

# NECESIDAD DE LA IRRIGACIÓN EN MÉXICO.

## 1. Descripción Somera del Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico definido como la interminable circulación que siguen las partículas de agua en cualquiera de sus tres estados físicos. La circulación se efectúa en forma natural y durante la misma, el agua sufre transformaciones físicas, que en nada alteran su cantidad.

El ciclo hidrológico se lleva a cabo en los tres estratos del sistema terrestre: la atmósfera, o sea la capa gaseosa que envuelve al globo terráqueo, la litosfera que corresponde a la porción sólida de la superficie del globo y la hidrosfera, formada por los cuerpos de agua que cubren parte de la superficie de la tierra.

A ciencia cierta no se sabe donde se inicia el ciclo hidrológico, pero se considera que por ocupar los mares y océanos el 70 % de la superficie terrestre, es ahí donde se puede considerar que se inicia el ciclo, ya que la evaporación proveniente de ellos es mucho más alta que la que proviene de la tierra y de algunas partes de la atmósfera.

El vapor de agua producto de la evaporación, se condensa en la atmósfera formando nubes, las que al reunir ciertas condiciones se precipitan llegando a la tierra, al suelo o a los océanos. Parte del agua que se precipita puede ser interceptada por las plantas, escurrir sobre la superficie de los suelos o infiltrarse al subsuelo; gran parte del agua interceptada, de la transpirada por las plantas y de la que escurre superficialmente, vuelve al aire al evaporarse. El agua infiltrada puede percolar a zonas profundas, almacenándose en acuíferos subterráneos, los cuales pueden aflorar como a manantiales, agregándose a corrientes superficiales y llegar a los mares y océanos para ser evaporada cerrando así el ciclo del agua o ciclo hidrológico.

Analizando lo anterior se puede observar que en ciclo hidrológico intervienen procesos complicados de evaporación, precipitación, transpiración, infiltración, percolación, afloramiento, almacenamiento y escurrimiento.

Para representar el ciclo hidrológico, se han hecho diferentes diagramas, algunos meramente descriptivos como el mostrado en la fig.1, otros cuantitativos como el que se muestra en la fig. 2, y otros cualitativos como el que se indica en la fig. 3.

## 2. Evaluación del Ciclo Hidrológico.

A nivel mundial la energía solar evapora y eleva alrededor de: 500,000 Km<sup>3</sup> de agua de la superficie terrestre, de la cual 86 % es de los océanos y 14 % de los suelos.

Una cantidad equivalente se precipita en la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo: de la cual 78% cae en la superficie de los océanos, lagos y lagunas y 22% cae en la superficie terrestre, esto significa que el sistema transfiere 38,800 Km<sup>3</sup> de agua de océanos a continentes.

Para completar el Ciclo, el agua regresa supuestamente a los océanos en forma de escurrimiento.

