

# ACADEMIA DE HIDRÁULICA

## GUÍA DE ESTUDIO DE PARA ETS DE HIDROLOGÍA.

**OBJETIVO GENERAL:** El alumno realizará un estudio hidrológico en el que cuantificará el escurrimiento máximo (Avenida máxima) en una cuenca hidrológica a partir del análisis de registros históricos de gastos y/o precipitaciones; asimismo, dimensionará las obras hidráulicas de aprovechamiento y visualizará las alternativas para mitigar los efectos de la avenida (obras de protección, planes de contingencia).

TEMA	CONTENIDO	TEÓRICO/ PRÁCTICO
1.1 - 1.2 1.3 - 1.5 1.6 - 1.8	<b>I ASPECTOS GENERALES.</b> ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y CULTURA DEL AGUA. OBJETIVOS E IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA. POTENCIAL HIDROLÓGICO NACIONAL: REGIONES HIDROLÓGICAS Y ADMINISTRATIVAS.	<b>TEÓRICO</b>
2.1 - 2.4 2.5 – 2.9	<b>II CONCEPTOS BÁSICOS DE CUENCAS Y SU FISIOGRAFÍA.</b> DEFINICIÓN, PARTES Y CLASIFICACIÓN DE CUENCAS. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA MAGNITUD, FORMA Y PENDIENTE.	<b>TEÓRICO/PRÁCTICO</b>
	<b>III CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE.</b>	
3.1	CLASIFICACIÓN DE CORRIENTES.	<b>TEÓRICO/PRÁCTICO</b>
3.2	GRADO DE BIFURCACIÓN.	
3.3, 3.4	DENSIDAD DE CORRIENTES Y DE DRENAJE.	
3.5	PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL.	
	<b>IV CICLO HIDROLÓGICO.</b>	
4.1 – 4.2.3	PRECIPITACIÓN: MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN.	<b>TEÓRICO/PRÁCTICO</b>
4.2.4	ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN DE UNA ESTACIÓN.	
4.2.6	ESTACIONES. (PRECIPITACIÓN MEDIA EN LA CUENCA)	
4.3 – 4.3.4	ESCURRIMIENTO: ORIGEN Y COMPONENTES.	
4.3.6	AJUSTE DE CURVAS TIRANTE-GASTO.	
4.3.5 – 4.3.6	ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS.	
4.2.5	ESTIMACIÓN DE REGISTROS FALTANTES (LLUVIA, GASTO)	
4.4 – 4.4.3	INFILTRACIÓN.	
4.4.4	MÉTODOS DIRECTOS PARA OBTENCIÓN DE LA INFILTRACIÓN.	<b>TEÓRICO/PRÁCTICO</b>
4.4.5	MÉTODOS INDIRECTOS: COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO, ÍNDICE DE INFILTRACIÓN MEDIA, NÚMEROS DE ESCURRIMIENTOS “N”.	<b>TEÓRICO/PRÁCTICO</b>
4.5, 4.5.1	EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN.	
4.5.2 – 4.5.3	FACTORES QUE AFECTAN LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.	
4.5.4	MEDICIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN	

TEMA	CONTENIDO	TEÓRICO/PRÁCTICO
	<b>V DETERMINACIÓN DE LAS AVENIDAS.</b>	
5.1 – 5.2.1	AVENIDA MÁXIMA, MÉTODOS DE ENVOLVENTES.	TEÓRICO/PRÁCTICO
5.3	MÉTODOS ESTADÍSTICO-PROBABILÍSTICOS.	
5.3.1 – 5.3.3	FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD.	
5.3.4	SELECCIÓN DE LA MEJOR FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	
5.2.2	MÉTODO RACIONAL AMERICANO.	TEÓRICO/PRÁCTICO
5.4.2	OBTENCIÓN DE CURVAS PRECIPITACIÓN-DURACIÓN PERÍODO DE RETORNO (hp-d-Tr)	
5.4.3	OBTENCIÓN DE CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN PERÍODO DE RETORNO. (i-d-Tr).	
5.2.4	HIDROGRAMAS UNITARIOS	
	<b>VI TRÁNSITO DE AVENIDAS.</b>	TEÓRICO/PRÁCTICO
6.1, 6.2	TRÁNSITO DE AVENIDAS EN CAUCES.	
6.3	TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS.	
	<b>VII DIMENSIONAMIENTO DE UN VASO.</b>	TEÓRICO
7.1, 7.2	CURVA DE APORTACIONES, CURVA DE DEMANDAS.	
7.3, 7.4	CAPACIDAD DE AZOLVES Y CAPACIDAD ÚTIL.	
7.5	CAPACIDAD DE SOBREALMACENAMIENTOS.	
7.6	INTRODUCCIÓN A LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.	

