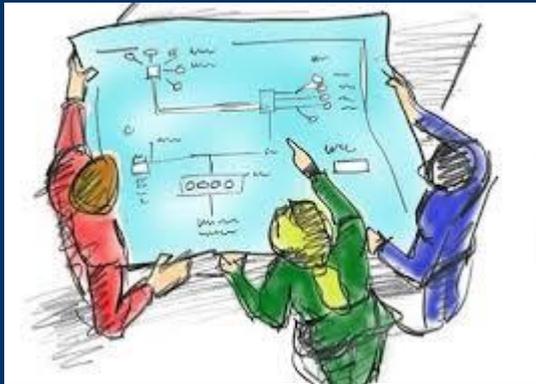


# PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

---



# FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS



# PRINCIPIOS GENERALES

## ENFOQUES BÁSICOS:

Las alternativas deberán ser factibles, o sea ocupar la intersección de lo que resulte política, económica, financiera legal y técnicamente factible.

Durante el proceso de planeación, todas las alternativas deben probarse para determinar periódicamente su factibilidad.

Se deben tener en cuenta tres preguntas formuladas por John J. Carty

Por qué hay que hacer esto?

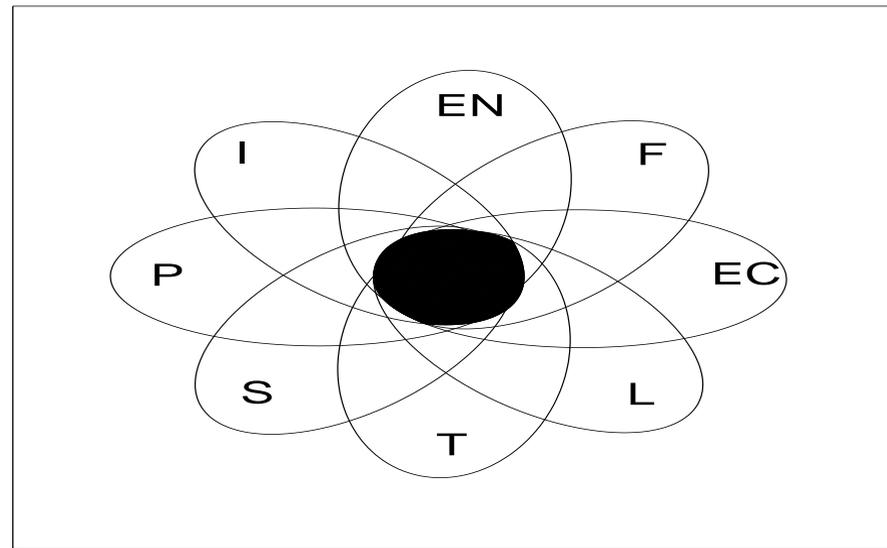
Por qué hay que hacerlo ahora?

Por qué hay que hacerlo de esta manera?

---

---

# Conjunto de alternativas factibles



U= el universo de todas las alternativas posibles

EN= el conjunto de las alternativas ambientalmente factibles

F= el conjunto de las alternativas financieramente factibles

EC= el conjunto de las alternativas económicamente factibles

L= el conjunto de las alternativas legalmente factibles

T= el conjunto de las alternativas técnicamente factibles

S= el conjunto de las alternativas socialmente factibles

P= el conjunto de las alternativas políticamente factibles

I= el conjunto de las alternativas institucionalmente factibles

CONJUNTO DE ALTERNATIVAS FACTIBLES

# CALENDARIZACIÓN, ETAPAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO

## CALENDARIZACIÓN:

El cálculo del tiempo óptimo se conoce como la calendarización del proyecto.

Cuándo realizar el proyecto?

Cuando no se puede aprovechar la capacidad total del proyecto después de la construcción, una demora en la ejecución del mismo puede producir mayores beneficios netos.



## ETAPAS:

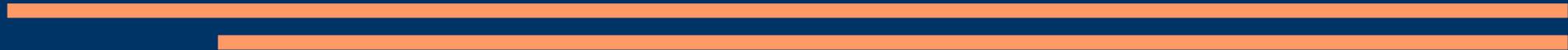
La ejecución por etapas, implica un trueque.

La ejecución por etapas también ofrece una barrera contra la incertidumbre, ya que no es necesario construir las etapas subsiguientes si no se materializa la necesidad.

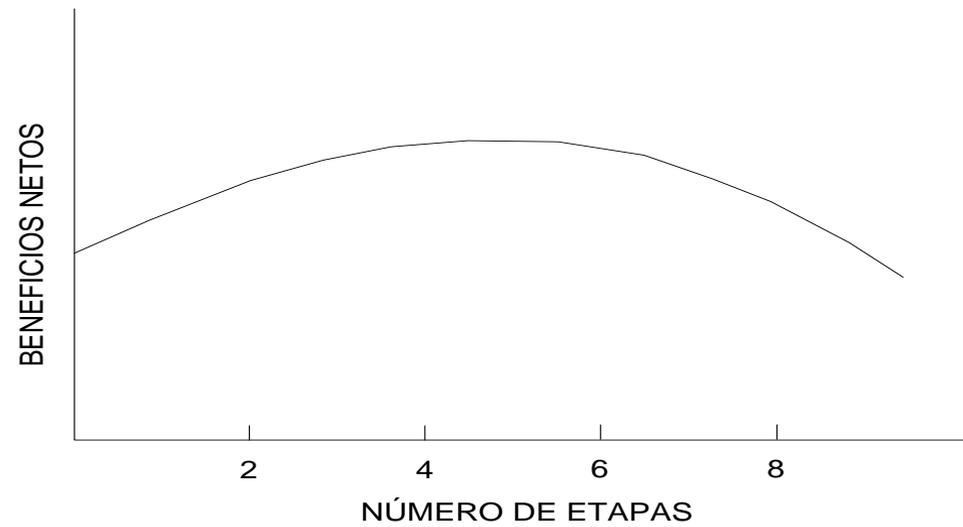
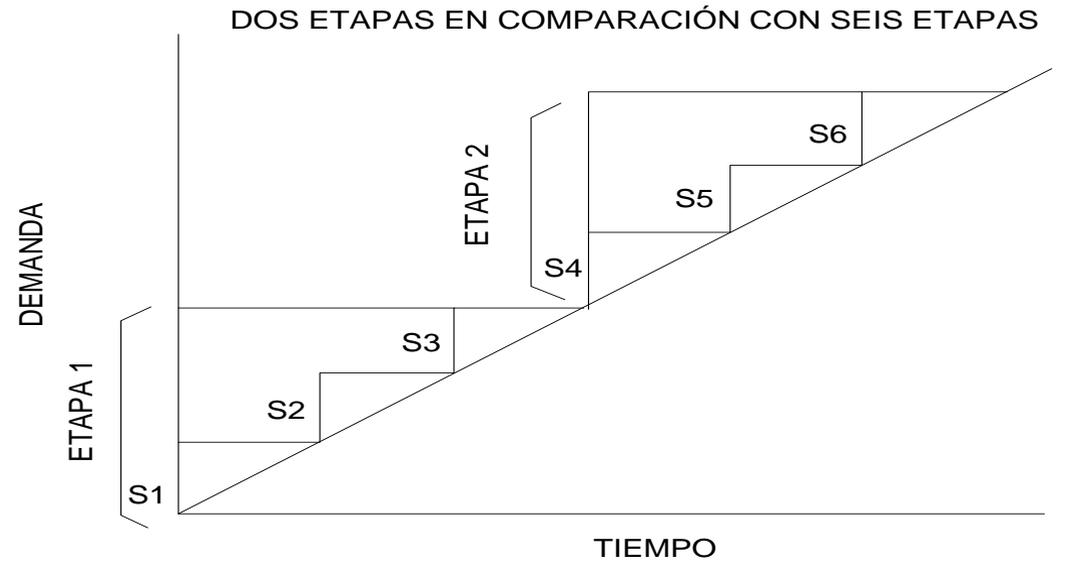
## DIMENSIONAMIENTO:

Ejemplo de dimensionamiento: La construcción de “tanques”, o pequeños embalses.

Algunos de los almacenamientos no son otra cosa que pequeñas presas construidas para almacenar el agua de una cuenca, otros son tanques australianos o estanques excavados en los campos.



# Economía de Ejecución por etapas



ECONOMÍA DE LA EJECUCIÓN POR ETAPAS

## ALTERNATIVAS PARA ESTUDIOS DE POLITICAS, DE APOYO Y DE EVALUACIÓN GENERAL

Las políticas son reglas que corrigen las ineficiencias o las desigualdades de un sector o ambas.

Las políticas fomentan el establecimiento de metas sociales que no se pueden alcanzar sin la intervención del gobierno.

La principal dificultad en la formulación de políticas alternativas estriba en la estimación de los impactos que tendrán sobre el sector y sobre la sociedad.