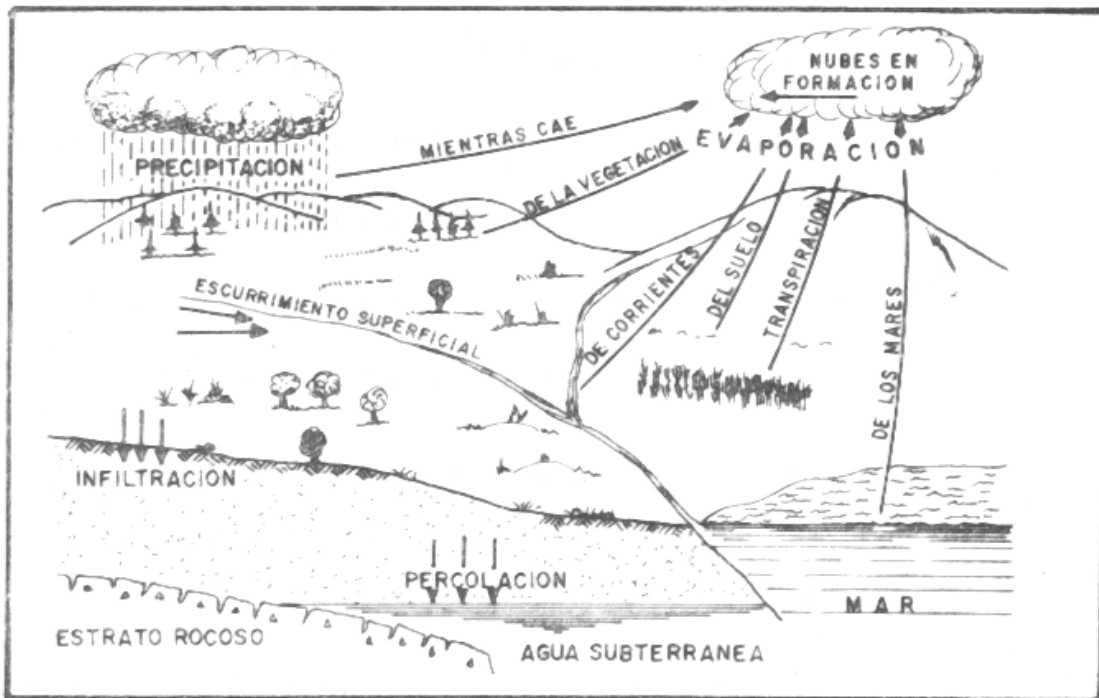
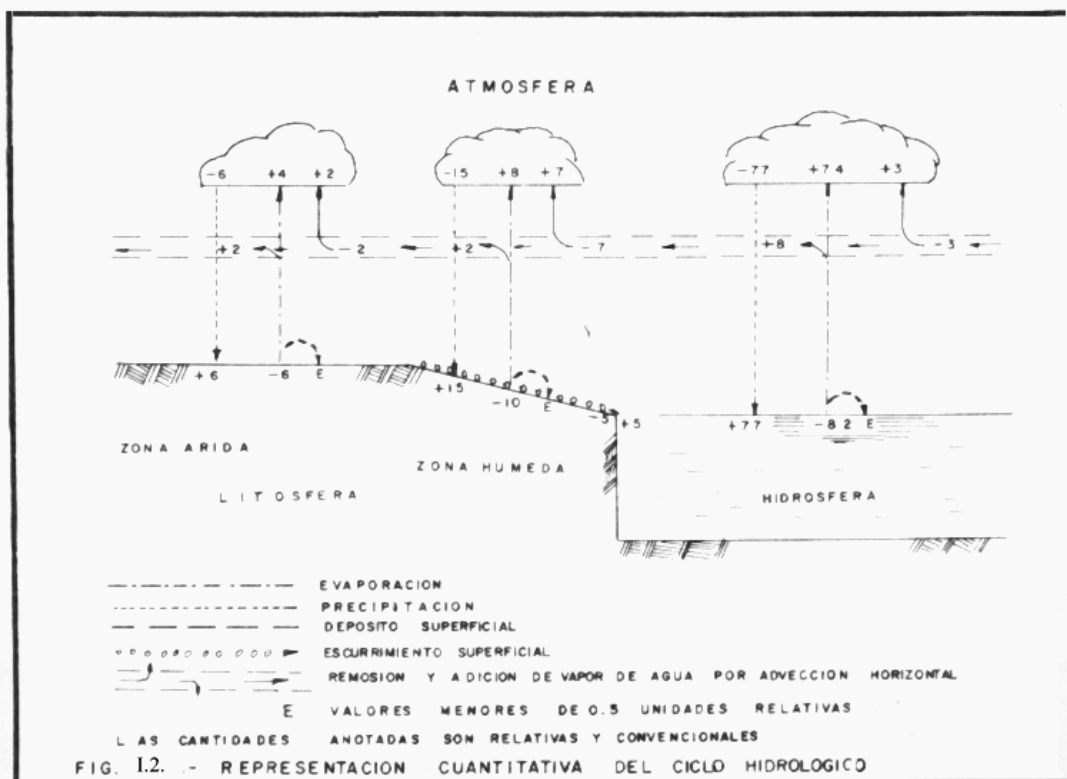
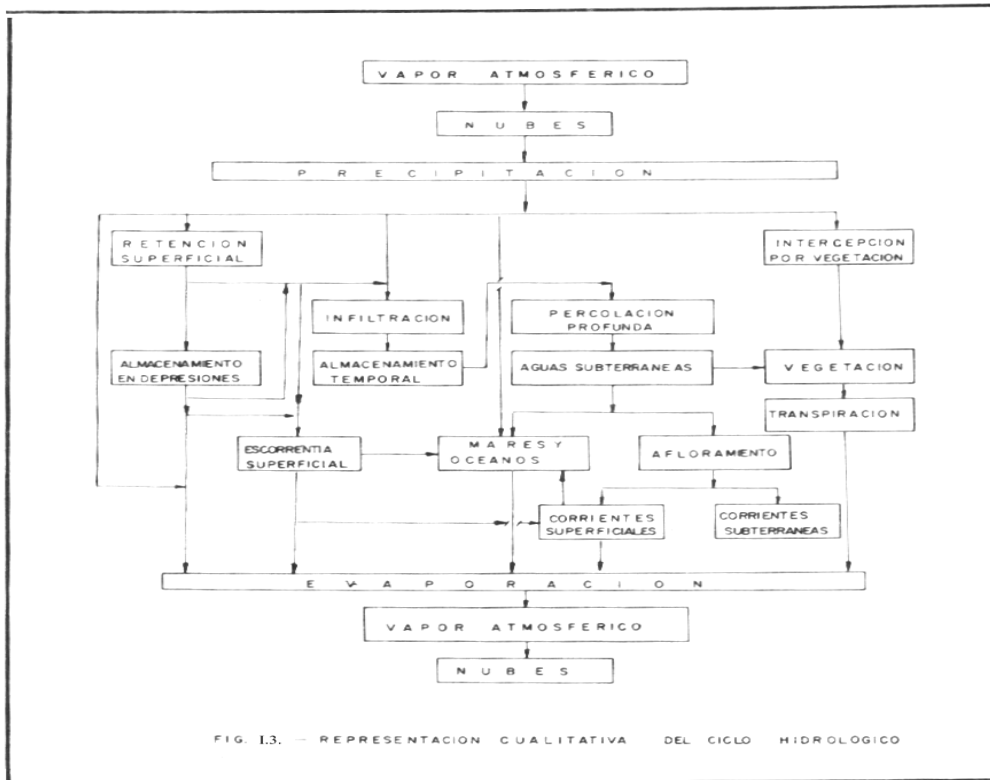