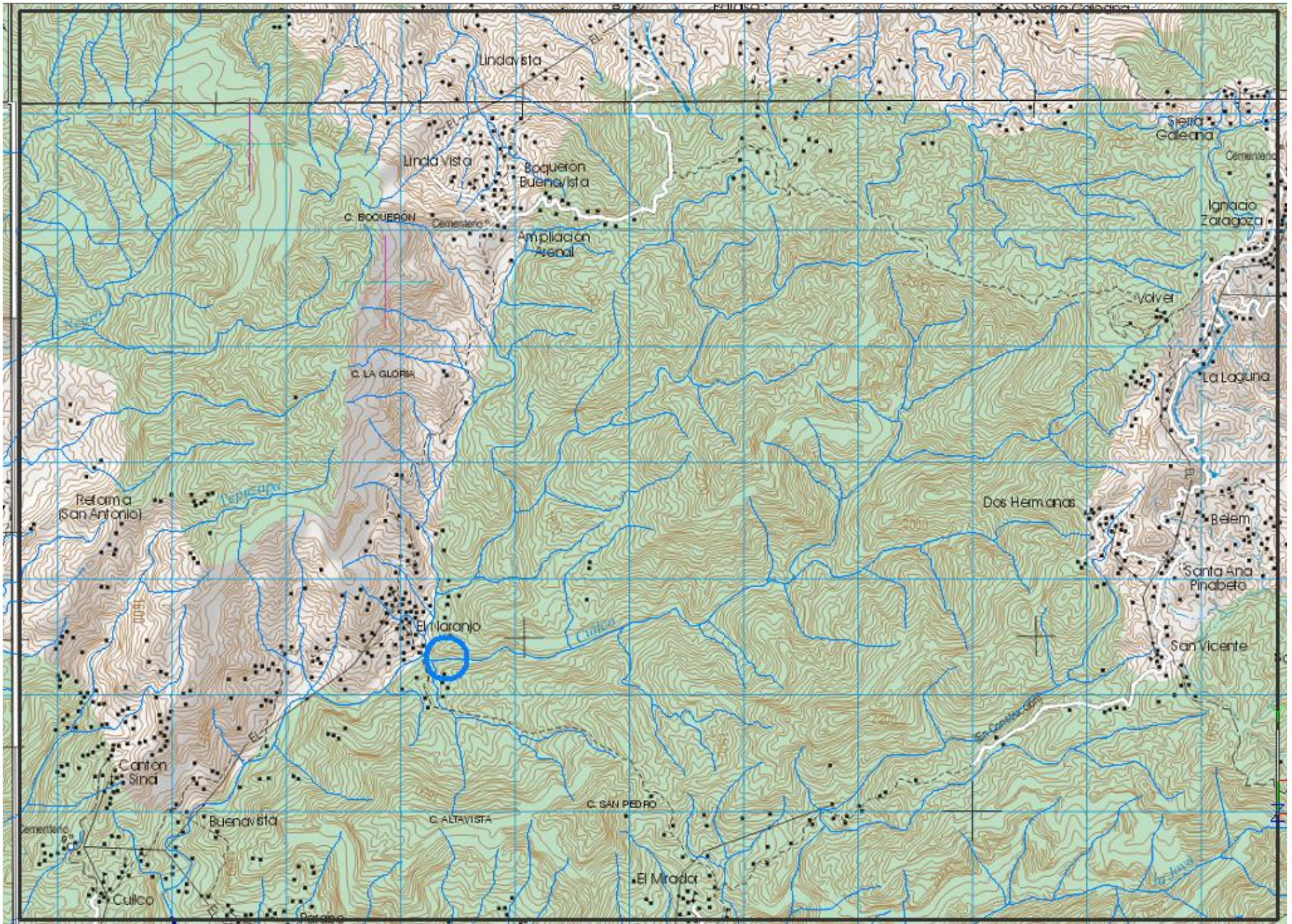
## UNIDAD I ASPECTOS GENERALES.

