

ASPECTOS GENERALES DE GESTION DEL RECURSO HIDRICO

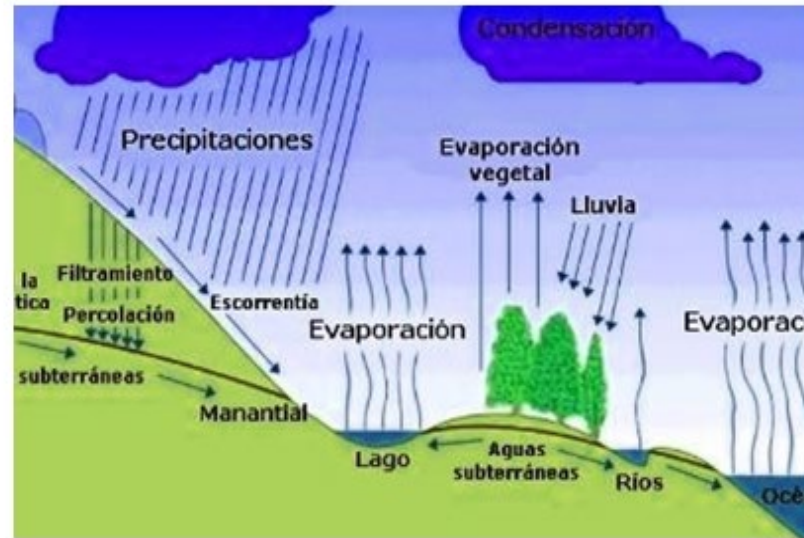
ALTERNATIVAS PARA LA
ADAPTACIÓN AL CAMBIO
CLIMÁTICO

JUAN CARLOS VALVERDE CONEJO



Con el apoyo de:

Ciclo del agua



Con el apoyo de:

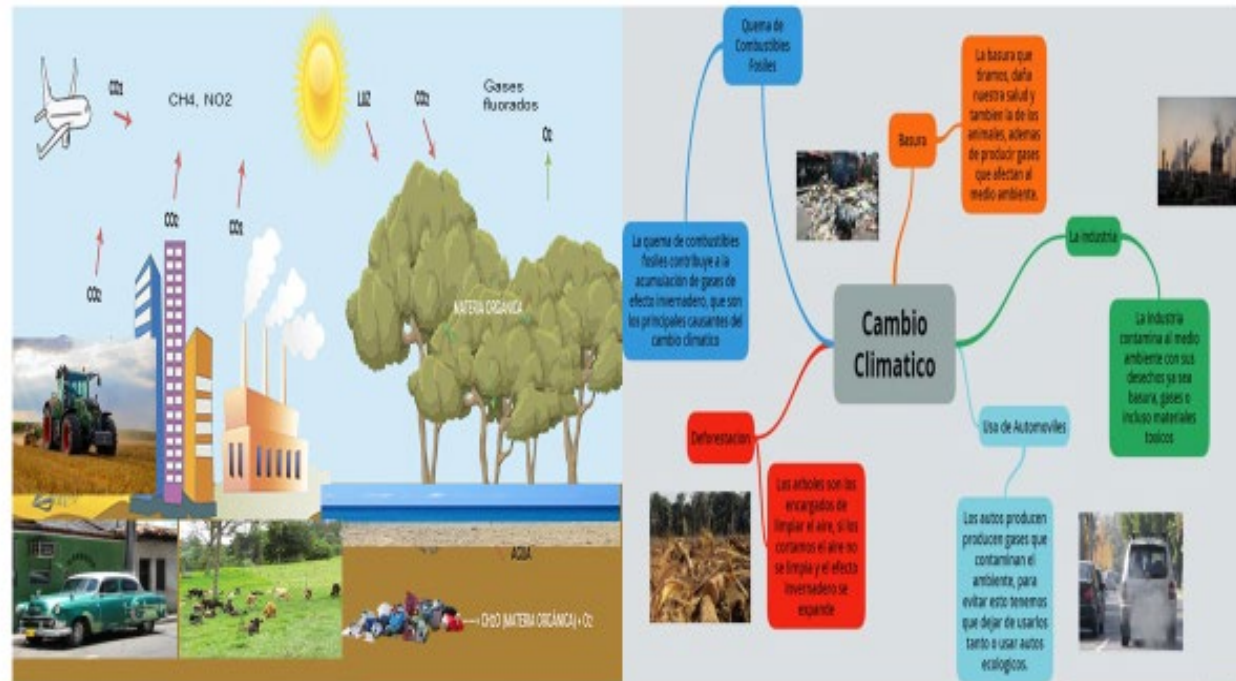
Cambio climático

- ▶ Es la variación global del **clima** de la Tierra, debido a la acumulación de los **GEI** por causas naturales, pero principalmente por la acción del hombre (industria, transporte, ganadería) y afecta todos los parámetros **climáticos**: temperatura, precipitación, nubosidad, etc.
- ▶ **GEI**: gases de efecto invernadero
- ▶ CO₂: 320 > 410 ppm de 1950 al 2020
- ▶ CH₄: 900 > 1800 ppb en 50 años
- ▶ NO₂: 280 > 330 ppb en 100 años
- ▶ Gases fluorados: eliminan capa de ozono en la estratosfera
- ▶ Los gases se acumulan en la atmósfera e impiden que la radiación solar reflejada regrese a la atmósfera y entonces se devuelve a la tierra, provocando el aumento de la temperatura.



Con el apoyo de:

Causas del cambio climático





Consecuencias del cambio climático

Aumento y disminución de la precipitación total anual

Disminución del número de lluvias (distribución más errática).

Aumento de la intensidad de la lluvia, que aumenta la escorrentía y arrastre de sedimentos, con efectos severos por crecidas, inundaciones y erosión de los suelos.

Aumento de la evaporación del mar y la evapotranspiración, lo que incrementa la aridez de la zona.

Reducción en la recarga de los mantos acuíferos.

Mayor arrastre de sedimentos y aumento de la contaminación.

Aumenta incidencia y favorece desplazamiento de plagas, que se hacen más destructivas.

Se debilitan controladores naturales.

Con el apoyo de:

Prácticas agrícolas sostenibles para la adaptación al cambio climático



- **Agronómicas:** barreras vivas, cobertura del suelo, labranza cero, mínima o conservacionista, cortinas rompevientos, ganadería sostenible, manejo de pastos, cercas vivas, reforestación, diversificación y rotación de cultivos, aplicación de abono orgánico, sistemas agroforestales.

- **Físicas:** terrazas individuales y de banco, terraza con barreras vivas, acequias de ladera, reservorios de agua, macrotúneles, biodigestores, manejo de residuos.

- **Gestión del riego:** riego localizado, fertiriego.

Con el apoyo de:

FUENTES PRINCIPALES DE AGUA

PLUVIALES



SUPERFICIALES



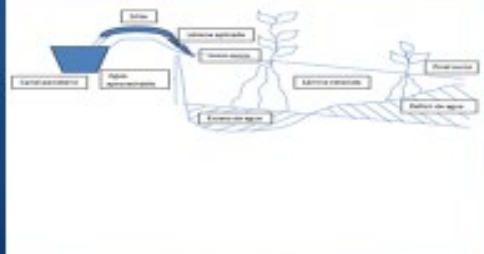
SUBTERRANEAS



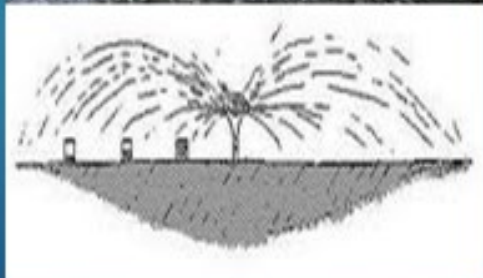
Con el apoyo de:

METODOS DE RIEGO

Superficial



Aspersión



Goteo



Con el apoyo de:

Opciones de cosecha y uso de agua de lluvia

- ▶ La cosecha de agua es una técnica que consiste en recoger la lluvia por medio de una estructura natural o artificial para un fin determinado en cualquier actividad productiva en la finca.
- ▶ Reservorios, tanquetas, cisternas, depresiones naturales,



Con el apoyo de:

Pequeños reservorios

Para aplicar riego por goteo
en macrotúneles, campo
abierto, consumo animal.



Con el apoyo de:

- ▶ El reservorio se puede ubicar en una parte alta de la finca y aplicar riego por goteo en las laderas.
- ▶ Cuando el reservorio se hace en depresiones del terreno y el área aprovechable se ubica en un sector de mayor altura, se requiere de bombeo.

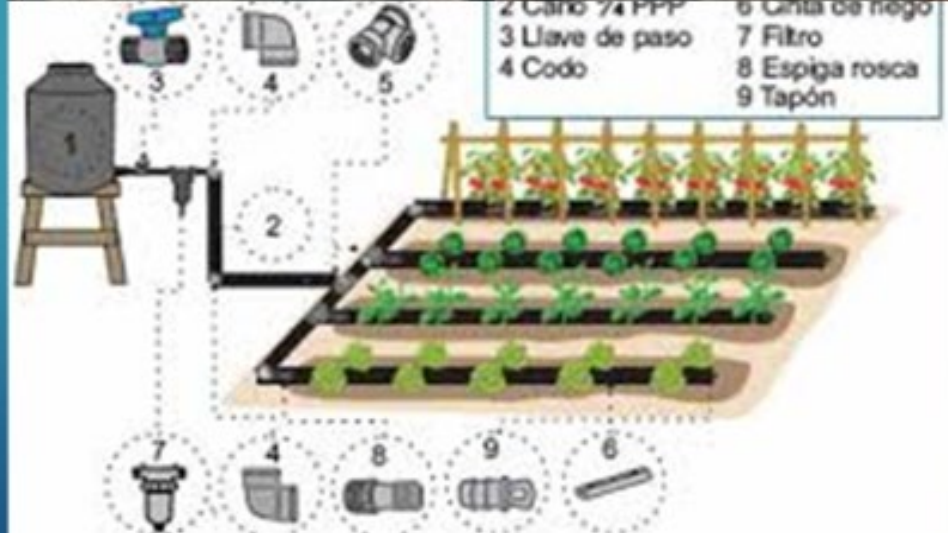


Con el apoyo de:



Cosecha de agua para riego en macrotúneles

► Sistema de recolección de agua para riego en macrotúneles de 120 m². