	59	71	73	89	53	95	71	80	86	69	77	58
30	52		62	92	62	95	93	84	85	72	71	67
31	57		56		61		86	87		69		80

MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA	MES	MAX	DIA	MIN	DIA	MEDIA
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ENE	90	7	52	30	69	JUL	97	1	71	29	87
FEB	98	2	40	21	65	AGO	91	21	70	17	82
MAR	82	3	23	11	55	SEP	92	11	78	25	87
ABR	94	24	38	1	75	OCT	90	18	51	27	79
MAY	95	22	34	27	73	NOV	89	20	38	13	66
JUN	99	20	56	1	83	DIC	95	8	55	21	74

Annual: 74.6

yores que Cuauila, localizada a 2 660 m sobre el nivel del mar.

2) La humedad relativa máxima absoluta se registra en el mes de junio y la mínima en marzo, en ambas estaciones pues para conocer mejor la tendencia es indispensable contar con observaciones por un período más largo.

De lo anterior se puede concluir que existe estrecha relación entre la humedad relativa, la temperatura y la precipitación. La humedad relativa está en proporción inversa a la temperatura y en proporción directa a la precipitación, es decir, la humedad relativa se incrementa cuando la temperatura disminuye y la precipitación aumenta.

Finalmente, en la tabla No. 55, se presenta un resumen de las humedades relativas medias mensuales registradas durante 1967 y 1968 en las dos estaciones que disponen de higrómetro-grafo en la cuenca.

TABLA No. 55

HUMEDADES RELATIVAS MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
AÑOS 1967 Y 1968

ESTACION	AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
		P O R C I E N T O												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Cuauila	1967				54	55	63	65			65	55	58	
	1968	54	52	40	58	56	66	71	67	71	64	55	62	59.7
Límites	1967										84	71	74	
	1968	69	65	55	75	73	83	87	82	87	79	66	74	74.6

6.2 GRAFICAS DE HUMEDAD RELATIVA, TEMPERATURA Y PRECIPITACION MENSUALES

Para ver de una manera más objetiva las relaciones arriba citadas, se trazaron las gráficas

CH-D-6-59 y 60 de las págs. 170 y 171 respectivamente. En ellas se observa que:

- 1) La humedad relativa media mensual aumenta con la precipitación a través del año.
- 2) Los valores más altos de humedad relativa media mensual no coinciden con los máximos de precipitación (junio), sino que se registran en julio y septiembre.

3) Los valores mínimos de humedad relativa media mensual coinciden con el mes más seco ( marzo), que es a la vez aquel durante el cual empieza a ascender la temperatura.

4) La humedad relativa en invierno es relativamente alta debido a que las temperaturas son bajas.

### 6.3 GRÁFICAS DE HUMEDAD RELATIVA MEDIA, MÍNIMA Y MÁXIMA MENSUALES

Con los datos de humedad relativa de los años 1967 y 1968 se trazaron las gráficas CH-D-6-66 y 65 de las pags. 172 y 173 respectivamente, donde se muestra la distribución de la humedad relativa media, mínima y máxima mensuales a lo largo del año. Se observa, sobre todo en 1968 ( con datos completos), que la humedad relativa media aumenta notablemente durante los meses lluviosos; por otra parte, la humedad relativa mínima de dicho año fué superior a la de 1967, seguramente debido a la ya mencionada situación de la humedad con respecto al año anterior.

La humedad mínima minimorum ( Cuauila 15 %, Límites 23 % ), mínima media ( Cuauila 40 %, Límites 55 % ) y mínima máxima ( Cuauila 66 %, Límites 82 %), se registró en ambas estaciones el mes de marzo, que a su vez es el mes de mínima precipitación. La humedad máxima mínima ( Cuauila 64 %, Límites 78 % ), máxima media ( Cuauila 71 %, Límites 87 % ) y máxima maximorum ( Cuauila 88 %, Límites 99 % ), se registró en distintos meses debido a las variaciones de la precipitación diaria, que es la fuente directa de la humedad en la atmósfera.

### 6.4 GRÁFICAS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA MEDIA DIARIAS

Finalmente se incluye la gráfica CH-D-6-62 de la pag. 174 en la que se muestra la variación de la temperatura y de la humedad relativa en la estación Cuauila, correspondiente a los días 3 de marzo y 4 de junio de 1968, días en los que se registraron respectivamente la humedad mínima y máxima de todo este año.

Se observa en la citada gráfica cómo, a medida que la temperatura aumenta en el día, la humedad relativa disminuye. El día 4 de junio se nota que la temperatura máxima fué a las 8 horas, en lugar de las 12 horas como normalmente ocurre, debido a que en ese día empezó a llover muy temprano, lo cual provocó un descenso en la temperatura y un aumento en la humedad relativa.

## VII. INSOLACION

La insolación tiene una gran importancia en relación con la temperatura e indirectamente con la evapotranspiración, depende principalmente de los siguientes factores:

- a) Energía irradiada del sol
- b) Distancia de la tierra al sol
- c) Cantidad de energía solar absorbida por la atmósfera
- d) Nubosidad

### 7.1 ESTACIONES DE INSOLACION

La información correspondiente a datos de insolación en la cuenca del río Tizar se inició en el mes de octubre de 1968 en la estación Cuauila, donde se instaló un heliopirógrafo del tipo Campbell-Stokes. Dado los pocos datos que se tienen para este período no se hizo un análisis de este fenómeno; sin embargo, para completar la información se incluyen los datos observados (ver tabla No. 56).

Por otra parte, en todas las estaciones de la cuenca en estudio, cada operador incluye una información diaria de los días despejados, medio nublados y nublados; sin embargo, por la forma estimativa en que se hacen dichas observaciones, no se consideró conveniente incluirlas en este trabajo.

TABLA No. 56

INSOLACION DIARIA EN HORAS, REGISTRADA EN LA ESTACION CUAUHA, TLAXCALA

AÑO 1968

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1											6.5	8.4
2											9.1	5.8
3											9.5	5.7
4											8.8	2.1
5											9.8	4.8
6											8.7	7.3
7											7.6	6.8
8											6.3	2.2
9											6.6	2.0
10											9.6	7.9
11											9.6	8.5
12											9.7	4.3
13											8.6	9.3
14											9.2	7.5
15											8.4	4.9
16											9.3	7.3
17											9.0	9.4
18											9.5	7.2
19											7.4	1.8
20											5.0	7.6
21											4.8	8.3
22											5.0	8.8
23											9.6	1.1
24											9.6	2.1
25										4.8	4.8	6.6
26										2.2	7.9	6.4
27										10.3	8.9	8.7
28										10.4	9.5	6.4
29										9.7	7.6	8.8
30										9.7	8.5	7.9
31										10.3		7.4
SUMA											245.4	193.3
PRCM											8.2	6.2
MAX											9.8	9.4
MIN											4.8	1.1

## VIII . VIENTOS

El viento es un fenómeno que tiene gran importancia meteorológica y en nuestro caso influye principalmente sobre la evaporación y evapotranspiración. En igualdad de circunstancias, a una mayor velocidad del viento corresponde un aumento en la evaporación, debido a que se produce una renovación continua de la capa de aire en contacto con la superficie del agua, la que al ser substituída no llega a saturarse, conservando así su poder de absorción de humedad.

### 8.1 VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DOMINANTE DEL VIENTO.

En el presente trabajo todavía no se pueden analizar el efecto y la distribución de los vientos en la cuenca del río Tizar, ya que se carece de datos completos para los dos años tratados en este estudio. Cuauila es la única estación anemométrica y el anemómetro se instaló en noviembre de 1968. Sin embargo, se incluyen los datos observados de que se dispone en la tabla siguiente:

TABLA No. 57

VELOCIDAD MEDIA MENSUAL DEL VIENTO Y DIRECCION DE LOS VIENTOS DOMINANTES, ESTACION CUAULA, TLAXCALA. AÑO 1968.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Metros/segundo											
										SW	SW
										1.1	1.1

### 8.2 DIRECCION DEL VIENTO

La mayoría de las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar disponen de veleta con anemómetro de Wild, para observar la dirección del viento y estimar su velocidad. Su registro se efectúa diariamente a las 8 horas incluyendo también

a juicio del operador, una información de la dirección media del viento en las 24 horas anteriores. Sin embargo, debido a que a las 8 horas la actividad atmosférica es mínima y a la forma estimativa en que se hacen las observaciones, los datos reportados son de poco valor práctico, por lo que no se creyó pertinente incluirlos en el presente trabajo.

A gran escala y tomando en cuenta la circulación general de la atmósfera, se puede decir que en la época húmeda los vientos tienen una dirección dominante del este, es decir, provienen del Golfo de México. En la época seca no se puede especificar la dirección general del viento, ya que intervienen varios factores que dependen de la situación meteorológica reinante.



## ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR.

En el inciso 1.5 se trató someramente del clima de la cuenca del río Tizar, en lo que se refiere a su situación dentro del valle de México. Sin embargo, es interesante el análisis del clima de cada una de las estaciones meteorológicas para reafirmar lo dicho en la mencionada sección, aun cuando sean a la fecha pocos los años estudiados. Por tal motivo y ya que se cuenta con los registros necesarios para ello, en el presente capítulo se muestran el clima y el análisis de cada una de las estaciones meteorológicas.

Se analizaron dos clasificaciones climáticas, la de Köppen y la de Emberger, ya que son las que se han empleado en el estudio climatológico de la cuenca del Valle de México por el ingeniero Ernesto Jáuregui (5).

El sistema de clasificación de Köppen constituye un método muy lógico y conveniente para la determinación de los distintos tipos de clima ya que utiliza fórmulas en las que se relaciona la temperatura con la lluvia de tal manera que, indirectamente también se denota la influencia de la evaporación.

El sistema de Emberger, por otra parte, ha tenido gran aceptación dentro de las investigaciones de carácter meteorológico y climatológico, pues también relaciona, mediante una fórmula, las temperaturas máximas media diaria y mínima media diaria con la precipitación total anual, en forma tal que muestran las condiciones climáticas que caracterizan el grado de aridez; esto explica porqué investigadores como Pedro A. Mosiño y Ernesto Jáuregui O. se han basado en este método para el estudio del índice de aridez en nuestro país.

Al hacer la clasificación de acuerdo con el sistema de Köppen, el clima en la mayoría de las estaciones, para los dos años estudiados, resultó Cwbg, igual al que resulta para condiciones medias en el Valle de México. Esto quiere de-

cir que la cuenca queda comprendida dentro de los climas templado lluviosos húmedos que colindan con los climas secos, como se puede observar en el mapa climático de la cuenca del valle de México elaborado por el ingeniero Ernesto Jáuregui (5).

Considerando que la mayoría de las estaciones clasificadas resultaron con el mismo tipo de clima Cwbg, se construyó una gráfica tipo temperatura-precipitación, promediando los datos de temperatura media mensual de todas las estaciones de la zona en estudio para los años 1967, 1968 y para el promedio de ambos; en el caso de los datos de precipitación, éstos se tomaron de las tablas 15, 16 y 17 ( Ver gráficos CH-D-6-67, 68 y 69 de las págs. 166, 167 y 168.

Analizando las gráficas de temperatura se observa que la cuenca en estudio está en una zona intertropical donde, debido al doble paso del sol por el cenit, debe haber dos períodos de máximas de la temperatura. En la gráfica se marca claramente el primer máximo en mayo; en cambio el segundo no se ve fácilmente debido a que coincide, como puede verse, con la temporada lluviosa de la región, por lo que la temperatura no es tan elevada como debiera. Sin embargo, este segundo máximo se insinúa pues hay un estacionamiento de la temperatura en agosto, que es el mes que corresponde al segundo paso del sol por el cenit, de manera que la curva no decrece tan rápidamente como sube.

El mes más frío para 1967 fué enero, en el que se registraron fenómenos excepcionales en la cuenca del Valle de México, como ya se mencionó en el capítulo Precipitación . Nevó en la ciudad de México y las precipitaciones fueron relativamente más abundantes, como se observa en la gráfica correspondiente, por lo que la temperatura registrada fué inferior a la de diciembre. En 1968 la temperatura media mensual más baja se registró en febrero, y para el promedio de ambos años, en enero.

Se puede decir que en la cuenca hay poca oscilación de temperatura:

se observó una variación térmica entre el mes más frío y el más caliente de 5.9° en 1967, y de 4.8° en 1968.

Por lo que se refiere a la precipitación, como ya se ha dicho, ésta se concentra en el verano, considerando como meses de verano a junio, julio y agosto, se observa que la lluvia de esta estación corresponde más o menos al 40 % de la total anual y considerando a enero, febrero y diciembre como meses de invierno, la lluvia de invierno constituye aproximadamente el 8 % de la total anual quedando el 52 % restante distribuido en el resto del año.

Si se analiza la distribución de la precipitación en la estación cálida del año, es decir en el verano, se nota un pequeño período de sequía en el mes de agosto en 1967 y julio de 1968; esto es lo que se llama canícula o sequía de verano interestival.

La canícula se debe a que en los meses anteriores al que se presenta, la precipitación registrada obedece esencialmente a fenómenos meteorológicos propios del verano, como son las lluvias producidas por el desalojamiento del frente ecuatorial hacia el norte y a su desviación por alguna influencia de monzón por diferencia de temperaturas y presiones, que pueda llegar hasta la cuenca del Valle de México, o bien por circulación local que dé lugar al ascenso de masas de aire húmedo y a su respectiva condensación y precipitación. Estos fenómenos se desarrollan con una mayor intensidad en los meses más cálidos. Cuando la temperatura empieza a descender, las precipitaciones causadas por dichos fenómenos son menos abundantes, pero durante el verano y principios del otoño se presentan los ciclones tropicales que originan precipitaciones muy copiosas debido a las masas de aire húmedo que transportan de los océanos adyacentes. Sin embargo se tiene casi siempre un pequeño período de sequía relativa en el mes de agosto.

Con objeto de completar el análisis climatológico de la cuenca del

río Tizar para los períodos considerados, se aplicó el método de clasificación de Emberger, pues como se dijo éste también tiene una gran aceptación y además se empleó en el estudio climatológico efectuado para toda la cuenca del Valle de México.

La fórmula establecida por Emberger permite determinar el índice de aridez del lugar.

De acuerdo con la fórmula, la cuenca del río Tizar quedó comprendida dentro de la región subhúmeda en 1967 y en la húmeda en 1968. Sin embargo, aplicándola para cada una de las estaciones con datos completos, en 1967 resultaron húmedas casi todas con excepción de tres que quedaron como subhúmedas: Estoyito, San Cristóbal y San Marcos, todas ellas localizadas en la parte este y baja de la cuenca. Analizando los datos estas estaciones son, en efecto, las que registran menor cantidad de precipitación. Por otro lado, existen estaciones de menor o igual altitud y sin embargo registran mayor cantidad de precipitación.

Es casi seguro que la condición subhúmeda de esta parte de la cuenca se debe a la existencia de una cresta montañosa que la protege contra masas de aire húmedas proveniente del este.

En 1968 y en el promedio del período 1967-1968 todas las estaciones quedaron dentro de la región húmeda.

Aun cuando la mayor parte de la cuenca quedó comprendida dentro de la zona húmeda de acuerdo con el índice de aridez de Emberger, esta humedad se debió a que se trata de una zona elevada; observando la hidrografía y vegetación de la cuenca, en realidad ésta corresponde a una zona subhúmeda, ya que sus corrientes no son permanentes y la vegetación, con excepción de las zonas altas donde hay bosque mixto, es raquítica; aunque esto último también se debe a la intervención del hombre.

En las tablas No. 58, 59 y 60 se presentan los datos de temperatura y precipitación, así como la clasificación climática de acuerdo con los métodos emplea-

dos para cada una de las estaciones climatológicas de la cuenca del río Tizar en los años estudiados y el promedio de ambos.

En la tabla No. 61 se presenta una comparación de los climas según Köppen y Emberger. De acuerdo con ambas clasificaciones, se puede decir que la cuenca del río Tizar se localiza, desde el punto de vista climatológico, en una zona de transición entre los climas templado lluviosos y secos.

TABLA No. 58

CLASIFICACION CLIMATICA DE LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR PARA EL AÑO 1967

DE ACUERDO CON LAS CLASIFICACIONES DE KÖPPEN Y EMBERGER

Achichapa		Corralejo		Cuauila		Charco del Zicatón		Estoyito		La Venta		Límites		
T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	
Ene	6.8	49.5	Ene	8.5	38.0	Ene	9.7	39.0	Ene	10.0	44.5	Ene		
Feb	7.5	0.0	Feb.	9.9	5.0	Feb	11.8	0.0	Feb	12.0	2.5	Feb		
Mar	9.6	7.5	Mar	11.3	21.8	Mar	13.2	35.2	Mar	13.1	10.8	Mar		
Abr	11.7	77.5	Abr	13.4	58.7	Abr	14.7	97.3	Abr	14.8	64.6	Abr		
May	13.3	69.5	May	14.4	76.9	May	15.7	92.7	May	15.6	56.5	May		
Jun	13.2	102.2	Jun	13.7	120.6	Jun	15.5	73.7	Jun	14.2	95.4	Jun		
Jul	12.2	60.1	Jul	12.8	59.3	Jul	14.8	64.2	Jul	13.9	57.7	Jul		
Ago	12.2	112.5	Ago	12.9	139.3	Ago	14.3	112.5	Ago	13.8	137.1	Jul	12.2	32.0
Sep	11.8	123.0	Sep	12.2	124.9	Sep	13.4	137.2	Sep	12.8	134.5	Ago	12.4	115.0
Oct	10.0	68.0	Oct	10.8	29.8	Oct	12.2	37.9	Oct	11.6	27.5	Sep	11.0	126.0
Nov	10.0	12.0	Nov	12.0	3.2	Nov	12.0	2.5	Nov	11.1	2.0	Oct	9.9	69.5
Dic	8.6	1.0	Dic	10.3	0.0	Dic	11.2	2.3	Dic	11.5	0.0	Nov	10.0	10.0
Anual	10.6	682.8	Anual	11.9	677.2	Anual	13.2	634.5	Anual	13.1	564.7	Dic	9.6	1.5
Köppen			Köppen			Köppen			Köppen			Köppen		
Cwb			Cwb			Cwb			Cwb			Cwb		
Emberger			Emberger			Emberger			Emberger			Emberger		
Q= 68280/643.50= 106.1			Q= 67720/348.11= 194.5			Q= 63450/527.85= 120.2			Q= 56470/390.87= 95.6					
m= 1.9			m= 1.7			m= 2.4			m= 3.3					
M= 21.7			M= 21.0			M= 23.1			M= 22.4					
Húmedo			Húmedo			Húmedo			Subhúmedo					
Llano Chico		San Cristóbal		San José		San Marcos		Sombrecito		Temontilla		Xochihuacán		
T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	T.	P.	
Ene	( 6.9)	(41.8)	Ene	9.7	41.0	Ene	8.9	42.5	Ene	9.1	38.5	Ene	9.3	42.0
Feb	7.9	Imag	Feb	11.9	0.0	Feb	10.8	2.0	Feb	11.0	0.5	Feb	10.2	4.5
Mar	8.8	38.1	Mar	13.0	9.5	Mar	11.9	27.0	Mar	12.8	24.0	Mar	12.1	10.4
Abr	10.5	54.0	Abr	14.6	63.0	Abr	13.0	68.4	Abr	14.1	53.8	Abr	13.8	52.2
May	11.8	65.1	May	16.3	44.6	May	14.5	42.0	May	15.6	46.1	May	14.8	59.6
Jun	13.0	168.6	Jun	15.3	78.4	Jun	13.9	69.0	Jun	15.5	71.5	Jun	14.1	131.1
Jul	10.6	35.9	Jul	14.4	50.8	Jul	13.1	80.5	Jul	14.0	75.3	Jul	13.6	45.8
Ago	11.0	157.2	Ago	14.3	94.3	Ago	12.8	156.5	Ago	14.3	107.7	Ago	13.5	118.5
Sep	11.0	152.0	Sep	13.9	117.8	Sep	12.1	131.3	Sep	13.6	104.7	Ago	11.6	193.7
Oct	9.0	37.3	Oct	12.9	47.6	Oct	11.5	90.0	Oct	12.2	36.3	Sep	10.6	189.0
Nov	7.9	1.1	Nov	12.1	13.7	Nov	10.9	2.5	Nov	11.2	1.3	Oct	9.9	124.5
Dic	7.4	1.1	Dic	12.1	1.0	Dic	10.2	7.5	Dic	10.4	1.5	Nov	10.3	7.8
Anual	(9.6)	754.2	Anual	13.4	561.7	Anual	11.9	699.2	Anual	12.8	561.2	Dic	9.5	5.4
Köppen			Köppen			Köppen			Köppen			Köppen		
Cwb			Cwb			Cwb			Cwb			Cwb		
Emberger			Emberger			Emberger			Emberger			Emberger		
Q= 56170/636.24= 88.3			Q= 69930/464.60= 150.4			Q= 56130/585.63= 95.8			Q= 70573/492= 143.4			Q= 68430/456= 150.1		
m= 1.4			m= 1.6			m= -0.1			m= 2.3			m= 2.5		
M= 25.5			M= 21.6			M= 24.2			M= 22.3			M= 21.5		
Subhúmedo			Subhúmedo			Húmedo			Subhúmedo			Húmedo		

TABLA No. 59

CLASIFICACION CLIMATICA DE LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR PARA EL AÑO 1968

DE ACUERDO CON LAS CLASIFICACIONES DE KOPPEN Y EMBERGER

Achichape			Corralejo			Cusula			Charco del Zacatón			Estoyito			La Venta			Límites		
T	P		T	P		T	P		T	P		T	P		T	P		T	P	
Ene	9.5	6.3	Ene	9.5	2.5	Ene	10.2	17.0	Ene	9.5	9.9	Ene	10.6	10.0	Ene	7.9	2.0	Ene	8.6	4.3
Feb	7.5	42.6	Feb	9.7	34.7	Feb	10.0	36.1	Feb	9.5	32.7	Feb	10.0	35.1	Feb	8.4	34.0	Feb	8.8	20.9
Mar	9.8	I	Mar	11.6	I	Mar	12.7	0.5	Mar	12.2	1.0	Mar	12.8	0.0	Mar	9.9	0.0	Mar	11.2	0.0
Abr	12.0	107.2	Abr	13.4	117.0	Abr	14.6	89.9	Abr	14.0	134.4	Abr	14.5	82.9	Abr	12.4	103.0	Abr	12.7	98.6
May	12.9	89.5	May	13.7	90.7	May	14.9	69.3	May	14.2	90.8	May	15.0	77.4	May	13.0	54.0	May	13.1	65.5
Jun	13.0	246.2	Jun	13.6	204.2	Jun	14.8	182.1	Jun	14.3	231.0	Jun	14.5	222.5	Jun	13.5	175.5	Jun	13.1	191.1
Jul	12.0	105.5	Jul	12.2	73.3	Jul	13.7	76.8	Jul	13.0	84.7	Jul	13.0	120.9	Jul	12.2	134.0	Jul	12.0	93.5
Ago	12.2	86.7	Ago	12.5	46.3	Ago	14.5	36.4	Ago	13.5	87.2	Ago	13.5	37.6	Ago	12.5	56.0	Ago	12.4	33.9
Sep	12.4	110.3	Sep	12.8	113.5	Sep	14.3	77.3	Sep	13.5	93.4	Sep	13.6	92.1	Sep	12.6	94.5	Sep	12.0	127.4
Oct	11.1	43.4	Oct	11.8	23.2	Oct	13.1	38.6	Oct	12.3	16.3	Oct	13.0	26.9	Oct	11.2	29.0	Oct	11.4	32.3
Nov	9.7	17.1	Nov	11.3	8.0	Nov	12.1	9.3	Nov	11.4	6.3	Nov	12.4	11.4	Nov	10.3	17.0	Nov	10.5	22.7
Dic	9.0	26.4	Dic	10.4	18.3	Dic	11.3	20.7	Dic	10.5	12.4	Dic	11.3	33.9	Dic	9.4	27.5	Dic	9.5	25.7
Annual	10.9	881.2	Annual	11.9	731.7	Annual	13.0	654.0	Annual	12.3	760.1	Annual	12.9	750.7	Annual	11.1	706.5	Annual	11.3	715.9
Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb		
Emberger Q=88120/368.88 =238.8 m=1.9 M=19.3			Emberger Q=72170/399.60=183.1 m=2.1 M=20.1			Emberger Q=65400/461.72=141.6 m=2.2 M=21.6			Emberger Q=76010/453.60=167.6 m=0.3 M=21.3			Emberger Q=75070/444.69=168.8 m=3.0 M=21.3			Emberger Q=70650/378.00=186.9 m=1.5 M=19.5			Emberger Q=71590/382.72=187.0 m=1.2 M=19.6		
	Húmedo			Húmedo			Húmedo			Húmedo			Húmedo			Húmedo				Húmedo
Llano Chico			San Cristóbal			San José			San Marcos			Sombrito			Temoatlán			Xochihuacán		
T	P		T	P		T	P		T	P		T	P		T	P		T	P	
Ene	6.2	7.2	Ene	10.1	12	Ene	9.0	6.5	Ene	9.3	10.6	Ene	9.6	8.3	Ene	8.4	8.5	Ene	9.5	2.7
Feb	6.4	36.8	Feb	9.9	33.7	Feb	8.9	27.4	Feb	9.1	41.4	Feb	9.7	42.0	Feb	8.1	37.4	Feb	9.2	30.2
Mar	8.9	I	Mar	12.3	0.0	Mar	11.5	0.0	Mar	11.9	I	Mar	12.0	0.0	Mar	12.5	0.0	Mar	11.8	2.5
Abr	11.1	116.2	Abr	14.2	89.4	Abr	13.5	102.3	Abr	14.3	114.6	Abr	13.7	92.9	Abr	12.2	103.2	Abr	13.7	118.9
May	11.4	58.0	May	15.2	98.0	May	14.6	54.9	May	14.9	81.5	May	14.1	114.1	May	13.0	92.1	May	14.3	89.1
Jun	12.0	246.6	Jun	15.1	211.0	Jun	14.2	158.5	Jun	15.0	202.0	Jun	13.6	299.9	Jun	12.3	286.0	Jun	13.9	199.0
Jul	11.0	67.7	Jul	14.0	126.1	Jul	13.0	91.4	Jul	13.9	93.6	Jul	12.4	110.0	Jul	11.2	115.6	Jul	12.7	90.8
Ago	11.2	57.4	Ago	14.5	36.2	Ago	13.4	41.6	Ago	14.4	47.6	Ago	12.7	83.8	Ago	11.3	57.9	Ago	13.2	34.1
Sep	11.5	111.4	Sep	14.3	112.2	Sep	13.2	103.1	Sep	14.4	88.2	Sep	12.7	93.3	Sep	11.1	118.9	Sep	13.2	58.2
Oct	10.2	15.7	Oct	13.8	35.2	Oct	12.1	27.0	Oct	13.1	27.0	Oct	12.0	28.6	Oct	10.3	68.2	Oct	12.1	18.7
Nov	8.4	11.2	Nov	12.8	14.0	Nov	11.3	15.0	Nov	11.5	15.1	Nov	11.4	13.0	Nov	10.5	21.3	Nov	11.0	9.4
Dic	8.0	19.1	Dic	11.8	28.7	Dic	10.8	27.5	Dic	10.7	35.3	Dic	10.0	31.2	Dic	9.8	30.2	Dic	10.5	21.4
Annual	9.7	747.3	Annual	13.2	750.4	Annual	12.1	655.2	Annual	12.7	756.9	Annual	12.0	917.1	Annual	10.9	944.3	Annual	12.1	675.0
Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb			Köppen Cwb		
Emberger Q=74730/311.04=240.2 m=3.6 M=18.0			Emberger Q=75040/624.25=120.20 m=2.4 M=25.1			Emberger Q=65520/418.81=156.4 m=1.2 M=20.5			Emberger Q=75690/462.21=163.8 m=0.2 M=21.5			Emberger Q=91710/428.64=214.0 m=2.0 M=20.8			Emberger Q=94430/399.04=263.0 m=1.4 M=19.0			Emberger Q=67500/407.68=165.6 m=2.1 M=20.3		
	Húmedo			Húmedo			Húmedo			Húmedo			Húmedo			Húmedo				Húmedo





TABLA No. 61  
 COMPARACION CLIMATICA DE LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR  
 SEGUN LAS CLASIFICACIONES DE KÖPPEN Y EMBERGER

No.	ESTACION	Según Köppen			Según Emburger		
		1967	1968	1967-68	1967	1968	1967-68
1	Achichapa	Cwbg	Cwb	Cwbg	húmedo	húmedo	húmedo
2	Corralejo	Cwbg	Cwbg	Cwbg	húmedo	húmedo	húmedo
3	Cuaula	Cwbg	Cwbg	Cwbg	húmedo	húmedo	húmedo
4	Charco del Zacatón					húmedo	
5	Estoyito	Cwbg	Cwbg	Cwbg	subhúmedo	húmedo	húmedo
6	La Venta		Cwb			húmedo	
7	Límites		Cwbg			húmedo	
8	Llano Chico	Cwbg	Cwb	Cwb		húmedo	
9	San Cristóbal	Cwbg	Cwbg	Cwbg	subhúmedo	húmedo	húmedo
10	San José	Cwbg	Cwbg	Cwbg	húmedo	húmedo	húmedo
+11	San Marcos	Cwbg	Cwb	Cwbg	subhúmedo	húmedo	húmedo
12	Sombrerito	Cwbg	Cwbg	Cwbg	húmedo	húmedo	húmedo
13	Temontitla		Cwbg	Cwbg		húmedo	
14	Xochinhuacán	Cwbg	Cwbg	Cwbg	húmedo	húmedo	húmedo

+ Estación situada fuera de la cuenca.

Simbología de la clasificación climática de Köppen:

C Templado lluvioso

w Lluvias en verano

b Temperatura media del mes más caliente inferior a 22°C

g Temperatura media mensual máxima anterior al solsticio de verano

## X. HIDROMETRIA

En el capítulo II de este estudio, ya se trató sobre la importancia de la hidrometría en un estudio hidrológico y además se describieron las estaciones hidrométricas instaladas en la cuenca del río Tizar con el objeto de conocer el escurrimiento que en ésta se genera.

### 10.1 RESUMEN DE DATOS DIARIOS, MENSUALES Y ANUALES.

En las tablas Nos. 62, 63, 64 y 65 se muestran los resúmenes estadísticos de los escurrimientos registrados los años 1967 y 1968 en las estaciones hidrométricas Potrerito y San Marcos, las cuales registran el escurrimiento de las subcuencas de los ríos Barranca del Monte y de Tenexcalco y Tizar, respectivamente. En la tabla No. 66 se presentan los datos de la estación Jagüey, construida en el canal que deriva el agua del río Barranca del Monte al Jagüey de Malpais, y el cual abastece de agua a la población de Cuauila.

Los datos correspondientes a 1967 están incompletos, debido a que en ese año se construyeron las estaciones hidrométricas y que empezaron a funcionar en el segundo semestre de dicho año.

El análisis de las tablas correspondientes al año 1968 permite observar lo siguiente:

- 1) En ambas estaciones hidrométricas, el escurrimiento se empieza a registrar en los últimos días del mes de abril y termina en los primeros días de octubre.
- 2) En las dos estaciones se registraron los escurrimientos máximos a mediados del mes de septiembre; correspondió un gasto máximo de  $7.04 \text{ m}^3/\text{s}$  a la estación Potrerito y de  $17.7 \text{ m}^3/\text{s}$  a la de San Marcos.
- 3) El volumen o total anual escurrido es mayor en la subcuenca de los

TABLA No. 62

ESTACION HIDROMETRICA POTRERITO

GASTOS MEDIOS DIARIOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO Y RESUMEN ANUAL

AÑO 1967

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1								0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2								0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3								0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4								0.000	0.047	0.000	0.000	0.000
5								0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6								0.000	0.558	0.000	0.000	0.000
7								0.000	0.045	0.000	0.000	0.000
8							0.726	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000
9							0.057	0.225	0.000	0.000	0.000	0.000
10							0.000	0.013	0.027	0.000	0.000	0.000
11							0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12							0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13							0.000	0.000	0.049	0.000	0.000	0.000
14							0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000
15							0.000	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000
16							0.000	0.117	0.092	0.000	0.000	0.000
17							0.000	0.078	0.029	0.000	0.000	0.000
18							0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
19							0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20							0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21							0.000	0.185	0.000	0.000	0.000	0.000
22							0.244	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000
23							0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24							0.000	0.005	0.121	0.000	0.000	0.000
25							0.000	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000
26							0.000	0.051	0.012	0.000	0.000	0.000
27							0.000	1.392	0.168	0.000	0.000	0.000
28							0.000	0.065	0.335	0.000	0.000	0.000
29							0.000	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000
30							0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31							0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Mes	MAXIMOS			MINIMOS			Gasto Medico m <sup>3</sup> /s	Volumen Miles m <sup>3</sup>
	Día	Escala	Gasto m <sup>3</sup> /s	Día	Escala	Gasto m <sup>3</sup> /s		
Enero								
Febrero								
Abril								
Mayo								
Junio								
Julio	Vs.	1.20	18.800	8	0.00	0.000	0.034	90.000
Agosto	Vs.	1.88	32.400	27	0.00	0.000	0.078	210.000
Septiembre	Vs.	0.75	9.900	6	0.00	0.000	0.042	109.000
Octubre	16	0.02	0.040	16	0.00	0.000	0.000	0.660
Noviembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Diciembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000

ANUAL

TABLA No. 63

ESTACION HIDROMETRICA POTRERITO

GASTOS MEDIOS DIARIOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO Y RESUMEN ANUAL

AÑO 1968

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.000	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.066	0.000	0.000	0.000	0.353	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.000	0.000	0.000	0.118	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.000	0.000	0.007	0.028	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.008	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.351	0.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.243	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	0.305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.000
28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000
29	0.000	0.000	0.000	0.042	0.000	0.025	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000		0.000	0.000	0.000	0.048	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.000		0.000		0.000		0.000	0.000		0.000		0.000

MES	MAXIMOS			MINIMOS			Gasto Medico m <sup>3</sup> /s	Volumen Miles m <sup>3</sup>
	Día	Escala	Gasto	Día	Escala	Gasto		
	(2)	m	m <sup>3</sup> /s	(5)	m	m <sup>3</sup> /s		
Enero	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Febrero	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Marzo	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Abril	Vs.	0.06	0.120	Vs.	0.00	0.000	0.003	8.880
Mayo	22	0.49	4.880	Vs.	0.00	0.000	0.031	82.800
Junio	21	0.42	3.500	Vs.	0.00	0.000	0.039	102.000
Julio	4	0.26	1.010	Vs.	0.00	0.000	0.011	30.200
Agosto	16	0.05	0.100	Vs.	0.00	0.000	0.001	3.890
Septiembre	15	0.60	7.040	Vs.	0.00	0.000	0.019	48.100
Octubre	3	0.06	0.120	Vs.	0.00	0.000	0.001	1.210
Noviembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Diciembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
ANUAL	Vs.	0.60	7.040	Vs.	0.00	0.000	0.009	277.000



TABLA No. 65

ESTACION HIDROMETRICA SAN MARGOS

GASTOS MEDIOS DIARIOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO Y RESUMEN ANUAL

AÑO 1968

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.004	0.000	0.030	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.138	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.123	0.000	0.018	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.000	0.020	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	1.029	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.000	0.686	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.012	0.014	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.379	0.008	0.060	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.000	0.057	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.096	0.103	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.709	0.079	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.246	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.683	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.074	0.005	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
29	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.099	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000		0.000	0.000	0.000	0.090	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.000		0.000		0.000		0.000	0.000		0.000		0.000

Mes	M A X I M O S			M I N I M O S			Gasto Medico m <sup>3</sup> /s	Volumen Miles m <sup>3</sup>
	Día	Escala	Gasto	Día	Escala	Gasto		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
Enero	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Febrero	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Marzo	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Abril	29	0.04	0.128	Vs.	0.00	0.000	0.001	1.080
Mayo	Vs.	0.12	0.730	Vs.	0.00	0.000	0.005	12.800
Junio	21	0.30	3.800	Vs.	0.00	0.000	0.080	206.000
Julio	17	0.32	4.150	Vs.	0.00	0.000	0.041	110.000
Agosto	8	0.07	0.255	Vs.	0.00	0.000	0.003	9.030
Septiembre	14	1.09	17.700	Vs.	0.00	0.000	0.064	167.000
Octubre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Noviembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
Diciembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000
ANUAL	14	1.09	17.700	Vs.	0.00	0.000	0.016	506.000

ESTACION HIDROMETRICA JAGUEY

GASTOS MEDIOS DIARIOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO Y RESUMEN ANUAL

AÑO 1968

DIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	0.000	0.000	0.000	0.033	0.000	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.0	0.000	0.041	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Mes	M A X I M O S			M I N I M O S			Gasto Medio	Volumen	
	Día	Escala	Gasto	Día	Escala	Gasto			
		m	m <sup>3</sup> /s		m	m <sup>3</sup> /s			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
Enero	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000	
Febrero	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000	
Marzo	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000	
Abril	29	0.22	0.294	Vs.	0.00	0.000	0.002	6.440	
Mayo	10	0.23	0.314	Vs.	0.00	0.000	0.002	6.530	
Junio	21	0.23	0.314	Vs.	0.00	0.000	0.003	6.880	
Julio	30	0.26	0.371	Vs.	0.00	0.000	0.001	3.620	
Agosto	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000	
Septiembre	14	0.07	0.045	Vs.	0.00	0.000	0.001	1.940	
Octubre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000	
Noviembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000	
Diciembre	Vs.	0.00	0.000	Vs.	0.00	0.000	0.000	0.000	
ANUAL		30	0.26	0.371	Vs.	0.00	0.000	0.001	25.400

ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar que en la subcuenca Barranca del Monte. En la estación San Marcos se registró una aportación anual de 506 000 m<sup>3</sup> y en la de Potrerito un volumen de 302 400 m<sup>3</sup>. Esto corresponde a un gasto medio anual de 16.0 l/seg y 9.6 l/seg respectivamente, que se puede considerar como muy bajo.

4) El escurrimiento total en la cuenca, incluyendo los volúmenes derivados en Jagüey, fue de 808 400 m<sup>3</sup>.

## 10.2 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Con el propósito de relacionar y comparar la precipitación con el escurrimiento escurrido durante los diferentes meses y en todo el año 1968, se presenta la tabla No. 67 donde se indican, además, los coeficientes de escurrimiento para la cuenca del río Tizar y para cada una de las subcuencas que la forman.

Las estaciones hidrométricas Potrerito y San Marcos registran el volumen de agua que sale por escurrimiento superficial de la cuenca en estudio. Tal como se indicó previamente, en el río Barranca del Monte existe además un canal de derivación hacia el Jagüey de Malpais, de manera que en la estación Potrerito no se registran estos volúmenes derivados; sin embargo, como en el canal de derivación fué construida la estación hidrométrica Jagüey, se consideró interesante calcular el coeficiente de escurrimiento suponiendo que no existiera la derivación al Jagüey mencionado; para ello se sumaron los valores obtenidos en la estación Potrerito y en la estación Jagüey. Estos resultados también se presentan en la Tabla No. 67, los cuales, en esta forma, corresponderían a las condiciones naturales y vírgenes de escurrimiento de la cuenca.

Al examinar esta tabla, se obtienen las siguientes conclusiones:

1) Los coeficientes de escurrimiento de la cuenca del río Tizar varían



**TABLA No. 67**  
**VOLUMENES MENSUALES PRECIPITADOS Y ESCURRIDOS, Y COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO POR SUBCUENCAS**

CUENCA DEL RIO TIZAR AÑO 1968

MES	SUBCUENCA BARRANCA DEL MONTE					SUBCUENCA BARRANCAS TENEXCALCO Y TIZAR			CUENCA DEL RIO TIZAR				
	VOLUMEN PRECIPITADO $10^6 \text{ m}^3$	VOLUMEN ESCURRIDO $10^3 \text{ m}^3$		COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO %		VOLUMEN DE PRECIPITACION $10^3 \text{ m}^3$	VOLUMEN ESCURRIDO $10^3 \text{ m}^3$	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO %	VOLUMEN PRECIPITADO $10^6 \text{ m}^3$	VOLUMEN ESCURRIDO		COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO %	
		P	P+J	P	P+J					P+SM	P+J+SM	P+SM	P+J+SM
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Enero	217	0	0	0	0	424	0	0	641	0	0	0	0
Febrero	1018	0	0	0	0	1784	0	0	2802	0	0	0	0
Marzo	25	0	0	0	0	2	0	0	27	0	0	0	0
Abril	3517	8.88	15.32	0.25	0.34	4882	1.08	0.02	8399	9.96	16.40	0.12	0.19
Mayo	2387	82.80	89.33	3.47	3.74	3809	12.80	0.34	6196	95.60	102.13	1.54	1.64
Junio	6264	102.00	108.88	1.63	1.74	11230	206.00	1.83	17494	308.00	314.88	0.18	0.18
Julio	2542	30.20	33.82	1.19	1.33	5438	110.00	2.02	7980	140.20	143.82	1.76	1.76
Agosto	1378	3.89	3.89	0.29	0.29	2741	9.03	0.33	4069	12.92	12.92	0.32	0.32
Septiembre	2799	48.10	50.04	1.72	1.79	5194	167.00	3.22	7993	219.10	217.04	2.69	2.71
Octubre	717	1.21	1.21	0.17	0.17	1880	0	0	2597	1.21	1.21	0.05	0.05
Noviembre	362	0	0	0	0	283	0	0	1158	0	0	0	0
Diciembre	635	0	0	0	0	1355	0	0	1990	0	0	0	0
T O T A L	21811	277.00	302.40	1.27	1.39	30522	906.00	1.28	61333	783.00	808.40	1.28	1.32
Mediamente por Km <sup>2</sup>		P 8.91	P+J 1.72				SM 10.02		P+SM 1.50			P+J+SM 0.95	

P Potrero  
 J Jardes  
 S H. San Marcos

entre un mínimo de 0, que corresponde naturalmente a los meses secos, y 2.71 % en septiembre, una de los más húmedos de la época lluviosa.

2) El escurrimiento coincide, en general, con los meses de la época húmeda del año. Al mes de abril ( 1968 ) aún cuando registra escurrimiento, no se le puede considerar dentro de los meses lluviosos, pues es hasta los últimos días del mismo cuando empieza la precipitación y el escurrimiento, sin haber un gran desfase entre los dos fenómenos.

3) La subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar aportó mayor escurrimiento ( 506 000 m<sup>3</sup> ) que la subcuenca del río Barranca del Monte ( 302 400 m<sup>3</sup> ).

Los valores medios en condiciones vírgenes, correspondientes al año 1968, se presentan a continuación:

<u>1968</u>	Volumen precipitado 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Volumen escurrido 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Coefficiente de escurri- miento %
Subcuenca Barranca del Monte	21 811	302.40	1.39
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	39 522	506.00	1.28
Total cuenca del río Tizar	61 333	808.40	1.32

De lo anterior se concluye que el coeficiente de escurrimiento en las dos subcuencas es bastante semejante y extraordinariamente bajo, con un valor medio de 1.32 %.

La marcha anual del escurrimiento se presenta en la gráfica CH-D-6-56, pág.

### 10.3. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO CORRESPONDIENTE A LAS TORMENTAS MAXIMAS ANALIZADAS DE LOS AÑOS 1967 Y 1968.

Con el propósito de completar la información presentada en el inciso 3.10 referente al análisis de las dos tormentas más importantes que se registraron en

1967 y 1968, se compararon, en este capítulo los volúmenes precipitados con los escurridos durante dichas tormentas, para definir los coeficientes de escurrimiento respectivos. Estos volúmenes escurridos corresponden a las crecientes máximas observadas.

Los resultados se presentan a continuación:

<u>Tormenta: 8 de julio de 1967</u>	Volumen precipitado $10^3 \text{ m}^3$	Volumen escurrido $10^3 \text{ m}^3$	Coefficiente de escurrimiento %
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	617.000	4.493	0.73
Subcuenca Barranca del Monte	604.000	62.726	10.38
Cuenca del río Tizar	1221.000	67.219	5.51
<u>Tormenta: 27 de agosto de 1967</u>			
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	179.000	0.346	0.20
Subcuenca Barranca del Monte	892.000	120.269	13.48
Cuenca del río Tizar	1071.000	120.615	11.26

En los volúmenes escurridos en 1967 no se incluyen los volúmenes derivados al Jagüey de Malpaís, por no haber observaciones al respecto.

<u>Tormenta: 21 de junio de 1968</u>	Volumen precipitado $10^3 \text{ m}^3$	Volumen escurrido $10^3 \text{ m}^3$	Coefficiente de escurrimiento %
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	2073.000	61.258	2.96
Subcuenca Barranca del Monte	1221.000	29.117	2.38
Cuenca del río Tizar	3294.000	90.375	2.74
<u>Tormenta 14 de septiembre de 1968</u>			
Subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar	2142.000	88.906	4.15
Subcuenca Barranca del Monte	904.000	31.190	3.45
Cuenca del río Tizar	3046.000	120.096	3.94

Como es lógico suponer, los coeficientes de escurrimiento de las tormentas analizadas son superiores a los anuales observados en la tabla donde se tiene un coeficiente medio de escurrimiento de 1.39 % para la subcuenca Barranca del Monte y de 1.28 para la subcuenca Barrancas Tenexcalco y Tizar. Esto se debe a que las tormentas son lluvias de bastante intensidad en las que el agua se acumula rápidamente y adquiere mayor velocidad en su movimiento.

#### 10.4 TIEMPO DE CONCENTRACION

Una de las definiciones más aceptadas del tiempo de concentración es aquel que tarda en recorrer el agua que se precipita en el punto más alejado de la cuenca hasta llegar a la salida de la misma, considerando que la lluvia esté actuando de manera uniforme sobre la totalidad de la superficie de la cuenca.

En la cuenca del río Tizar se determinó el tiempo de concentración por medio de los datos de las 4 tormentas analizadas en el período de estudio; se observó en los pluviogramas, la hora en que dió principio la precipitación y en los hidrogramas correspondientes aquella en la cual comenzó el escurrimiento en las estaciones hidrométricas situadas a la salida de la cuenca del río Tizar. Para cada una de las estaciones climatológicas se calculó el tiempo medio que tarda la lluvia en llegar a la estación hidrométrica de la subcuenca en que ésta se encuentra situada y se llegó a los siguientes resultados: para la subcuenca del río Barranca del Monte, el tiempo de concentración medio de las tormentas consideradas fue de 2 horas 30 minutos aproximadamente y para la subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar, se obtuvo un período de 1 hora 45 minutos, más o menos. La diferencia de estos tiempos de concentración se explica si se considera que las condiciones de impermeabilidad de las formaciones geológicas de la subcuenca de los ríos Barrancas de Tenexcalco y del Tizar permiten al escurrimiento superficial llegar más rapidamen-

te a la salida de la cuenca, mientras que la mayor permeabilidad de la subcuenca del río Barranca del Monte retarda el movimiento del agua hacia las partes bajas.

### 10.5 CONCLUSIONES

Por lo analizado en este capítulo se concluye que en condiciones naturales y vírgenes la cuenca, durante el año de 1968, generó un total de 808 400 m<sup>3</sup> de agua, de los cuales 302 400 m<sup>3</sup> corresponden a la subcuenca Barranca del Monte y 506 000 m<sup>3</sup> a la de Barrancas Tenexcalco y Tizar. Tomando en cuenta la derivación al Jagüey de Malpaís ( 25 400 m<sup>3</sup> ) el volumen escurrido en la subcuenca Barranca del Monte quedó disminuido a 277 000 m<sup>3</sup> y el volumen total que salió de la cuenca del río Tizar fue de 783 000 m<sup>3</sup>, equivalente a 24.8 l/seg.

Los coeficientes de escurrimiento fueron 1.39 % para la subcuenca Barranca del Monte y 1.28 % para la de Barrancas de Tenexcalco y del Tizar, o sea que fueron sumamente bajos.

## XI. GRÁFICA COMPARATIVA DE LOS DATOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS.

En la Gráfica CH-D-6-56 de la pag. 175 se reúnen todos los datos meteorológicos e hidrométricos registrados en la cuenca del río Tizar durante los años 1967 y 1968.

El objeto de esta gráfica es ver la marcha anual y la posible interrelación de cada uno de los elementos para este estudio, registrados en la cuenca.

Los valores medios mensuales de precipitación se incluyen en las Tablas Nos. 15 y 16, en las que se presenta el resumen o volumen de lluvia mensual.

Los valores medios de temperatura se incluyen en las gráficas tipo CH-D-6-67 y 68 pags. 166 y 167.

Los valores de humedad relativa media corresponden a los registrados en Cuauila, que se localiza en la parte media de la cuenca.

Los valores medios de evaporación potencial se incluyen en las Tablas Nos. 41 y 42 del capítulo de Evaporación y Evapotranspiración.

Los valores medios de evaporación real corresponden a los datos mensuales de la estación climatológica Cuauila, Tablas Nos. 45 y 46.

Los valores de insolación y velocidad media del viento se incluyen en la información que aparece en los capítulos de Insolación y Viento respectivamente, Tablas Nos. 56 y 57.

Los valores de escurrimiento se incluyen en la Tabla No. 67 del capítulo de Hidrometría y corresponden a la suma del escurrimiento de las tres estaciones hidrométricas.

## XII. BALANCE HIDROLOGICO

### 12.1 INFILTRACION

La infiltración constituye una de las fases del ciclo hidrológico más difíciles de evaluar. Existen aparatos para medirla, sin embargo resulta más exacto deducirla en forma indirecta, ya sea con base en fluctuaciones del nivel del agua en pozos y por medio de los piezómetros de la zona, cosa de la cual no se dispone en la cuenca en estudio, o a partir de los valores obtenidos para los demás componentes del ciclo hidrológico, tal como se ha hecho en los capítulos previos de este trabajo. Por tal motivo, los valores de infiltración para la cuenca del río Tizar se obtendrán a partir del monto de la precipitación, de la evaporación y del escurrimiento o sea, por medio de la ecuación básica del balance hidrológico:

$$\text{Precipitación} = \text{Escurrimiento} + \text{Infiltración} + \text{Evaporación}$$

$$\text{Infiltración} = \text{Precipitación} - (\text{Escurrimiento} + \text{Evaporación})$$

Cabe hacer notar que esta ecuación es posible aplicarla en la cuenca de estudio debido a que se trata propiamente de una cuenca vírgen, es decir, no existen obras como depósitos artificiales, importación o derivación de agua a otras regiones, etc., que alteren de una u otra forma el equilibrio hidrológico natural.

### 12.2 BALANCE HIDROLOGICO

Debido a que las informaciones sobre el escurrimiento fueron muy incompletas en el año 1967 solo se hará el balance hidrológico de la cuenca para el año 1968, en el que los datos estuvieron completos y son de mayor confianza.

En la Tabla No. 68 se presenta el resumen del balance hidrológico de la cuenca del río Tizar, considerando el volumen anual de 1968 determinado previamente para cada una de las subcuencas. Además se tomaron en cuenta condiciones vírgenes en la cuenca, es decir, considerando la derivación al Jagüey de Malpais.

### 12.3 ANÁLISIS Y COMPARACION DE LOS RESULTADOS.

Al estudiar los resultados obtenidos (Tabla No. 68) se observa que la infiltración media en 1968 resulta mayor en la subcuenca de los ríos Barranca de Tenexcalco y del Tizar que en la correspondiente del río Barranca del Monte, lo cual aparentemente es ilógico por las condiciones de mayor permeabilidad de esta última. Sin embargo, lo que sucede es lo siguiente:

1. El volumen de agua precipitado en la subcuenca Barrancas de Tenexcalco y del Tizar ( $783 \text{ mm}; 39.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) es mayor que en la subcuenca Barranca del Monte ( $701 \text{ mm } 21.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), y debido a que la determinación de la evaporación e infiltración se hace a partir de los datos de precipitación se observan cantidades mayores para estas fases del ciclo hidrológico en la subcuenca Barrancas de Tenexcalco y del Tizar por la mayor disponibilidad de agua.

2. El porcentaje de evapotranspiración real con respecto a la precipitación caída en cada subcuenca resulta mayor en la del río Barranca del Monte (59.4 %) en comparación con la de los ríos Barranca de Tenexcalco y del Tizar (56.1 %), por lo que el volumen de agua infiltrada en la segunda subcuenca es mayor que en la primera.

3.- Por otra parte es necesario volver a insistir en que se trata del análisis de un solo año (1968), de tal suerte que cuando se tengan datos y estudios de un período más largo se podrán comprobar o rectificar los resultados y conclusiones.



TABLA No. 68

BALANCE HIDROLOGICO CORRESPONDIENTES A LAS SUBCUENCAS  
DE LA CUENCA DEL RIO TIZAR, AÑO 1968.

CUENCA	mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Por ciento de la precipitación
(1)	(2)	(3)	(4)
SUBCUENCA DE LOS RIOS BARRANCAS DE TENEXCALCO Y DEL TIZAR.			
Area 50.500 Km <sup>2</sup>			
<u>I ENTRADAS</u>			
Precipitación	782.60	39 522.00	
<u>II SALIDAS</u>			
Escorrentamiento superficial	10.01	506.00	1.28
Evapotranspiración real	438.70	22 156.00	56.06
INFILTRACION (I-II)	333.89	16 861.00	42.66
SUBCUENCA DEL RIO BARRANCA DEL MONTE			
Area 31.100 Km <sup>2</sup>			
<u>I ENTRADAS</u>			
Precipitación	701.30	21 811.00	
<u>II SALIDAS</u>			
Escorrentamiento superficial	9.72	302.40	1.39
Evapotranspiración real	416.30	12 948.00	59.36
INFILTRACION ( I-II)	275.28	8 561.21	39.25
CUENCA DEL RIO TIZAR			
Area 81.600 Km <sup>2</sup>			
<u>I ENTRADAS</u>			
Precipitación	751.60	61 333.00	
<u>II SALIDAS</u>			
Escorrentamiento superficial	9.91	808.40	1.32
Evapotranspiración real	430.20	35 104.00	57.24
INFILTRACION (I-II)	311.49	25 417.58	41.44

nes que a la fecha se obtuvieron.

#### 12.4 CONCLUSIONES

Para condiciones del año 1968 el escurrimiento en la cuenca del río Tizar resulta sumamente bajo ( 1.32 % de la precipitación), lo que se explica por la constitución geológica del terreno que se confirma más claramente por el valor de la infiltración, ya que constituye el 41.44 % de la precipitación. La evapotranspiración representa el 57.24 % de la precipitación, valor bastante aceptable si se considera que esta fase del ciclo hidrológico absorbe, normalmente, las tres cuartas partes del agua disponible. De cualquier manera y para afirmar y confirmar estas cifras se recomienda la observación de un número suficiente de años ( 10 como mínimo), para así poder llegar a valores representativos de las condiciones medias de la cuenca.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Departamento Cartográfico Militar. Carta Altimétrica, escala 1:25 000. México, D.F.
- 2 DDF; SRH, CHCVM. Mapa geológico de la Cuenca de México y zonas colindantes. Junio de 1970. México, D. F.
- 3 SRH, CHCVM. Hidrología de la Cuenca del Valle de México. Tomo I. Capítulo Segundo. Descripción Física del Valle. Publicación No. 4 Octubre, 1964, México, D. F.
- 4 Maderey R., L.E. Características Físicas de la Cuenca del Río Tizar. Bol. No. 3. Instituto de Geografía, UNAM, 1970.
- 5 SRH, CHCVM. Hidrología de la Cuenca del Valle de México. Tomo II. Capítulo Tercero, Climatología. Publicación No. 2. Marzo, 1963, México, D. F.
- 6 Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio. Resumen General del Séptimo Censo General de Población. (1950). México, D. F.
- 7 Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio. Resumen General del Octavo Censo de Población. (1960). México, D. F.
- 8 Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio. Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1960. Resumen General de los Estados de México, Tlaxcala e Hidalgo.
- 9 SRH, CHCVM. Estudio de la Infiltración en la Cuenca del Río Milpa Alta. Informe Progresivo No. 1, Publicación No. 5. Mayo, 1965. México, D. F.
- 10 SRH, CHCVM. Estudio de la Infiltración de la Cuenca del Río Milpa Alta. Informe Progresivo No. 2. Publicación No. 3. Junio, 1967. México, D. F.
- 11 SRH, CHCVM. Evapotranspirómetro Modificado. Folleto de Divulgación No. 3. Noviembre, 1968. México, D. F.
- 12 American Geophysical Union. Section of Hydrology. Inventory of Representative and Experimental Watershed studies conducted in the United States. June, 1965. Washington, D.C. USA.

## GLOSARIO

Agua freática. La de los acuíferos libres.

Aforo. Medición de la cantidad de agua que lleva un río en la unidad de tiempo.

Calidad del agua. Conjunto de propiedades del agua que hacen factible su aprovechamiento para determinados usos.

Cambio adiabático de temperatura. Disminución o aumento de la temperatura de una masa de aire al ascender o descender, respectivamente.

Comportamiento hidrológico. Forma como proceden los distintos elementos del ciclo hidrológico en una cuenca hidrográfica de acuerdo con las condiciones físicas de ésta.

Cuenca hidrográfica. Area de recepción de las aguas que afluyen a un mismo río, lago o mar.

Curva de gastos. Curva que resulta de graficar los niveles de agua en una corriente, con los gastos que corresponden a dichos niveles.

Déficit higrométrico del aire. Falta de humedad en el aire.

Escurrimiento. Parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

Estación climatológica. Sitio en el que se lleva a cabo el registro de diversos fenómenos meteorológicos ( precipitación, temperatura, humedad, evaporación, viento y otros), mediante aparatos e instrumentos adecuados.

Estación hidrométrica. Conocida también como estación fluviométrica o de aforo. Sitio en el que se llevan a cabo las medidas del escurrimiento. Las hay de diversos tipos, entre ellos el de sección fija y pendiente que consiste en cementar un tramo del cauce del río con el objeto de estabilizarlo y así la velocidad del agua no se altere.

Estiaje. Nivel más bajo de las corrientes de agua durante la estación seca del año.

Evaporación potencial. La que se mide por medio del evaporímetro. Corresponde a la cantidad máxima de agua que la atmósfera puede evaporar.

Evapotranspiración. Se denomina también evaporación total o uso consuntivo. Es la suma de la evaporación que se produce en los cuerpos de agua, en el suelo y en las plantas.

Evapotranspiración potencial. Cantidad máxima posible de agua que se perdería

por evaporación y transpiración, suponiendo que el suelo que sustenta la vegetación estuviera saturado de humedad.

Evapotranspirometro. Aparato empleado para la medición de la evapotranspiración potencial.

Gasto Volumen de agua que pasa por determinada sección del río en un intervalo de tiempo. Se denomina también caudal.

Hidrograma. Curva que resulta de graficar los gastos de un río con los tiempos en que se producen dichos gastos.

Infiltración. Movimiento del agua hacia el manto freático.

Isopletas. Líneas que unen puntos de igual valor de determinado hecho o fenómeno.

Lámina media de precipitación. Altura media de la lluvia en una región.

Limnógrafo. Aparato que se emplea para el registro continuo del nivel de agua de los ríos.

Molinete. Aparato que se utiliza para efectuar el aforo de una corriente de agua.

Pluviograma. Gráfica del pluviógrafo.

Polígonos de Thiessen. Método empleado para calcular el valor medio de un fenómeno meteorológico en una superficie determinada; generalmente se usa para el conocimiento de la precipitación media. Consiste en trazar una red poligonal formando los polígonos mediante las perpendiculares en el punto medio a los segmentos que unen cada dos estaciones climatológicas. Se supone que cada estación es representativa del área de su correspondiente polígono. El valor medio deseado se encuentra como una media ponderada según las áreas correspondientes al valor de las distintas estaciones.

Precipitación. Caída del agua a la superficie terrestre en estado líquido o sólido.

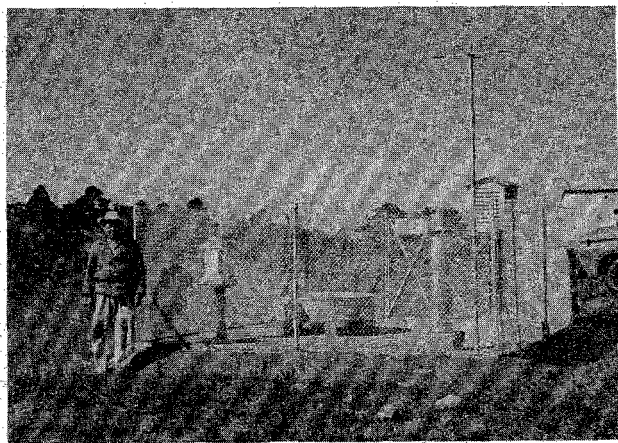
Régimen torrencial. Régimen pluvial que se caracteriza por la concentración de la lluvia en determinada época del año, generalmente en el verano, en forma de tormentas.

Temperatura máxima maximorum. Temperatura máxima de un registro de temperaturas máximas de dos o más años.

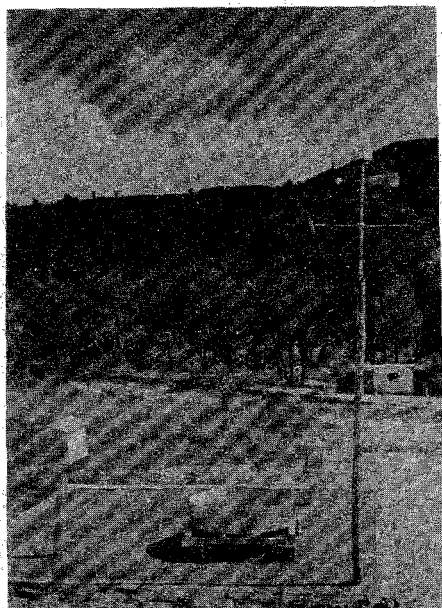
Temperatura mínima minimorum. Temperatura mínima de un registro de temperaturas mínimas de dos o más años.

Tiempo de concentración. Tiempo que tarda en recorrer el agua que se precipita en el punto más alejado de una cuenca hidrográfica hasta llegar a la salida de la misma, considerando que la lluvia es uniforme sobre la totalidad de la superficie de la cuenca.

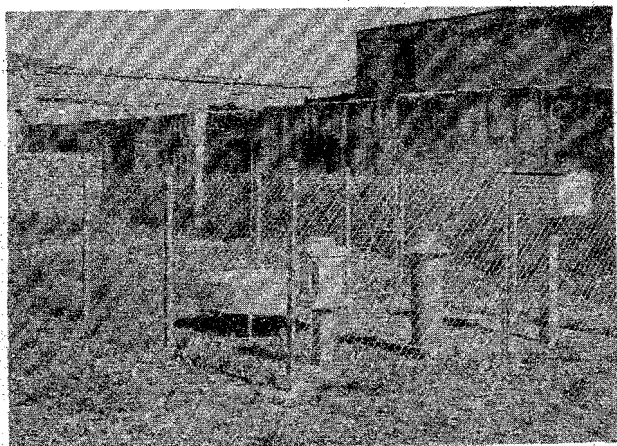
F O T O G R A F I A S



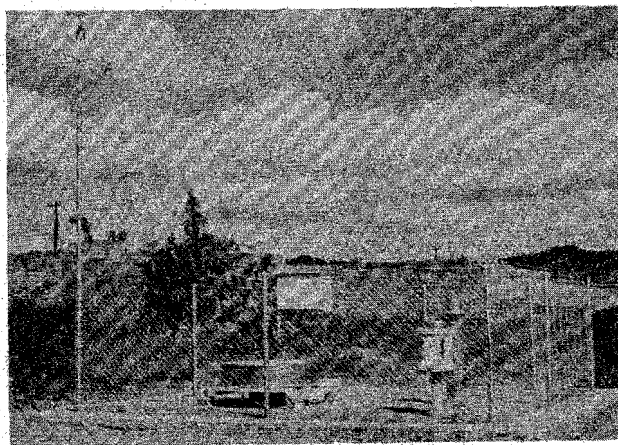
1. Estaci3n climatol3gica Límites. Distribuci3n general de los aparatos.



2. Estaci3n climatol3gica Achichapa.  
Distribuci3n general de los aparatos.

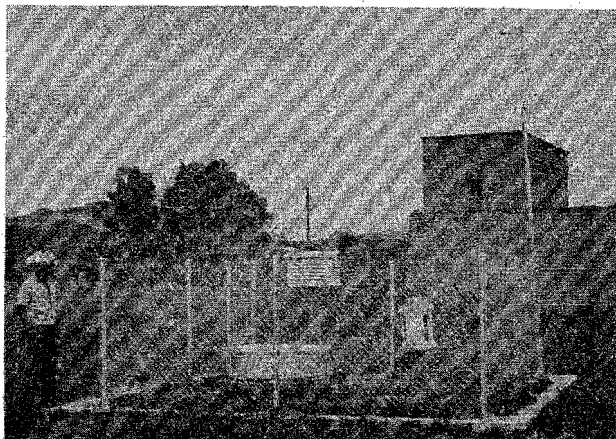


3. Estación climatológica San Cristóbal.  
Distribución general de los aparatos.

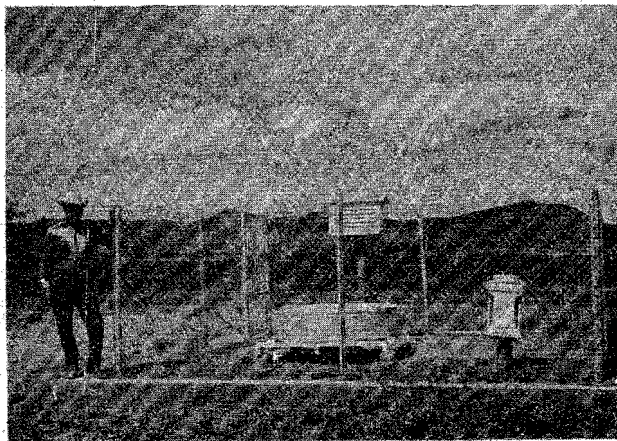


4. Estación climatológica Cuauila. Distri-  
bución general de los aparatos.

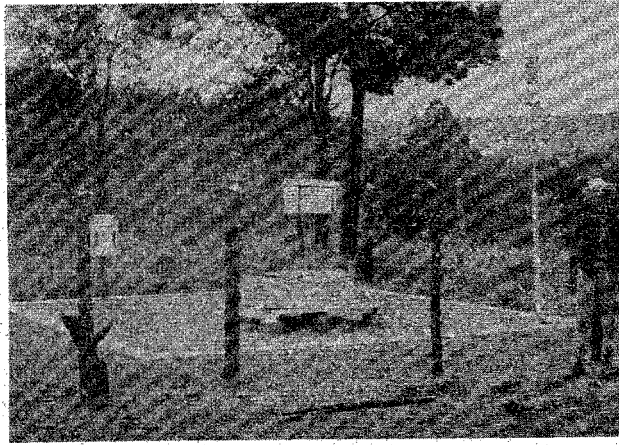




**5. Estación climatológica San Marcos  
Distribución general de los aparatos**



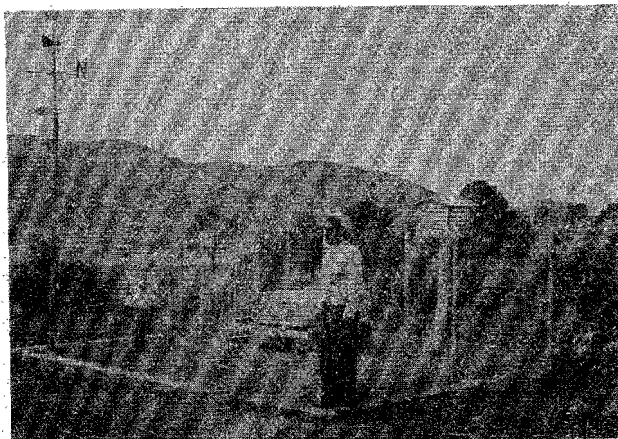
**6. Estación climatológica Estoyito.  
Distribución general de los aparatos**



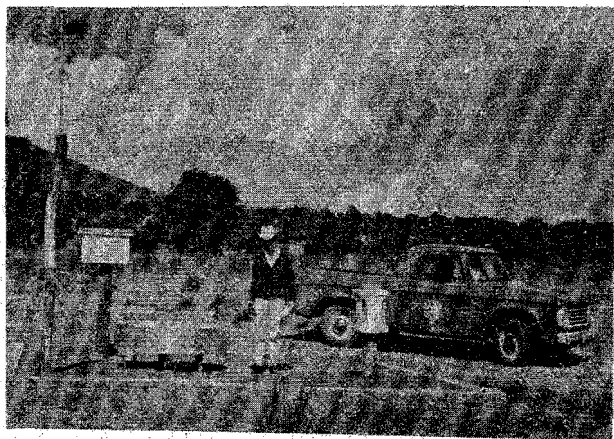
**7. Estación climatológica Sombrito  
Distribución general de los aparatos**



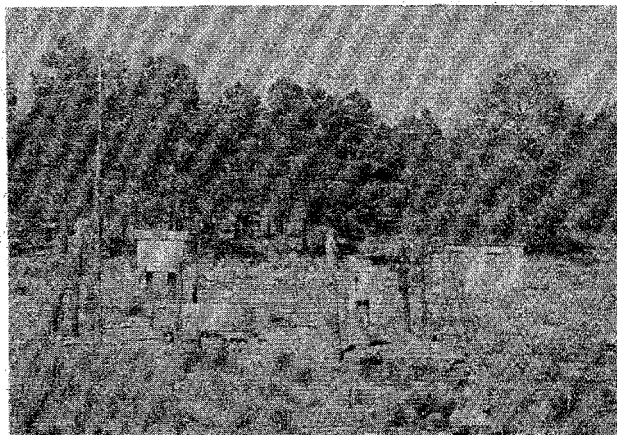
**8. Estación climatológica Temontitla.  
Distribución general de los aparatos**



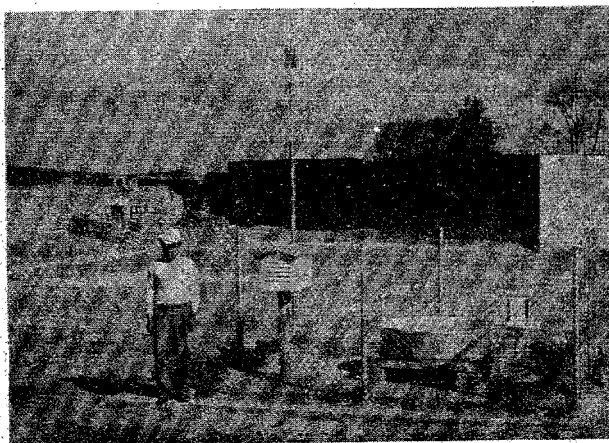
9. Estación climatológica San José .  
Distribución general de los aparatos



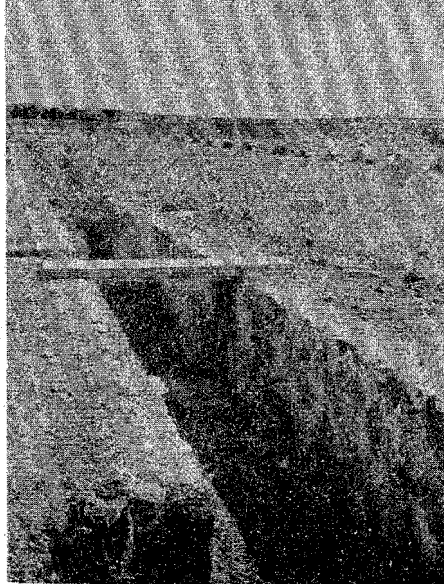
10. Estación climatológica Corralejo  
Distribución general de los aparatos



**11. Estación climatológica Llano Chico.  
Distribución general de los aparatos**



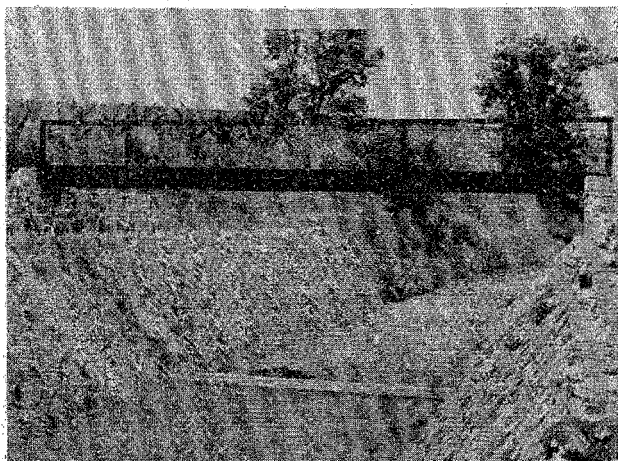
**12. Estación climatológica Xochihuacán  
Distribución general de los aparatos**



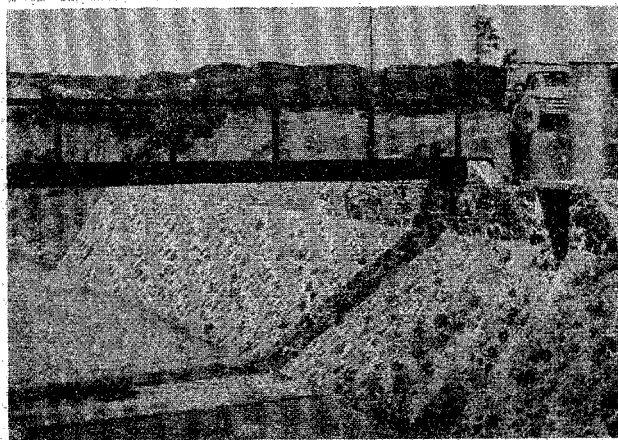
13. Canal El Jagüey, estación hidrométrica  
Al fondo el jagüey de Malpais, corresponde al poblado de Cuauila.



14. Estación hidrométrica Potrerito. Fotografía tomada desde la margen derecha del río Barranca del Monte. En primer plano se aprecia el limnógrafo y al fondo la casa del aforador.



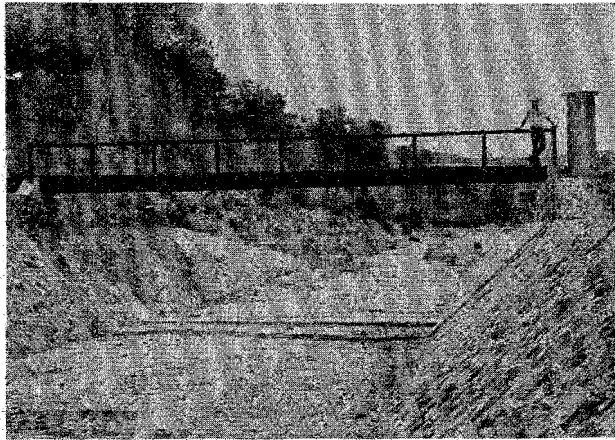
15. Estación hidrométrica Potrerito. Vista desde aguas abajo. En primer término el puente de aforo, a la izquierda la escala de cemento.



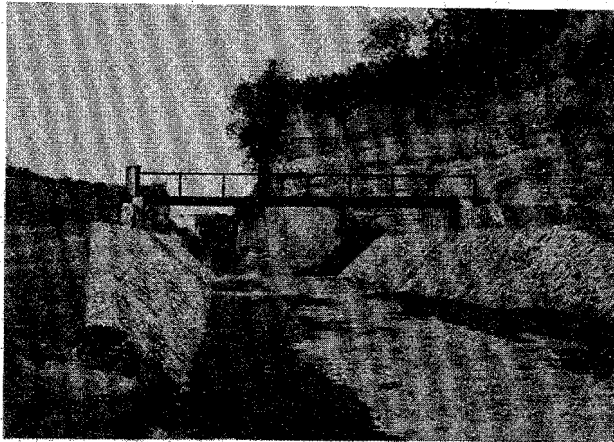
6. Estación hidrométrica Potrerito sobre el río Barranca del Monte. Puente para realizar el aforo, y a la derecha el limnógrafo.



17. Estación hidrométrica Potrerito. Molinete con el que se realiza el aforo de la corriente Barranca del Monte.



18. Estación hidrométrica San Marcos. Vista desde aguas abajo del río Tizar. Se aprecia el puente para aforar y el limnógrafo. Esta estación registra los escurrimientos totales de la subcuenca de los ríos Barranca de Tenexcalco y Barranca del Tizar.

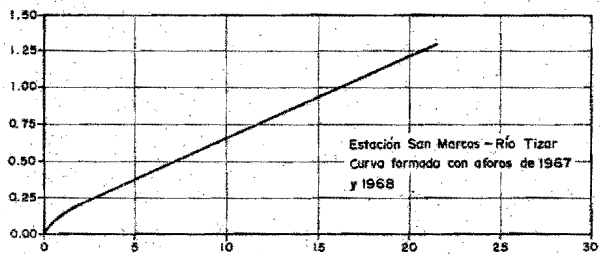
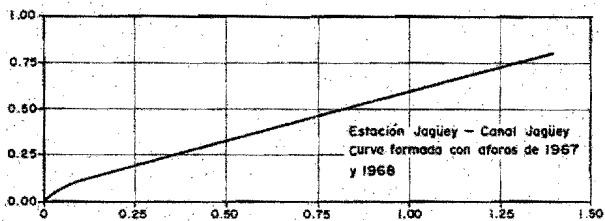
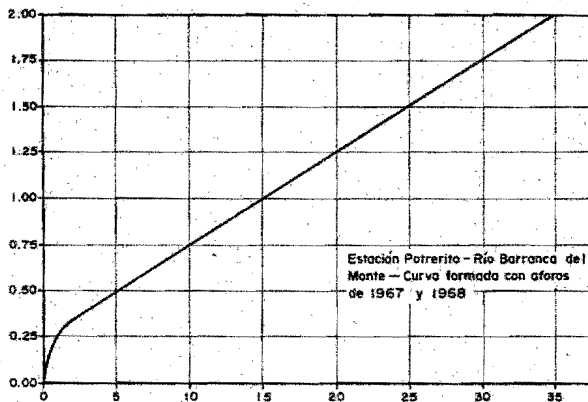


19. Estación climatológica Sombrero  
Distribución general de los aparatos



GRAFICAS

LECTURAS DE ESCALA EN METROS

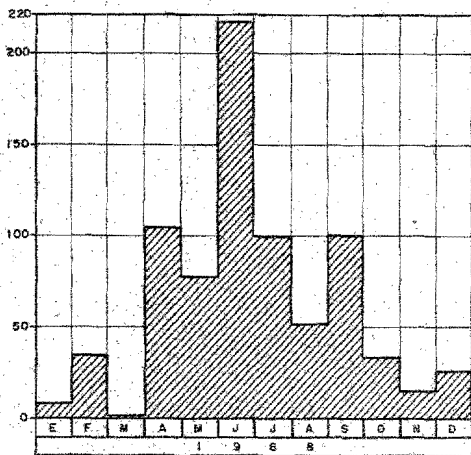
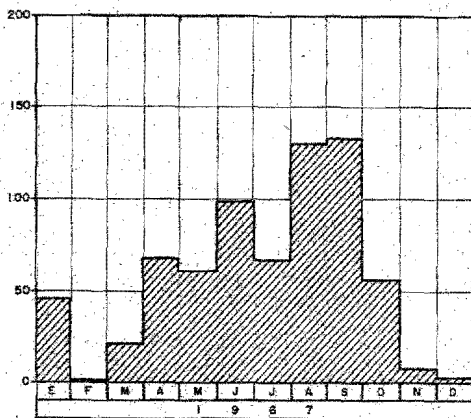


GASTOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO

Forma:                      Dibujó:                       
 Revisó:                      Verificó:                     

SRI	COMISION HOROLOGICA DE LA CIENCIA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
CUENCA DEL RIO TIZAR	
CURVAS DE GASTOS EN ESTACIONES POTRERITO, JAGUEY Y SAN MARCOS	
Construyó: <u>                    </u>	Aprobó: <u>                    </u>
MEX-INT	2011 EE. UU.
CH-D-6-63	

PRECIPITACION EN MILIMETROS



La precipitación corresponde a la media mensual observada en la cuenca.

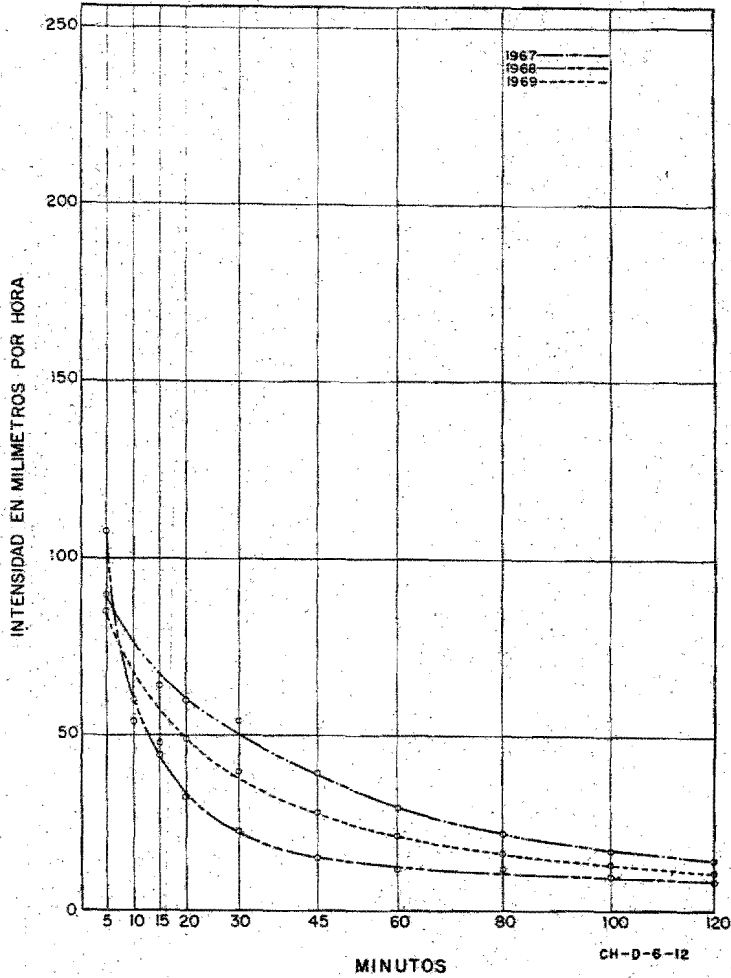
Firmado: *[Signature]*  
 Revisado: *[Signature]*

**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
**OFICINA DE HIDROLOGIA**  
 CUENCA DEL RIO TIZAPAL  
 COMPARACION DE LA PRECIPITACION EN 1967 Y 1968  
 Elaborado: *[Signature]*  
 Aprobado: *[Signature]*  
 CH-D-6-64

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

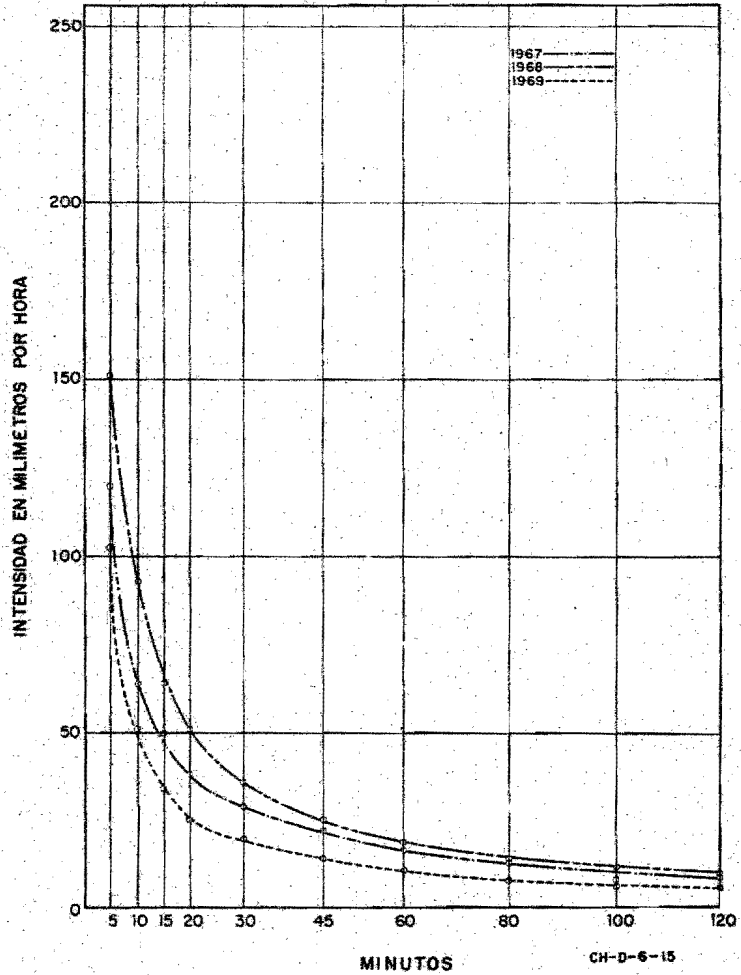
CURVAS DE INTENSIDADES MAXIMAS MAXIMORUM

Estación Cuauila



CH-D-6-12

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
CURVAS DE INTENSIDADES MAXIMAS MAXIMORUM  
Estación Límites



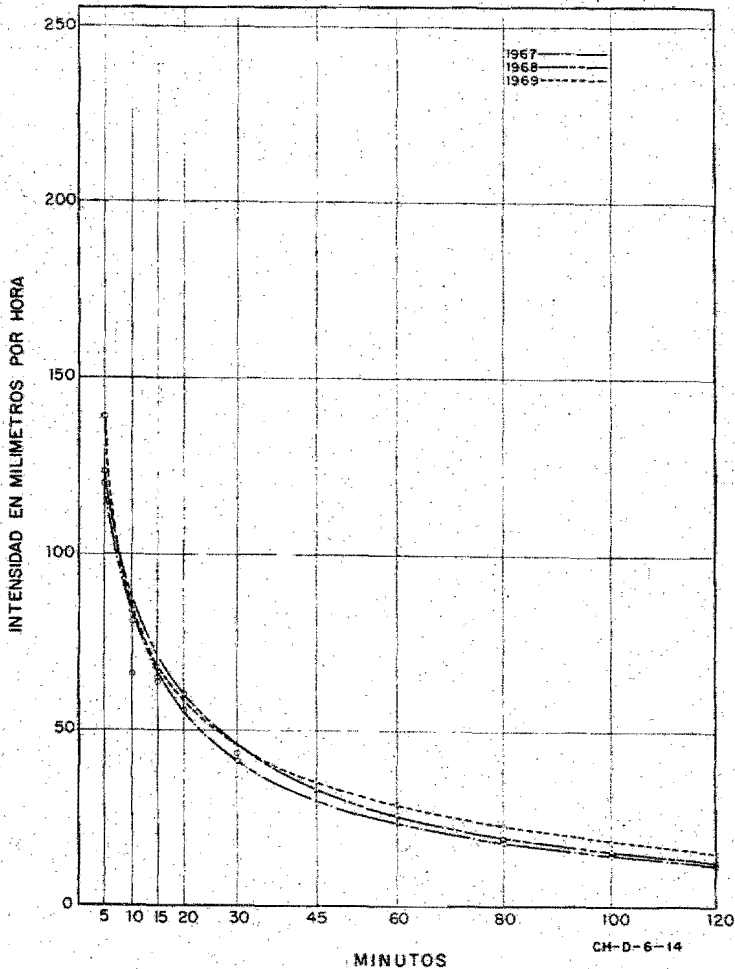
CH-D-6-15

Sra. de Recursos Hidráulicos

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

CURVAS DE INTENSIDADES MAXIMAS MAXIMORUM

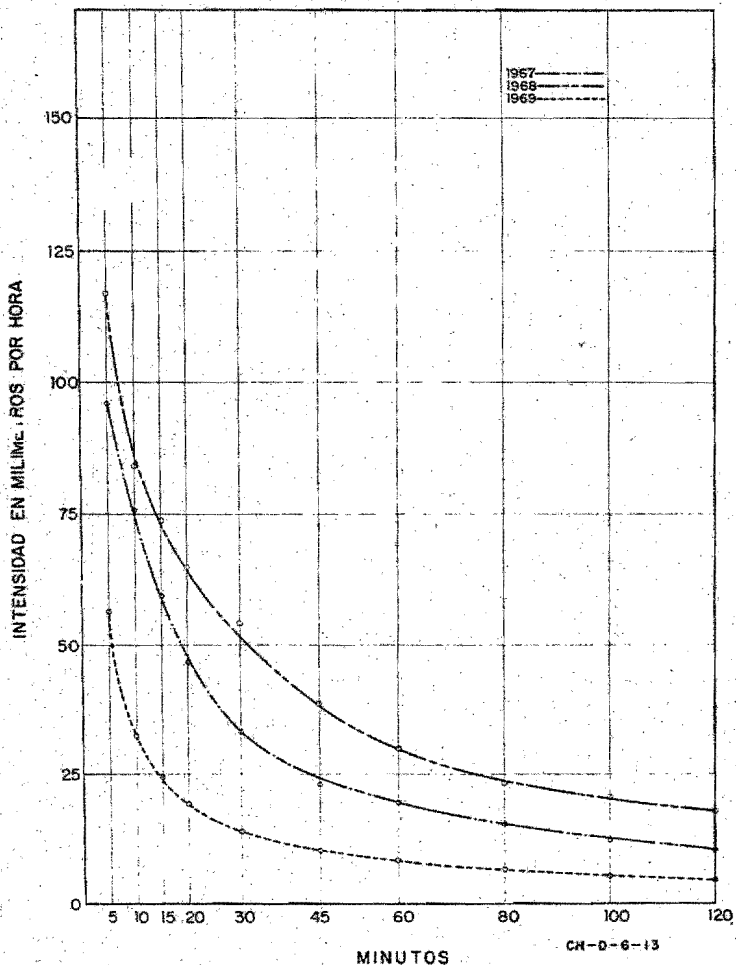
Estación Llano Chico



SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

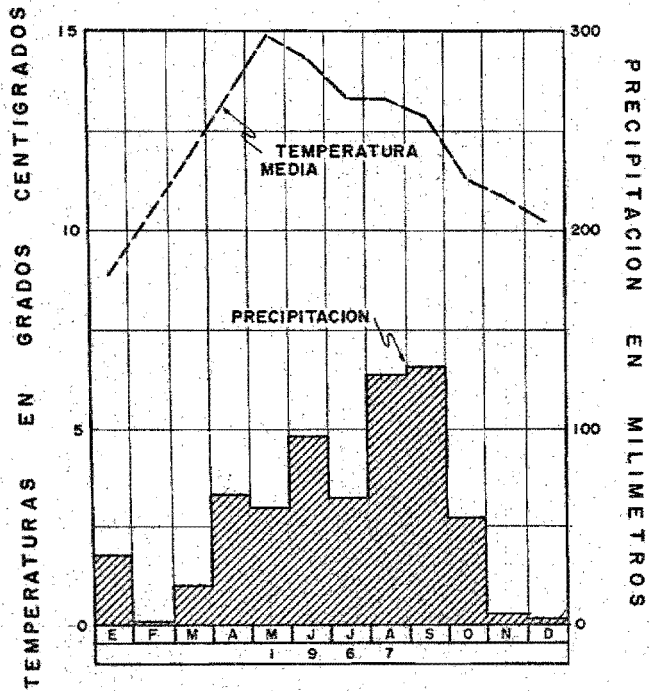
CURVAS DE INTENSIDADES MAXIMAS MAXIMORUM

Estación San Cristóbal



CN-D-6-13

Sria. de Recursos Hidráulicos



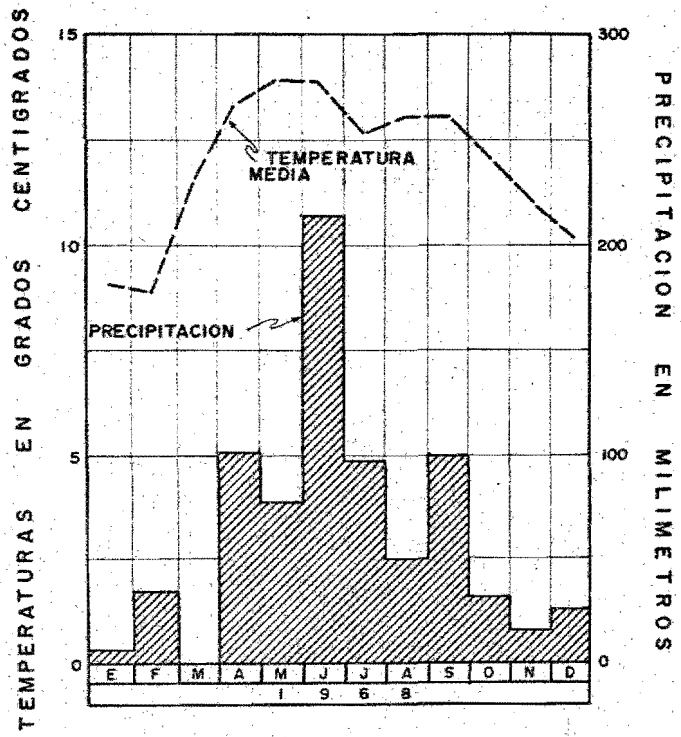
La temperatura media corresponde al promedio aritmético mensual de los valores observados en cada estación.

La precipitación corresponde a la media mensual obtenida en la cuenca.

Elaborado por: M. SERRANO  
Revisado por: M. SERRANO

**SRH** COMISION HIDROLOGIA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
OFICINA DE HIDROLOGIA  
CUENCA DEL RIO TIZAPA  
GRAFICA TIPO DE TEMPERATURAS MENSUALES Y PRECIPITACIONES MENSUALES 1967  
Confirma: [Firma] Aprobó: [Firma]  
REVISADO: [Firma] [Firma]  
CH-6-67



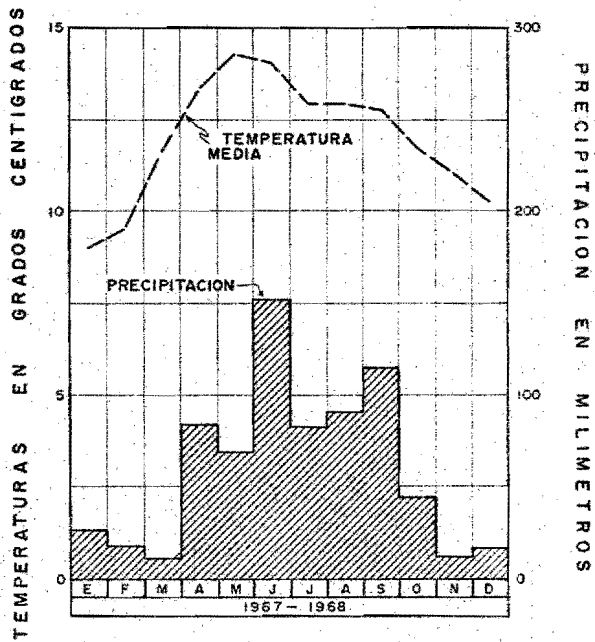


La temperatura media corresponde al promedio aritmético mensual de los valores observados en cada estación.

La precipitación corresponde a la media mensual obtenida en la cuenca.

Elaborado por: [Signature]  
 L. E. MENDOZA  
 Director

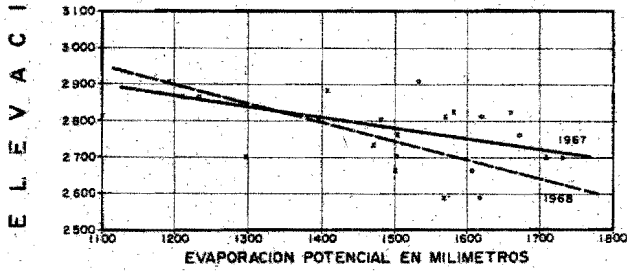
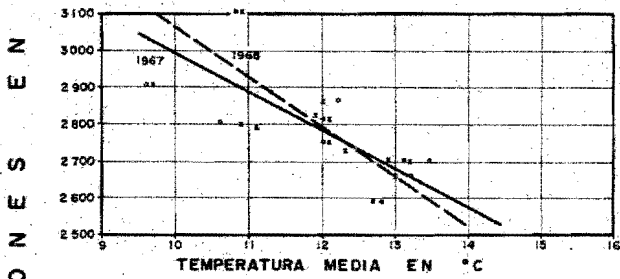
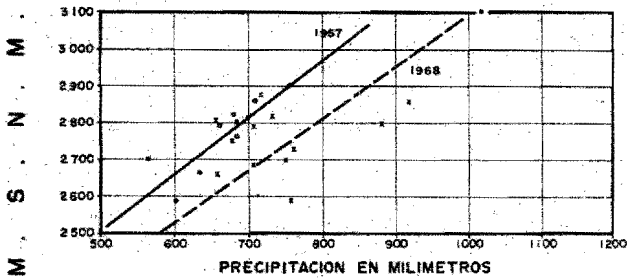
**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE SMOLO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIGUIZAN  
 GRAFICA TIPO DE TEMPERATURAS MENSUALES Y PRECIPITACIONES MENSUALES EN MILIMETROS  
 Fecha: [Signature] [Signature]  
 42.1.52  
 25.1.52



Esta gráfica corresponde al promedio aritmético de los valores de las gráficas CH-D-6-67 y CH-D-6-68.

Nombre: \_\_\_\_\_  
 Dibujo: \_\_\_\_\_  
 Realizó: C. V. MACHUCA  
 Verificó: \_\_\_\_\_  
 Aprobó: \_\_\_\_\_

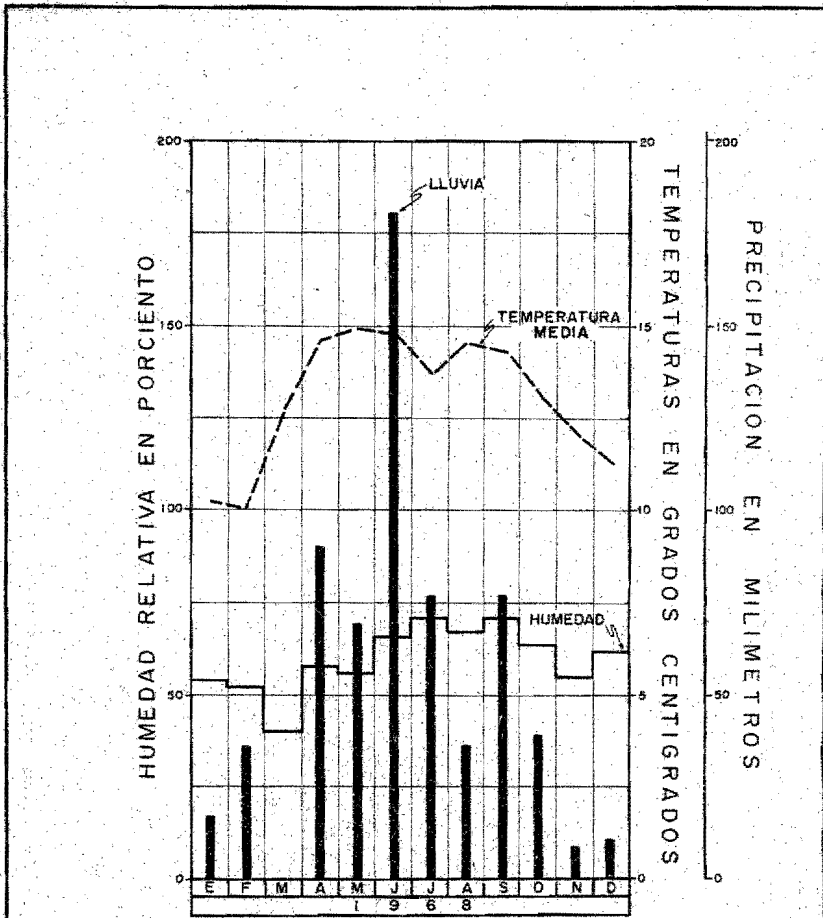
**SRH** COMISION HIDROLOGICA DEL VALLE DEL CAUCA  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIO PATATE  
 GRAFICA TIPO DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES MENSUALES EN GRADOS CENTIGRADOS  
 Contorno: \_\_\_\_\_ Asesor: \_\_\_\_\_  
 CH-D-6-69



x AÑO 1968 - - - - -  
o AÑO 1967 - - - - -

Forma: \_\_\_\_\_  
 Dibujo: \_\_\_\_\_  
 L.E. 155047 8. A. 155047 4.  
 P. 155047 8. V. 155047 4.  
 155047 8. 155047 4.

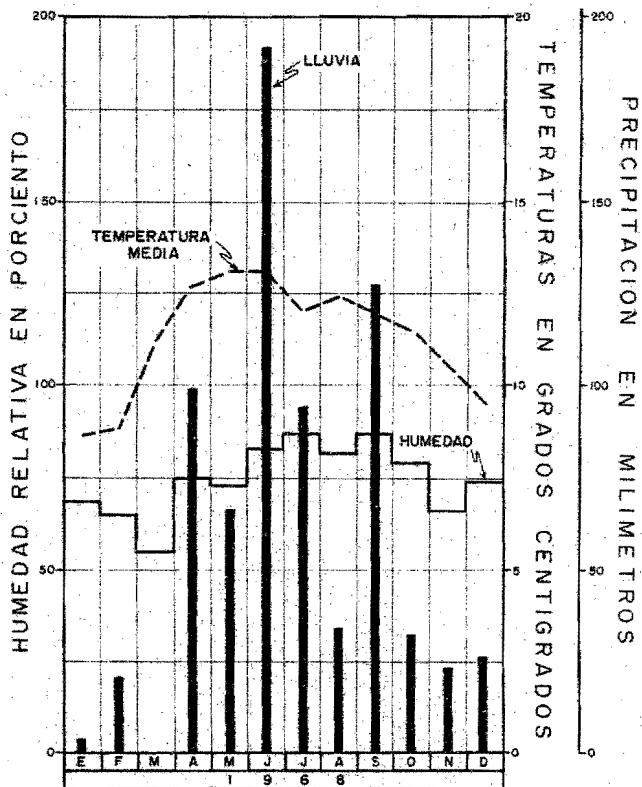
**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA  
 CIUDAD DEL VALLE DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIO TIZAPAL  
 PRECIPITACION, TEMPERATURA,  
 EVAP. POTENCIAL - ELEVACIONES  
 Contorno: \_\_\_\_\_  
 Aprobado: \_\_\_\_\_  
 CH-D-6-57



AÑO: 1968

Papeo: L. E. MADRUGA Obispo: W. MEXICANA S. C.  
 Revisó: J. L. GARCIA Verificó: J. L. GARCIA  
 INGENIERO EN HIDROLOGIA INGENIERO EN HIDROLOGIA

**SRI** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIO TIZAPAL  
 TEMPERATURA, PRECIPITACION Y HUMEDAD  
 MED. MENSUALES ESTACION A LA ESCALA  
 Confirma: [Signature] Asesora: [Signature]  
 REC. DE [Signature] TEL. 22  
**CH-0-6-59**

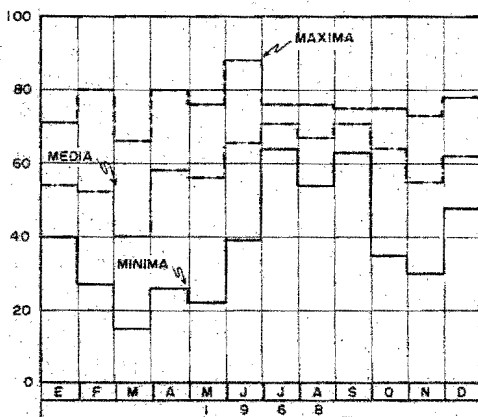
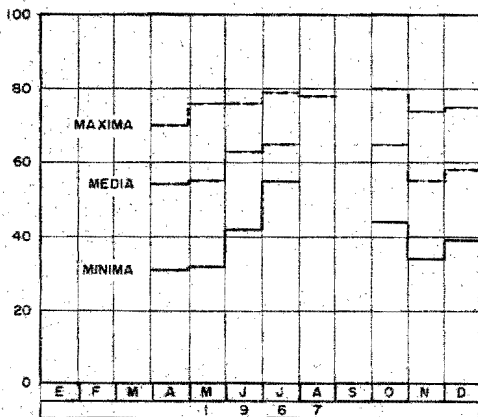


AÑO: 1968

Firmado: *[Signature]* Dibujo: *[Signature]*  
 Revisado: *[Signature]* Verificado: *[Signature]*  
 "HAY QUE SER SERVICIOS" "NO SE PUEDE SER"

SRH	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
	CUENCA DEL RIO TIZAPA
TEMPERATURA, PRECIPITACION Y HUMEDAD MED. MENSUALES ESTACIONES TIZAPALCA	
Coeficiente	ESTACION TIZAPALCA
NO. 14	CH-5-6-60

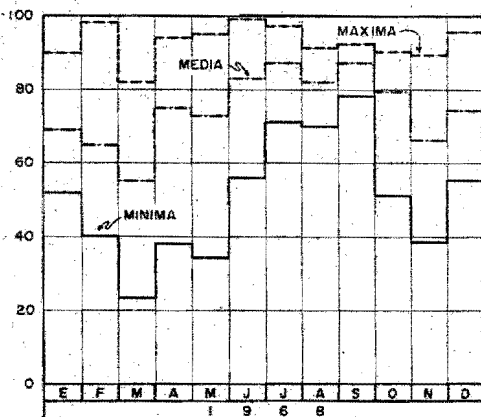
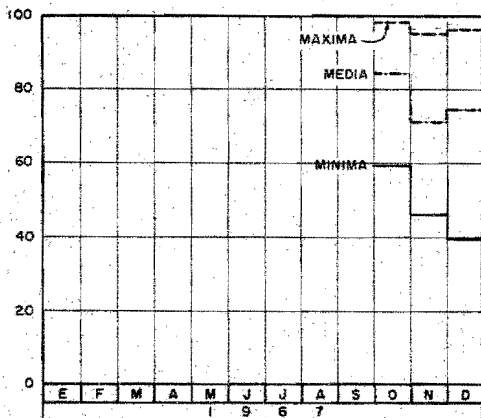
HUMEDAD RELATIVA EN PORCIENTO



Elaborado por: [Signature]  
 Revisado por: [Signature]  
 Verificado por: [Signature]

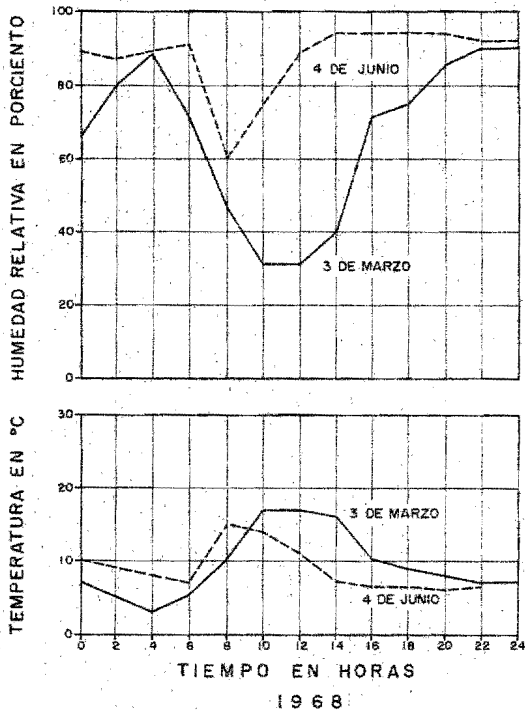
**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
**OFICINA DE HIDROLOGIA**  
 CUENCA DEL RIO TIZAPALCO  
 HUMEDAD RELATIVA EST. CUAD. LA  
 AÑOS 1967 y 1968  
 Colaborador: [Signature] Aprobado: [Signature]  
 INGENIERO EN HIDROLOGIA INGENIERO EN HIDROLOGIA  
 CH-D-6-66

HUMEDAD RELATIVA EN PORCIENTO



Fecha: 10/05/68  
 Dibujo: [Signature]  
 Revisado: [Signature]  
 Verificado: [Signature]  
 Aprobado: [Signature]

**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA  
 GOBIERNO FEDERAL DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIO TIZAR  
 HUMEDAD RELATIVA EST. LARGOS  
 AÑOS 1967 y 1968  
 Conforme: [Signature] Aprobado: [Signature]  
 MEX. D.F. [Signature]  
 Ene - 68 CH-D-6-65

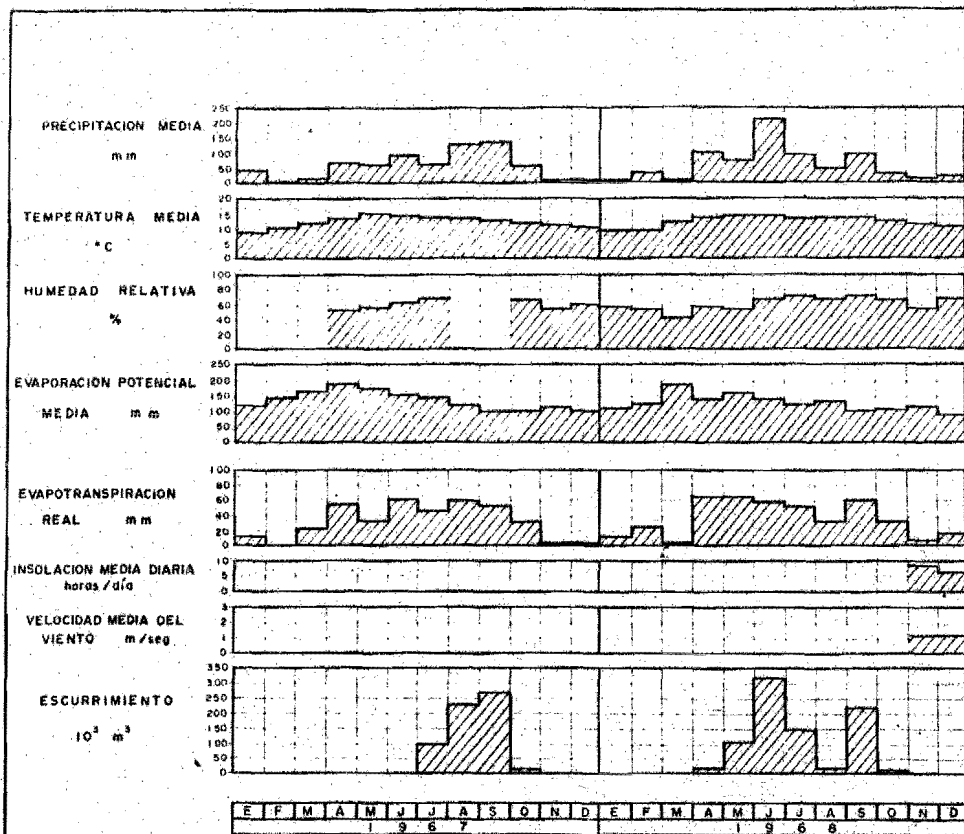


Periodo: 1968-03-03 a 1968-03-04  
 Elaborado por: [Firma]  
 Revisado por: [Firma]  
 Verificado por: [Firma]

**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIO TIZAPAL  
 VARIACION DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA EN LA ESTACION DURANTE  
 CONFIRMA: [Firma] ASISTENTE TECNICO  
 MAY. J. R. [Firma]  
 EN.-VI. [Firma]

CH-6-6-62





**NOTAS:**

La precipitación, temperatura y evaporación potencial, corresponden a los valores medios de la cuenca.

La humedad relativa, evapotranspiración real, insolación media diaria y velocidad media del viento, corresponden a los valores de la estación climatológica Cuauila. La evapotranspiración real se obtuvo según el método Meteorológico Estadístico Modificado.

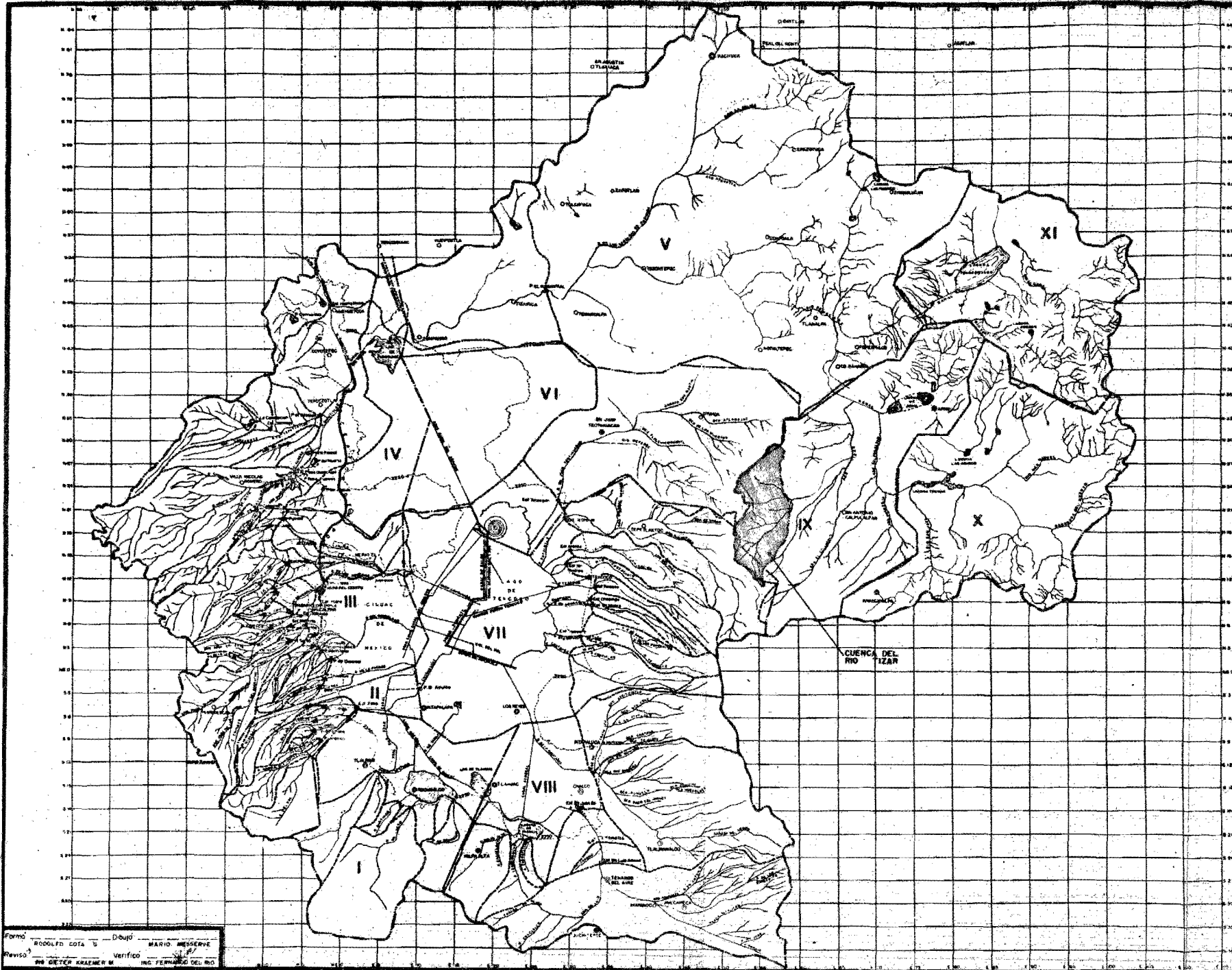
El escurrimiento corresponde a la suma de los valores registrados en todas las estaciones hidrométricas (confluencia de los ríos Tizay y Barranca del Monte). En el año 1967, no se incluyen los datos de la estación hidrométrica Jaquay por no haber observaciones en dicho año.

SRH - SERVICIO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS  
 OFICINA DE HIDROLOGÍA  
 CUATEPEC DE HERRERA  
 ESTACIONES PARA MEDICIONES  
 Y MONITOREO  
 ESTACIÓN: CUATEPEC DE HERRERA  
 ESTADO: QUERÉTARO  
 C.H. 06-54

## P L A N O S

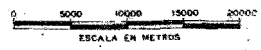
**Nota:**

La dirección y revisión del trabajo cartográfico estuvieron a cargo del señor ingeniero Dieter Kraemer y del señor Rodolfo Cota, respectivamente. Tradicional y convencionalmente se acostumbra presentar los mapas orientados hacia el norte, sin embargo en el presente estudio, por razones de conveniencia, en cuanto a presentación y ahorro de espacio, aparecen orientados hacia el oeste, por lo que se indica en ellos la orientación en que se encuentran. Por otra parte además de las coordenadas de Greenwich aparecen las coordenadas referidas a Tacubaya, Ciudad de México, debido a que éstas se emplean en los trabajos de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.



ZONAS HIDROLOGICAS		
NO ZONA	NOMBRE	Area en Km <sup>2</sup>
I	XOCHIMILCO	522
II	CHILRUBUSGO	234
III	CD. DE MEXICO	725
IV	QUAUTITLAN	972
V	PACHUCA	2087
VI	TEOTIHUACAN	930
VII	TEZCOCO	1145
VIII	CHALCO	1124
IX	APAM	637
X	TOCHAC	680
XI	TECOCOMULCO	533
TOTAL		9800

AREA DE LA CUENCA RIO TIZIAR 81.6 Km<sup>2</sup>

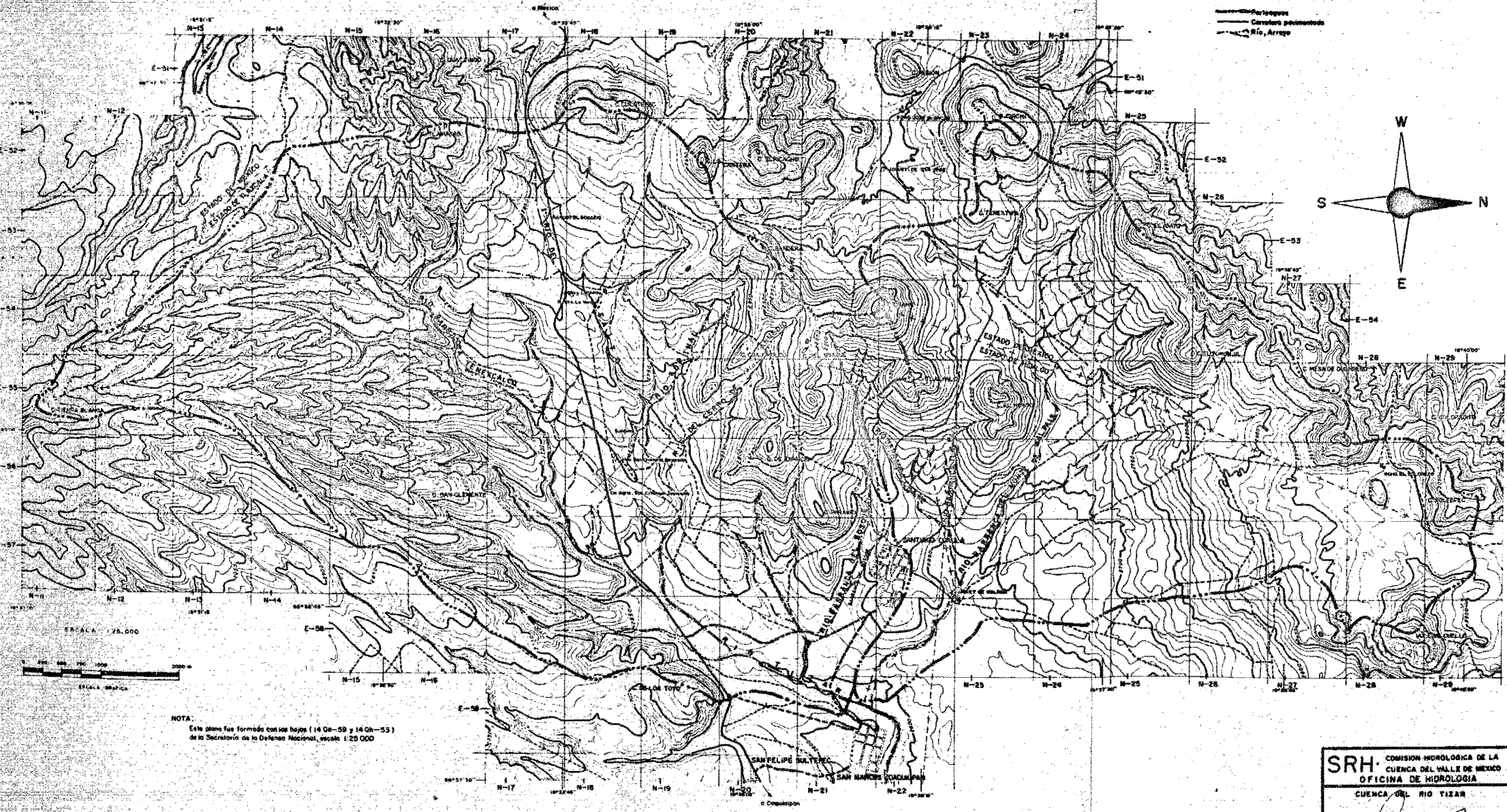
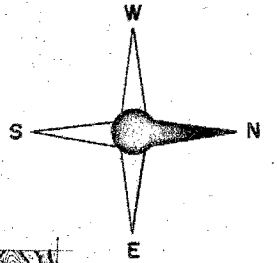


Forma: RODOLFO COTA D. - Dibujo: MARIO MESSERVE  
 Reviso: ING. GUYER KRAEMER M. - Verifico: ING. FERNANDO DEL RIO

**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 RIOS, CUENCAS Y ZONAS HIDROLOGICAS  
 LOCALIZACION DE LA CUENCA DEL RIO TIZIAR DENTRO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 Contador: JEFE DE LA OFICINA  
 INGENIERO EN JEFE: APROBADO  
 1973-1975

**SÍMBOLOS**

- Perímetro
- Contorno sombreado
- Río, Arroyo



NOTA:  
Este plano fue formado con las hojas (14 QH-58 y 14 QH-55)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000

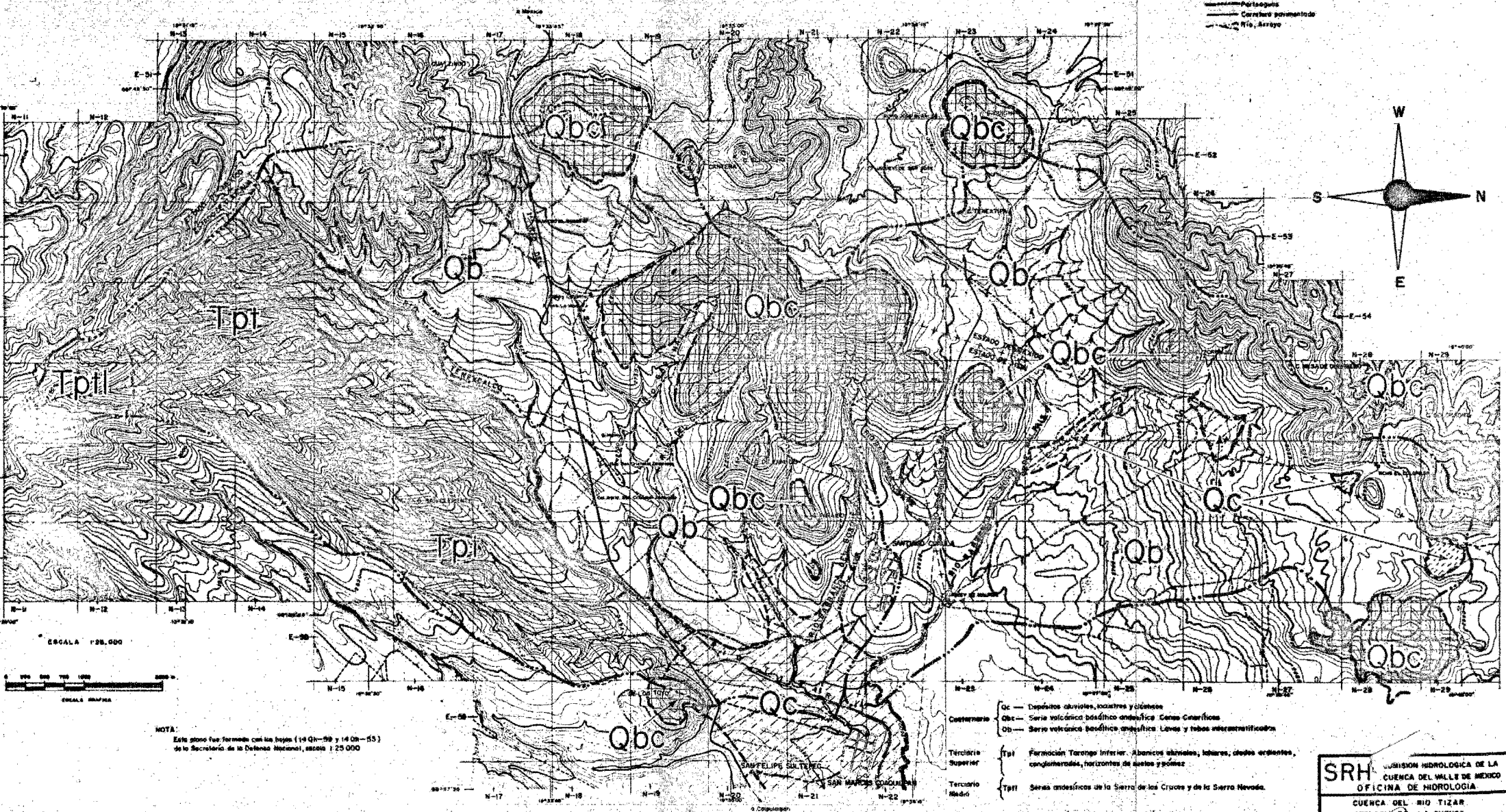
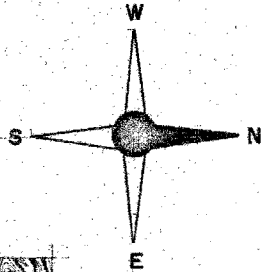
<b>SRH</b>	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
	CUENCA DEL RIO TIZIMIN
Conforma:	APROBADO
MEX AP	SECRETARIA DE LA DEFENSA
OCT-58	<b>CH-D-6-16</b>

EL DISEÑO DE LA HOJA N. 177 FUE REALIZADO POR EL INGENIERO CIVIL M. MESSIERE G. Y EL DISEÑO DE LA HOJA N. 178 FUE REALIZADO POR EL INGENIERO CIVIL M. MESSIERE G.



**SÍMBOLOS**

- Topografía
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000

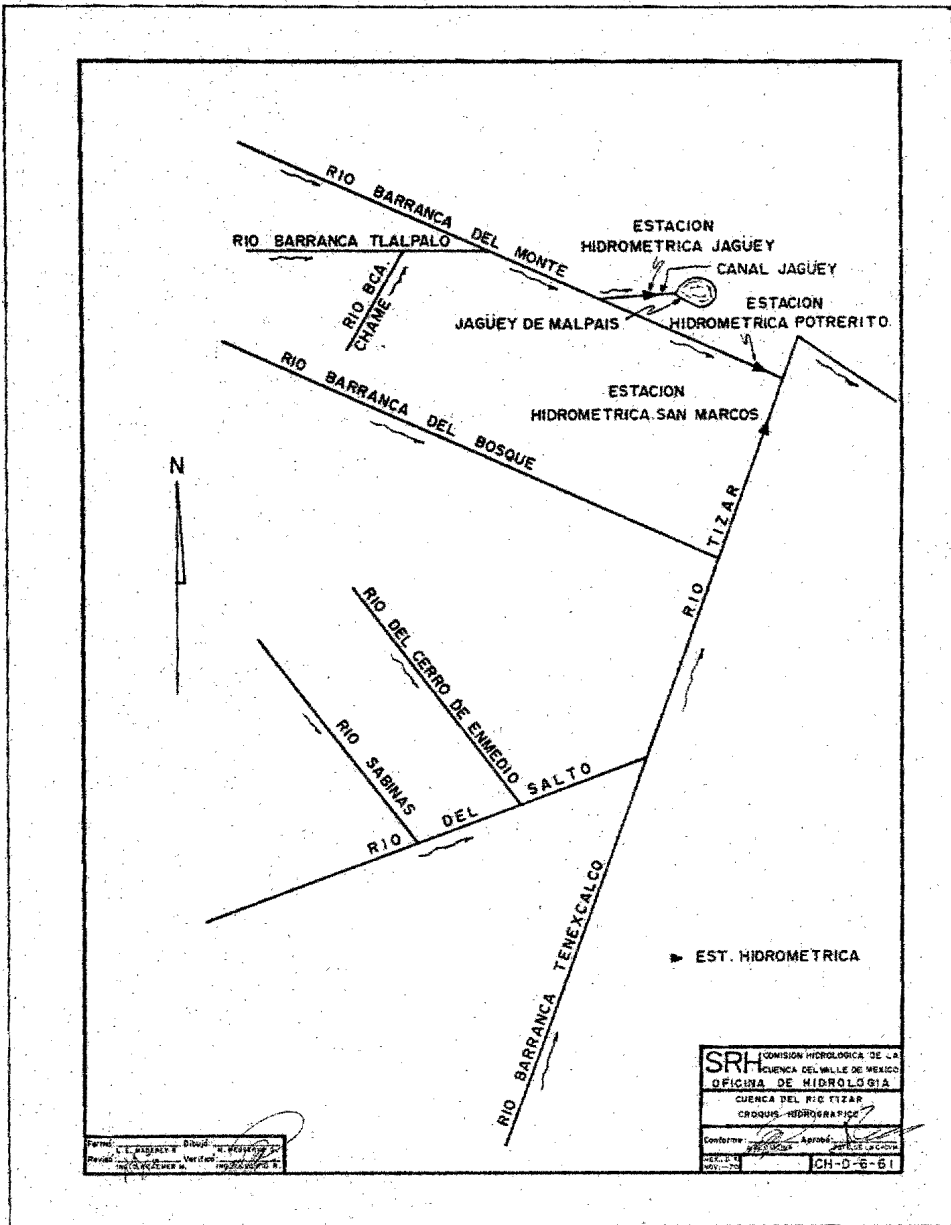
**NOTA:**  
 Este plano fue formado con las hojas (14 QH-59 y 14 QH-55)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000

- |                    |   |
|--------------------|---|
| Cuaternario        | Qc — Depósitos aluviales, locales y recientes   |
|                    | Qbc — Serie volcánica basáltica andesítica Cerros Guarrifones   |
|                    | Qb — Serie volcánica basáltica andesítica Lomas y tablas interstratificadas   |
| Terciario Superior | Tpt — Formación Tarango inferior: Abanicos aluviales, labares, chales orientales, conglomerados, horizontes de suelos yólicas |
| Terciario Medio    | Tptl — Series andesíticas de la Sierra de las Cruces y de la Sierra Nevada  |

Geología tomada del Mapa Geológico de la Cuenca de México y Zonas Colindantes, año 1960  
 G. D. F. Dirección General de Obras Hidráulicas  
 S. R. H. Comisión Hidrológica de las Cuencas del Valle de México

<b>SRH</b>	COMISIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
	OFICINA DE HIDROLOGÍA
CUENCA DEL RÍO TIZIAR	
GEOLOGÍA DE LA CUENCA	
Confirma:	Aprobó:
EFERENCIA	POTR. DE LA CUENCA
MEX. D.F.	CH-D-6-17

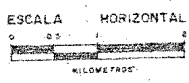
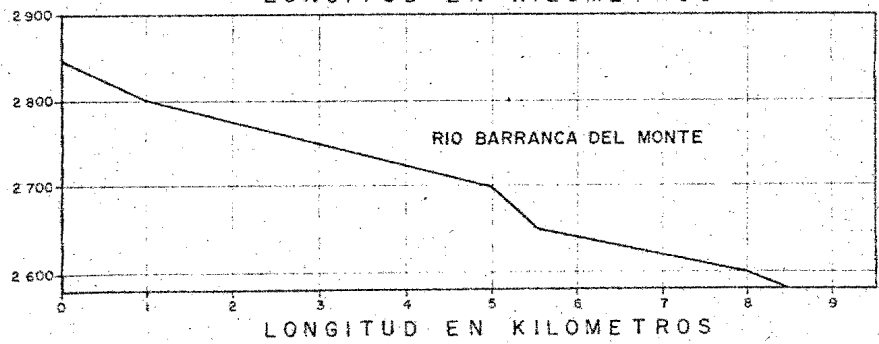
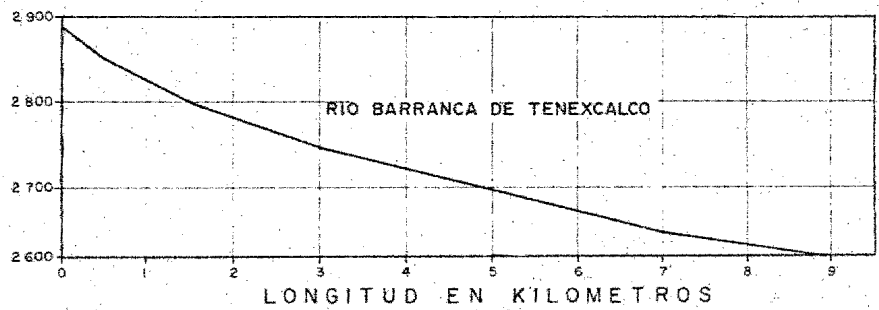
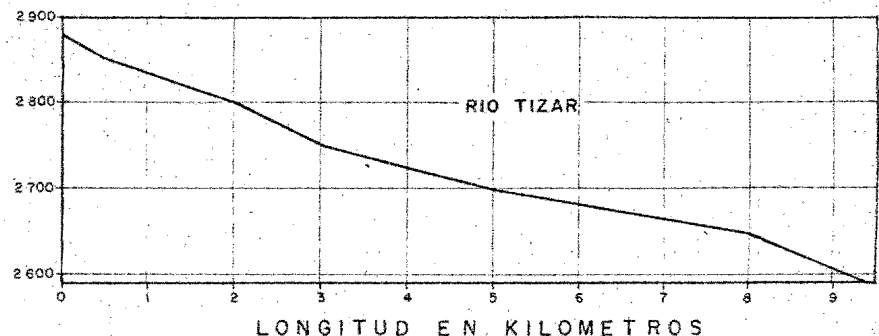
Dibujó: M. MESSENGER G.  
 Verificó: M. F. GARCÍA R.  
 M. SANDREY R.