1. Explique qué es la Hidrología.
2. Mencione los distintos objetivos de la Hidrología.
3. ¿A qué otras áreas de la Hidráulica sirven de apoyo la Hidrología?
4. En la Hidráulica ¿qué aplicación tiene la Hidrología?
5. ¿En qué otras ramas de la Ingeniería Civil tienen aplicación la Hidrología?
6. Describe el ciclo del agua y represéntalo con un esquema.
7. ¿Cuál es la cantidad de agua que existe en el planeta y qué % es para consumo humano y en dónde se encuentra localizada?
8. ¿Cómo se relaciona el ciclo del agua con la Hidrología?
9. Explique ¿qué es la precipitación?
10. ¿Cuál es la precipitación media anual en la República Mexicana?
11. Defina qué es una cuenca.
12. Describa la clasificación de cuenca, cuantos tipos existen y ¿qué características tienen?
13. ¿En México quién se encarga de la gestión (administración) de los recursos hídricos (agua)?
14. Explique que es una Región Hidrológica y cuál es su clasificación.
15. Elabore una tabla e indica los estados que corresponden a cada Región Hidrológica.
16. Explique qué son las Regiones Administrativas de México.
17. Explique quién administra las Regiones Hidrológicas y Administrativas en nuestro país.
18. Mencione cuáles son los principales usos que tiene el agua.
19. ¿Cuántos ríos existen en México?
20. ¿Cuáles son los 5 principales ríos del país y por qué?
21. ¿Cuántos y cuáles son los ríos que comparte México con otros países?
22. Explique qué son los usos consuntivo y no consuntivo.
23. Dentro de los usos no consuntivos, cita 3 ejemplos y menciona cuál tiene mayor demanda de agua

## **UNIDAD II. CONCEPTOS BÁSICOS DE UNA CUENCA Y SU FISIOGRAFÍA.**

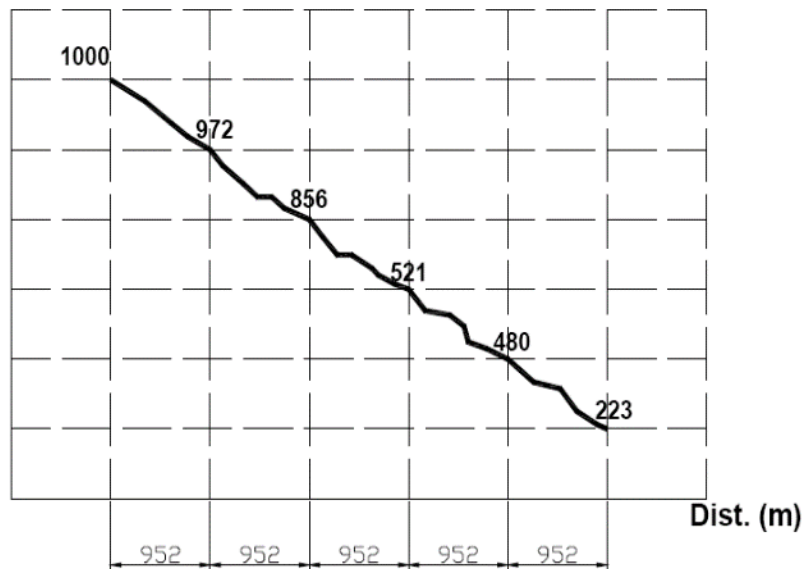
1. ¿Dónde se realiza un estudio hidrológico y cómo se delimita el área de estudio?
2. ¿Qué es una cuenca hidrológica?
3. ¿Cómo se divide una cuenca?
4. Enliste las características fisiográficas de una cuenca.
5. ¿Para qué sirve conocer las características físicas de una cuenca?
6. Explique que es la cobertura vegetal, uso de suelo y tipo de suelo; menciona cuál es su utilidad en un estudio hidrológico.