Figura I.1. Representación descriptiva del Ciclo Hidrológico.





En México la precipitación media anual es de 780 mm equivalente a 1,530 Km<sup>3</sup>, distribuida en forma genérica: 2/3 partes en el sur y 1/3 parte en el norte del país y concentrada en los meses de junio a octubre. De la anterior precipitación, el 73 % se evapotranspira o se infiltra recargando acuíferos, y el restante 27% escurre superficialmente, representando un volumen de 410,000 millones de m<sup>3</sup>, definido como escurrimiento superficial virgen, distribuido de la siguiente forma: en el 30 % de la superficie del país, en la zona norte, se genera tan solo el 4 % del escurrimiento, mientras que en el 20% del territorio, en la zona sureste y zonas costeras, se genera el 50 % del escurrimiento. Estas irregularidades espaciales y temporales plantean un reto especial en el manejo del agua de nuestro país.

Adicional a lo anterior, haciendo un balance del escurrimiento superficial, primeramente a nivel regional, a nivel nacional resulta:

Tabla 1. Balance del Agua Superficial en la República Mexicana (en Km<sup>3</sup>/año)

Disponibilidad Hidráulica			Extracción Para Usos Consuntivos	Exportac. (*)	Evaporación de Vasos	Balance
Esc. Virgen	Retor.Utiliz.	Import. (*)				
410.7	2.98	1.93	49.2	0.43	6.56	357.6

Fuente: Programa Hidráulico 1995-2000, Comisión Nacional de Agua.

(\*) Se importan de E.U. 1.85 Km<sup>3</sup>/año a la región noroeste y 0.07 a la región Norte y se exportan a E.U. 0.43 de la región Norte, comprometidos mediante Acuerdo de carácter Internacional, así como 47.0 importados de Guatemala en la región sureste, sobre los cuales no existe convenio. El resto en importaciones y exportaciones son transferencias entre cuencas nacionales.

México cuenta con 314 cuencas, clasificadas en 37 regiones hidrológicas y en 13 regiones hidrológico administrativas. Entre los ríos más caudalosos se encuentran: el Grijalva, Usumacinta, Papaloapan, Pánuco y Bravo, los cuales desembocan al Golfo de México; el Santiago, Balsas, Lerma, Fuerte, Yaqui y San Pedro, que desembocan al Océano Pacífico; y el Río Nazas, dentro del propio territorio.