Firmado: C. L. PÉREZ Dibujo: M. GARCÍA  
 Revisado: M. GARCÍA Verificado: M. GARCÍA  
 Aprobado: M. GARCÍA

SRH	COMISION HIDROLOGICA DE LA
	CIENCIA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
CUENCA DEL RIO TIZAR	
CROQUIS HIDROGRAFICO	
Construido:	Aprobado:
FECHA:	FECHA:
CH-D-6-61	

ALTITUDES SOBRE EL NIVEL DEL MAR (MSNM)



**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIO TIZAR  
 PERFIL DE LOS PRINCIPALES RIOS

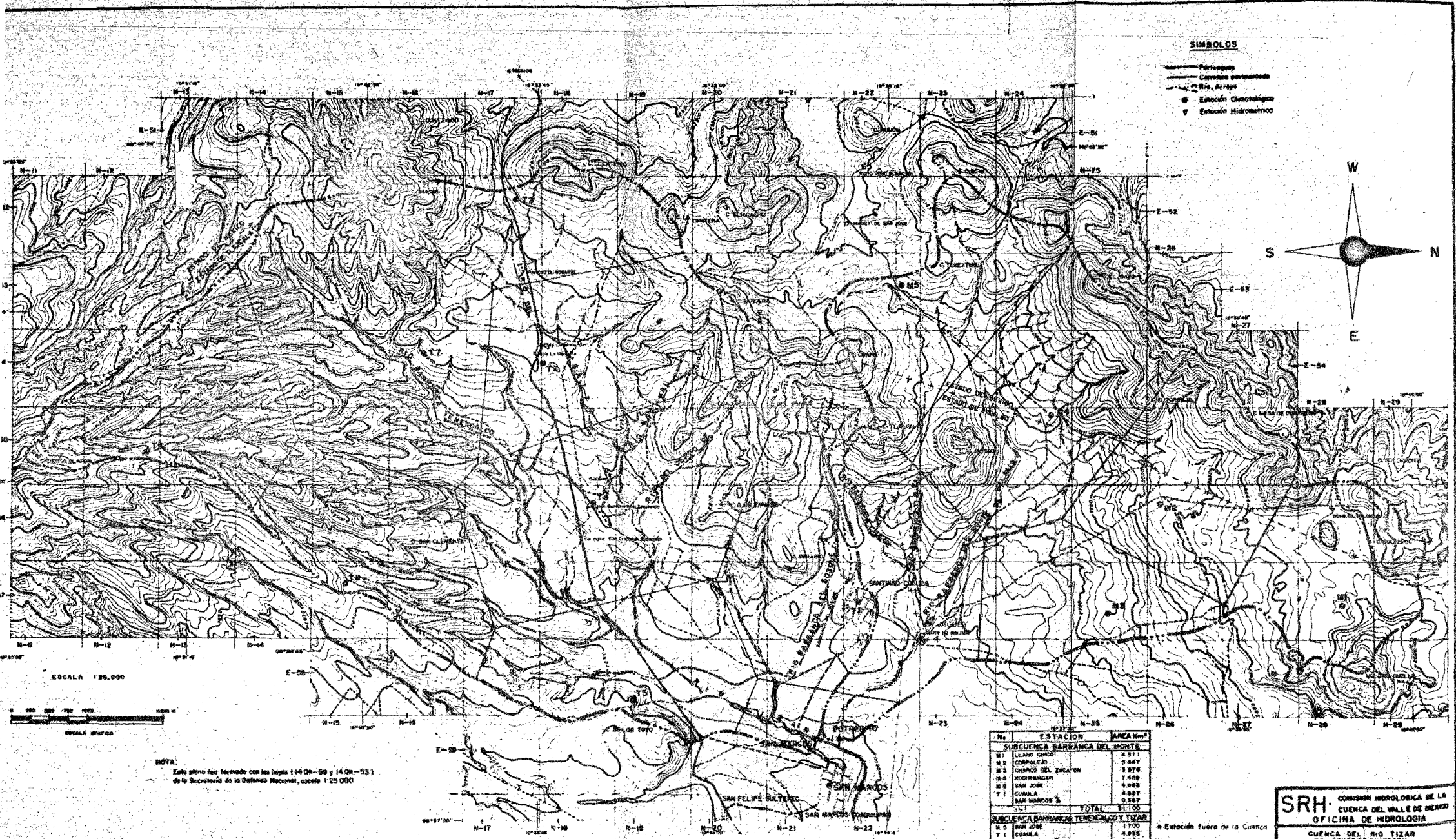
Conforme: *[Signature]* Aprobado: *[Signature]*  
 Fecha: 1958  
 No. de Expediente: CH-0-6-58

Forma: C-001318 D-002  
 Revisó: *[Signature]* Verificó: *[Signature]*  
 Aprobó: *[Signature]*



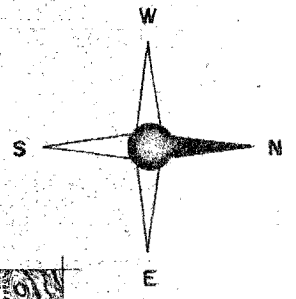




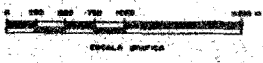


**SÍMBOLOS**

- Páramos
- Carreteras pavimentadas
- Carreteras de Riey, Acrílico
- Estación Climatológica
- ∇ Estación Hidrométrica



ESCALA 1:25,000



NOTA:  
Este plano fue levantado con las hojas 14 (Qh-58) y 14 (Qh-53)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

No.	ESTACION	AREA Km <sup>2</sup>
<b>SUBCUENCA BARRANCA DEL NORTÉ</b>		
N 1	LLANOS CHICOS	4.311
N 2	COMPALEJO	5.447
N 3	CHANCO DEL ZACATON	3.876
N 4	HOCHINGANAN	7.408
N 5	SAN JOSE	4.098
T 1	CUAULA	4.387
T 2	SAN MARCOS S.	0.387
<b>TOTAL</b>		<b>31.105</b>
<b>SUBCUENCA BARRANCA TENENALCO Y TIZAN</b>		
N 1	SAN JOSE	1.700
T 1	CUAULA	4.958
T 2	SAN MARCOS N.	0.904
T 3	LA VENTA	4.280
T 4	SAN CRISTOBAL	6.183
T 5	ESTOJITO	6.860
T 6	BONHERRITO	4.867
T 7	AGUICANAL	8.749
T 8	TEMONTITLA	5.280
<b>TOTAL</b>		<b>40.900</b>

\* Estación fuera de la Cuenca  
**AREA TOTAL 81.6 Km<sup>2</sup>**

**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE BENSÓN  
OFICINA DE HIDROLOGIA  
CUENCA DEL RIO TIZAN  
POLIGONOS DE THIPSEN  
AÑO 1968

Contenido: *[Signature]* Aprobado: *[Signature]*  
MEX.D.F. *[Signature]* *[Signature]*  
OCT-68 **CH-D-6-24**

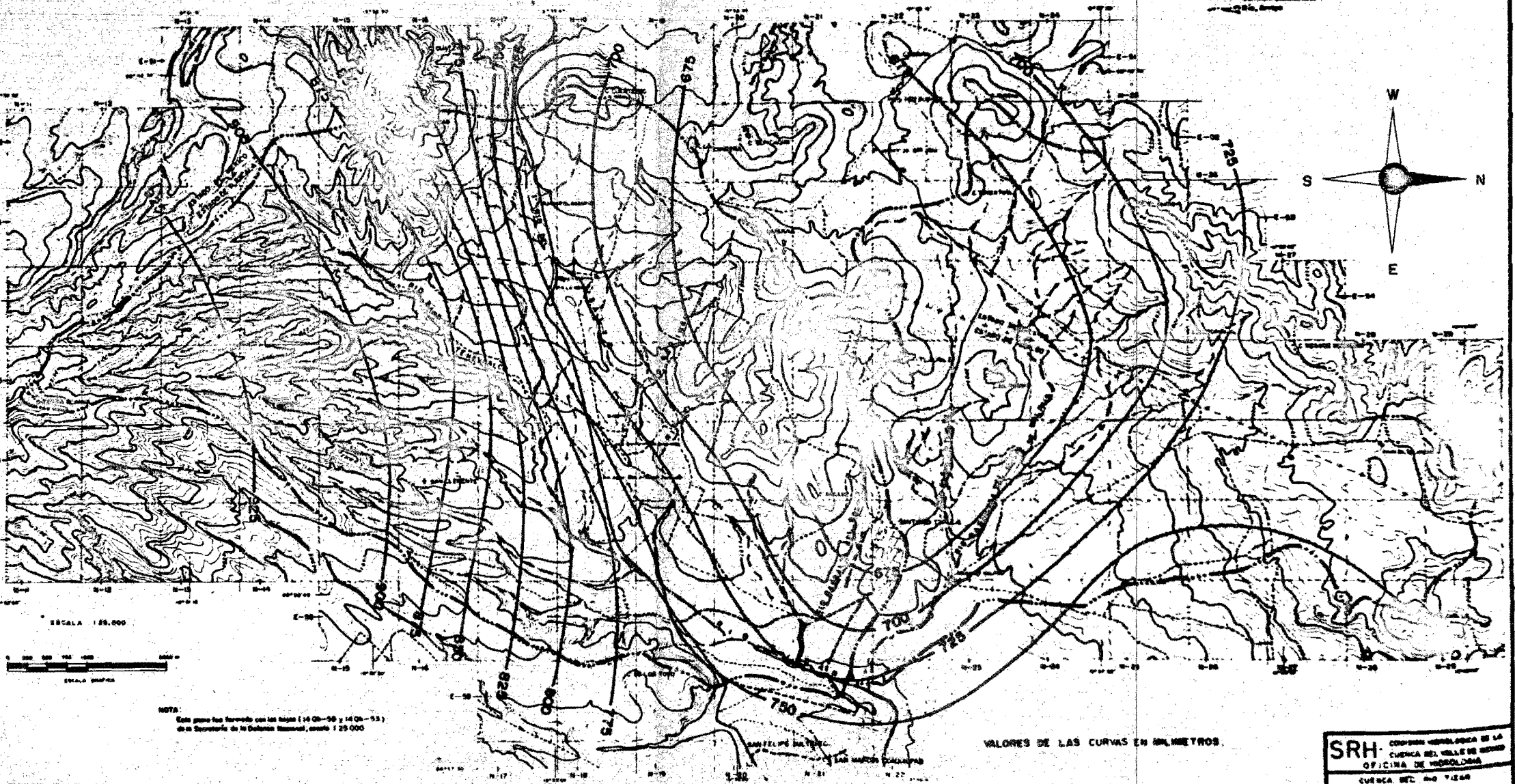
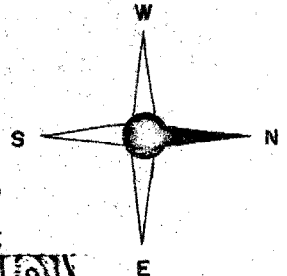
Diseño: *[Signature]*  
Elaboración: *[Signature]*  
Verificación: *[Signature]*  
Aprobación: *[Signature]*



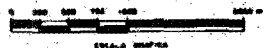


**LEYENDA**

- Contorno
- Camino
- Línea férrea



ESCALA 1:25,000



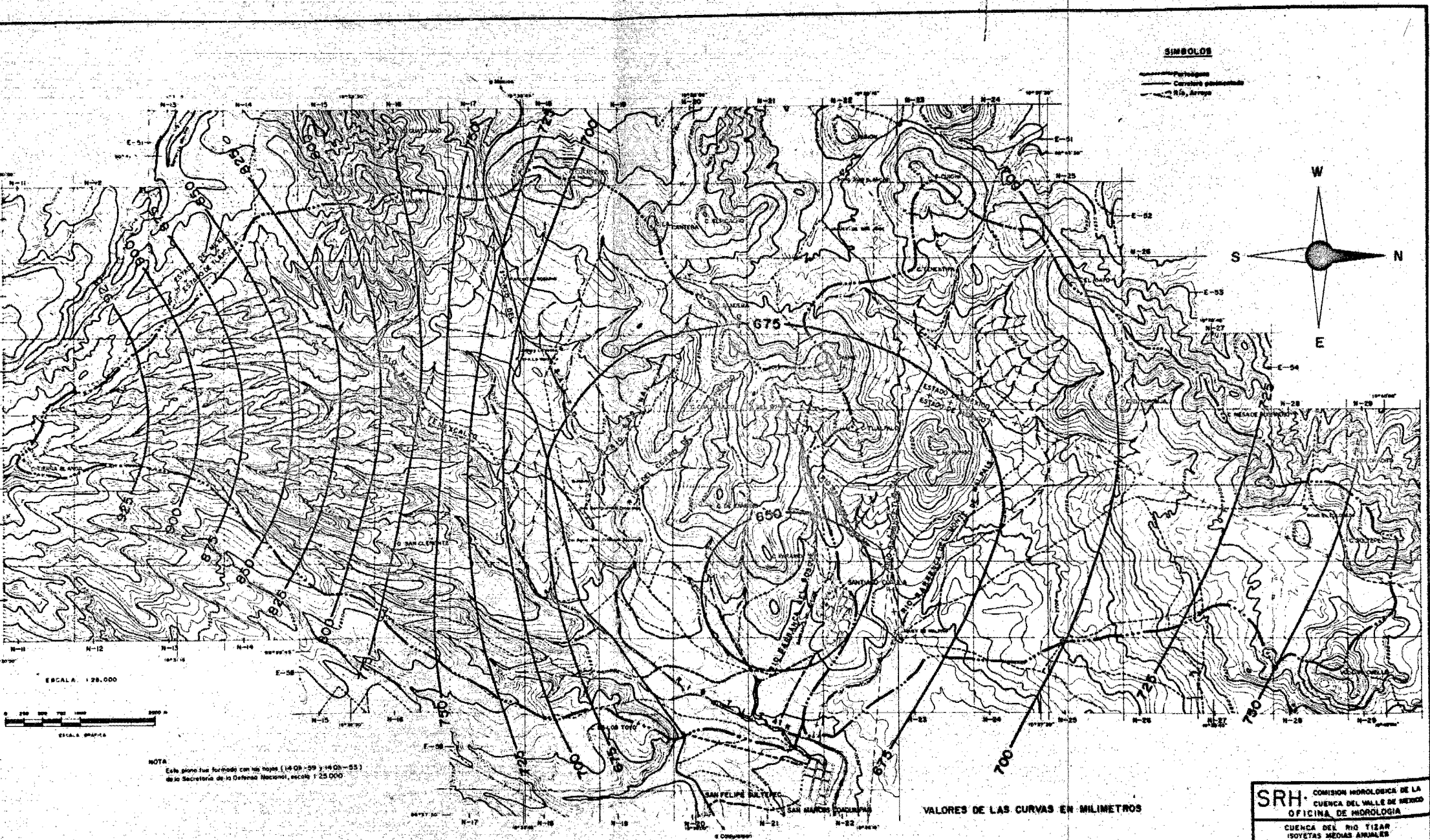
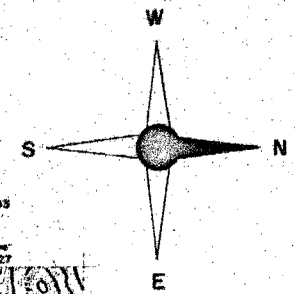
**NOTA:**  
 Este plano fue elaborado con las Hojas 14 Q-50 y 14 Q-53  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS.

**SRH** COMANDO GENERAL DE LA  
 CUERPO DEL VALLE DE GUAYAMA  
 OFICINA DE VIGILANCIA  
 CUERPO DEL VALLE DE GUAYAMA  
 COPIAS PARA EL AÑO DE 1968

**SÍMBOLOS**

- Fincas
- Carretera pavimentada
- Ríos, Arroyos



ESCALA 1:25,000

ESCALA GRAFICA

NOTA  
Este plano fue formado con las hojas (14 05-59 y 14 05-55)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS


**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
OFICINA DE HIDROLOGIA

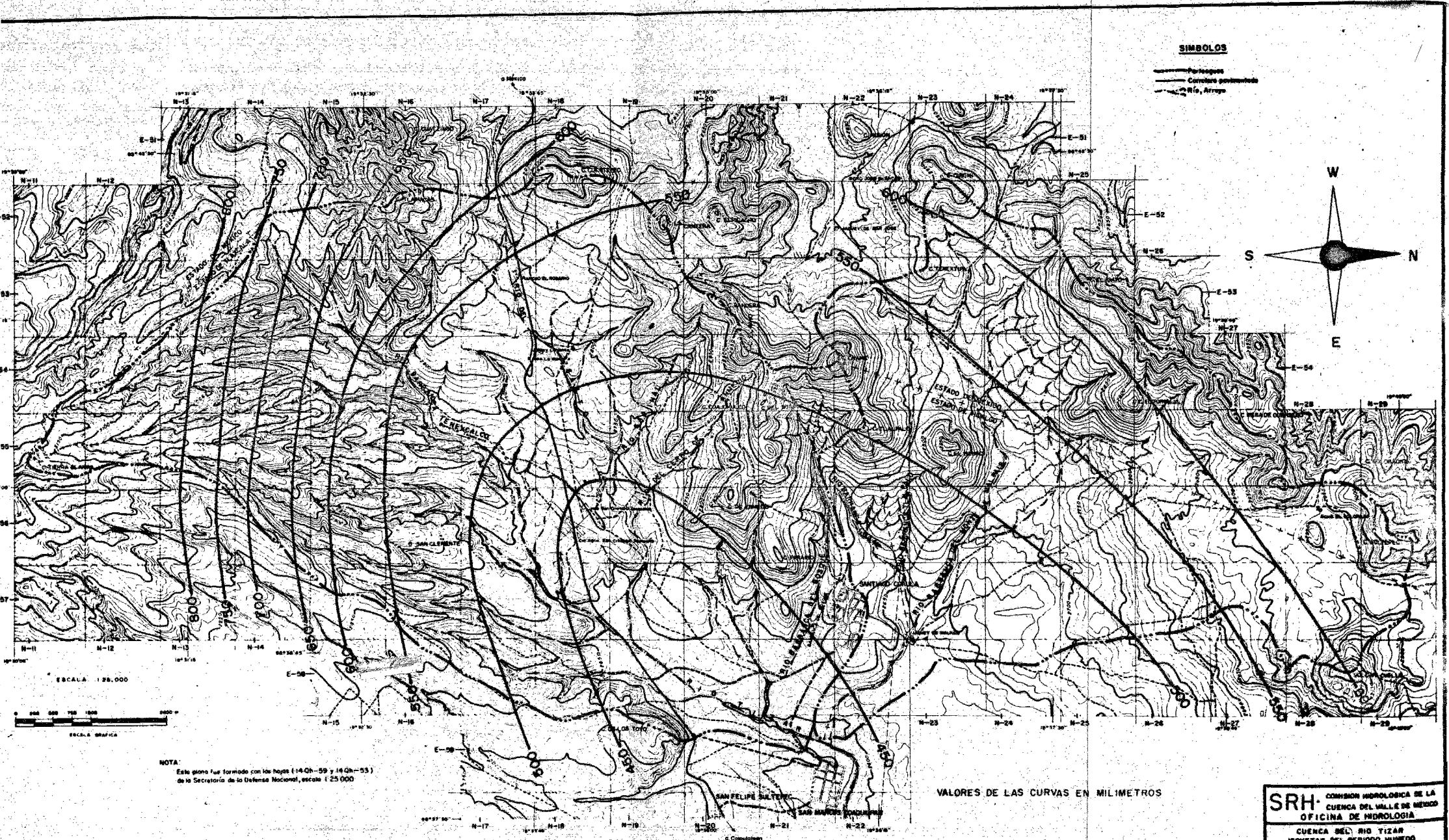
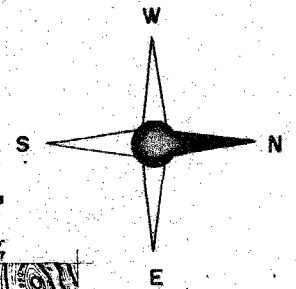
CUENCA DEL RIO TIZAR  
ISOYETAS MEDIAS ANUALES  
PROMEDIO 1967-1968

Cartografiado: *[Signature]* Aprobado: *[Signature]*  
EPOCILLA DE: *[Signature]* PUNTO DE LA CUENCA

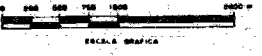


**SÍMBOLOS**

-  Contorno
-  Corriente permanente
-  Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000



NOTA:  
 Este plano fue formado con las hojas (14Qh-59 y 14Qh-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

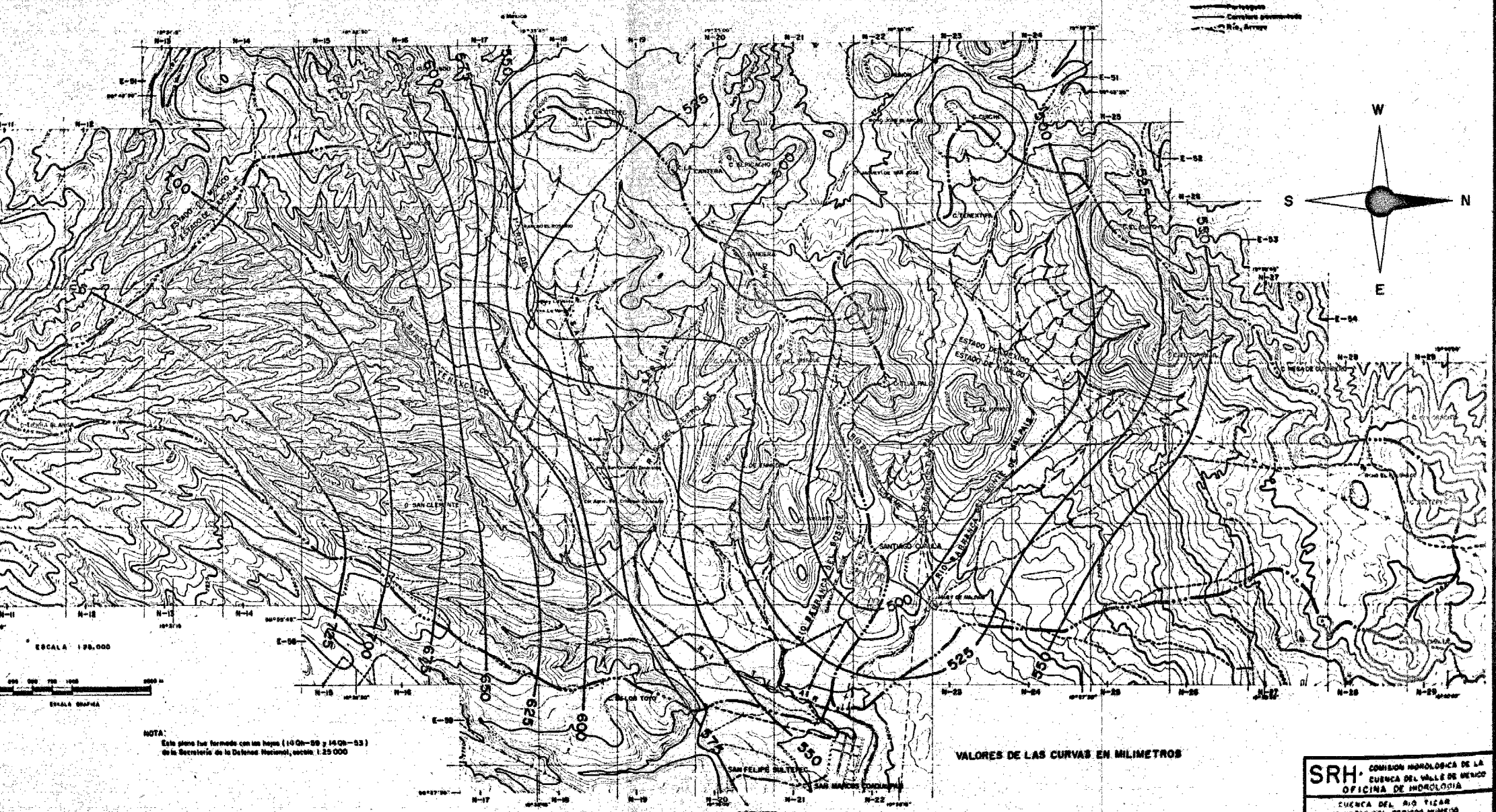
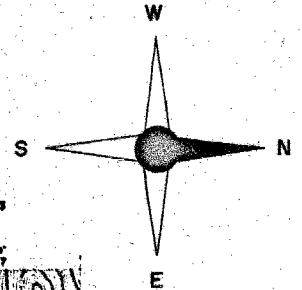
VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b>	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
CUENCA DEL RIO TIZAR	
ISOYETAS DEL PERIODO INVERNAL	
MAYO-OCTUBRE 1962	
Coordenadas	Agua de la Ciénega
MEX.DF. OCT-62	CH-D-6-22

Dibujó: E. MADRUEVA, C. M. MESSÉNIE G.  
 Verificó: M. S. GONZÁLEZ R. V.  
 Ing. F. GARCÍA R.

**SÍMBOLOS**

- Paralelos
- Corrientes permanentes
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000

0 250 500 750 1000

ENALTA GRÁFICA

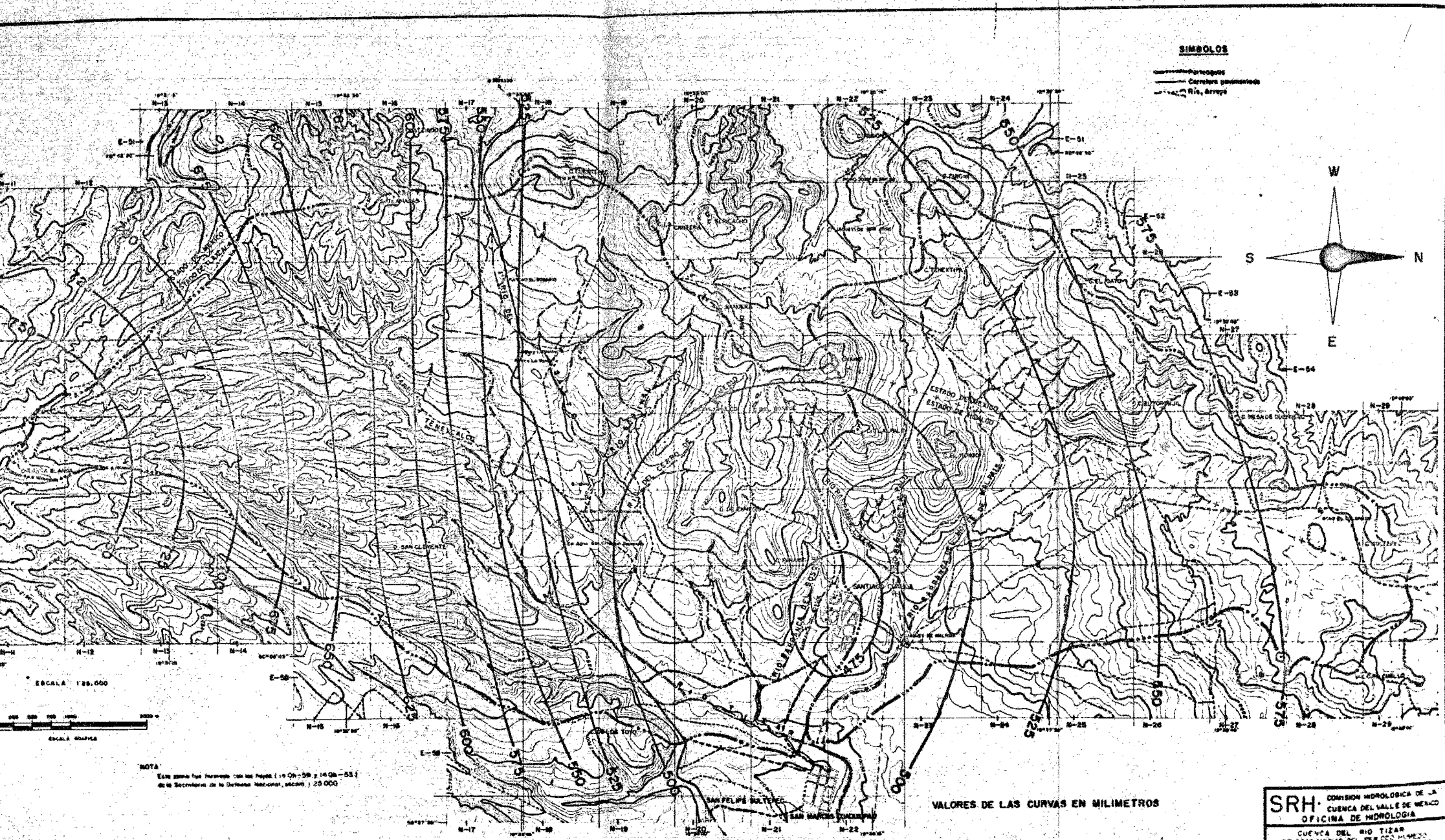
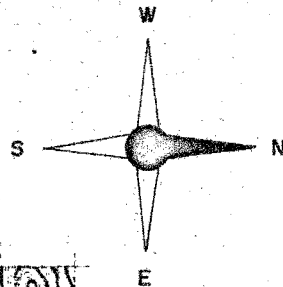
**NOTA:**  
 Este plano fue formado con las hojas (10 Ob-50 y 14 Ob-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

**VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS**

<b>SRH</b> - COMISIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TULAR	
INVENTARIO DEL PERIODO JULIO -	
MAYO - DICIEMBRE 1959	
Conforme	Asesor
MAR 51	CH-0-6

**SÍMBOLOS**

- Contorno
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000

ESCALA GRÁFICA

NOTA  
Este plano fue levantado con los Papeles (1904-59 y 1906-53)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

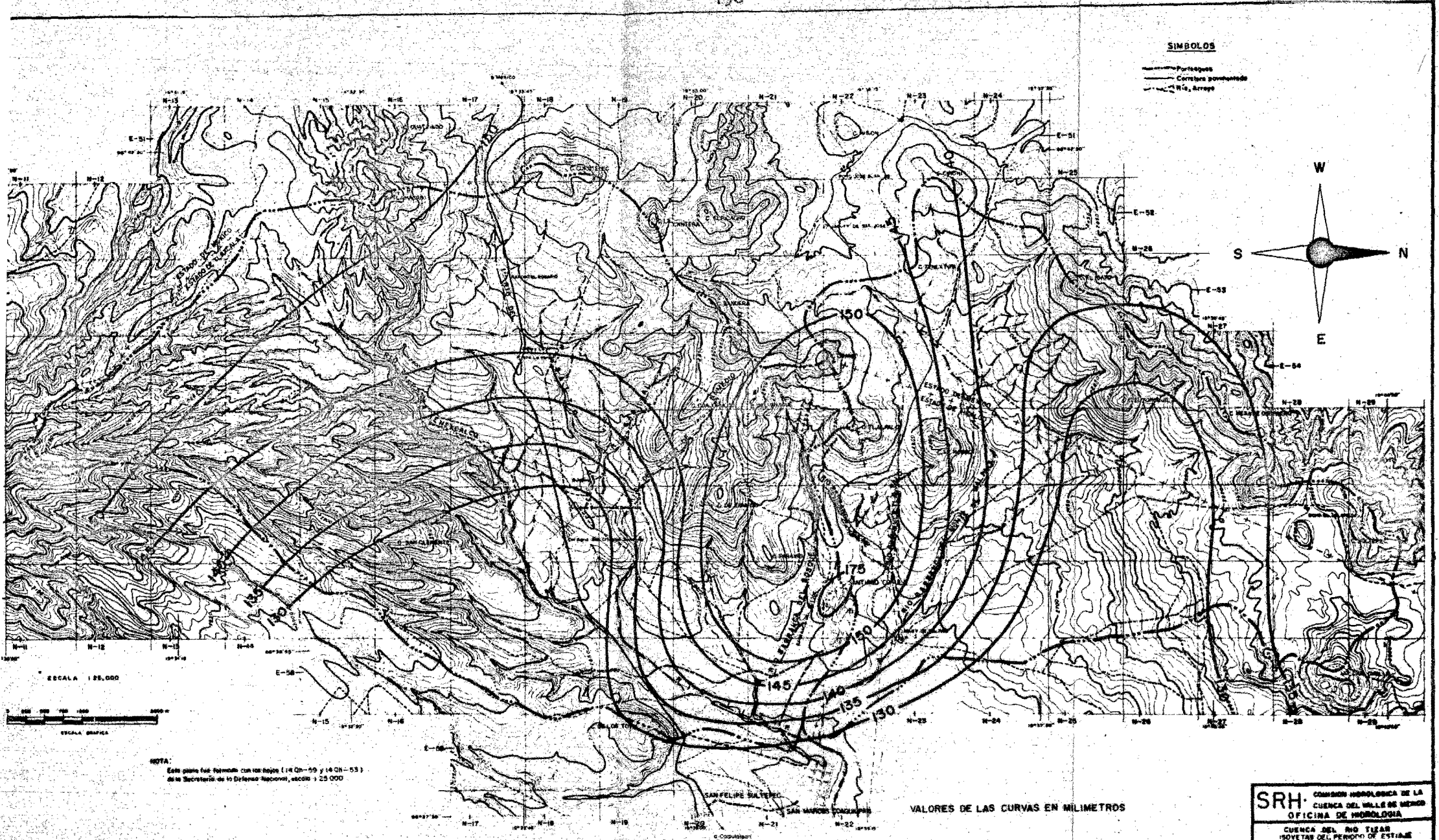
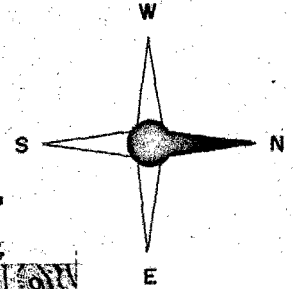
VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b>	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
CUENCA DEL RIO TIZAPAL	
SONETAS MEDAS DEL PERIODO MAYO-OCTUBRE PROMEDIO 1952-1959	
Conforme	Aprobado

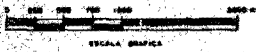


**SÍMBOLOS**

- Portales
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000



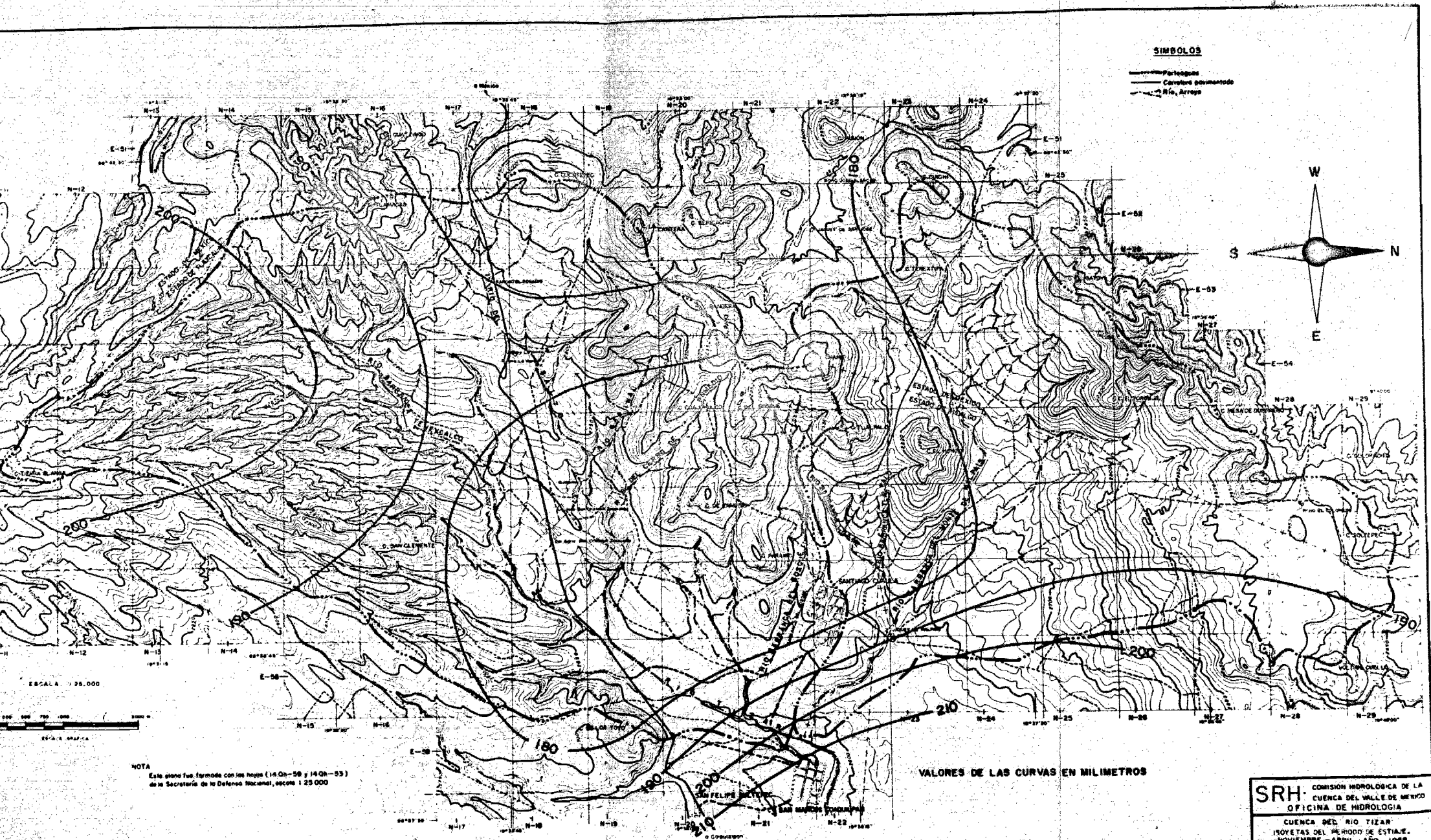
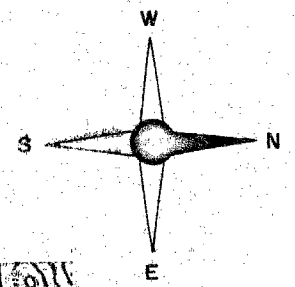
**NOTA:**  
 Este plano fue formado con los hojas (14 Qh-59 y 14 Qh-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b>	COMANDO HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEMOÍ
	OFICINA DE HIDROLOGÍA
CUENCA DEL RÍO TIZAR	
ISOVIETAS DEL PERÍODO DE ESTIAJE	
NOVIEMBRE - ABRIL AÑO 1967	
Conforme	Asesora
ELABORADO POR	CON LA COLABORACIÓN DE
NOV. 67	NOV. 67
	<b>CH-D-6-21</b>