**EJERCICIO . PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO HUEHUETÁN, CHIAPAS. TRAZAR EL PARTEAGUAS, LA RED DE DRENAJE E IDENTIFICAR EL CAUCE PRINCIPAL HASTA EL NARANJO (MARCADO CON UN CÍRCULO AZUL (CONSIDERE COMO PUNTO DE ESTUDIO EL CENTRO DEL CÍRCULO)).**



### UNIDAD III. CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE.

1. Explique la clasificación de corrientes.
2. Explique en qué consiste el grado de bifurcación.
3. Escriba la ecuación para calcular la densidad de corrientes.
4. A partir de los datos mostrados en el perfil, los cuales fueron obtenidos de la carta topográfica, calcule la pendiente media del cauce principal:
  - a) Calcule la pendiente con la fórmula general.
  - b) Aplicando las 2 ecuaciones (ecuación general) y del método del Taylor Schwarz, según el perfil.



PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL.						
Tramo	Elevación (m)	longitud (m)	Desnivel (m)			
		Σ				Σ

## UNIDAD IV. CICLO HIDROLÓGICO.

1. Defina qué es la precipitación, explique sus tipos y formas.
  2. Explique cómo se mide la precipitación (aparato de medición, características generales y unidades de medición).
  3. ¿Cuáles son las partes de la precipitación?
  4. Defina qué es un hietograma, qué es la curva masa, ¿qué son las isoyetas?
  5. Defina qué es la intensidad.
  6. ¿Cuál es el objetivo de analizar la precipitación de varias estaciones?
  7. Explique qué es la precipitación media o promedio, los métodos y su ecuación para su cálculo.
  8. Explique qué es el escurrimiento, su origen y sus componentes.
  9. Cuáles son los factores que afectan el escurrimiento.
  10. Describa los métodos para obtener el escurrimiento.
  11. Explique qué es un hidrograma, enliste sus componentes
  12. Explique qué utilidad tiene un hidrograma.
  13. Defina qué es la infiltración.
  14. Describa los parámetros necesarios para calcular la infiltración.
  15. Describa los métodos y ecuaciones para estimar la infiltración.
  16. Ejercicio.
- a ) Obtener el hietograma y la curva masa de una tormenta cuyo registro aparece en la siguiente tabla.
- b ) Obtener la intensidad máxima para un intervalo de tiempo  $\Delta t = 2$  hrs.
- c ) Obtener la intensidad máxima para un intervalo de tiempo  $\Delta t = 3$  hrs.

tiempo , hrs	hp , mm acumulada	
16	0	
17	2	
18	4	
19	15	
20	22	
21	24	
22	25	

17 ejercicio.

Obtener la altura de precipitación media en la cuenca de los ríos Papagayo y Omitlán, Gro. (figura de abajo), aplicando el método de Thiessen, para una tormenta que se presentó en un día.



Polígonos de Thiessen de estaciones pluviométricas en la cuenca de los ríos Papagayo y Omitlán, Gro.

18.- Ejercicio.

Con base a los registros generados por la ocurrencia de una tormenta en una cuenca de 450 km<sup>2</sup>, contesta, elabora y calcula:

- ¿Qué tipo de cuenca es?
- Hietograma de precipitaciones
- Hidrograma
- Coefficiente de escurrimiento
- Volumen de escurrimiento directo
- Precipitación efectiva
- Índice de infiltración media
- Volumen de infiltración.

tpo. Hrs	hp, mm	Q, m <sup>3</sup> /s
0	0	25
2	14	25
4	25	25
6	38	58
8	50	69
10		85
12		67
14		35
16		25
18		25

19.-Ejercicio.

En un área (cuenca) de  $16.7 \text{ km}^2$  que tiene un pendiente de 0.2 y que está conformada por dos tipos de suelo, uno arcilloso con una extensión de  $14.5 \text{ km}^2$  y el otro de tipo arenoso que tiene una superficie aproximada de  $2.2 \text{ km}^2$ , se cultiva mediante surcos rectos. Calcular la lluvia en exceso o efectiva, si la precipitación total registrada es de 43.7 mm.

## UNIDAD V. AVENIDA MÁXIMA.

1. Explique qué es una avenida máxima y qué la origina.
2. Explique por qué es importante calcular la avenida máxima.
3. Menciona un ejemplo de avenida máxima y sus consecuencias.
4. Explique qué es el periodo de retorno.
5. Presente 5 diferentes valores de periodo de retorno y su aplicación.
6. Escribe la ecuación para calcular la probabilidad de ocurrencia de un evento hidrológico.
7. Explique que es un gasto de diseño y cuál es su aplicación.
8. Enlista ¿Cuáles son los métodos para calcular la avenida máxima?
9. los métodos o modelos empíricos, probabilísticos, de relación de lluvia escurrimiento (también conocidos como lineales o sintéticos), existentes para calcular gastos máximos en una corriente.
10. Describe qué diferencia existe entre los métodos enlistados en la pregunta anterior.
11. Describe cada uno de los métodos enlistados en la pregunta 8.
12. Enlista las ecuaciones, sus parámetros y unidades de cada uno de los métodos.
13. En una cuenca aforada, ¿qué métodos aplicarías?
14. En una cuenca no aforada, ¿qué métodos aplicarías?
15. Si se requiere calcular la avenida máxima... en un análisis probabilístico ¿qué tipos de datos se requieren, ya sean de lluvia o de gasto?
16. ¿Qué son las Funciones de Distribución de Probabilidades –FDP–? ¿Cuántos objetivos tienen y cuáles son esos objetivos?
17. ¿Cuáles son las FDP más usadas? ¿Cómo se selecciona la mejor?
18. ¿Qué son las Pruebas de Bondad de Ajuste (PBA)? Enlista las más utilizadas en un análisis probabilístico y describe el proceso de cada una de ellas.

### 19. Ejercicio.

Seleccionar la mejor Función con base a los registros de precipitaciones máximas anuales en 24 hrs. obtenidos de la estación climatológica Adolfo Ruiz Cortines. Una vez seleccionada la mejor FDP, aplicarla para obtener la precipitación máxima esperada en 24 hs para una presa derivadora.

AÑO	7370 Adolfo Ruiz Cortines hp, mm
1984	104.00
1985	85.00
1986	109.78
1987	204.20
1988	276.00
1989	60.20
1990	129.00
1991	73.00
1992	169.00
1993	92.00
1994	60.00
1995	115.00
1996	86.00
1997	172.00
1998	238.00
1999	172.00
2000	96.00
2001	100.00
2002	115.50
2003	118.50
2004	48.00
2005	229.00
2006	156.50
2007	105.50

20. Explique qué es la precipitación de diseño, enlistando los datos que se requieren para su cálculo.

21. Explique qué es la intensidad de diseño enlistando los datos que se requieren para su cálculo.

22. Ejercicio.

En una cuenca ubicada en Coatzacoalcos se realizará el encauzamiento de una corriente libre para protección a la población. Determina el gasto de diseño aplicando el Método Racional Americano, Hidrograma Unitario Triangular y Ven Te Chow, si el cauce principal tiene una pendiente media de 0.000583, inicia en la cota 2380 y termina en la cota 2373; la longitud del cauce es de 12006 m y el área de la cuenca es de 317.50 km<sup>2</sup>.

El tipo de suelo en la cuenca contiene arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcilla. Los usos de suelo son:

Zonas densamente construidas, (con superficie dura):	20.50 %
Zona con césped, con suelo grueso, (pastizal):	75 %
Zona forestal (bosque normal)	4.50 %

## UNIDAD VI TRÁNSITO DE AVENIDAS EN CAUCES.

1. Describe en qué consiste el tránsito de avenidas y menciona en dónde se realiza
2. ¿Cuál es objetivo del tránsito de avenidas?
3. Enlista los métodos de análisis.
4. Describe en qué consiste el método de Muskingum y menciona cuál es su objetivo.
5. ¿De qué parámetros se parte para su análisis?
6. ¿Qué se calcula a partir de dicho método?