Por su naturaleza, la cuantificación del agua subterránea, menos precisa, permite identificar: 31,000 millones de m<sup>3</sup> de agua subterránea renovable anualmente y 110,000 millones de m<sup>3</sup> de agua subterránea no renovable, la cual aceleradamente se ha estado consumiendo.

### 3. Clasificación del Temporal.

Considerando la principal fase básica del ciclo hidrológico, la precipitación, y de la cual dependen todas las zonas de temporal, en las que para prosperar una agricultura adecuadamente, se requiere de un temporal adecuado. Tomando solo en cuenta dos factores principales: las condiciones medias anuales de precipitación pluvial y la temperatura, en un intento inicial el temporal ha sido clasificado como sigue:

Tabla 2. Clasificación del Temporal de acuerdo a la Precipitación y Temperatura.

No	TIPO DE TEMPORAL	PRECIPITACION	TEMPERATURA
1	EFICIENTE	> 700 mm	Entre 20 y 29 ° C
2	DEFICIENTE	Entre 400 y 700 mm	Entre 10 y 20° C
3	MALO	< 400 mm	Menor de 10° C y Mayor de 29° C

### 4. División del Territorio Nacional según su Precipitación

En la república mexicana las lluvias están irregularmente distribuidas durante los meses del año y en ocasiones hay localidades donde la precipitación de un mes cae en un solo día. Más del 65% de la lluvia anual se presenta en solo cuatro meses, de junio a septiembre. Desafortunadamente, la ausencia de lluvias coincide frecuentemente con la máxima demanda de humedad por las plantas, lo que acentúa la condición de aridez de muchas regiones, independientemente de la reducida magnitud de la precipitación. Con excepción de Baja California y, en parte, de la costa de Sonora y Sinaloa, el régimen pluvial dominante se caracteriza por un periodo seco de noviembre a mayo y otros con lluvias de junio a octubre.

Además de ser el monto total de la lluvia, en general escaso durante el año y mal distribuido en los diversos meses, con frecuencia se presentan uno o varios años consecutivos de sequías.

Por lo que se refiere a las escasas lluvias invernales, estas provienen, en México, de masas de aire polar que descienden desde Canadá e invaden casi todo el país, causando algunas lluvias y los naturales fríos y heladas.

En el verano, al país llegan de ambos mares, vientos muy cargados de humedad que producen importantes lluvias, tanto en las cuencas de los ríos de la vertiente del Golfo como en la del Pacífico, y aún en la altiplanicie, lo que determina que las

corrientes situadas, sobre todo en dichas vertientes, produzcan escurrimientos de consideración en esa época.

Como factor muy importante, México recibe también la influencia de los ciclones tropicales, los cuales se forman durante el verano en los mares cálidos, próximos al Ecuador.

En la fig. 4 se muestra esquemáticamente la forma como se distribuyen las lluvias en la república mexicana.

### 5. Superficie estimada de temporal.

Considerando que la superficie total laborable en la república mexicana, es de 30 millones de hectáreas y la superficie estimada de temporal es de 21 millones de hectáreas, se tiene la siguiente:

Tabla 3. Superficie estimada del temporal de acuerdo a su tipo, y porcentaje respecto a la total estimada (Fuente: Muñoz V., J. -1976- Plan Agrícola Nacional, SAG).

No	TIPO DE TEMPORAL	Superficie Estimada en Millones de ha	Porcentaje Respecto al Total Estimado
1	EFICIENTE	11.6	55.2 %
2	DEFICIENTE	5.8	27.6 %
3	MALO	3.6	17.2 %