**SÍMBOLOS**

- Parteguas
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000



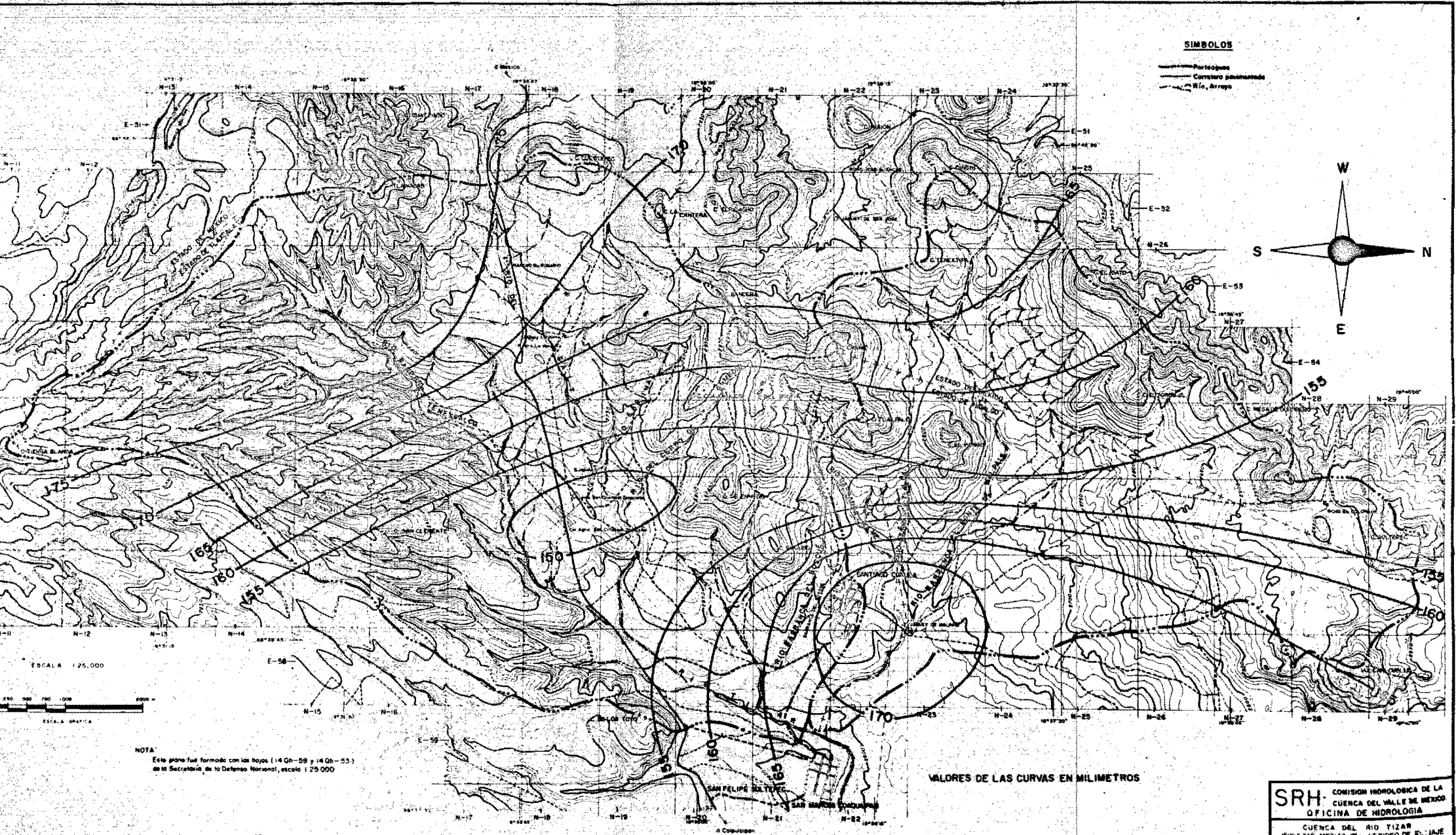
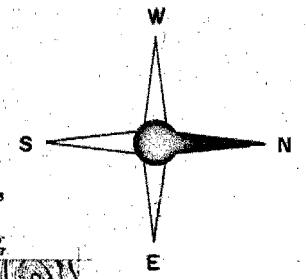
**NOTA**  
 Este plano fue formado con las hojas (140h-50 y 140h-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, sección 1 25 000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b> COMISIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAPÁN	
ISOYETAS DEL PERIODO DE ESTIAJE	
NOVIEMBRE - ABRIL, AÑO 1968	
Conformar	Aprobado
EFE	Gr
NOTA DE LA CUENCA	
MEX.DF	CU-2-6-27

**SIMBOLOS**

- Portales
- Corriero pavimentado
- Rio, Arroyo



ESCALA 1:25,000

ESCALA GRAFICA

NOTA:  
 Este plano fue formado con las hojas (14 Gb-58 y 14 Gb-55)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000


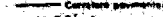

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

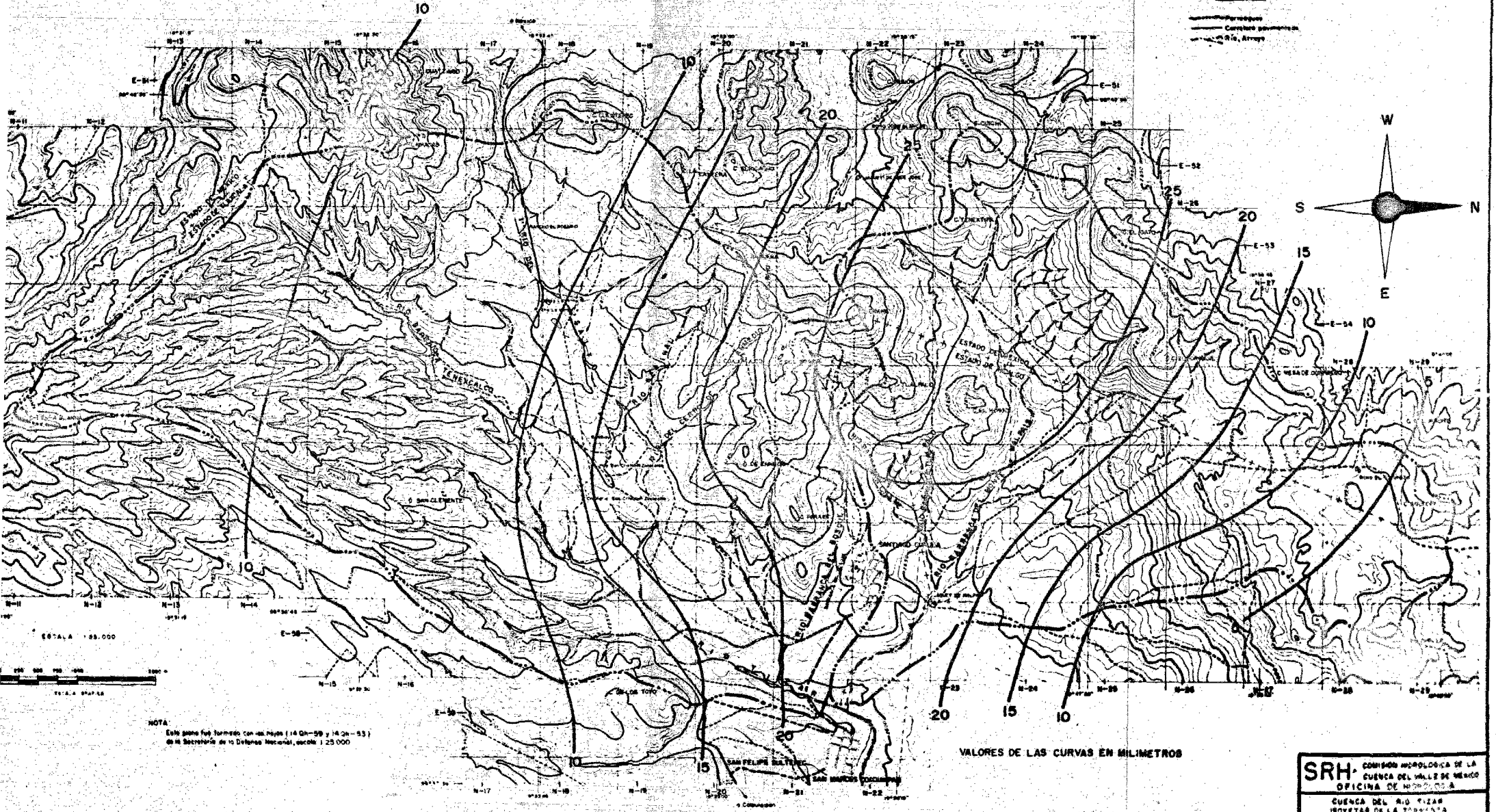
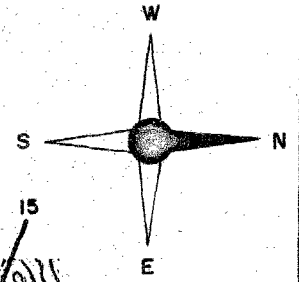
**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO OFICINA DE HIDROLOGIA

CUENCA DEL RIO TIZAN  
 ISOYETAS MEDIAS DEL PERIODO DE ESTIAJE  
 NOVIEMBRE - ABRIL, ANCIENNO 1947-1958



**SÍMBOLOS**

-  Contorno
-  Carretera nacional
-  Río, Arroyo



ESCALA 1:50,000  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
METROS  
ESCALA GRÁFICA

NOTA:  
Este plano fue formado con las Hojas 14 Qh-59 y 14 Qh-53  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

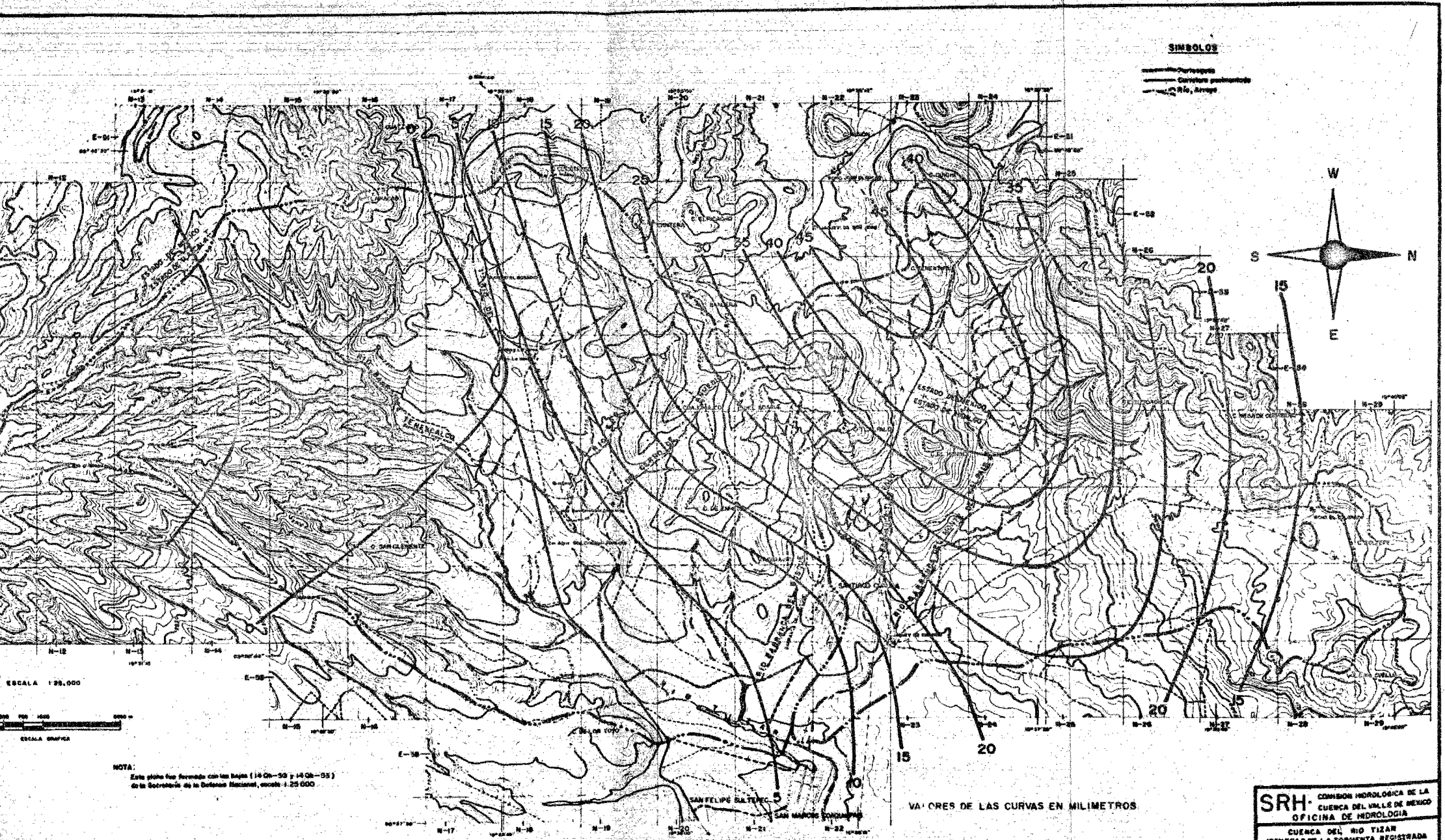
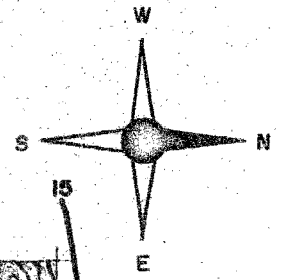
VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b> COMISIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO OFICINA DE HIDROLOGÍA	
CUENCA DEL RÍO TIZAPÁN HOJAS DE LA PLANIMETRÍA REGISTRADA F. A. 27	
Coordenadas	UTM
FECHA	1958
PROYECTO	CH-5-18

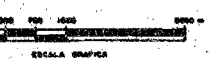
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**SÍMBOLOS**

- Portales
- Contorno permanente
- Río, Arroyo



ESCALA 1:98,000



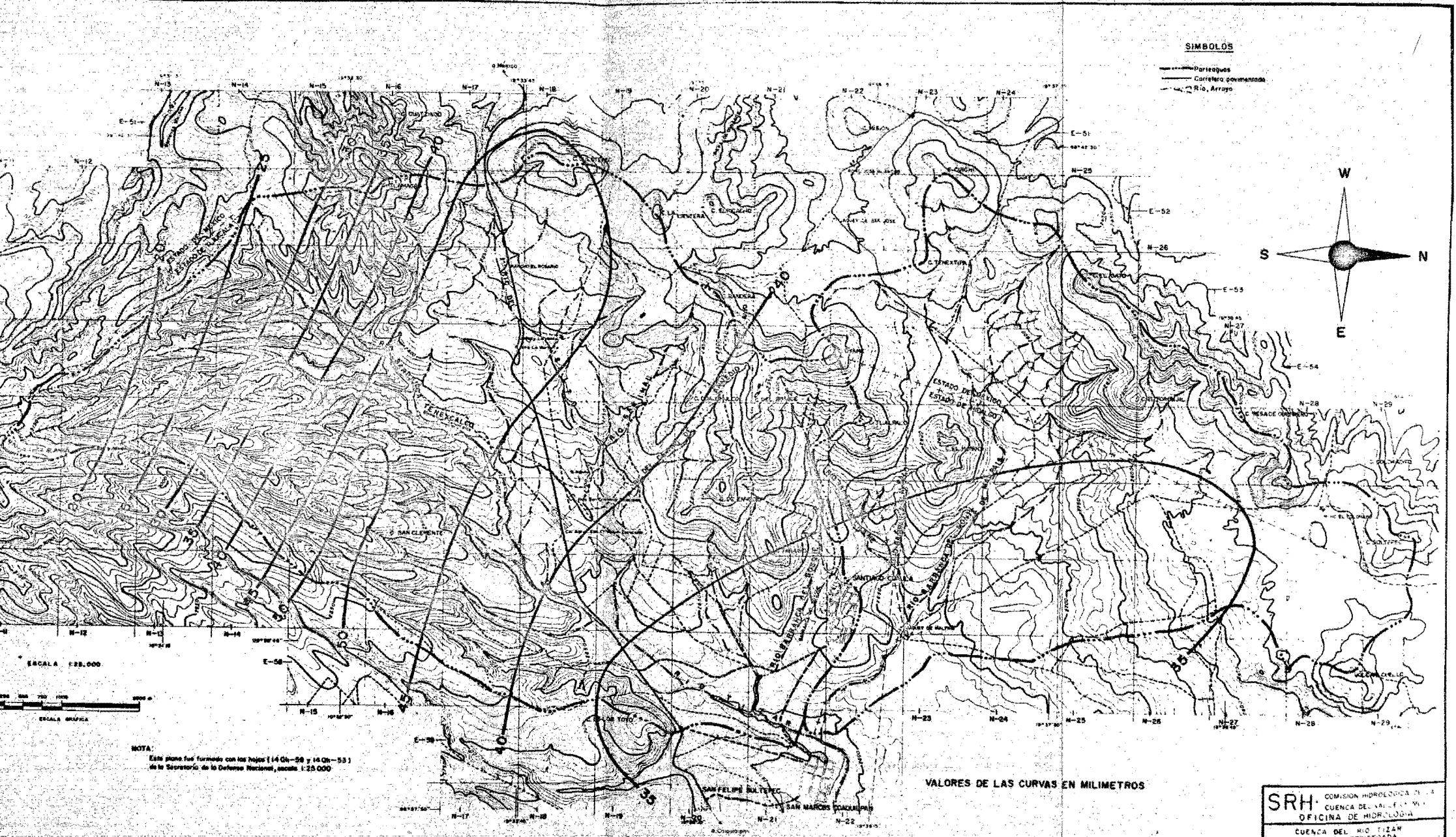
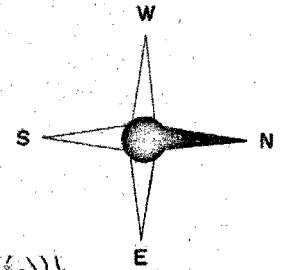
**NOTA:**  
 Esta planis fue formada con las hojas (14 Ch-38 y 14 Ch-35)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000.

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b>	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
	CUENCA DEL RIO TIZAPAN
PROYECTOS DE LA TORRENTA REGISTRADA EL 27 DE AGOSTO DE 1957	
Conforme  Agente	
ENCARGADO DE LA OFICINA DE HIDROLOGIA	

**SÍMBOLOS**

- Parícuques
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000

ESCALA GRÁFICA




**NOTA:**  
Este plano fue formado con los topos (14 Qh-50 y 14 Qh-53)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000

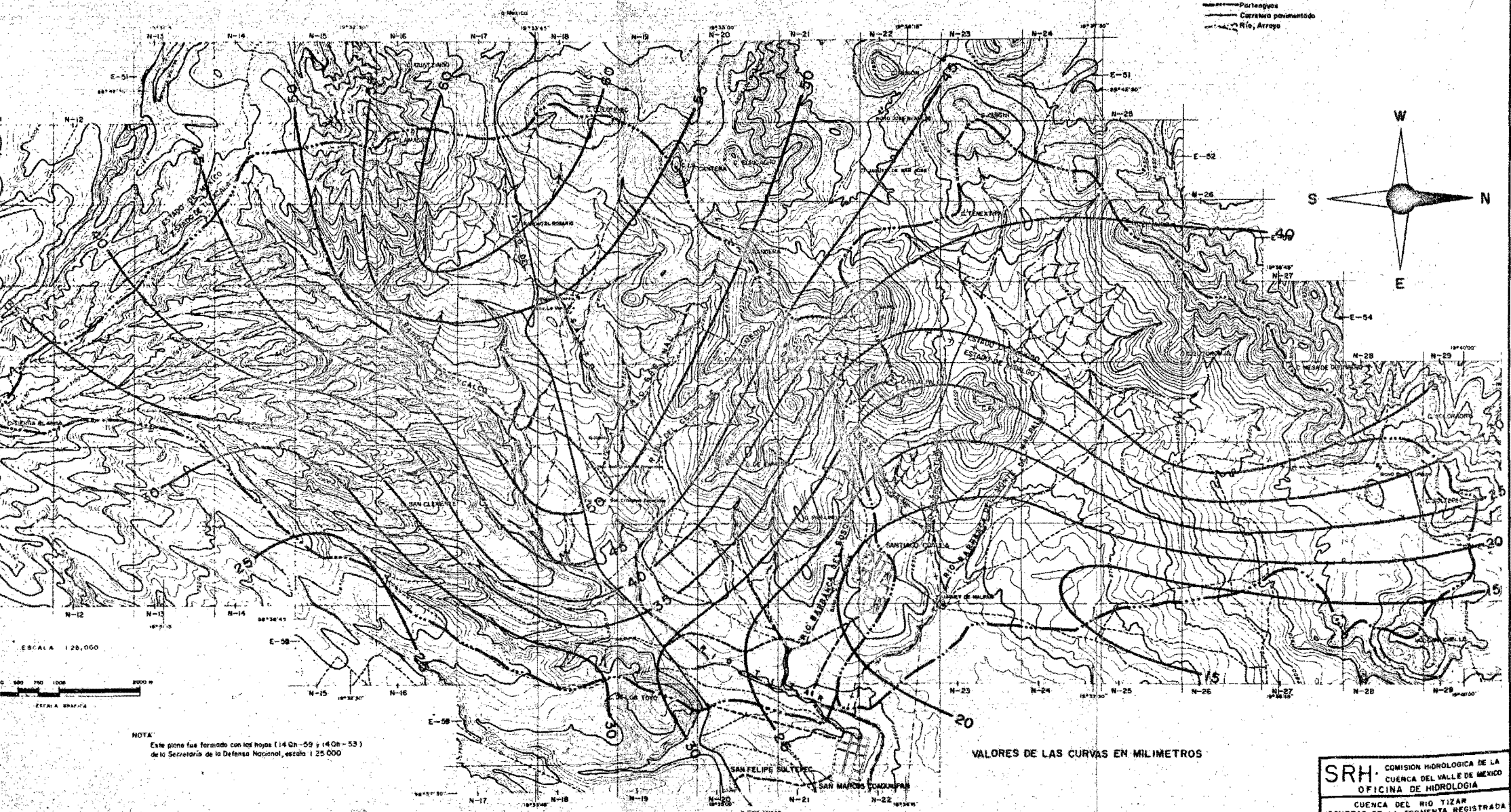
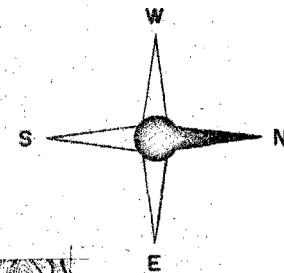
VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA	
CUENCA DEL RIO TIZAW	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAW	
TORRENTA REGISTRADA	
EL 21 DE JUNIO DE 1968	
Director	Asesor
MEX. DT	CH-D-6-46




**SÍMBOLOS**

-  Partesegas
-  Carretero pavimentado
-  Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000



ESCALA GRÁFICA

**NOTA:**  
Este plano fue formado con los hojas (14 Gb-59 y 14 Gb-53) de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

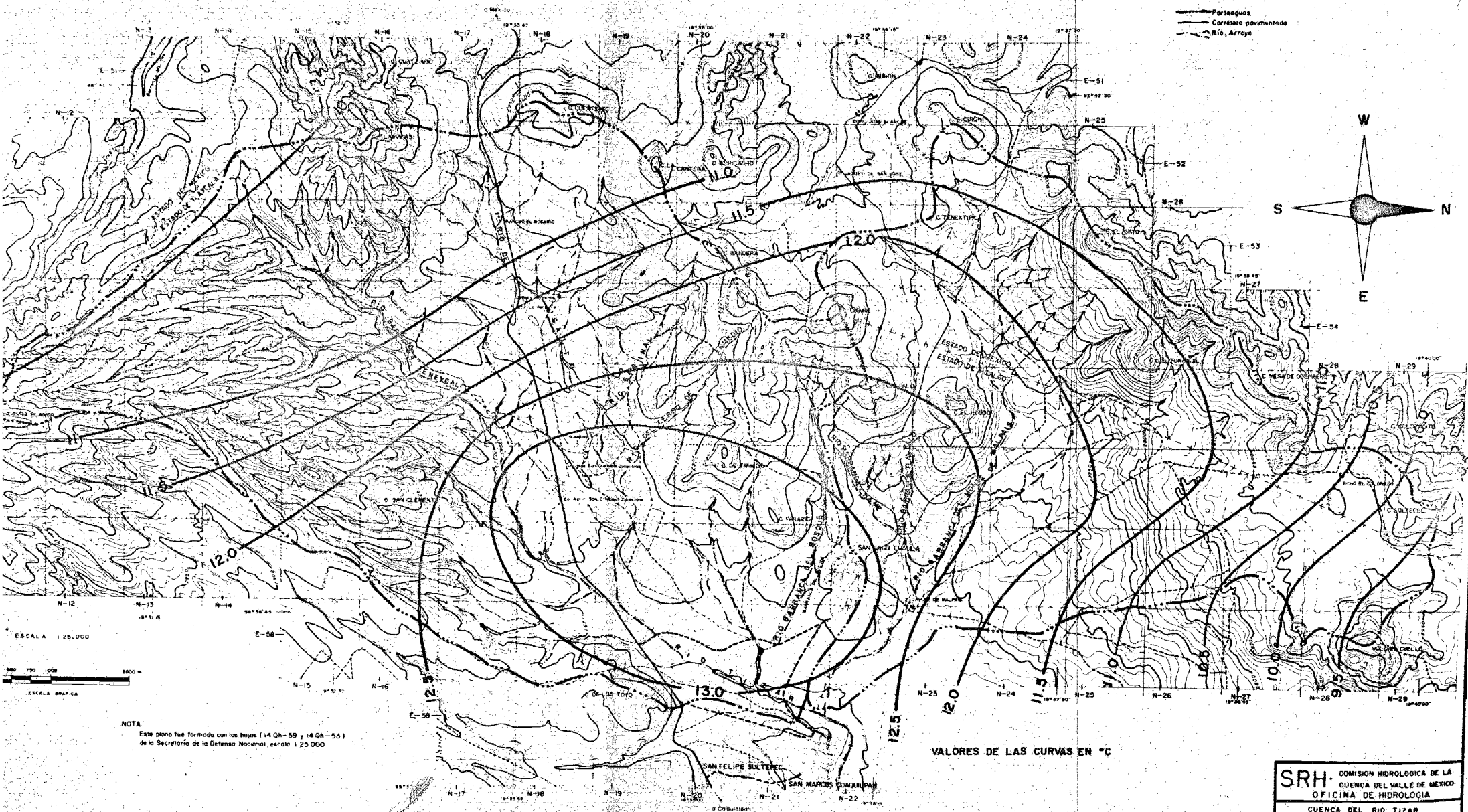
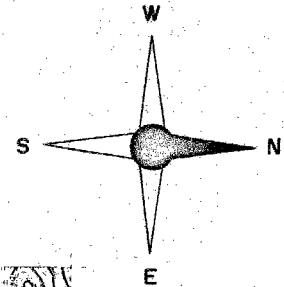
VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAR	
ISOYETAS DE LA TORMENTA REGISTRADA EL 14 DE SEPTIEMBRE DE 1969	
Conforme	Aprobado
EF. DE LA OF.	POTE DE LA CHCV
MEX. D.F.	CH-D-6-45

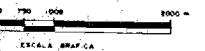
Deposito  
M. N. COLO  
Verifica  
ENM

SÍMBOLOS

- Puntos de agua
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000



NOTA  
 Este plano fue formado con las hojas (14 Qh-59 y 14 Qh-55)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN °C

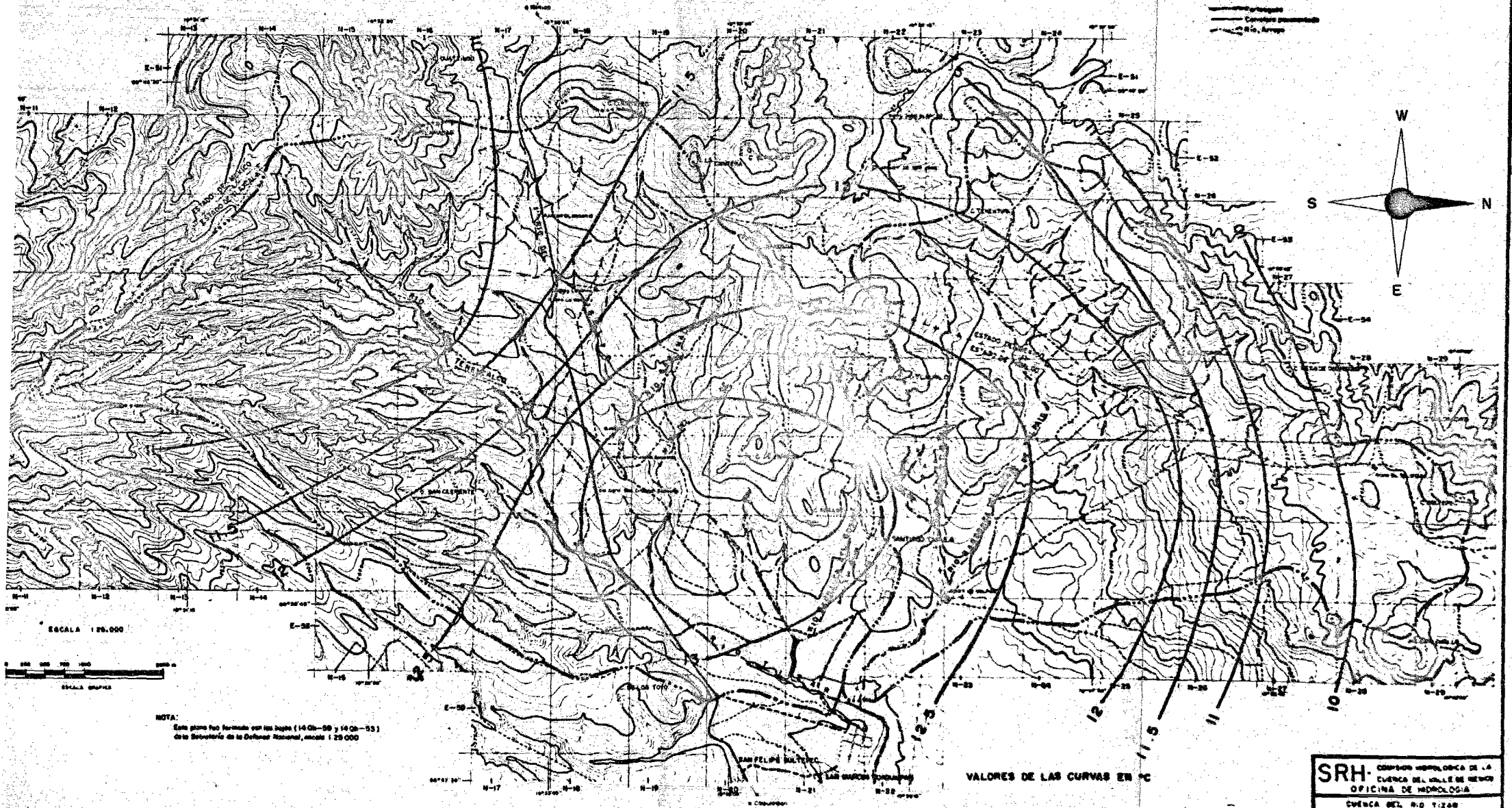
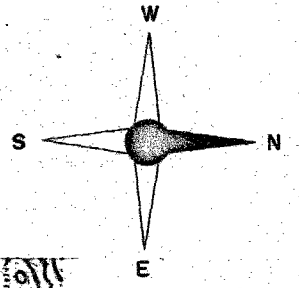
<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZIAR	
ISOTERMAS MEDIAS	
AÑO 1967	
Conforme	Aprobó
MEX.DF	SEP-69
CH-D-6-44	

Dibujo M. MESSENGER  
 Verificado M. MESSENGER  
 Ing. DEL VIO



**SÍMBOLOS**

- Contorno
- Contorno permanente
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000

0 250 500 750 1000

ESCALA GRAFICA

NOTA:  
Este plano fue formado con los datos (14 Gb-50 y 14 Gb-53)  
de la Sección de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

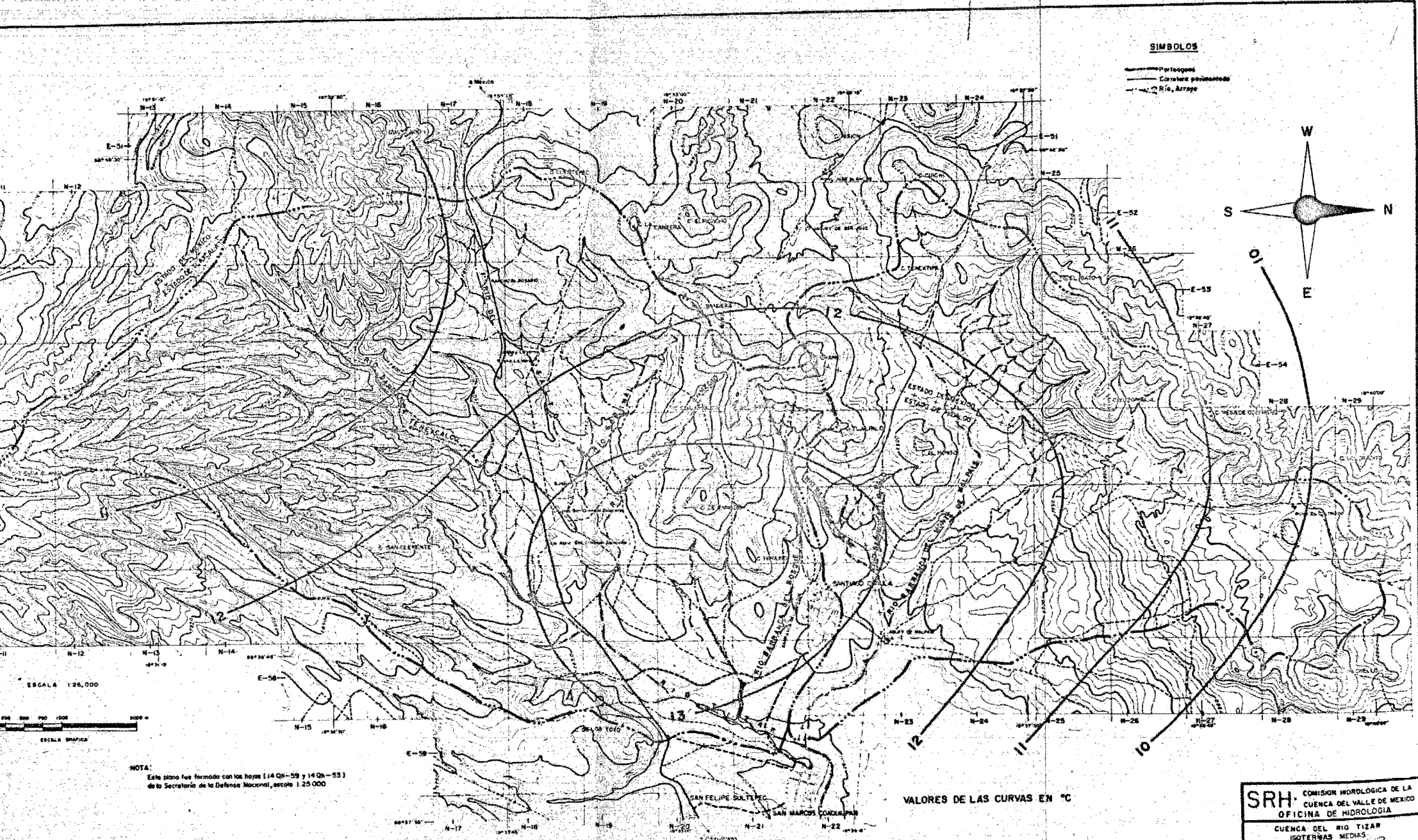
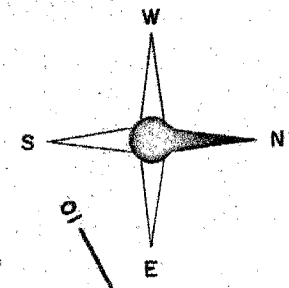
VALORES DE LAS CURVAS EN PC