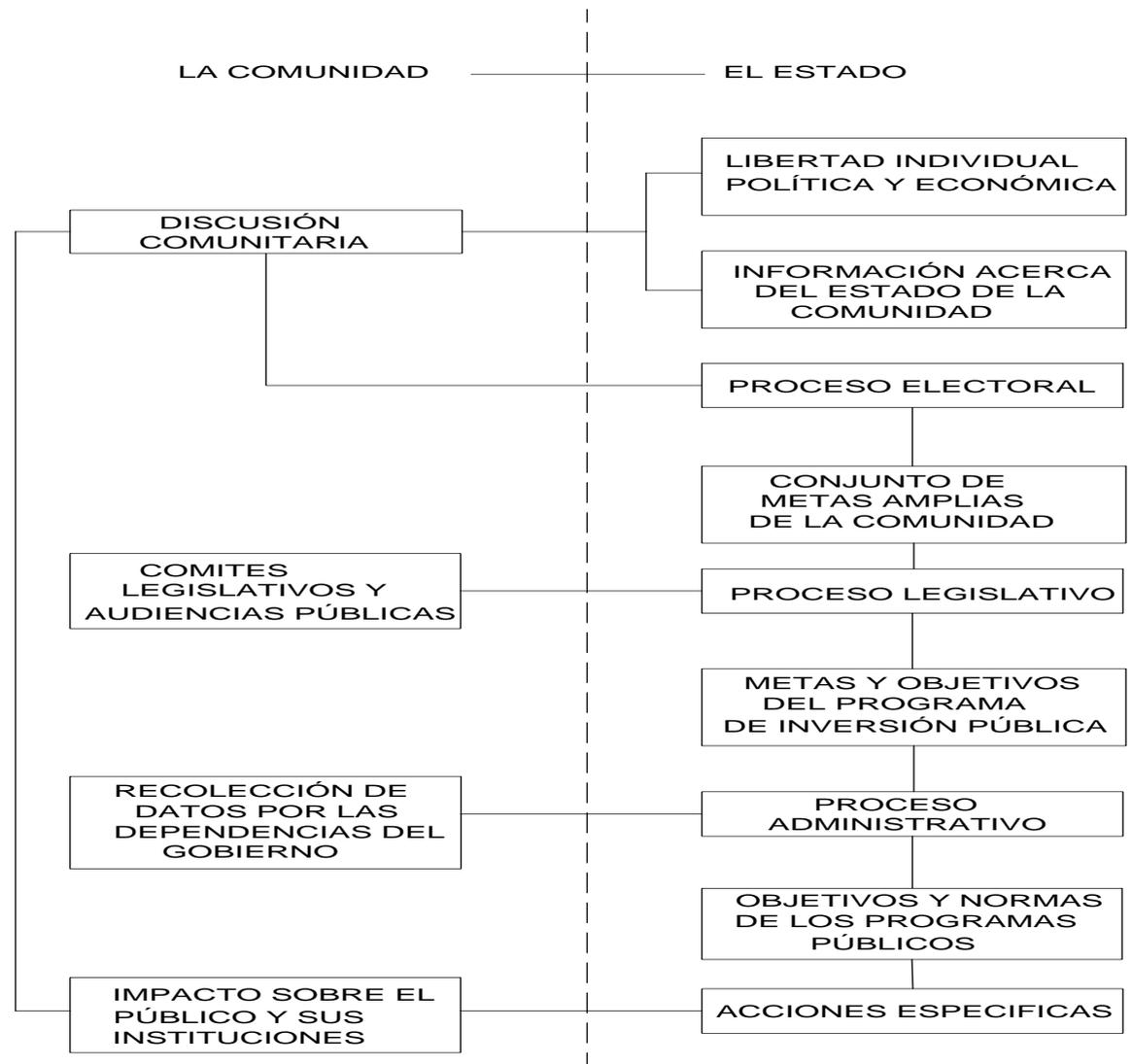
## ALTERNATIVAS DE APOYO

Tratan de las redes de datos, oportunidades amplias y las recomendaciones sobre los esfuerzos de planeación subsiguientes. Los estudios de apoyo buscan cantidades aproximadas así como fuentes de suministro y demanda en la cuenca de un río, por ello se les llama planes preliminares

---

---

El desarrollo de las políticas se asemeja a las operaciones de un estado democrático constitucional.



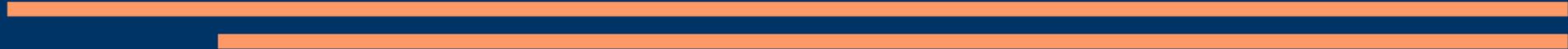
MODELO DE UN ESTADO DEMOCRÁTICO CONSTITUCIONALMENTE FUERTE OECD

## ALTERNATIVAS DE EVALUACIÓN GENERAL

Estas alternativas incluirán diversas maneras de utilizar el agua para cumplir con los objetivos de estudio.

Es posible que en esta etapa se necesiten modelos de optimización más complejos.

Se pueden recurrir a la programación dinámica para optimizar las alternativas, no sólo en el caso de la asignación del agua, sino también para la operación de los embalses.



# ALTERNATIVAS EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA (IRRIGACIÓN)

Sin tomar en cuenta la precipitación y el efluente de las aguas residuales, el agua de irrigación procede, de fuentes superficiales, subterráneas o de combinación de las dos.

La calidad, calendarización y confiabilidad requeridas de los suministros de aguas de irrigación difieren de las requeridas para el agua de uso municipal e industrial.



## ALTERNATIVAS DEL AGUA SUPERFICIAL

Las técnicas de recolección de agua en los trópicos semiáridos se destinan a aumentar la porción utilizable de la precipitación.

En Israel, en Túnez la construcción de canales para la concentración de la precipitación, diques y otras estructuras de este tipo en las áreas sembradas.

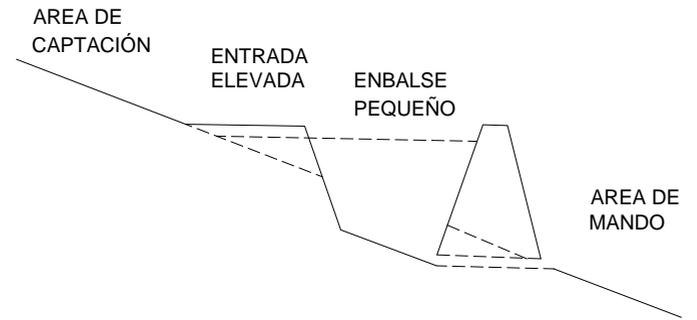
El tratamiento de cuencas para aumentar el escurrimiento directo junto con variedades mejoradas de siembras y técnicas de cultivo.

En la India la construcción de pequeños embalses, o tanques los cuales captan y almacenan el escurrimiento directo.

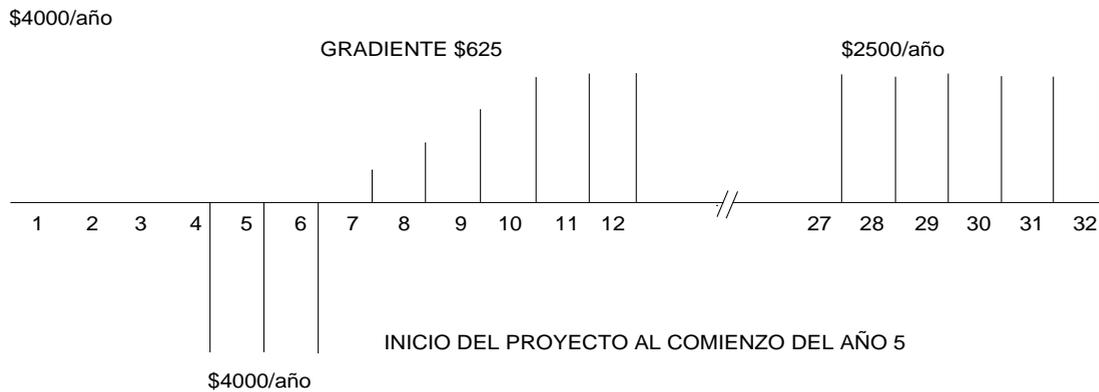
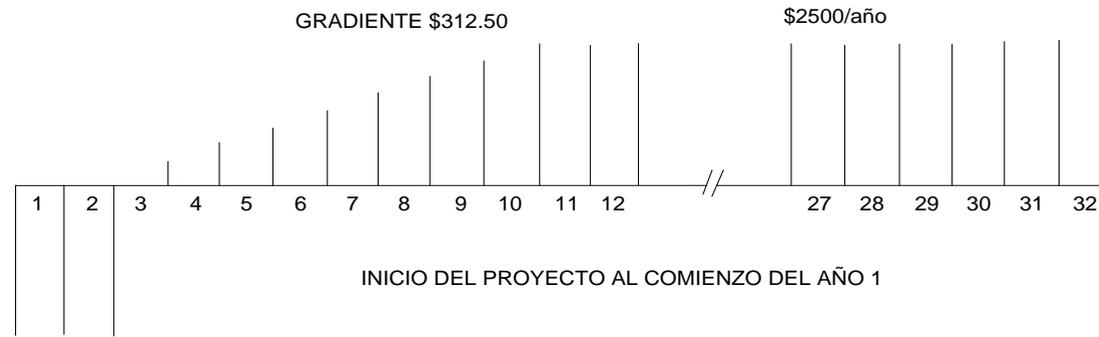
La manera de disminuir las pérdidas por evaporación y filtración y el análisis de sistemas a fin de optimizar el diseño de los sistemas de tanques.

---

---



CONCEPTUALIZACIÓN DE UN PEQUEÑO EMBALSE DEL TIPO DE ENTRADA ELEVADA (TANQUE)



DIAGRAMAS DEL FLUJO DE EFECTIVO

# Alternativas en el abastecimiento de agua

En regiones semiáridas el tema de almacenamiento de las aguas superficiales es una alternativa de solución

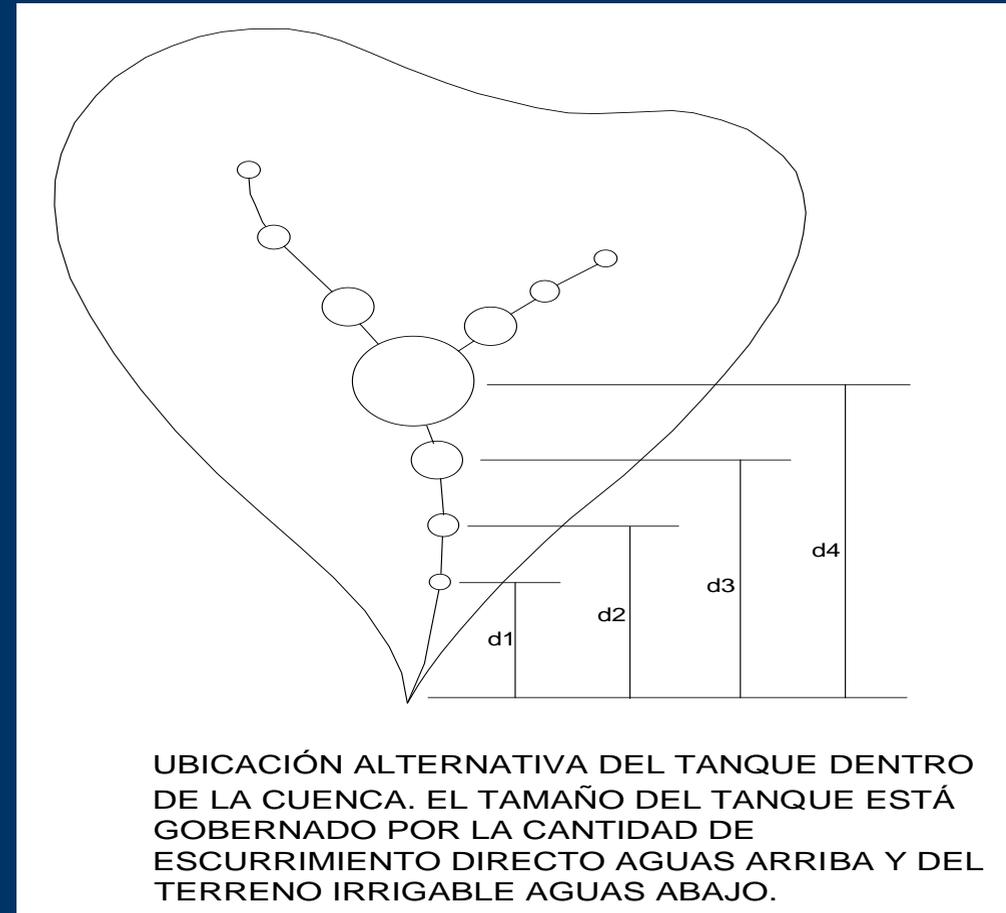
Son tres los problemas de optimización que se incluyen en el diseño de los sistemas de almacenamiento:

- la determinación de la forma o las dimensiones óptimas de los depósitos u embalses, dado el volumen requerido,
  - el volumen óptimo
  - la determinación de la ubicación de los mismos en la cuenca.
- 
-

# Dimensionamiento de embalses para provisión de agua

El tamaño del almacenamiento no deberá ser mayor que el escurrimiento directo disponible.

El volumen del almacenamiento no deberá ser mayor que la cantidad de agua que pueda utilizarse en el área de mando. Esta cantidad disminuirá según el embalse se desplace hacia la dentro de la cuenca.



El dimensionamiento del tanque consiste en hallar las relaciones funcionales entre el escurrimiento directo y el área de mando, y la distancia  $d$  a la que se ubica el tanque desde la boca de la cuenca es decir:

$$V=h(a)=k(d)$$

donde

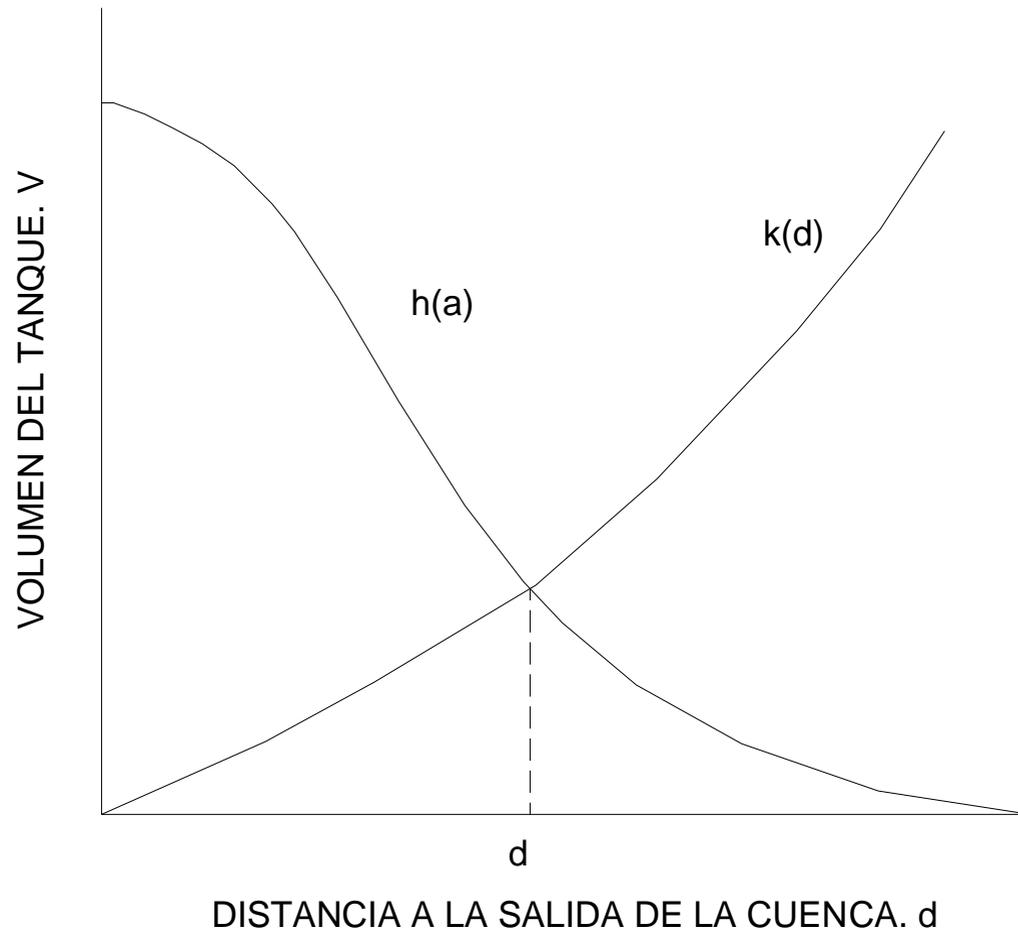
$V$  es el volumen del agua,

$h(d)$  es la relación funcional entre el volumen del escurrimiento directo y la distancia desde la boca de la cuenca y

$k(d)$  es la relación funcional entre el volumen de agua requerida para el terreno irrigable.

---

---



DISTANCIA OPTIMA  $d$  DESDE LA BOCA DE LA CUENCA EN DONDE SE HA DE CONSTRUIR EL TANQUE. ESTO TENDRÁ LUGAR CUANDO EL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DIRECTO  $h(d)$  ES IGUAL AL VOLUMEN DEL AGUA REQUERIDA PARA LA ÁREA DE MANDO  $k(d)$

# ALTERNATIVAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Las alternativas del suministro del agua subterránea deberán optimizar tanto el diseño del campo de los pozos como el diseño del pozo individual.

Un campo de pozos incorpora un trueque entre el aumento de los costos de entrega de los pozos espaciados a mayor distancia y el aumento de los costos de bombeo, debido a la interferencia entre los pozos.

Las perforaciones de prueba para hallar el mejor sitio para localizar un pozo de producción, mediante la búsqueda de fibonacci o la búsqueda de la sección aurea.

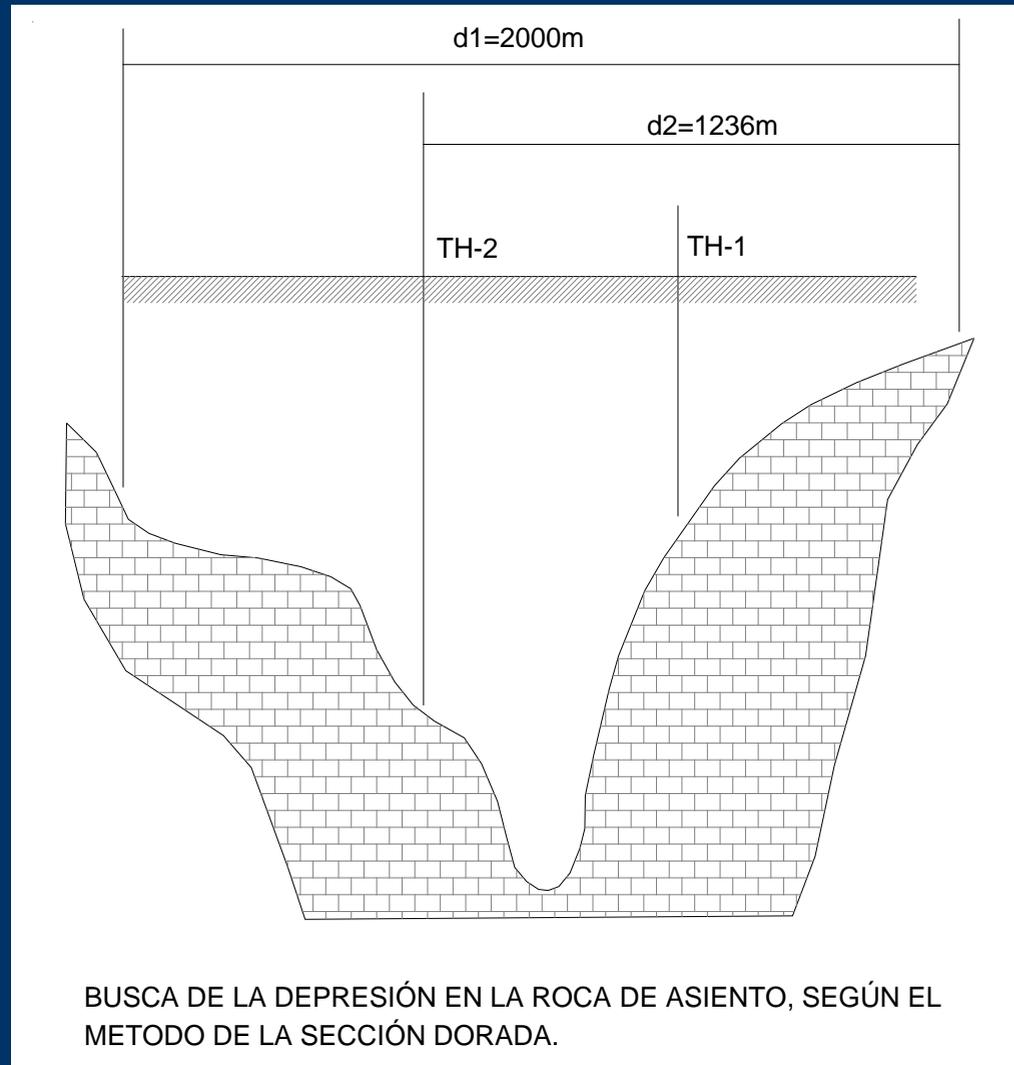
Ambos métodos se basan en la serie de Fibonacci en el cual cada número se genera sumando los dos números anteriores, comenzando con dos unos.

1,1,2,3,5,8,13,21,34...

---

---

A medida que el número de términos tiende a infinito, el cociente de dos números adyacentes tiende a 0.618...



## ALTERNATIVAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Además de diseñar la distribución de pozos más eficiente en el terreno se debe determinar el caudal óptimo.

El caudal óptimo de bombeo maximizará los beneficios netos.

El caudal óptimo se alcanza cuando el costo del bombeo es igual al costo de una fuente alternativa de agua (ya sea otro pozo o suministro superficial)



## ALTERNATIVAS EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA (MUNICIPAL E INDUSTRIAL)

En la planeación del suministro de agua el planificador necesita contar con tres elementos de información:

- ¿Cuáles son las fuentes de agua disponibles?
  - ¿Cuánta agua se puede utilizar provechosamente o se necesita?
  - ¿Cuál será la mejor manera de traer el agua desde la fuente hasta el punto de demanda?
- 
-

# ALTERNATIVAS DE DISEÑO EN EL SUMINISTRO DE AGUA PARA USO MUNICIPAL E INDUSTRIAL

Requerimientos para el agua son estándares mundiales de:

- calidad estrictos
- seguridad en el abastecimiento.

La mayor parte de las curvas de demanda en regiones semiáridas muestra un incremento en el consumo en la época de verano por el aumento de riego de jardines

# CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTINTAS FUENTES DE SUMINISTRO

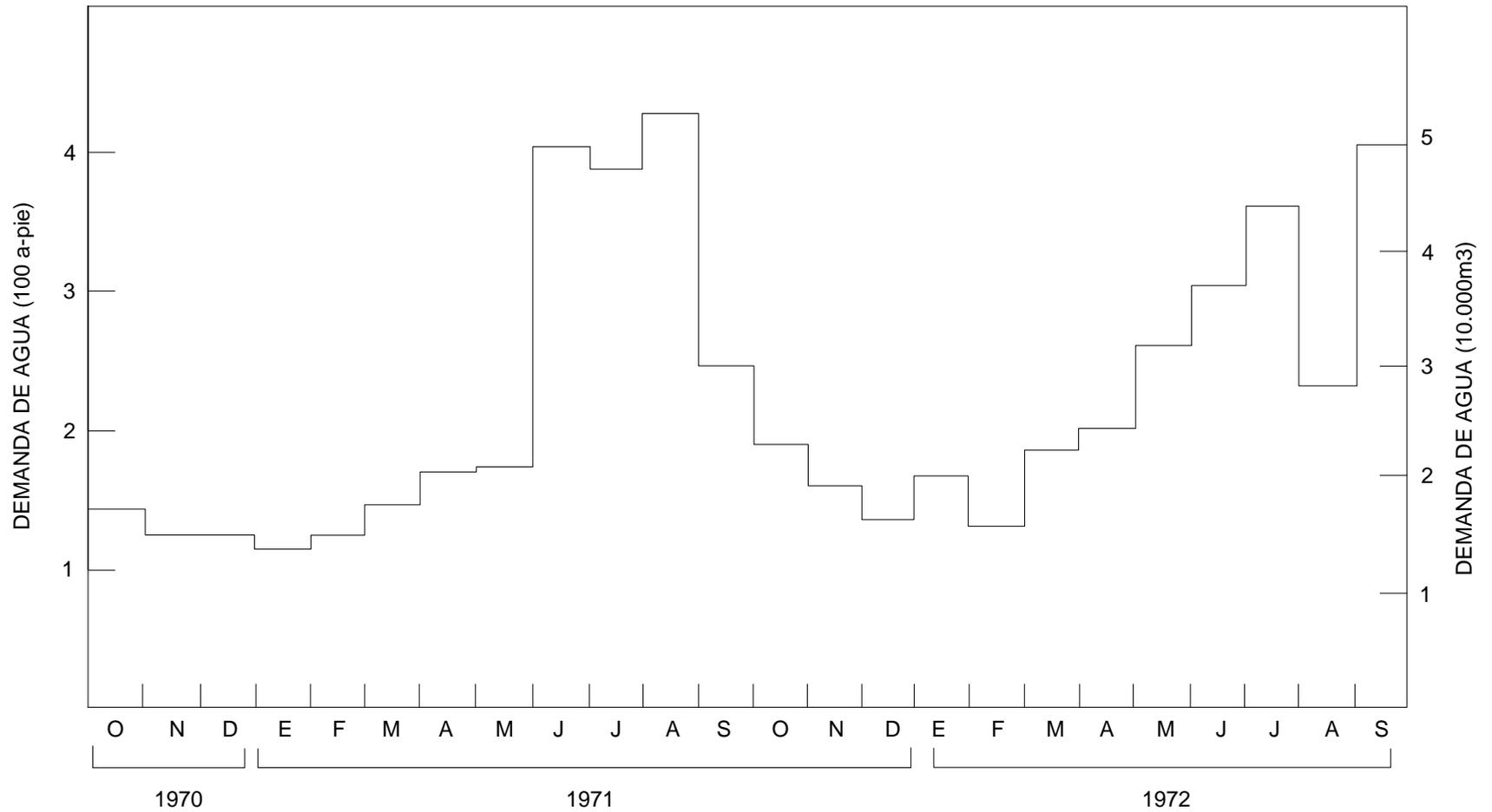
Las cuatro fuentes principales del agua:

- Aguas subterráneas
- Aguas superficiales
- Precipitación directa
- Efluentes tratados

Cada una posee ciertas propiedades que les confieren ventajas y desventajas.

---

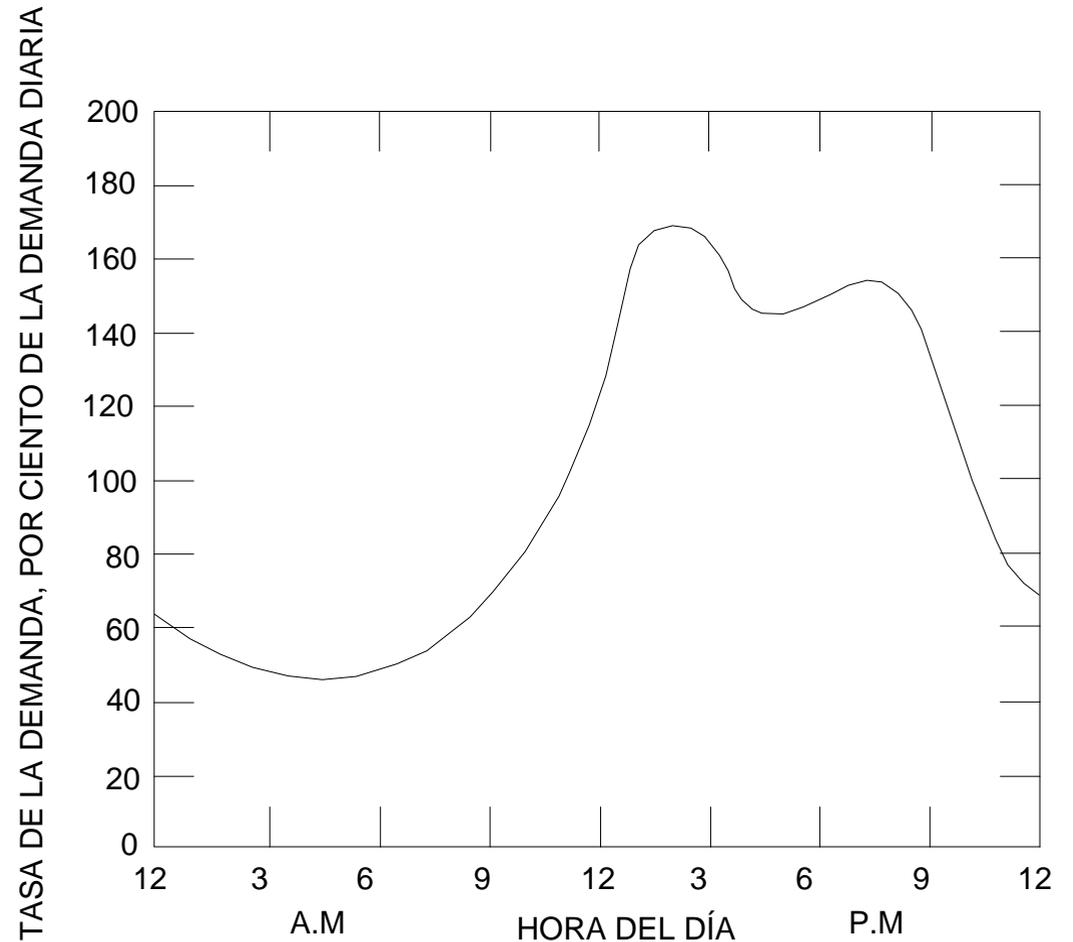
---



DEMANDA DE AGUA EN EL CONDADO DE SOUTH ADAMS(Col) DISTRITO DE AGUAS Y SANIDAD

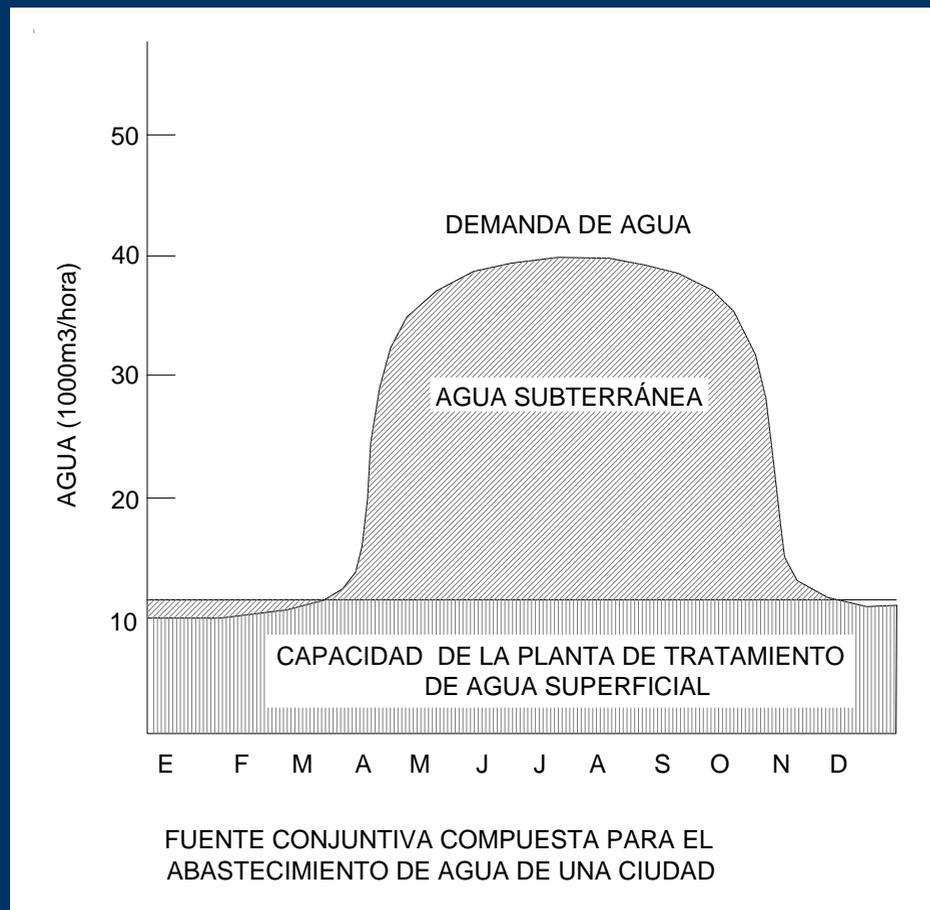
## Variaciones de la demanda horaria.

Muestra el cambio en la demanda durante un período de 24 horas.



VARIACIONES HORARIAS DE LA DEMANDA DE AGUA EN DAVIS, CAL

El uso de agua superficial para la demanda base, y de agua subterránea para satisfacer los picos de la demanda, constituye un ejemplo de dos alternativas que se combinan para formar una mejor alternativa.

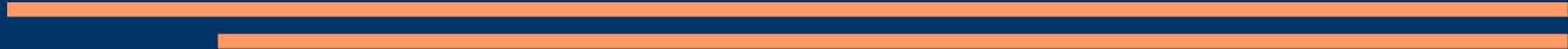


# ALTERNATIVAS EN EL CONTROL DE AVENIDAS

Las alternativas en la planeación del control de avenidas caen dentro de dos categorías:

-Estructural: Incluye los embalses, los diques, las mejoras en los canales y otras estructuras.

-No estructural: Incluyen la protección contra inundaciones, los sistemas de alarma contra inundaciones y la adquisición de llanuras de inundación.



# ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

Una vez calculada la pérdida promedio anual por inundaciones se deberán formular alternativas que disminuyan estos daños por inundación.

**-Efectos de un embalse en el control de avenidas:** el objetivo de un embalse para controlar las avenidas es almacenar las aguas de las crecientes durante los períodos de flujos altos y liberarlas durante los períodos de flujos bajos.

**-Efectos de los diques y de los muros de encauzamiento de crecientes:** afectan principalmente a la curva de tirante-daño ya que se evita el daño por inundación hasta un nivel igual a la altura del dique. Afectan a la curva de tirante-gasto y ligeramente a la curva de frecuencia de gastos.

---

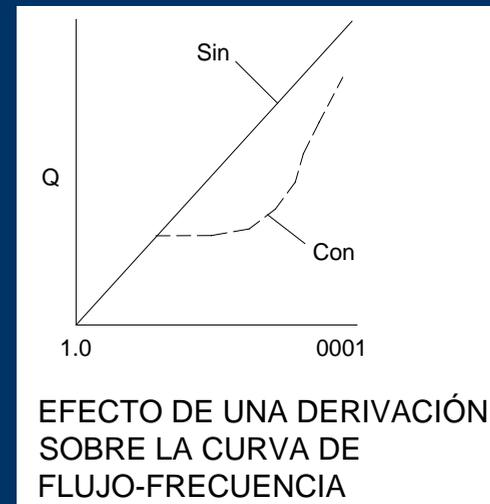
---

**-Efecto de las modificaciones en el canal:** aumenta la conducción a lo largo del tramo mejorado del río.

Este desarrollo cambia la curva de tirante-gasto, la modificación del canal puede afectar las secciones aguas abajo.

**-Efecto de las derivaciones:** una derivación libera al río de las crecientes y sólo afecta a la curva de frecuencia de gastos.

Reduce los flujos aguas abajo, a menos que la derivación quede paralela al canal principal y permita que el agua de la crecida vuelva a entrar al río.

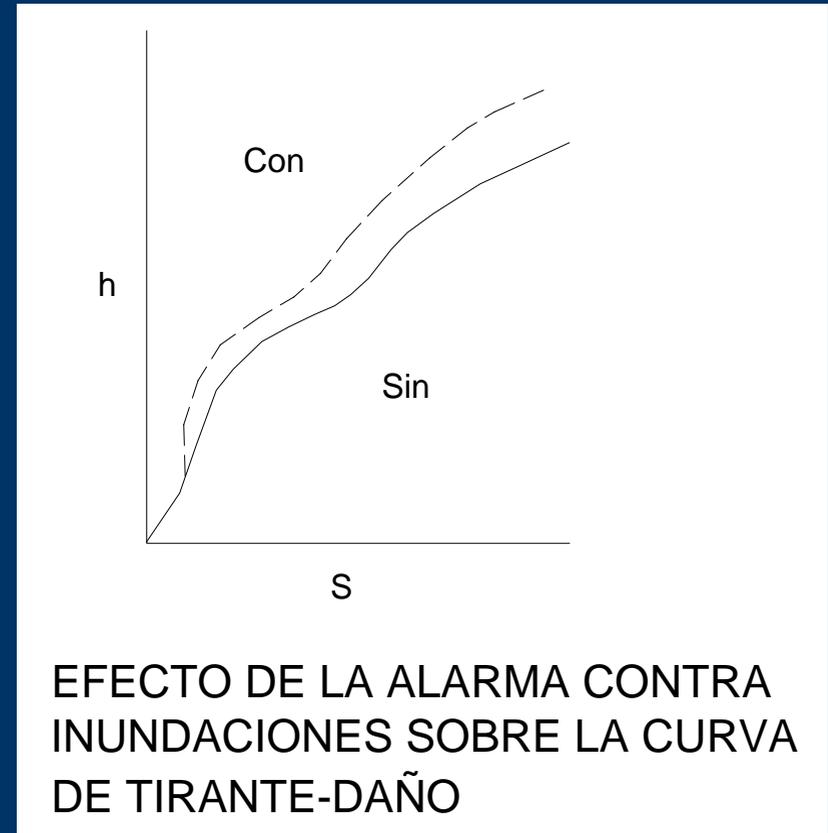


# ALTERNATIVAS NO ESTRUCTURALES

Se incluyen:

- pronostico de las avenidas
- las alarmas contra inundaciones
- la protección contra inundaciones
- la reubicación de las estructuras
- el control mediante llanuras de inundación
- seguros contra inundaciones

Estas alternativas afectan a la curva tirante-daño, como se muestra a continuación



**-Efectos de la información sobre las inundaciones:** Incluye los pronósticos, las alarmas y el manejo de la información.

Se analiza la información de las avenidas a fin de:

- Reconocer y evaluar las inundaciones potenciales

- Propagar la alarma contra inundaciones

- Disponer la evacuación temporal de las personas y de la propiedad

- Mantener los servicios vitales

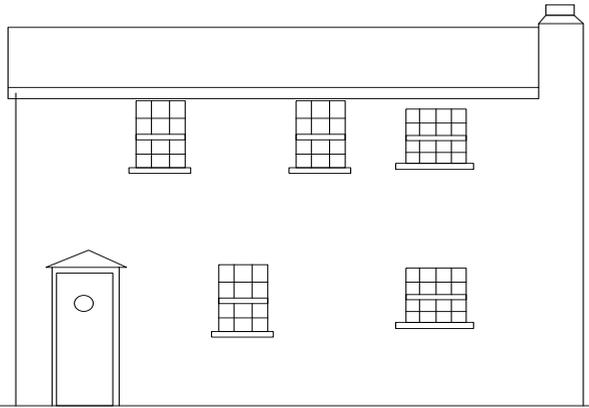
- Planear la recuperación después de la inundación

**-Efectos de la protección contra inundaciones:** Cubre un cierto número de medidas como:

Evaluación de una estructura existente, la reordenación y protección de las propiedades susceptibles a ser dañadas, el uso de cierres temporales o permanentes.

---

---



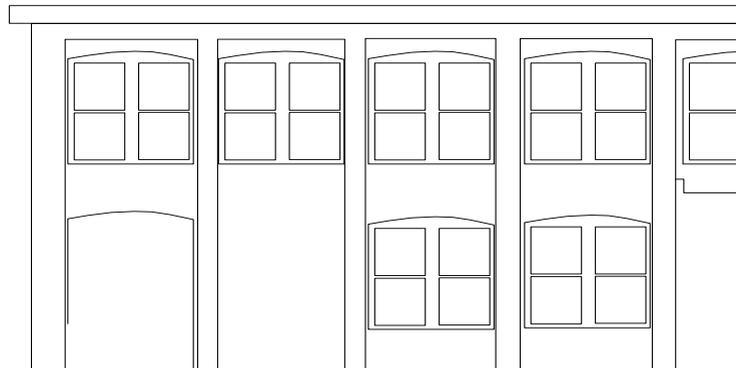
Resguardo temporal contra las avenidas, por medio de un empaque de sello de hule

Estructura residencial de ladrillo de dos pisos



Resguardo temporal de la puerta de entrada asentado contra un empaque

Estructura de casas en hilera



Resguardo permanente embisagrado contra las avenidas con empaques de hule

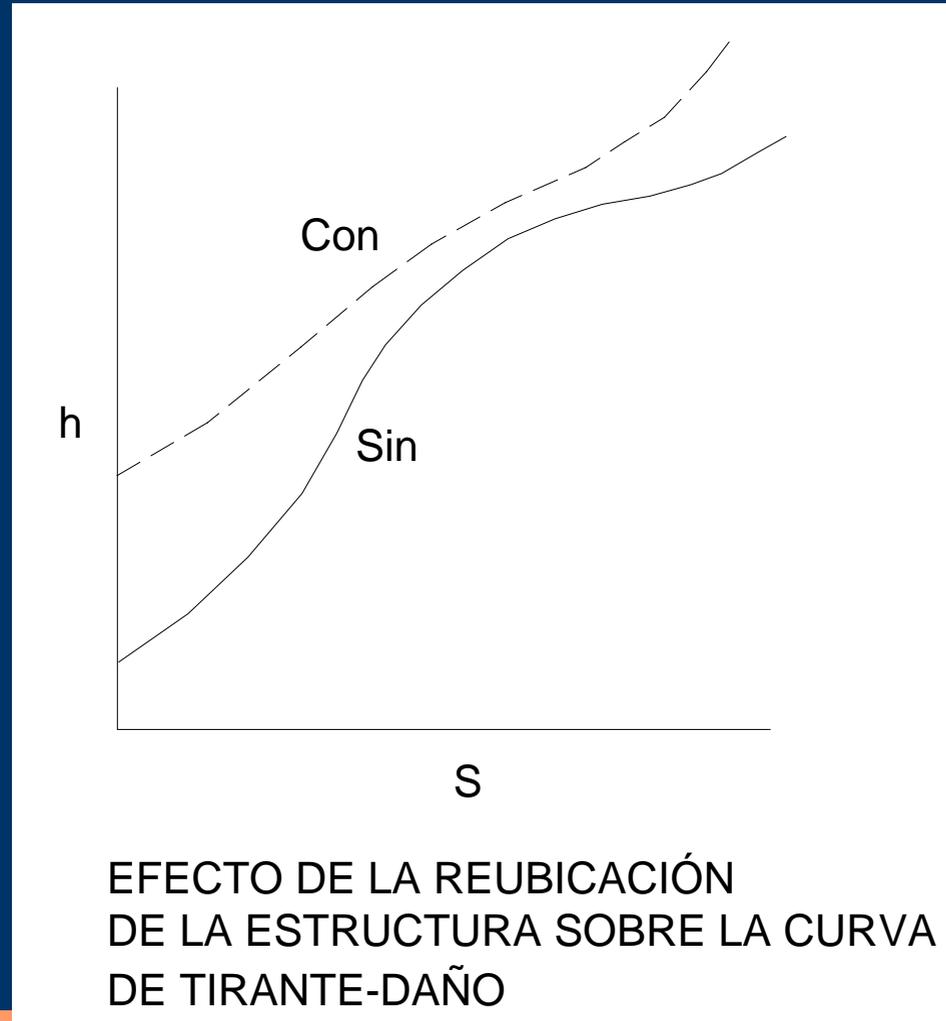
Resguardos temporales en las ventanas, asentados contra empaques de hule

Estructura comercial-industrial

## CIERRES TEMPORALES Y PERMANENTES PARA PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES

-Efectos de la reubicación de una estructura: Se considera como una medida no estructural.