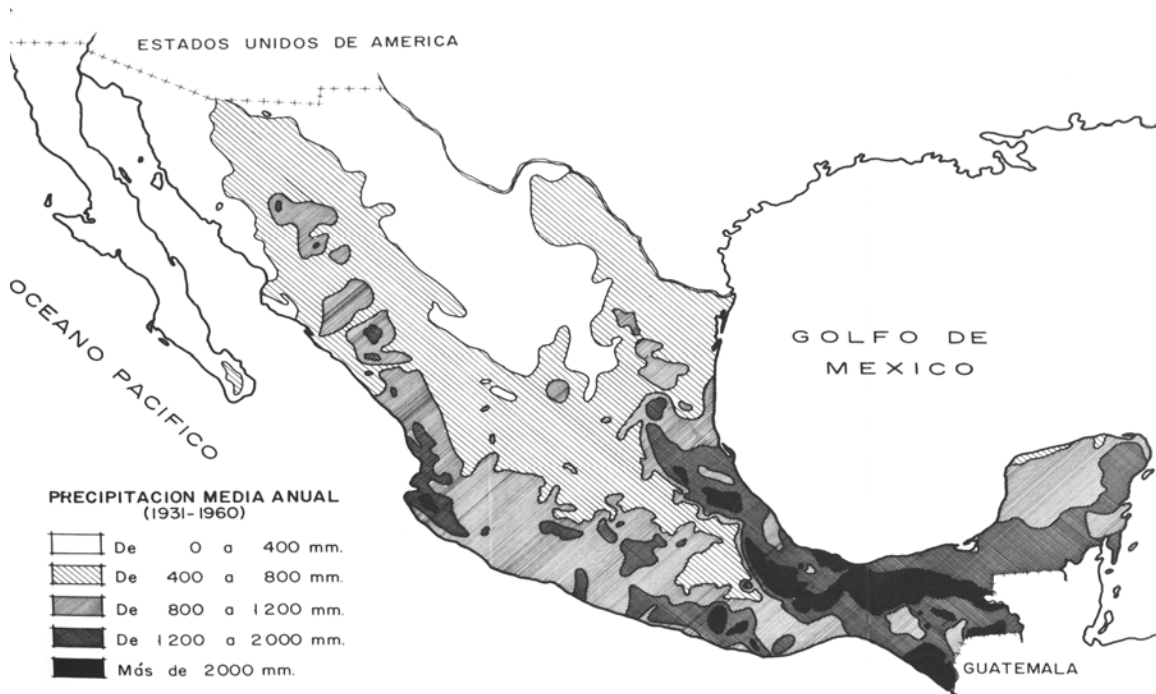


Fig. 4. División del Territorio Nacional según la precipitación.

## 6. Formas de clasificación del Territorio nacional de acuerdo a la necesidad de Irrigación.

De acuerdo al monto anual y distribución mensual de las lluvias, así como de las temperaturas y humedad atmosférica, el territorio nacional, según la necesidad de irrigación, se puede clasificar en:

Tabla 4. Forma de clasificación del territorio Nacional según la necesidad de Irrigación. (Fuente: Orive A., A.-1970- La Irrigación en México)

No	TIPO DE ZONA	OBSERVACIONES
1	Zona Húmeda	Básicamente no se requiere de la irrigación para obtener una cosecha anual
2	Zona Arida	Sólo hay AGRICULTURA SI HAY IRRIGACION
3	Zonas Intermedias:	Donde las lluvias permiten en algunos años el desarrollo de cultivos sin necesidad de la irrigación.
3.1	Zona Semi-húmeda	Más del 50 % de los años, la lluvia es suficiente para obtener una cosecha sin irrigación.
3.2	Zona Semi-árida	Predominan los años con periodos de lluvias insuficientes, por lo que se requiere el riego de auxilio durante la temporada de lluvias, haciéndose indispensable el riego en la temporada de secas

## 7. División del Territorio Nacional de acuerdo a la Necesidad de irrigación

Incorporando la clasificación de la Tabla 4, a la república mexicana considerando las condiciones de precipitación de la fig. 4, de acuerdo a un estudio realizado por la Comisión Nacional de Irrigación en 1944 en el que adicionalmente se toma en cuenta a las temperaturas, resultando lo que se muestra a la fig. 5.