### 7. Ejercicio

En los extremos de un tramo de un río se han medido los gastos mostrados en la tabla 1. Se requiere transitar la avenida mostrada en la columna 3 de la tabla 2.

t, días	I, m <sup>3</sup> /seg	O, m <sup>3</sup> /seg
0	59	42
1	93	70
2	129	76
3	205	142
4	210	183
5	234	185
6	325	213
7	554	293
8	627	397
9	526	487
10	432	533
11	252	481
12	203	371
13	158	252
14	130	196
15	105	161
16	90	143
17	80	112
18	68	95
19	59	83
20	59	75

Tabla 1.

t, días	I, m <sup>3</sup> /seg	O, m <sup>3</sup> /seg
0	40	
1	80	
2	130	
3	240	
4	350	
5	610	
6	1050	
7	980	
8	760	
9	610	
10	525	
11	940	
12	1520	
13	1210	
14	1180	
15	1005	
16	930	
17	810	
18	760	
19	690	
20	660	
21	600	
22	500	
23	400	
24	310	
25	250	
26	190	
27	170	
28	140	

## **INTRODUCCIÓN A LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.**

1. Qué estudia la Hidrología Subterránea.
2. De qué áreas se apoya para su estudio.
3. ¿Cómo se relaciona con la Hidrología Superficial?
4. Defina qué es un acuífero, su clasificación, características y presente un esquema de cada tipo.,
5. ¿Cuántos acuíferos existen en la República Mexicana?, incluir mapa
6. ¿México comparte acuíferos con otros países? ¿Cuáles son y con qué países?
7. ¿Cuál es la disponibilidad del agua subterránea en México?
8. ¿Qué aplicación tiene la Hidrología Subterránea en la ingeniería?
9. ¿Qué uso se le da al agua subterránea?
10. Describe la situación actual de la sobreexplotación de acuíferos en México-Tabla e imagen.
11. Describe ¿qué es la intrusión salina y cuáles son los acuíferos con intrusión marina en la México?

## Bibliografía.

1. Aparicio Mijares Francisco J., **“Fundamentos de Hidrología de Superficie”**, Ed. Limusa, Noriega Editores, México D. F, 1987.
2. Chow Ven Te, et al, **“Hidrología Aplicada”**, Editorial McGraw Hill, 1994.
3. Campos Aranda Daniel Francisco, **“Procesos del Ciclo Hidrológico”**, Universidad de San Luis Potosí, 1987.
4. Monsalve Sáenz, Germán **“Hidrología en la Ingeniería”**, Editorial Alfa Omega, 2ª Edición. Colombia, 2000.
5. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. **Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC 2.**
6. Comisión Nacional del Agua, **Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS)**, versión 4.0. Julio 2003.
7. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, Secretaría de Obras y Servicios. **Manual de Hidráulica Urbana Tomo I.** Departamento del Distrito Federal, 1982.
8. Campos Núñez Filiberto et al, **“Diseño De Puentes Para Vehículos”** Tomo I, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), México D.F., 1988.
9. Springall Galindo, Rolando. **“Apuntes de análisis estadístico y probabilístico de datos hidrológicos. Hidrología superficial”**. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.
10. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, **“Métodos hidrológicos para previsión de escurrimientos”**. México, 1982.
11. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). **Instructivo de Hidrología para determinar la Avenida Máxima Ordinaria**, 1987.
12. Custodio E. – Llamas M. R. **Hidrología Subterránea**; 2 Tomos. Ed. Omega, 2ª Edición, España, 1983. 340 págs.
13. Chávez Guillén Rubén. **Hidrología Subterránea, Curso de Geohidrología**. Editorial IPN, 3ra. Edición, México, 1975, 390 págs.
14. Davis y de Wiest. **Hidrogeología**, Editorial: Ariel, 1991, 2da Edición, 456 págs.