Afecta a la curva de tirante-daño como se muestra en la figura:



## -Efectos del control mediante llanuras de inundación:

Impone la adquisición pública de los terrenos destinados a parques, campos de golf y otras instalaciones que no serían gravemente dañados por una inundación.

## -Efectos de los seguros contra inundaciones:

Los seguros contra inundaciones están subsidiados en los EEUU en un esfuerzo por limitar las pérdidas causadas por las inundaciones.

# ALTERNATIVAS EN ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Actualmente se investiga la generación de energía con baja carga, junto con sistemas que conviertan en energía a la acción de las mareas.

Dos ventajas de la energía hidroeléctrica, en comparación con las plantas térmicas es que no se requiere combustible, y el tiempo de arranque es instantáneo.

Las ventajas que tienen las plantas térmicas son la flexibilidad de ubicación.

---

---

## Tipos de sistemas de energía hidroeléctrica

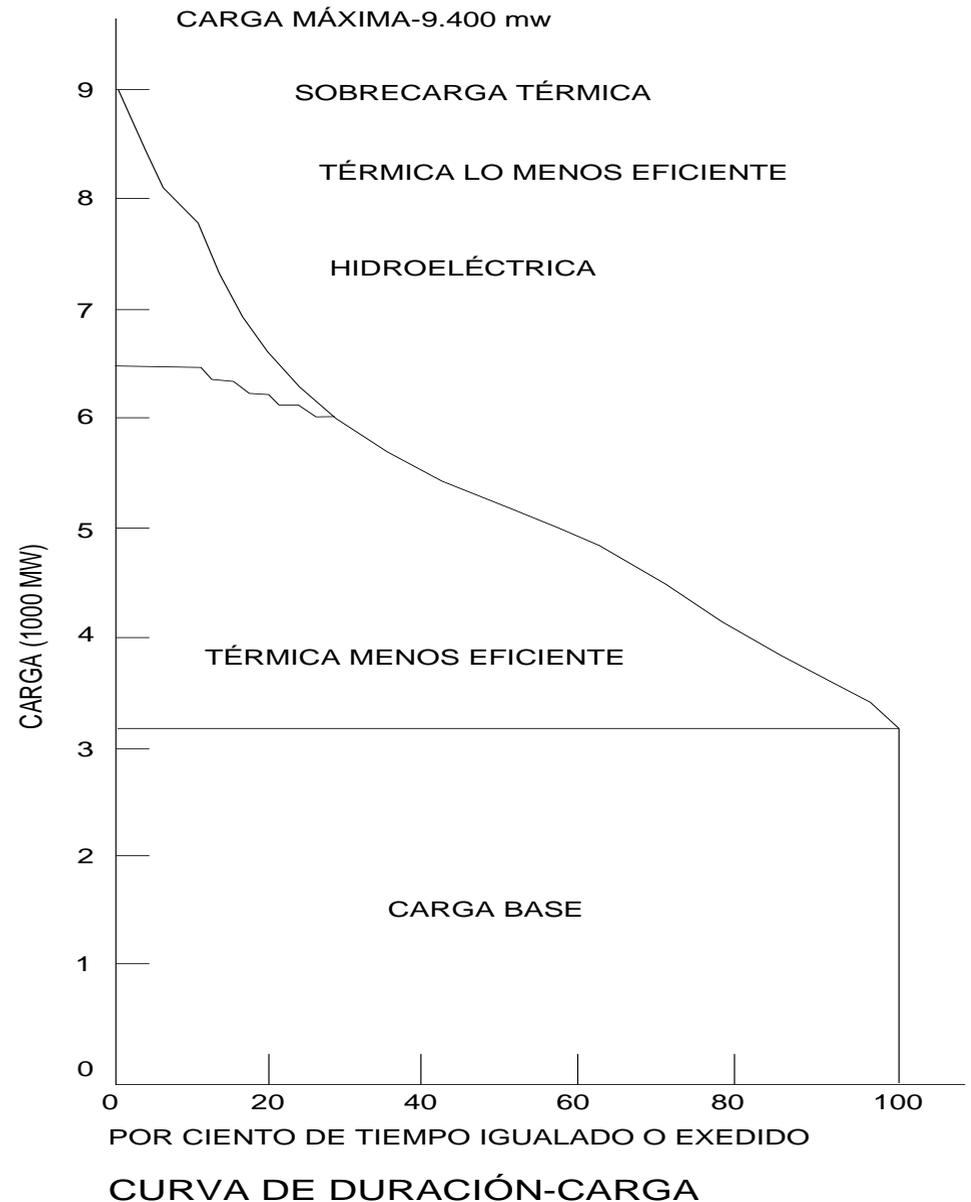
Hay tres tipos de sistemas:

- De operación directa en el río
- De almacenamiento
- De almacenamiento por bombeo

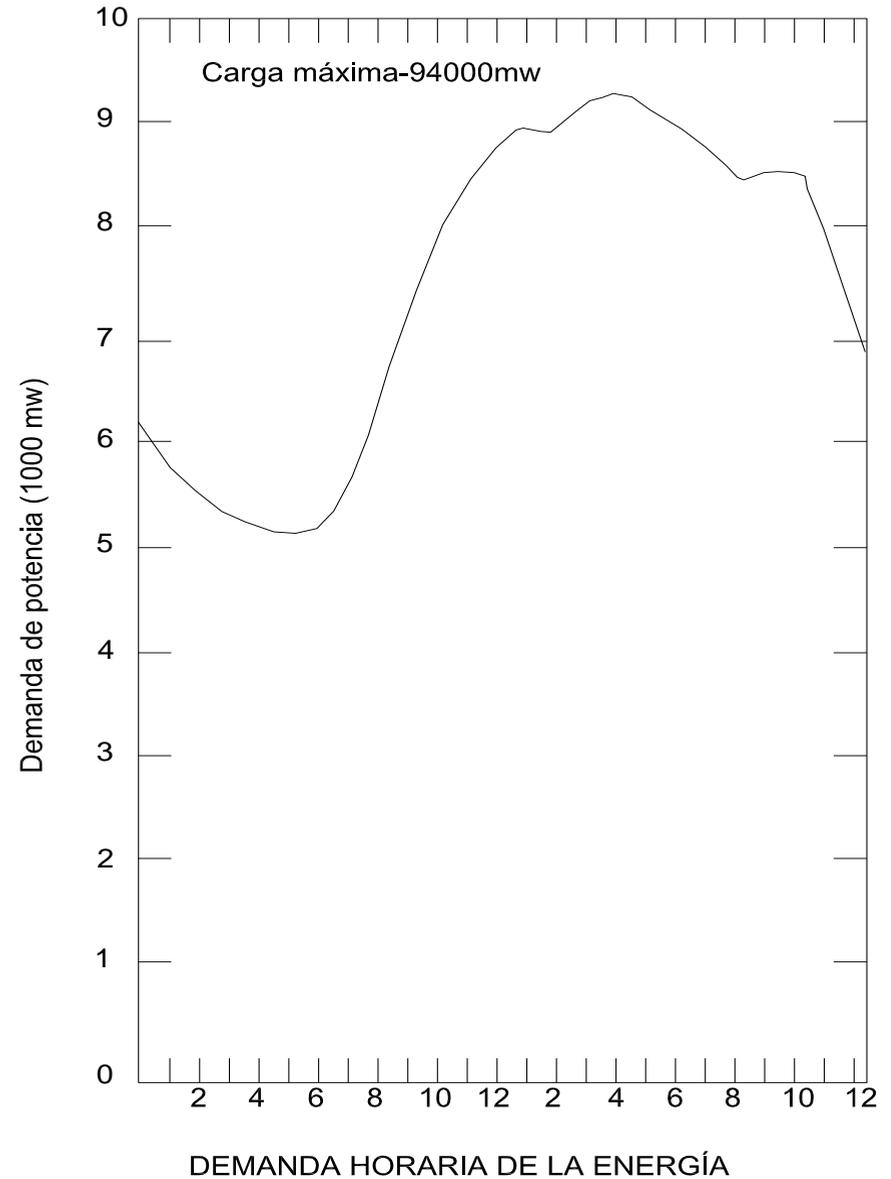
Son cuatro los factores que influyen en el diseño alternativo de la energía hidroeléctrica:

- El tipo de sistema, de carga baja o de carga alta
  - La ubicación del embalse
  - El tamaño del embalse
  - Potencia en firme disponible
- 
-

Se muestra la curva de duración-carga del consorcio de energía del suroeste de EEUU.



Se muestra gráficamente en las cargas horarias reales correspondientes al día máximo en el suroeste.



## Estimación de la potencia en firme

El complejo proceso mediante el cual se estima la potencia en firme, ilustra el detalle necesario para muchos de los estudios de planeación en la etapa de ejecución. Los términos importantes de la energía hidroeléctrica se definen como:

- La capacidad de la planta (kw) es la medida de la potencia o tasa de trabajo.
  - La energía (ws o kwh) es la cantidad de trabajo realizado.
  - La curva de carga muestra la demanda de potencia en el tiempo
  - La curva de duración-carga muestra la carga promedio demandada contra la cantidad de tiempo de la demanda
  - La carga base es la carga mínima de un sistema
  - El factor de carga es la carga promedio dividida entre la carga pico
  - El factor de planta es la carga promedio generada por la planta dividida entre la capacidad de la misma
- 
-

La potencia en firme es una función del volumen de generación del embalse, de la duración del período crítico (seco), del flujo acumulado del río, del almacenamiento de aguas arriba, de la carga promedio de potencia para la generación y la programación necesaria para satisfacer los requerimientos de carga.