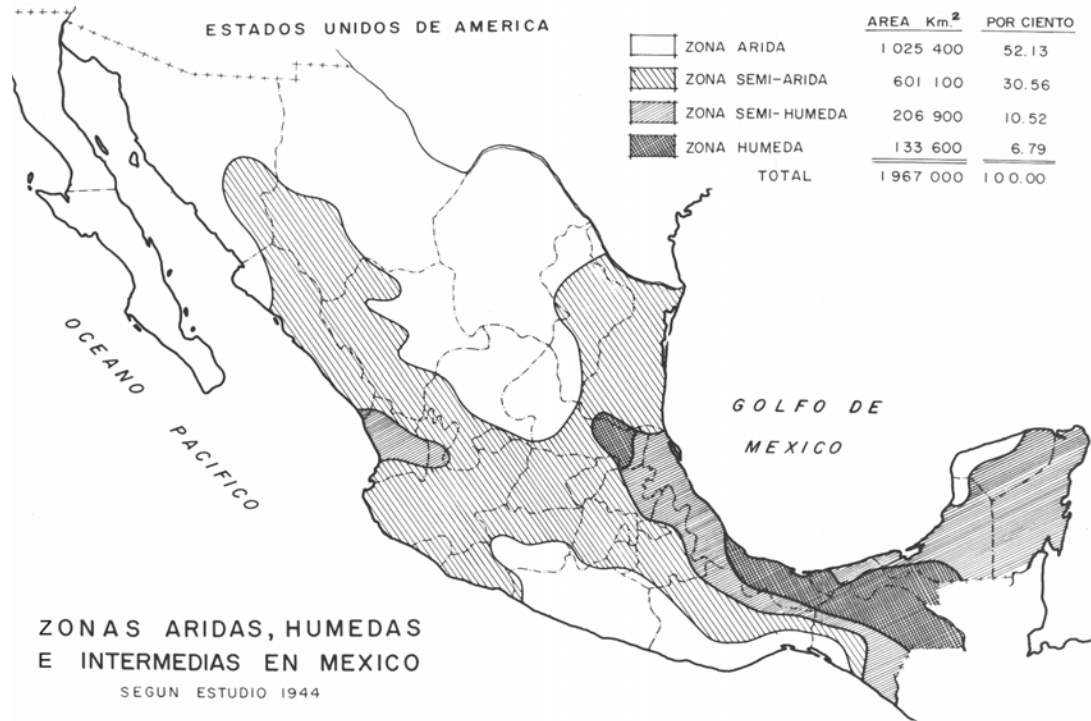


Fig. 5. Distribución de las zonas áridas, húmedas e intermedias en la república mexicana.

## 8. Comparación de los estudios realizados sobre la necesidad de irrigación.

Con posterioridad al estudio de 1944 de la CNI, en 1958 la Secretaría de Recursos Hidráulicos hizo un nuevo estudio con mayor acopio de datos, acerca del panorama de México desde el punto de vista de la necesidad de irrigación. En 1961 la UNAM realizó otro estudio donde consideraba el índice de aridez de Emberger y por último en 1969 donde se racionalizaba el primer estudio subdividiendo las zonas extremas.

Tabla No.5. Comparación de estudios sobre la necesidad de irrigación en México (Fuente: Orive A., A.-1970- La Irrigación en México)

Estudio de 1944		Estudio de 1958		Estudio de 1961(*)		Estudio de 1969	
ZONA	%	ZONA	%	ZONA	%	ZONA	%
Arida	52.1	Riego Indispensable	62.8	Desértica	4.3	Muy Arida	23
Semi-árida	30.6	Riego Necesario	31.2	Arida	33.9	Arida	20
Semi-húmeda	10.5	Riego Conveniente	4.5	Semi-árida	33.4	Semi-árida	34
Húmeda	6.8	No se necesita Riego	1.5	Transición	11.7	Semi-húmeda	16
				Semi-húmeda	10.4	Húmeda	4
				Húmeda	4.8	Muy Húmeda	3
				Muy Húmeda	1.5		

(\*) realizado por la UNAM

Con los datos de lluvias, temperaturas, evaporaciones, etc., aportados por las estaciones climatológicas existentes en el país, así como los aportados por las nuevas estaciones que se instalen y los procedimientos tecnológicos que se desarrollen, será posible que se emprendan nuevos estudios, para los que Orive ( ) recomienda que se consideren las siguientes zonas, tomando las mismas dos zonas "límites", o sea aquellas en que no puede haber agricultura si no hay riego, y aquellas en que no se necesita la irrigación para obtener una cosecha; para las zonas intermedias recomienda considerar a cinco, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Recomendación de zonas para futuros estudios sobre la necesidad de irrigación (Fuente: Orive A., A.-1970- La Irrigación en México)

ZONA	CARACTERISTICAS
I	Donde el riego sea absolutamente indispensable
II	Donde del 0 al 20% de los años sea probable obtener una cosecha de temporal (secano)
III	Donde la probabilidad sea del 20% al 40% de los años
IV	Donde sea del 40% al 60%
V	Donde la probabilidad sea del 60% al 80 %
VI	Donde sea del 80% al 100%
VII	Donde todos los años sea probable obtener una cosecha de temporal y por lo tanto el riego básicamente no se necesite (pero en que muy probablemente serán necesarias costosas obras de desagüe y drenaje)