<b>SRH</b> COMISIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEJICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL R. D. 1:2500	
ISOTERMAS DE 10°C	
AÑO 1968	
Carta No. 27	Arroyo
CH-D-6-32	

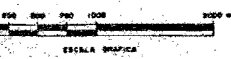
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

**SÍMBOLOS**

- Portezgos
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:26,000



NOTA:  
 Este plano fue formado con las hojas (14 QH-59 y 14 QH-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN °C

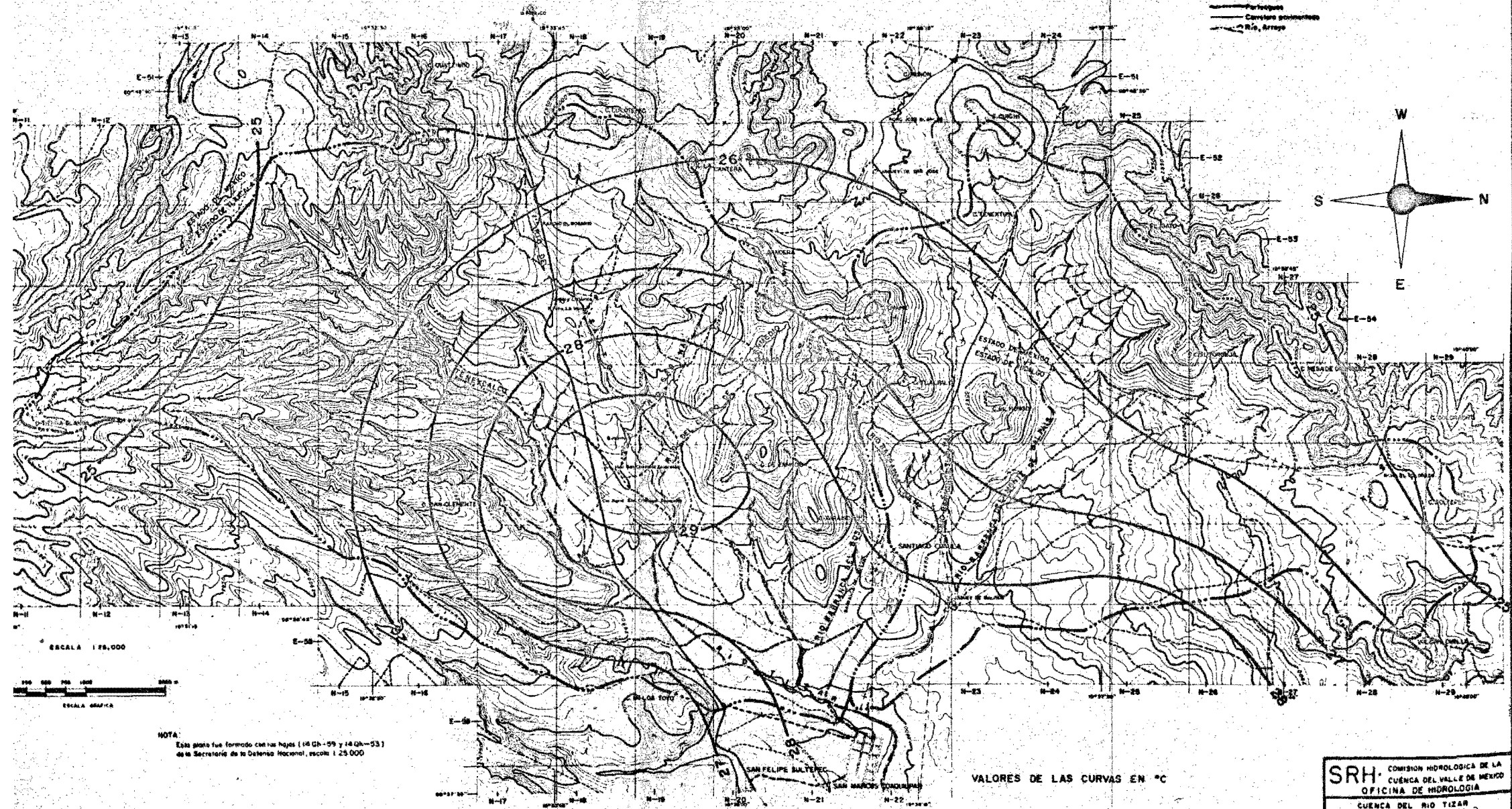
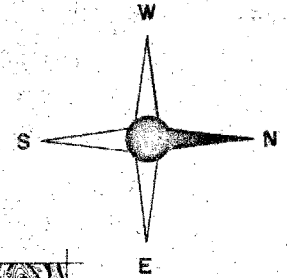
**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA

CUENCA DEL RIO TIZAPAN  
 ISOTERMAS MEDIAS  
 PROMEDIO 1967-1968

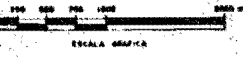
Confirma: *[Signature]* Aprueba: *[Signature]*  
 MEX.DF. CH-D-6-31

**SÍMBOLOS**

- Ferrocarril
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:75,000



NOTA:  
 Esta planta fue formada con las hojas (14QH-59 y 14QH-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

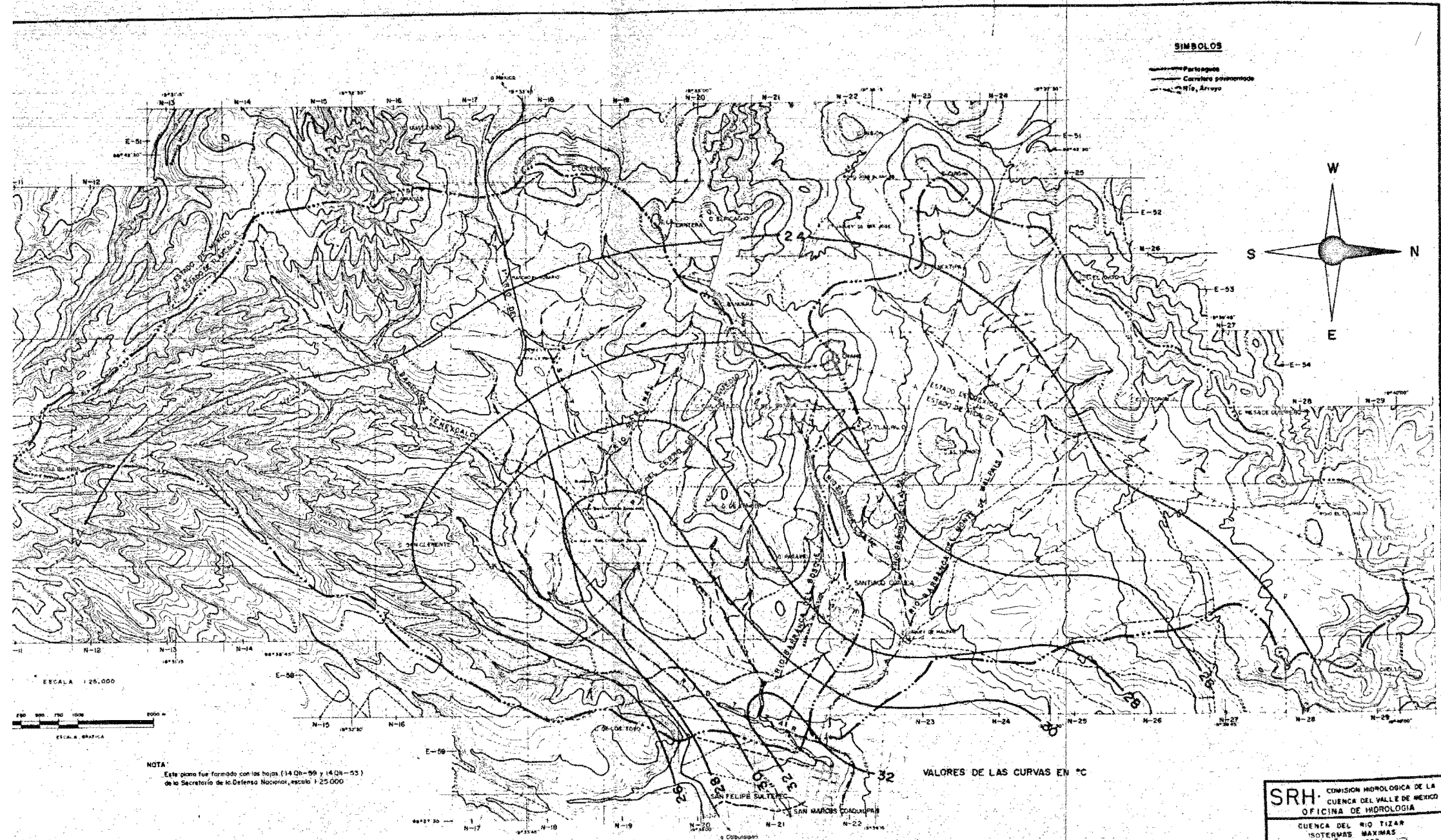
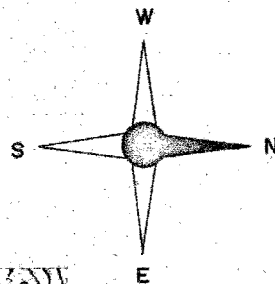
VALORES DE LAS CURVAS EN °C

SRH	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
CUENCA DEL RIO TIZIAR	
ISOTERMAS MAXIMAS	
AÑO 1968	
Elaborado por	Aprobado por
FECHA	FECHA
CH-D-6-43	

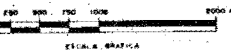


SIMBOLOS

- Partagués
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000



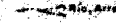


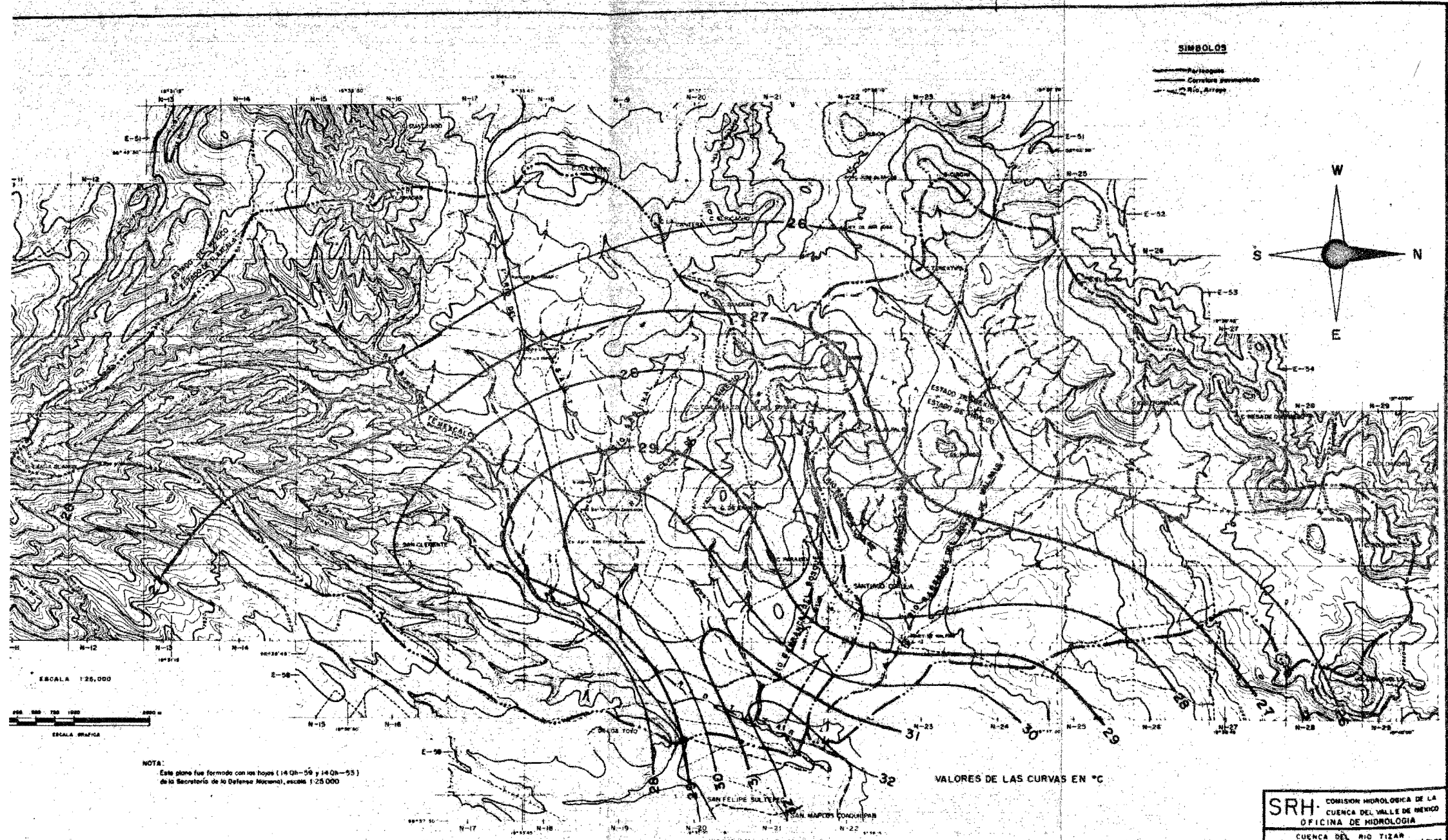
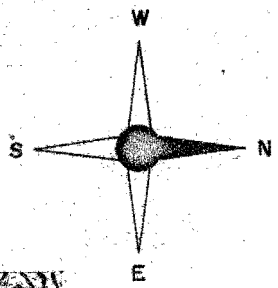
NOTA  
 Este plano fue formado con las hojas (14 Qr-96 y 14 Qr-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN °C

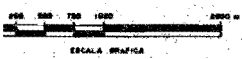
<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZIMIN	
ISOTERMAS MAXIMAS	
AÑO 1958	
Contorneo	Aprobado
MEY J.P.	DE LA CUNCA
CH-D-6-35	

**SÍMBOLOS**

-  Perímetro
-  Corriente intermitente
-  Río, Arroyo


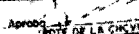


ESCALA 1:25,000



NOTA:  
 Este plano fue formado con los hojas (1401-55 y 1402-55)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000

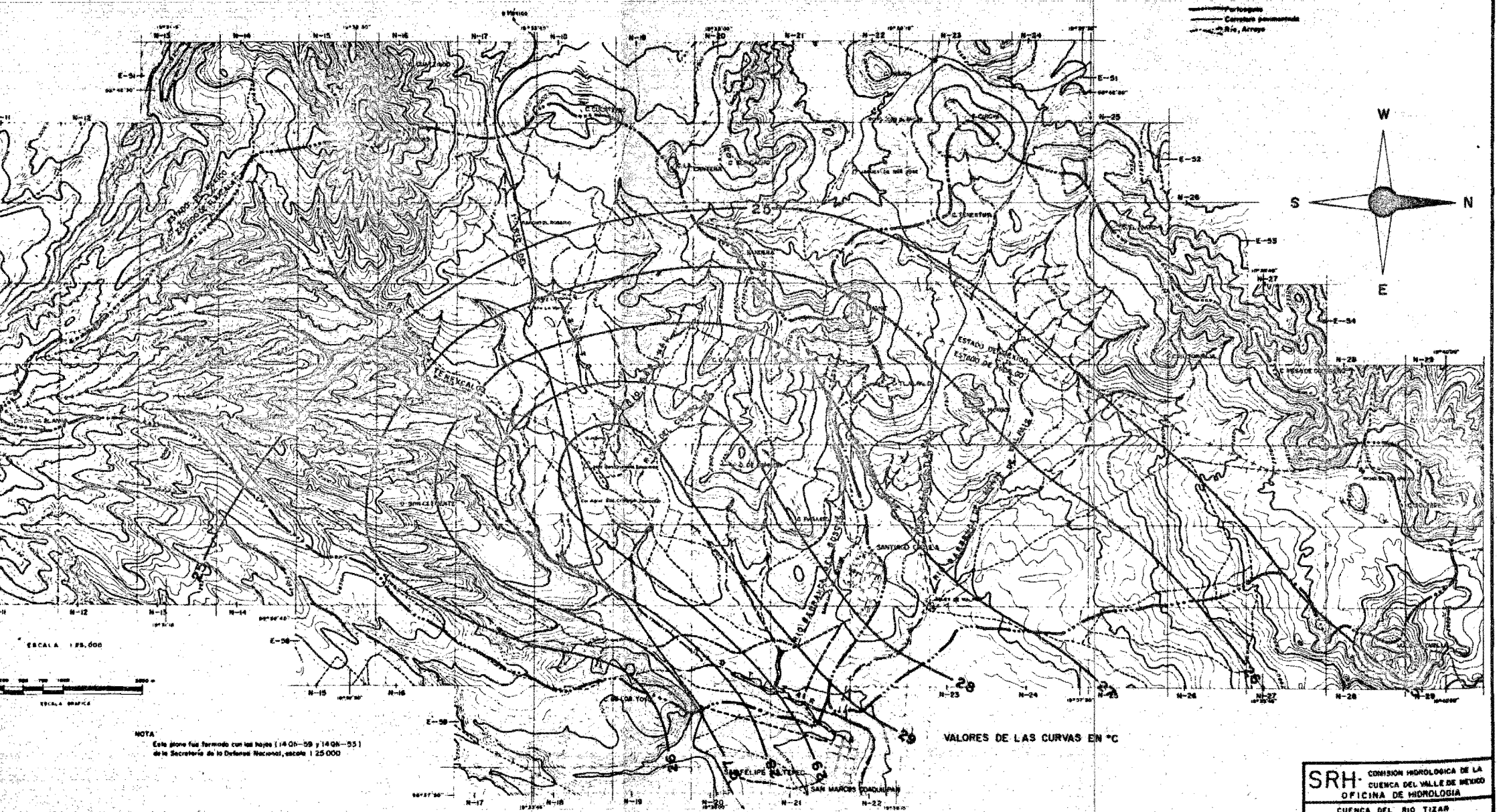
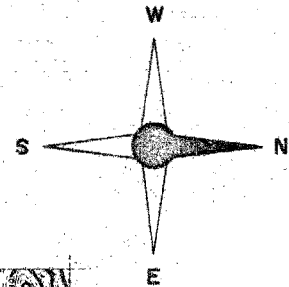
VALORES DE LAS CURVAS EN °C

<b>SRH</b>		COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
		OFICINA DE HIDROLOGIA	
		CUENCA DEL RIO TIZAR	
		ISOTERMAS MAXIMA MAXIMORUM	
		PROMEDIO 1967-1968	
Conforme		Aprobado	
MEX. D.F.			CH-D-6-36

Dibujo: M. MESSERVE G.  
 Verifico: M. MESSERVE G.  
 Escala: 1:25,000

**SÍMBOLOS**

- Puentes
- Carreteras pavimentadas
- Ríos, Arroyos



ESCALA 1:75,000



**NOTA**  
 Este plano fue formado con las hojas (14 GN-59 y 14 GN-55)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

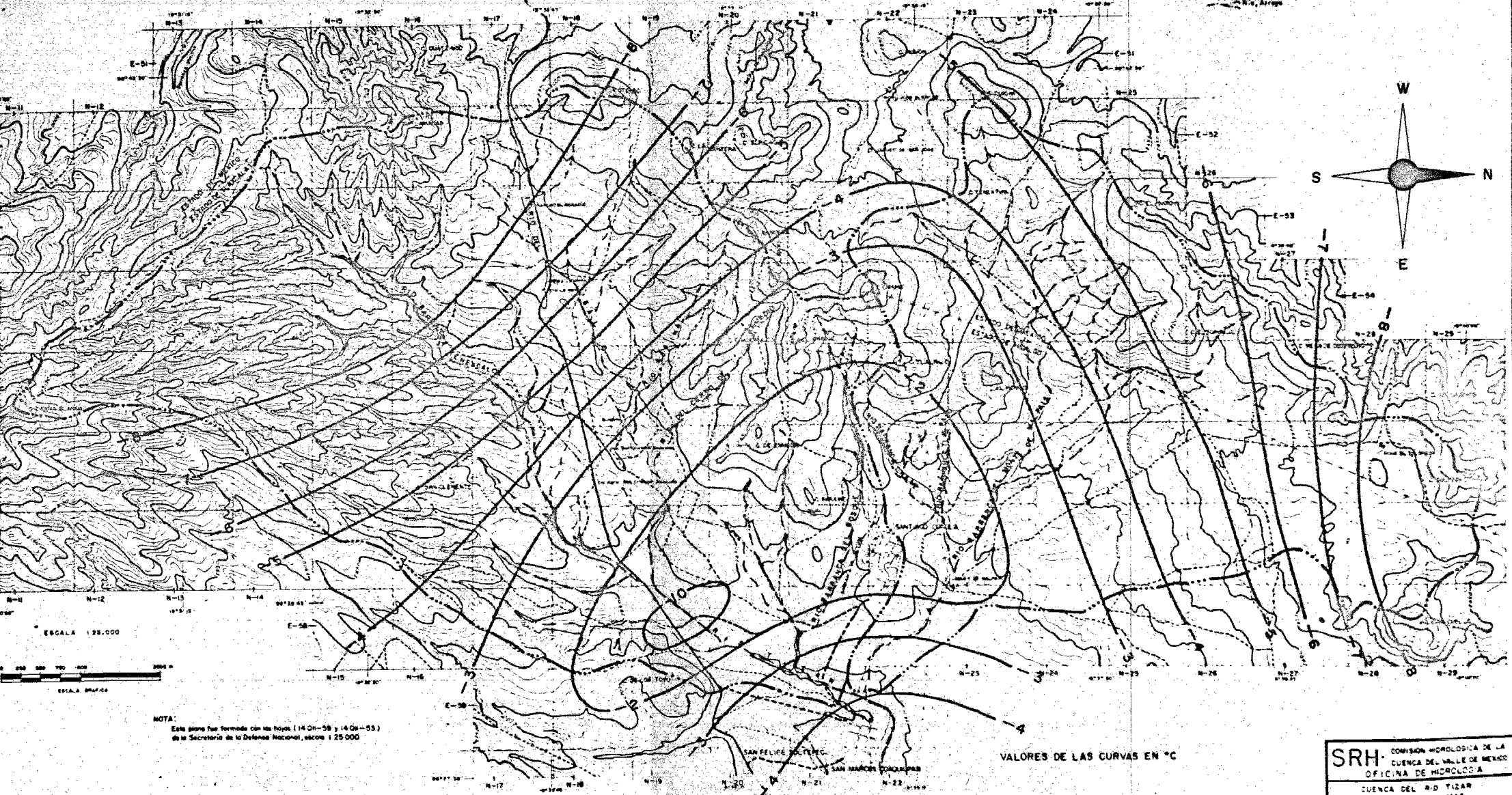
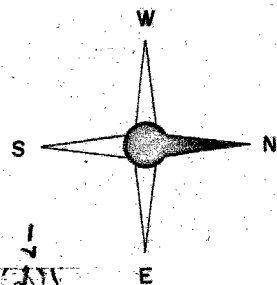
VALORES DE LAS CURVAS EN °C

<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAPAN	
ISOTERMAS MAXIMAS	
PROMEDIO 1947-1966	
Conforme: <i>[Signature]</i>	Aprobó: <i>[Signature]</i>
JEFE DE LA OFICINA	JEFE DE LA CUENCA



SÍMBOLOS

- Paralelos
- Corriente permanente
- Río, Arroyo



ESCALA 1:25,000

0 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000 m

ESCALA GRAFICA

NOTA: Este plano fue formado con las hojas 14 Cr-58 y 14 Cr-55 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN °C

SRH	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
CUENCA DEL RIO TIZAR	
SOTERMAS N° 145	
353 367	
ENCUENTRO DE	SECCION
C-2-6-33	

REVISOR: COAHUILTEPEC

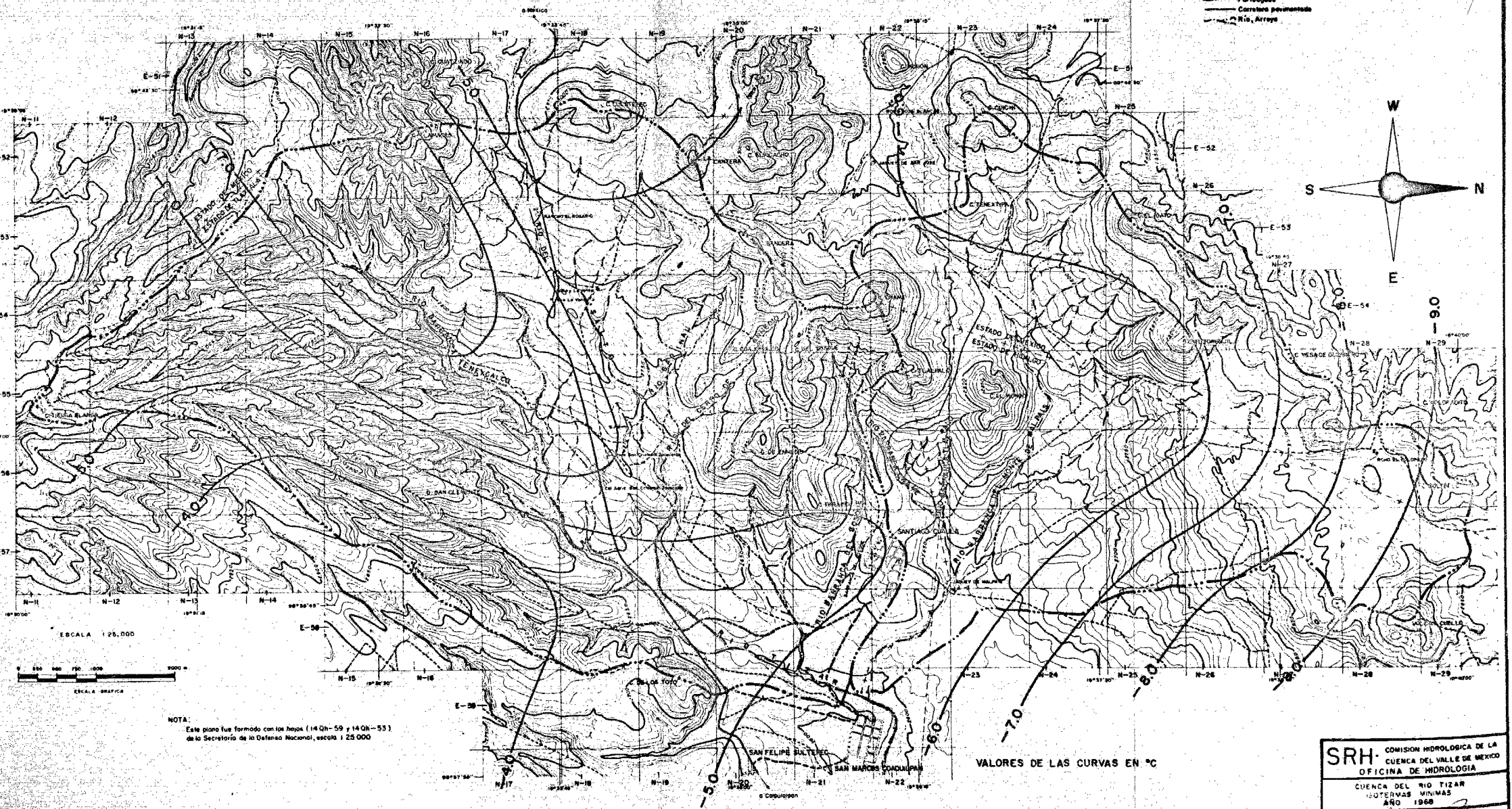
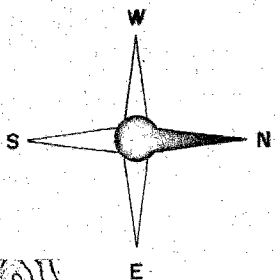
ELABORADO: COAHUILTEPEC

VERIFICADO: COAHUILTEPEC

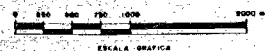
FECHA: 1958

**SIMBOLOS**

- Paralelos
- Corriente permanente
- Rio, Arroyo



ESCALA 1:25,000



NOTA:  
Este plano fue formado con los hojas (14 Qh-59 y 14 Qh-53)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN °C

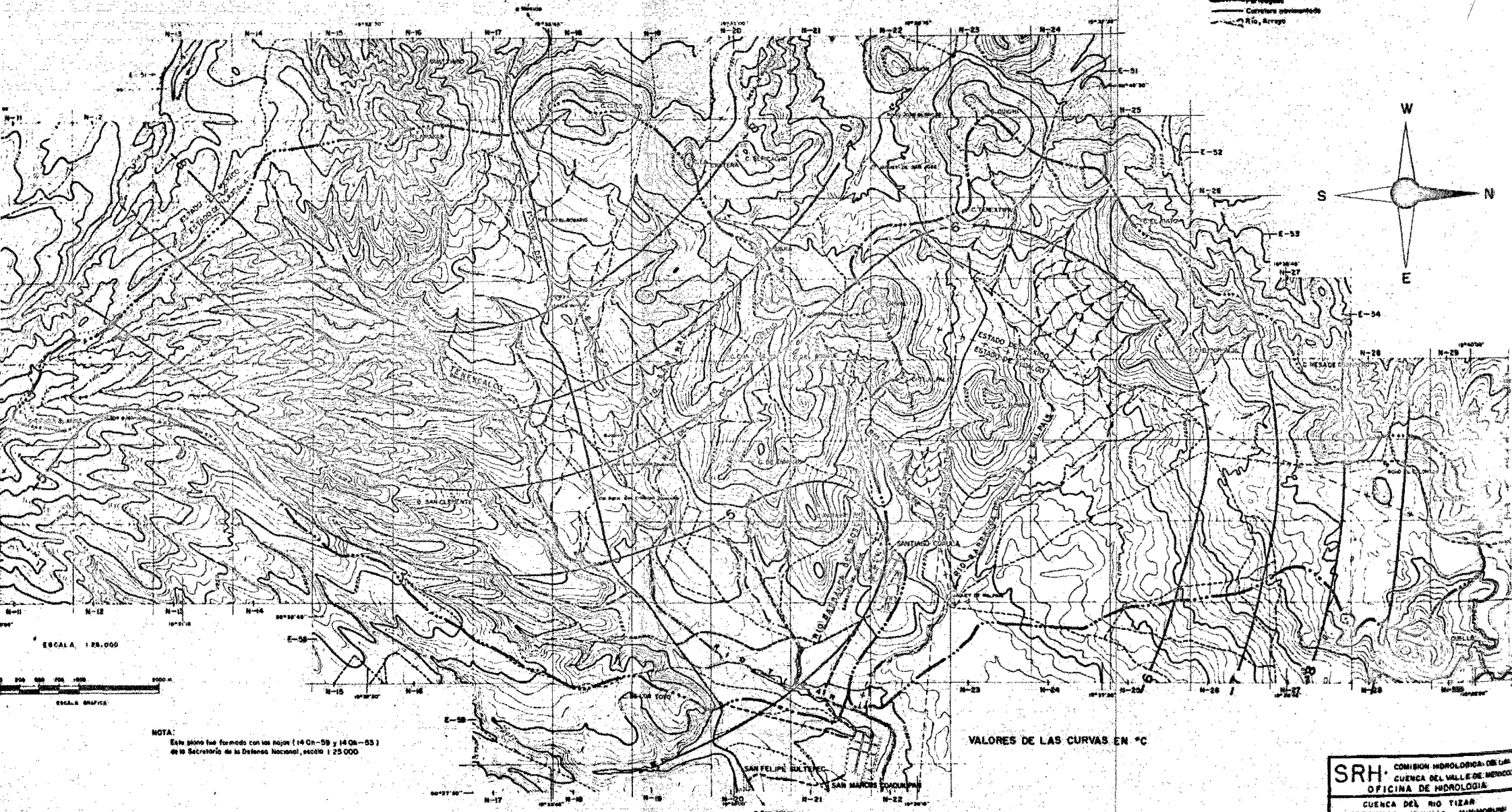
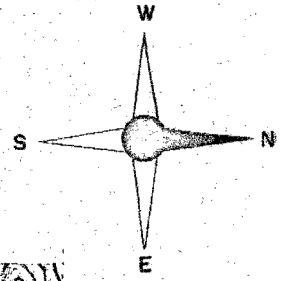
<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAR	
ESTERIAS MINIMAS	
AÑO 1968	
Conforme	Aprobado
FECHA DE	FECHA DE
MEX.D.F.	CH-D-6-38

Elaborado por: M. MADREY, R. COTA, M. VELAZQUEZ G.  
Verificado por: M. D. VARELA R. M., M. G. F. DEL RIO R.



**SIMBOLOS**

- Particulas
- Carretera pavimentada
- Rio, Arroyo



ESCALA 1:25,000



**NOTA:**  
 Este plano fue formado con las hojas (14 Ch-59 y 14 Ch-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

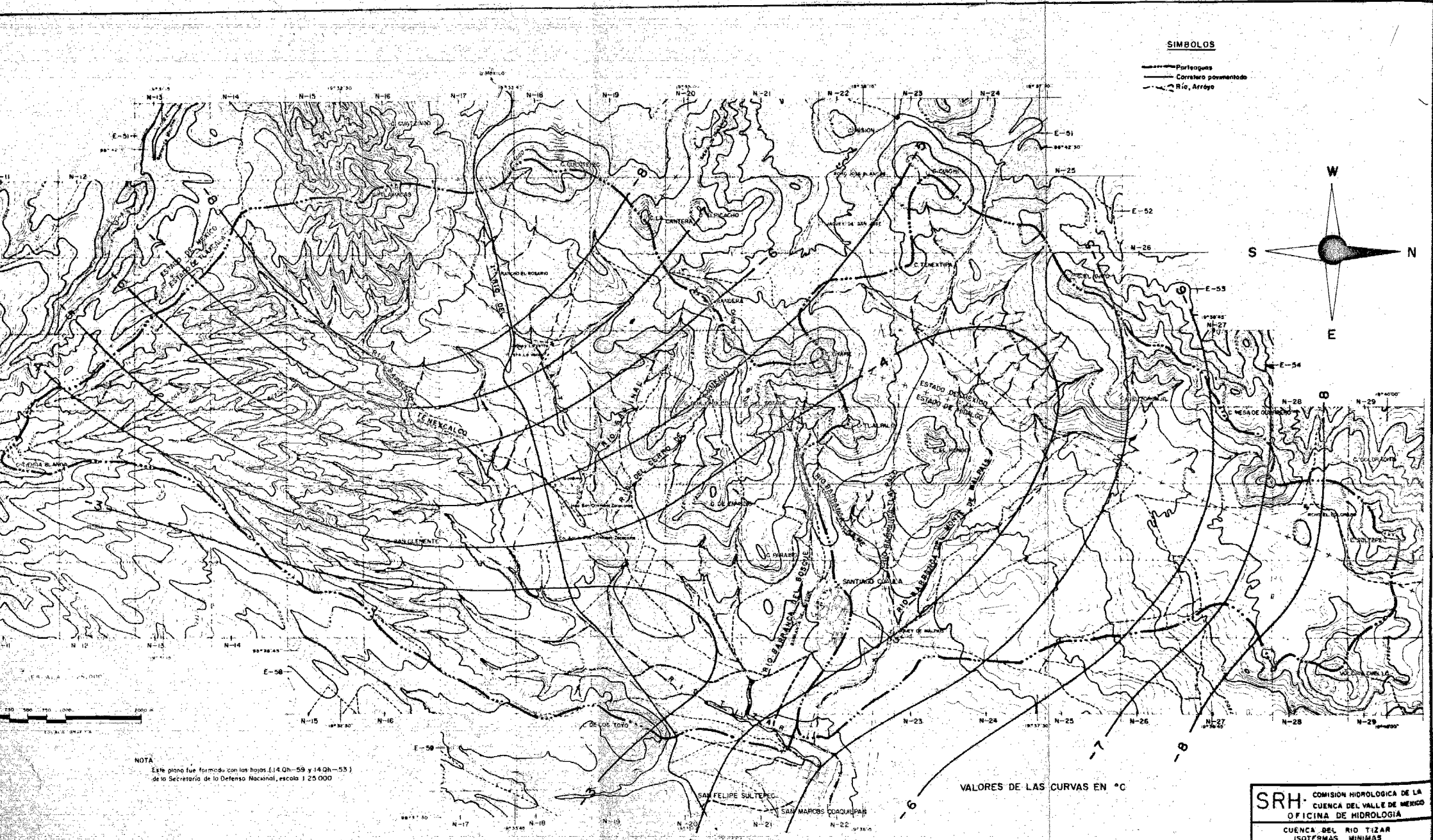
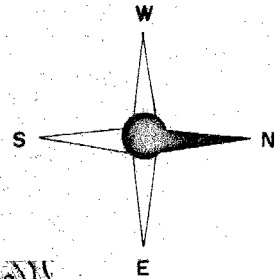
VALORES DE LAS CURVAS EN °C

<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZIAR	
SOTENIDAS MINIMAS MINIMORUM	
PROMEDIO 1967 - 1968	
Carta No. <i>CH-D-6-33</i>	Fecha de Emision <i>1968</i>
MEX. OF. <i>CH-D-6-33</i>	CH-D-6-33

Deposito  
 MEXICANA DE  
 MEXICO

SIMBOLOS

- Paralelogramos
- Corriero pavimentado
- ~ Rio, Arroyo



NOTA  
 Este plano fue formado con las hojas (14 Qh-59 y 14 Qh-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN °C

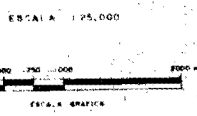
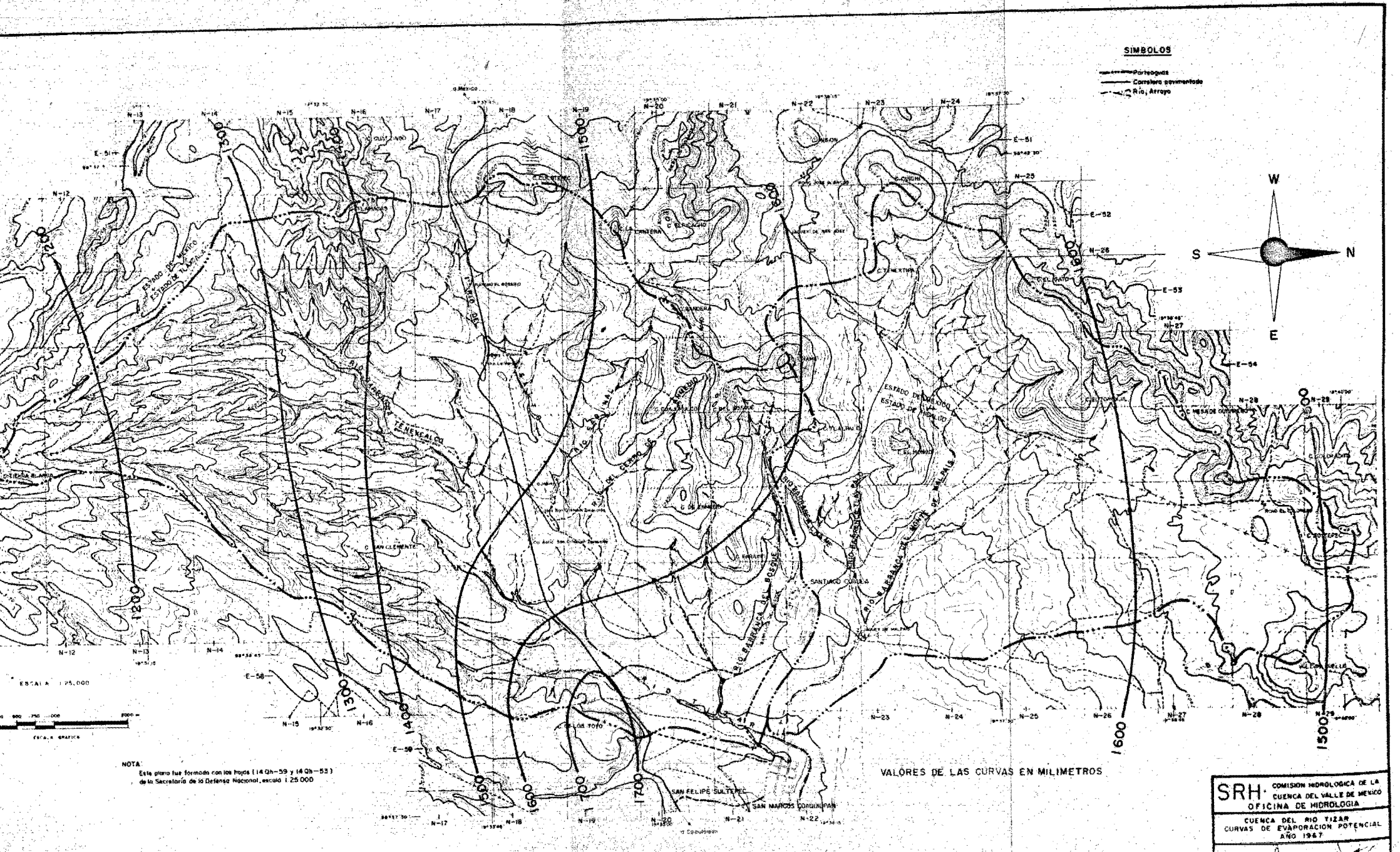
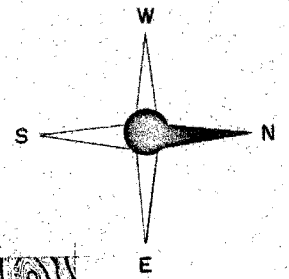
**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA  
 CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA

CUENCA DEL RIO TIZAR  
 ISOTERMAS MINIMAS  
 PROMEDIO 1967-1968

Conforme: *[Signature]* Aprobado: *[Signature]*  
 MEX. DE CUENCA

SÍMBOLOS

- Paralelos
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



NOTA  
 Este plano fue formado con los Hojas (14 Qh-59 y 14 Qh-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILÍMETROS




**SRH** COMISIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGÍA

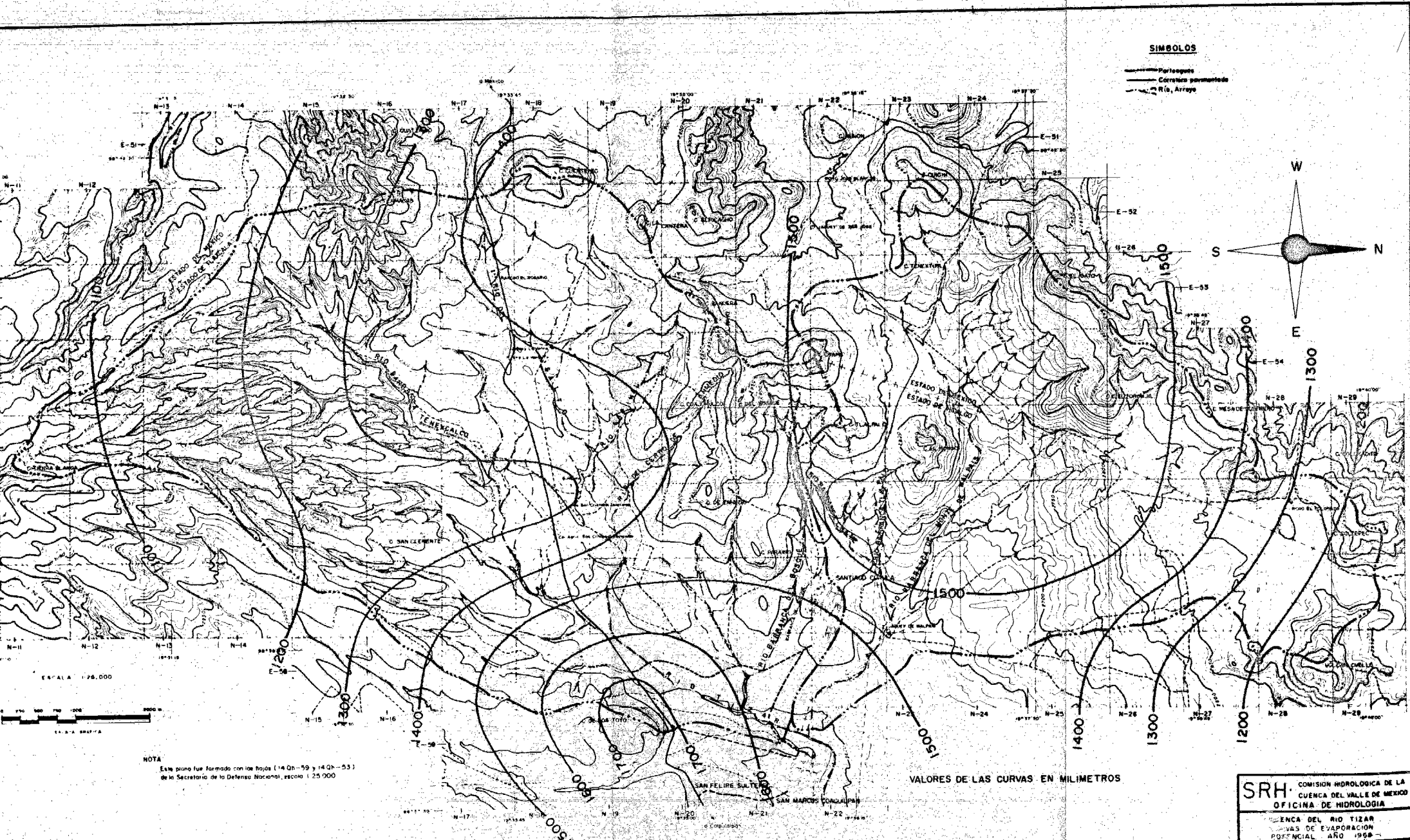
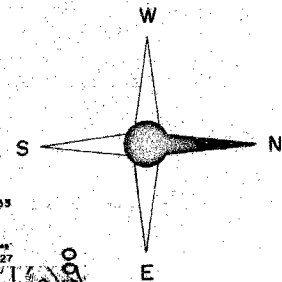
CUENCA DEL RÍO TIZIAR  
 CURVAS DE EVAPORACIÓN POTENCIAL  
 AÑO 1947

Comisario: [Signature] Aprobado: [Signature]  
 JOSÉ DE LA CRUZ



**SIMBOLOS**

-  Partesegas
-  Carreteras pavimentadas
-  Río, Arroyo



ESCALA 1:75,000



**NOTA**  
 Este plano fue formado con las Hojas (14 Q-59 y 14 Q-53)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAR	
VALORES DE EVAPORACION POTENCIAL AÑO 1958	
Confirma	Aprobado
	
MEX. DT	CH-D-6-39

MAQUETADO Y DISEÑO: MEX. DT  
 VERIFICADO: MEX. DT

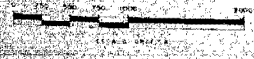
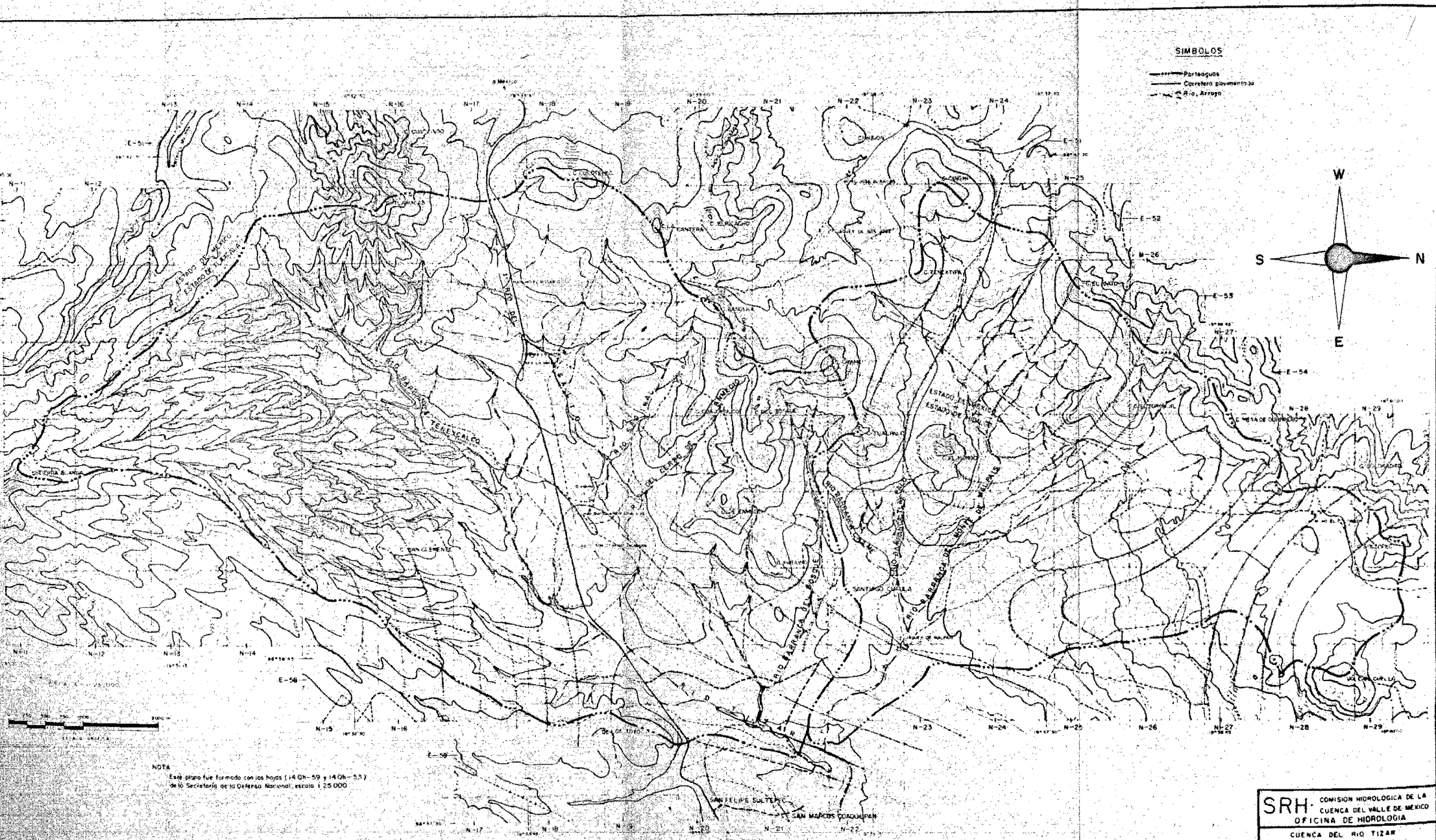
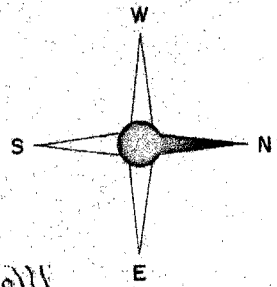






SÍMBOLOS

- Paríaguas
- Carretero pavimentado
- - - R. o. Arroyo






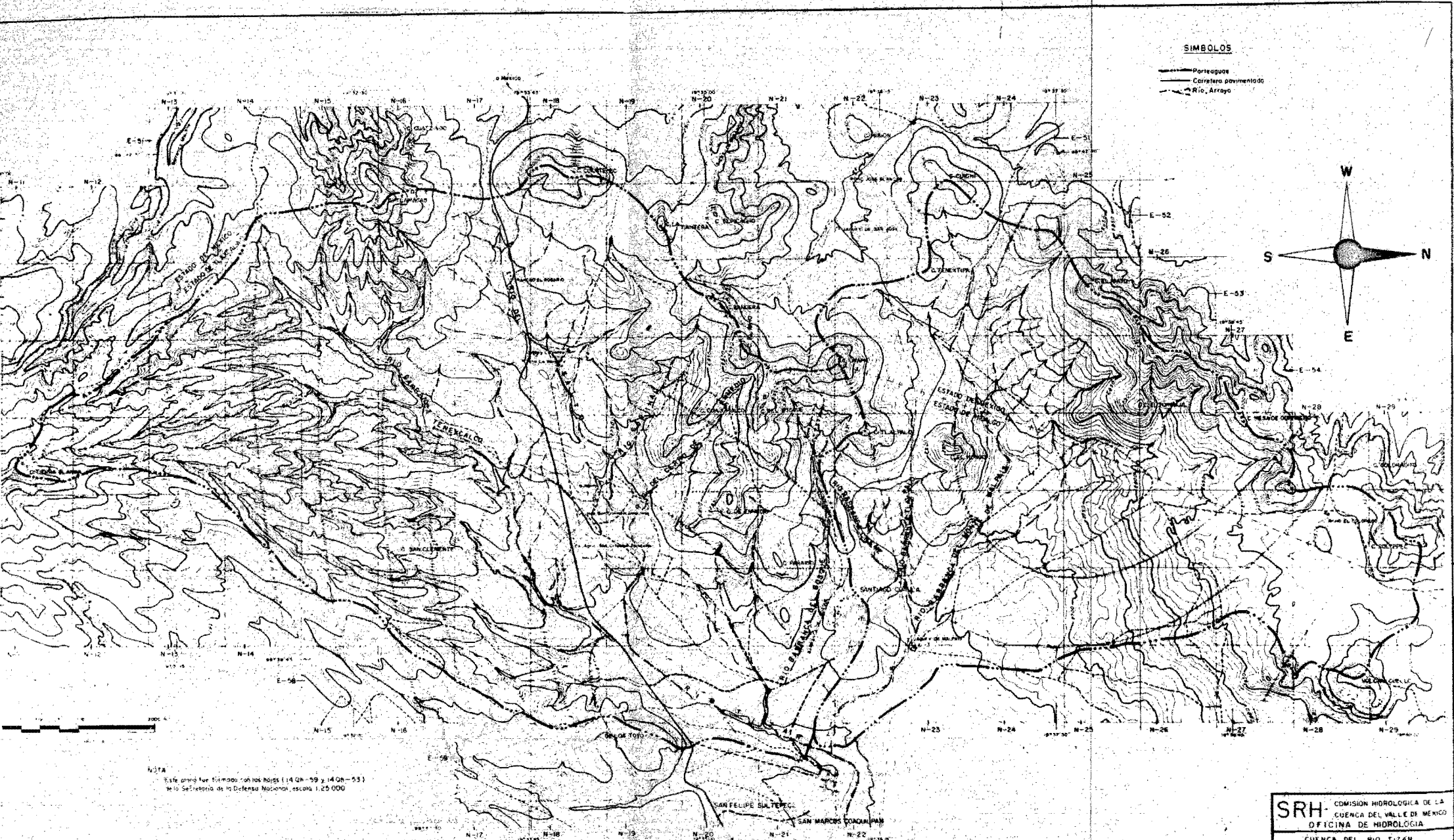
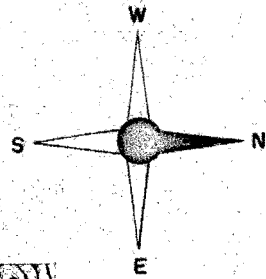
NOTA  
 Este plano fue formado con los hojas (1408-59 y 1408-57)  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000

**SRH** COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
 OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCA DEL RIO TIZAP

Conforme *[Signature]* Aprobado *[Signature]*  
 EPE DE LA CU OFICINA DE LA CUENCA

SIMBOLOS

-  Pericageos
-  Carretera pavimentada
-  Rio, Arroyo



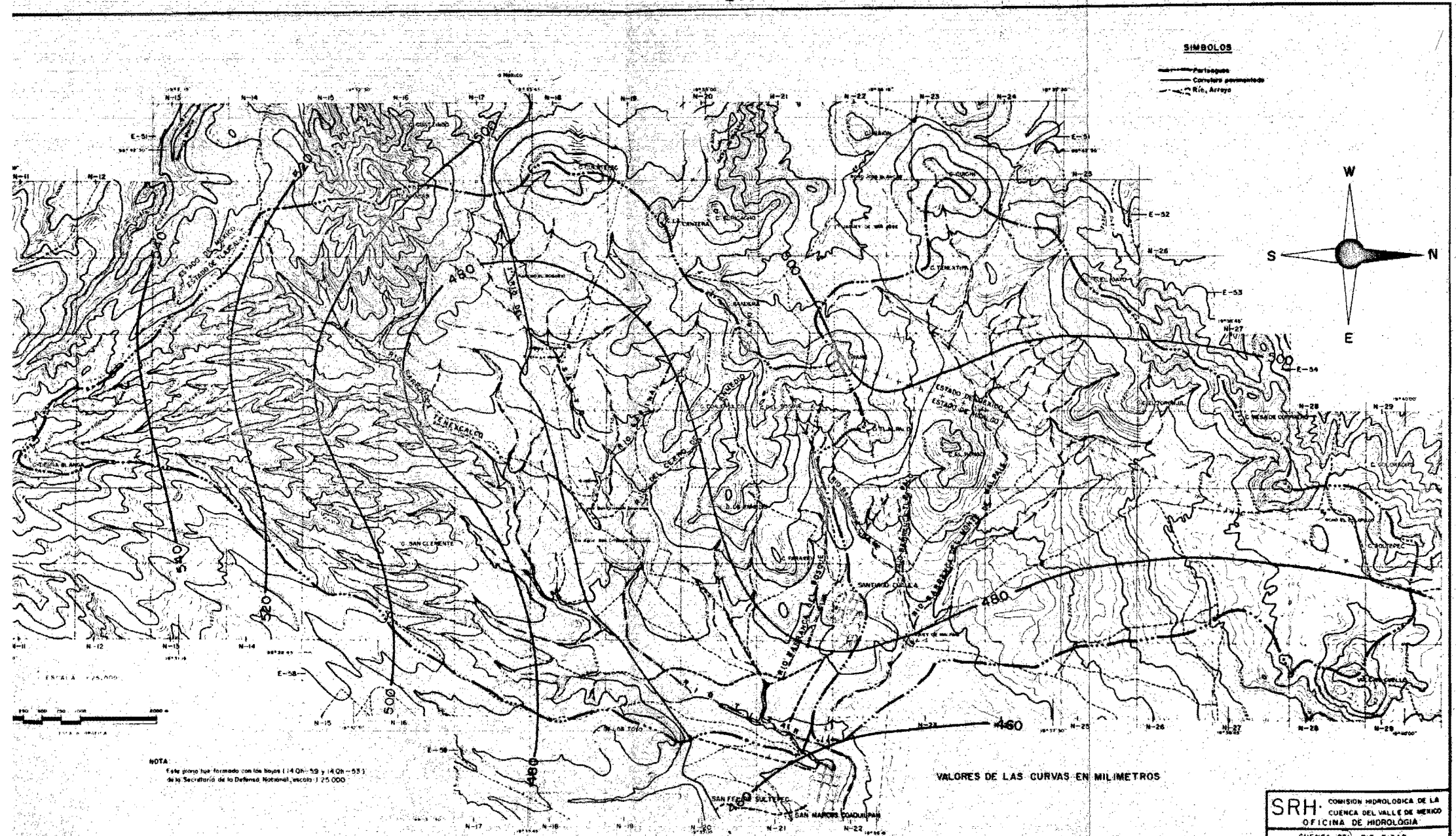
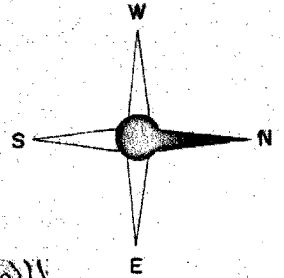
NOTA  
 Este plano fue formado con los folios 14 Qh-59 y 14 Qh-53  
 de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000

SRH - COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAH	
Conforme	Aprobo
EFÉ BELA OF	POTÉ DE LA CUENCA
MEN. D.F.	
OCT-66	



**SÍMBOLOS**

- Paríquetos
- Carreteras pavimentadas
- Río, Arroyo



NOTA:  
Este plano fue formado con los hojas (14Q-53 y 14Q-53)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25 000.

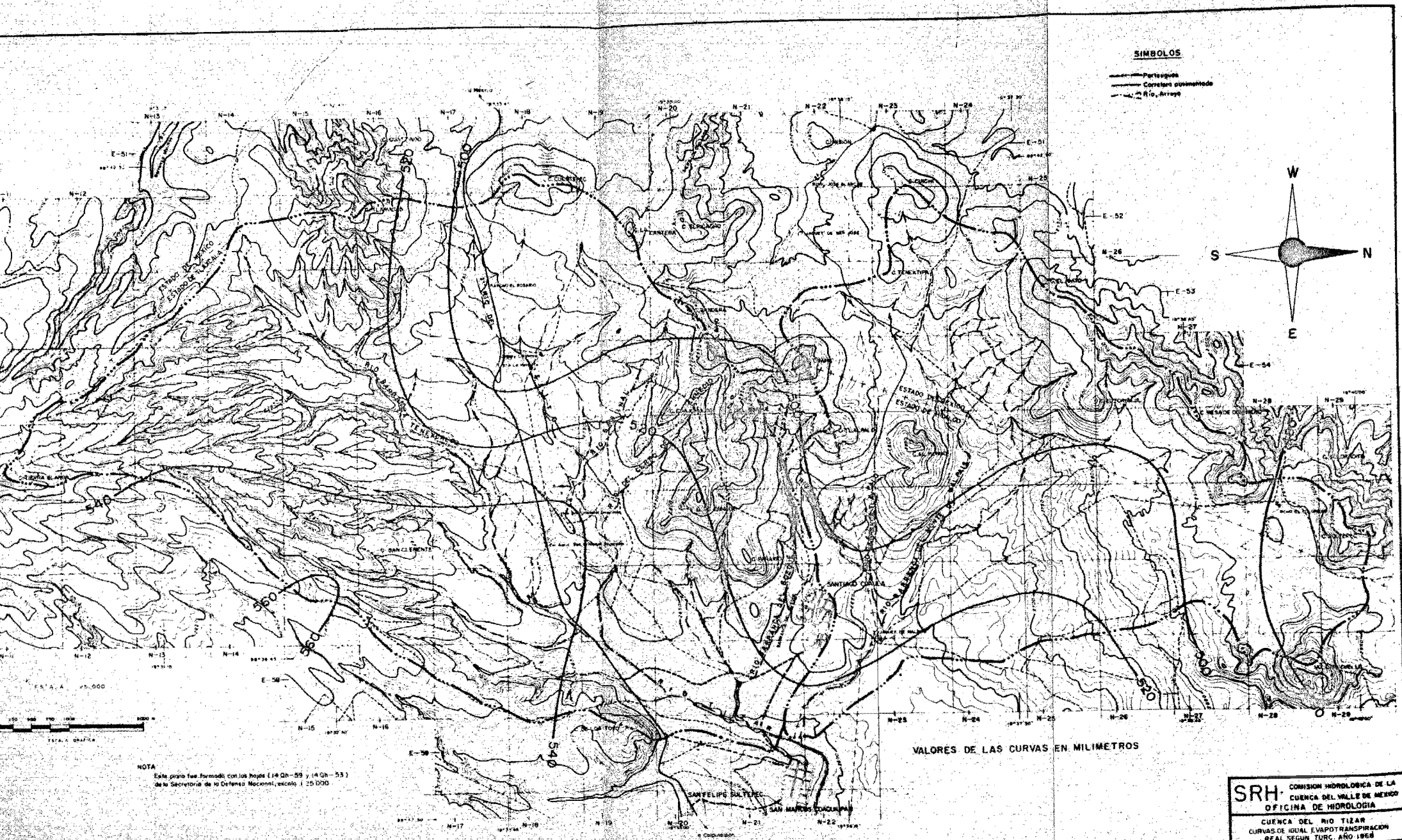
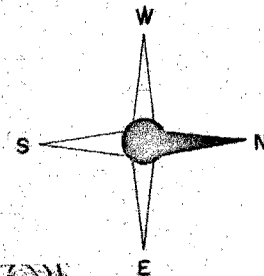
VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b>	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
	OFICINA DE HIDROLOGIA
CUENCA DEL RIO TIZIAR	
CURVAS DE VAJAL Y EVAPOTRANSPIRACION	
REAL SEGUN T.M.C. AÑO 1967	
Confirma:	Aprobó:
MA D.F.	PUTE DE LA CIENVA
REP. TO	CH-D-6-47

Impreso en México  
DISEÑO: M. ALONSO VILLALBA  
VERIFICADO: M. ALONSO VILLALBA  
DISEÑO Y VERIFICADO: M. ALONSO VILLALBA

**SÍMBOLOS**

- Partes aguas
- Corriente permanente
- Río, Arroyo



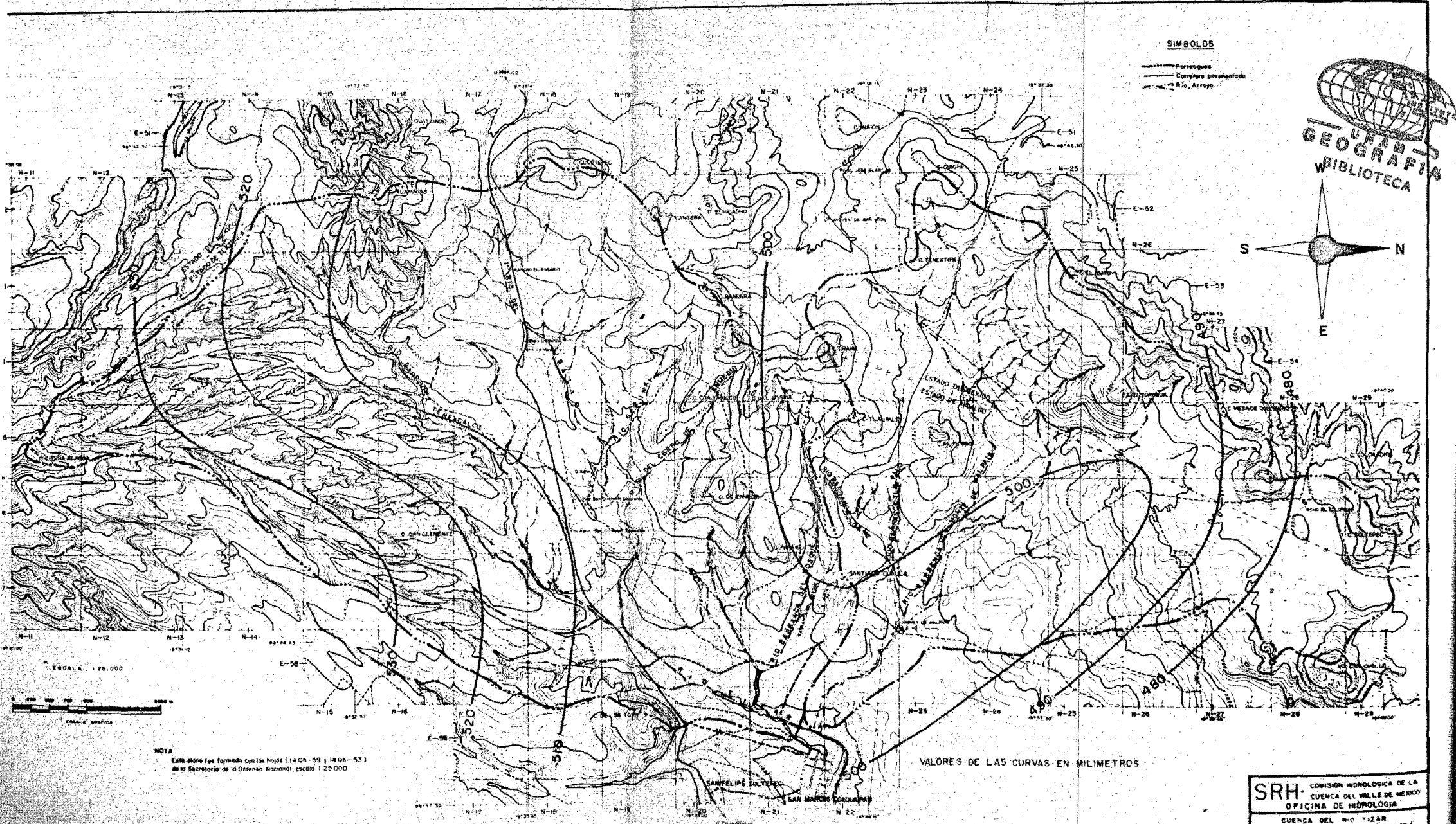
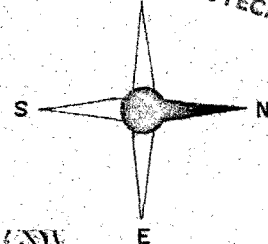
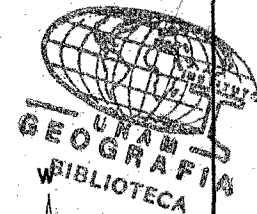
NOTA  
Este plano fue formado con los Hojas (14 Qh-55 y 14 Qh-53)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1:25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

SRH	COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
	OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAR		
CURVAS DE IGUAL EVAPOTRANSPIRACION REAL SEGUN TURC. AÑO 1968		
Contorno	Asesor	
MEX. JEP	SECRETARIA DE	OFICINA DE LA CHCVM
SEP-70		CH-D-6-48

SIMBOLOS

- Barrajes
- Carretera pavimentada
- Río, Arroyo



ESCALA : 20,000



NOTA  
Esta zona fue formada con los hojitas (14 Qb-59 y 14 Qb-53)  
de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala : 25,000

VALORES DE LAS CURVAS EN MILIMETROS

<b>SRH</b> COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	
OFICINA DE HIDROLOGIA	
CUENCA DEL RIO TIZAPAN	
CURVAS DE IGUAL EVAPOTRANSPIRACION EN EL CERRO TIZAPAN (PRIMER ORDEN)	
Conforme a:	Aprobado:
EFEROLA W	POTE DE LA CHUVA
MEX DE	14-0-6-53
OCT-1	

Elaborado por: M. MESSING  
Verificado por: F. DEL R. D.