Con los elementos que se enumeran en la tabla, se calcula en seis etapas la potencia en firme:



## I. Físicos

### A. Geología

1. Formaciones
2. Características de cimentación
3. Minerales

### B. Recursos del suelo

1. Investigación del suelo (clasificación de las tierras)
2. Desarrollo
3. Drenaje

### C. Hidrogeología (agua subterránea)

1. Características del acuífero
2. Rendimiento
3. Pozos y su recarga
4. Elevación del agua subterránea (registros)

### D. Geografía física

1. Mapas
2. Fotografías aéreas
3. Infraestructura (ciudades, carreteras, etc.)

### E. Meteorología

1. Pluviómetros
2. Registros de precipitación
3. Evaporación
4. Evapotranspiración
5. Información por satélite
6. Vientos (magnitud y dirección)
7. Luz solar
8. Registros de temperatura

### F. Hidrología

1. Estaciones de aforo, ubicación
2. Registros de gastos
3. Características de la cuenca
4. Ecuaciones de gasto regional en los ríos

### G. Calidad del agua

1. Calidad del agua subterránea
2. Calidad del agua superficial
3. Áreas sensibles
4. Cargas de sedimentos

### H. Ambiente (ecología)

1. Flora
2. Animales y peces (fauna)
3. Áreas sensibles
4. Contaminación del aire, la tierra y el agua

## II. Socioeconómicos

### A. Instituciones

1. Relacionadas con el agua
2. Políticas
3. Reguladoras

### B. Demográficos

1. Población (presente y futura)
2. Características de la población (raza, edad, etc.)
3. Ubicación de la población

### C. Geográficos, sociales

1. Uso del suelo (presente y futuro)
2. Valores y elevaciones
3. Zonificación

### D. Económicos

1. Mercados (presentes y potenciales)
2. Demandas relacionadas con el agua (Navegación, energía hidroeléctrica, municipal e industrial, esparcimiento, agricultura, etc.)
3. Método de evaluación
4. Restricciones (tasa de descuento)
5. Ingreso (distribución y empleo)
6. Beneficios y estimaciones en costos

### E. Financieros

1. Fuentes del capital
2. Tipos de reembolso (capital, operación, mantenimiento y reemplazo)
3. Distribución y asignación de los costos
4. Impuestos

### F. Legales

1. Leyes sobre el agua (derechos)
2. Acuerdos y tratados internacionales
3. Leyes ambientales
4. Derecho de paso

### G. Sociales - Públicos

1. Grupos con intereses especiales (opiniones)
2. Públicos (opiniones)
3. Cultura, historia
4. Impacto de la construcción
5. "La Mayoría Silenciosa"
6. Difusión de la información

### H. Otros sectores/funciones

1. Dependencias de coordinación
2. Planes (cooperación)

### I. Contaminación

1. Descarga de los desperdicios puntual y no puntual
2. Contaminantes naturales

### J. Necesidades de esparcimiento

-**Etapa 1:** Hallar los niveles máximo y mínimo de generación de las aguas, tomados del volumen del embalse asignado a la energía hidroeléctrica.

-**Etapa 2:** Convertir estas elevaciones a valores de almacenamiento. Se efectúa a partir de la curva de elevación-almacenamiento correspondiente al sitio.

-**Etapa 3:** Estimar la elevación promedio de las aguas.

-**Etapa 4:** Hallar la elevación promedio del agua y la pérdida de carga. La elevación del agua de descarga dependerá del gasto promedio de las turbinas, lo que a su vez dependerá del estudio de la carga de la planta.

-**Etapa 5:** Calcular el gasto total y el gasto neto disponible durante el período crítico.

Se trata de una estimación de probabilidad y el costo esperado en que se incurre por dejar de satisfacer las demandas de energía.

-**Etapa 6:** Calcular la potencia en firme promedio

---

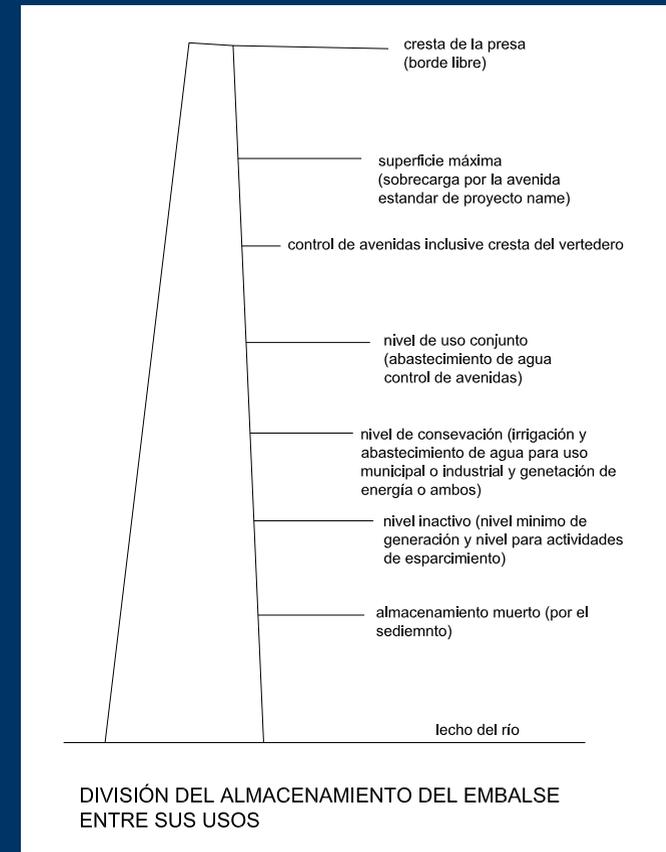
---

# EMBALSES DE USO MÚLTIPLE

Los embalses se diseñan para cumplir más de una función. Un embalse de usos múltiples aumenta los beneficios netos con el mismo costo o uno ligeramente mayor.

## DIVISIÓN DEL ALMACENAMIENTO

Se necesita dividir al embalse en diferentes niveles:



-El nivel del fondo es el almacenamiento muerto. Se diseña para contener el sedimento que es arrastrado hasta el mismo por la fuente aguas arriba.

-El nivel de conservación mantiene almacenada el agua para la irrigación, el uso municipal e industrial y la energía hidroeléctrica o ambos. La naturaleza de objetivos múltiples de este nivel aumenta los beneficios económicos y ayuda en el control de las avenidas.

-La parte superior del nivel de control de avenidas, es la superficie máxima normal, también se le llama el nivel inviolable de control de avenidas. Se dimensiona este nivel con el volumen necesario para la avenida de 1 por ciento.

-La superficie máx es el nivel de agua que se alcanza cuando la avenida máxima probable pasa sobre el vertedero.

---

---

## Operación de un embalse de uso múltiple

El método tradicional es mediante las curvas de operación o sea las curvas que dividen el almacenamiento total en el tiempo entre los diferentes niveles.

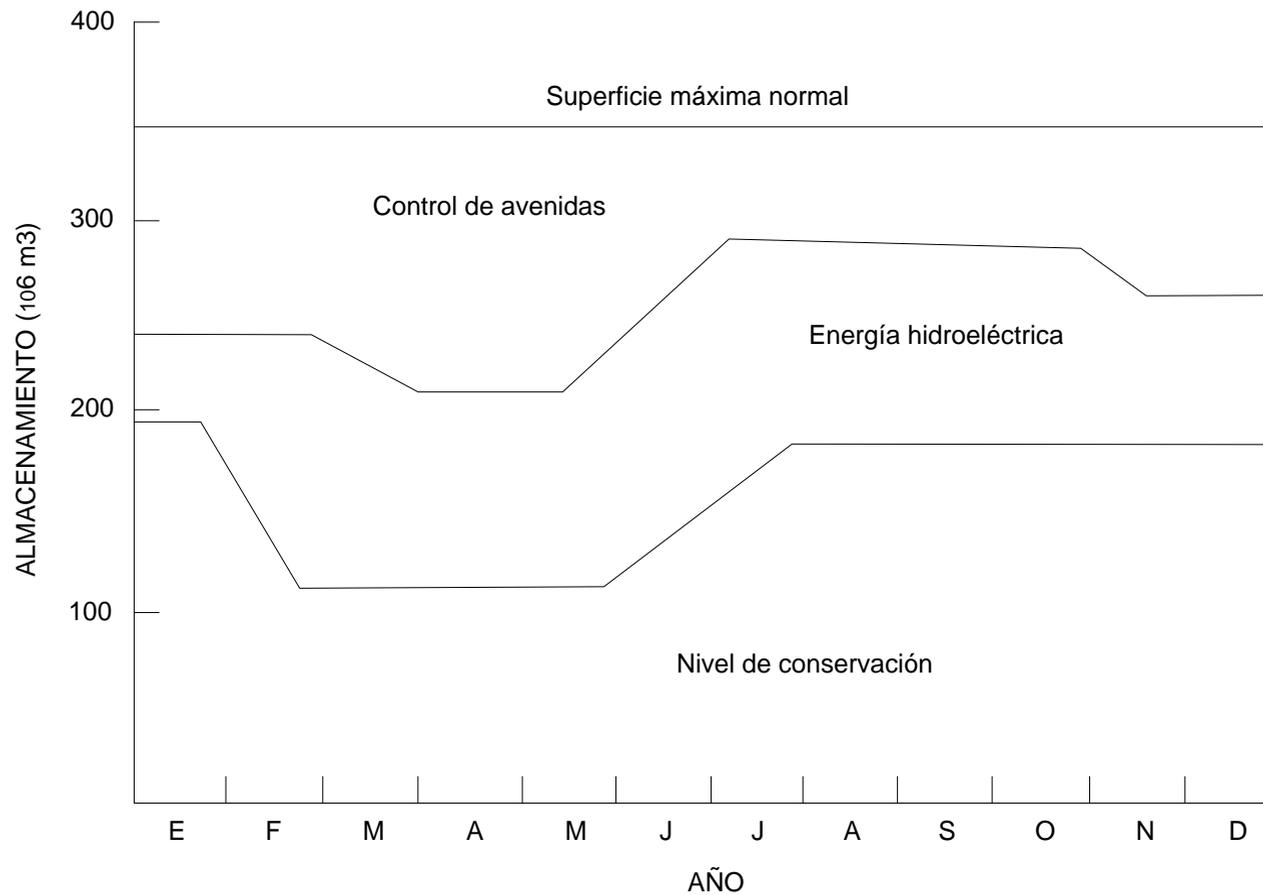
Durante los meses en que es mayor la amenaza de las crecientes, una porción mayor del embalse al nivel de control de avenidas.

La demanda de energía y las necesidades de irrigación son mayores.

La energía y la conservación obtienen una participación mayor. El objetivo del estudio de funcionamiento es averiguar cuanta potencia en firme y agua están disponibles de manera que se puedan calcular los beneficios y redactar los acuerdos contractuales destinados a financiar el proyecto.

---

---



Curva de operación para las funciones del embalse (sin incluir el almacenamiento muerto o el nivel de inactividad)

# NAVEGACIÓN

La navegación es una función que corresponde al planificador de recursos hidráulicos como al planificador de transporte.

## Navegación oceánica

Los puertos o lugares protegidos para los barcos pueden clasificarse para su tipo geográfico o por su uso. Los tipos geográficos son naturales, seminaturales y artificiales. Los puertos se utilizan como refugio, con fines militares, para el comercio y para actividades de recreo.

---

---

## Navegación interior

Existen tres tipos de navegación en los ríos:

- En canal abierto
- En sistemas de presas y esclusas
- En canales

El canal abierto utiliza al río en su forma natural como una vía fluvial. Un sistema de presas y esclusas designa a la navegación por medio de presas con esclusas, a través de tramos de la vía fluvial que de otra manera serían impasibles.

Los requerimientos esenciales para las mejoras en los canales abiertos son:

- Un flujo suficiente que permita la navegación
  - Un tamaño adecuado del canal que permita acomodar el tráfico de barcazas
  - Velocidades del agua suficientemente pequeñas
  - Materiales satisfactorios en el lecho y en las margenes.
- 
-

# CALIDAD DEL AGUA

La función de la calidad del agua puede dividirse en la calidad de agua en los océanos, en los ríos, en los lagos y en las aguas subterráneas.

## Calidad del agua en los ríos

Las alternativas de control son la dilución y el control de la fuente.

Pueden subclasificarse en fuentes de contaminación puntuales y no puntuales.

Las puntuales son las descargas procedentes de una planta de tratamiento de aguas residuales y las no puntuales incluyen el escurrimiento directo de la precipitación arrastrada hasta un río y el flujo de retorno procedente de la irrigación agrícola.

---

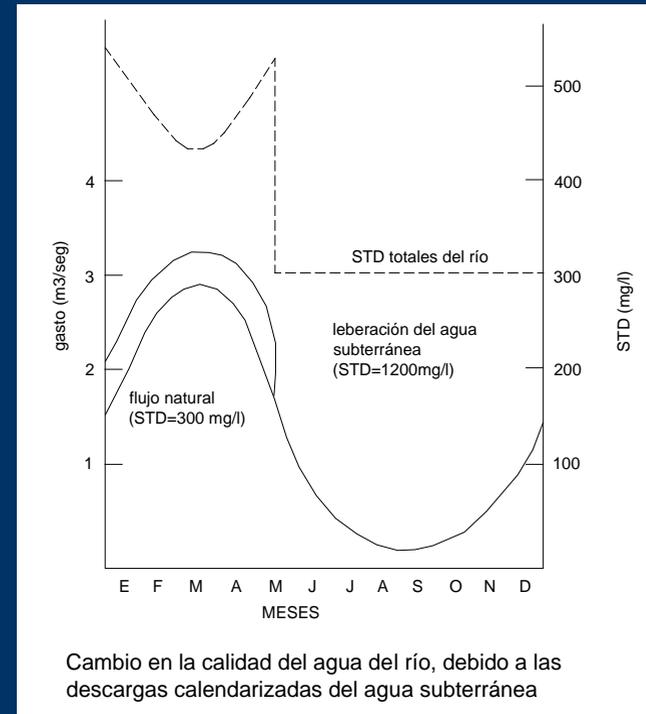
---

Las fuentes puntuales pueden controlarse por medio de las alternativas de prevención o tratamiento.

Las no puntuales deben convertirse en fuentes puntuales por la vida de recolección.

La dilución reconoce que toda corriente de agua tiene una capacidad de arrastre para los contaminantes orgánicos como para los inorgánicos.

La carga de los contaminantes de una corriente se coordina con el flujo de la misma, a fin de mantener una cierta calidad mínima.



## Calidad del agua de los lagos y embalses

Los lagos son más susceptibles que los ríos ya que carecen de la aireación de estos últimos y debido a que su mecanismo de remoción de contaminantes es diferente.

En el ciclo de vida de los lagos, el oxígeno disuelto disminuye gradualmente, a medida que se forman dendritas en el fondo, las cuales utilizan oxígeno en su descomposición.

## Calidad del agua subterránea

Se puede rastrear tanto en las fuentes puntuales como en las no puntuales. Las puntuales son pozos y sitios de eliminación de desechos. Los comedores de animales y los cultivos irrigados son fuentes de contaminación no puntual.

---

---

El agua de drenaje, que se percola de la irrigación, tiene una mayor concentración de sales, debido a que el agua pura se evapotranspira, pero los sólidos disueltos en el agua, además de los procedentes de los fertilizantes y de otros mejoramientos del suelo, son arrastrados hasta el agua subterránea.

La contaminación del agua subterránea se detecta y se lleva un registro de los cambios en su condición en pozos de observación perforados alrededor de la fuente de contaminación, en la dirección del movimiento del agua subterránea.

---

---

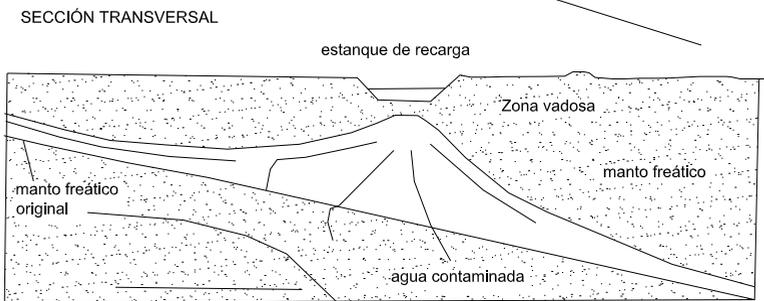
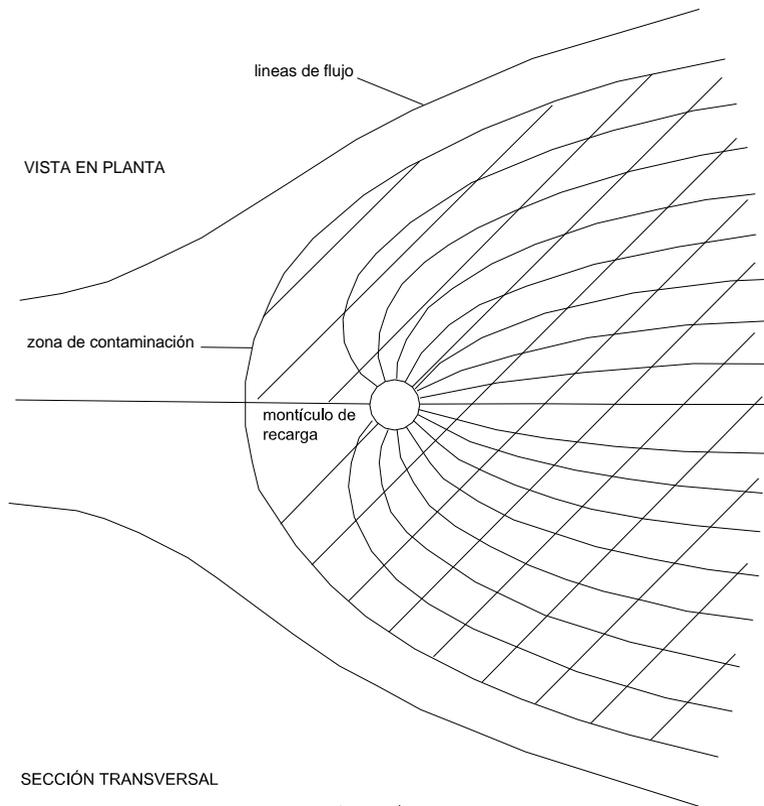
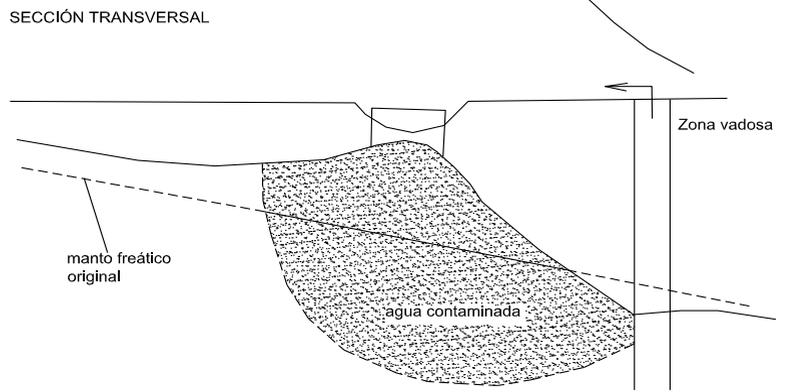
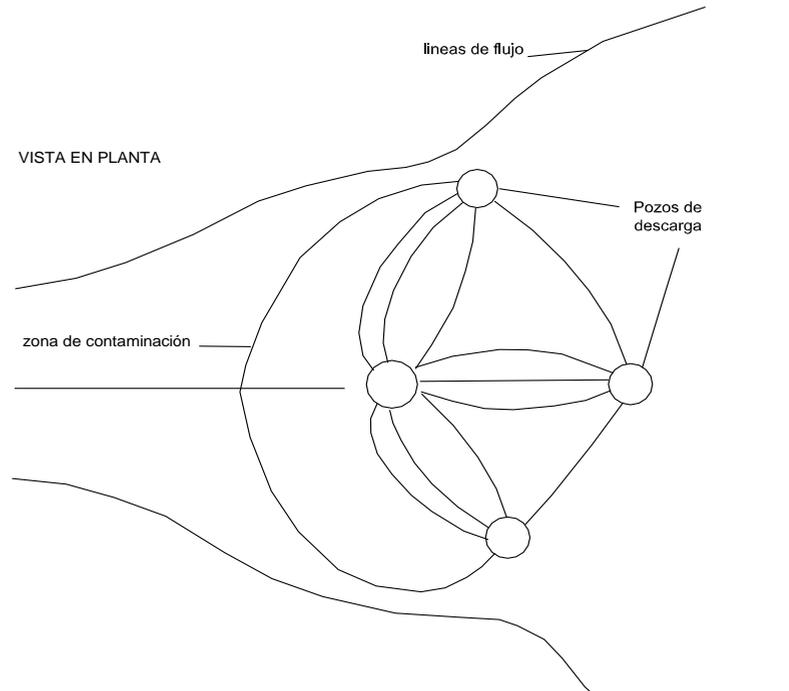


Ilustración del flujo del contaminante desde un pozo de desechos, por encima de un manto freático con pendiente



Medidas para corregir la contaminación o evitar mayor contaminación desde el pozo mostrado en la figura

## LOS PECES Y LA FAUNA SILVESTRE

Las alternativas sobre la protección de los peces implican aspectos sobre la calidad del agua.

Las alternativas para el acrecentamiento de la población de los peces en los ríos, que cuentan con embalses de regulación implican criaderos, escaleras para peces y lugares para el desove artificial.

Para que los peces prosperen es preciso limitar a determinados niveles la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el oxígeno disuelto (OD), los metales pesados y otros factores.

La construcción de estanques fríos artificiales puede resultar en un medio adecuado para administrar mejor este recurso.

---

---

# RECREACIÓN

Las alternativas de la recreación pueden dividirse en actividades de recreo en los ríos y diversión en lagos y embalses.

Las instalaciones para recreación son costosas, en términos de los gastos de operación y mantenimiento.

La mayor parte de las áreas de recreación deben estar situadas en menos de 0,8 km del lago y los terrenos pendientes no mayores al 20 por ciento.

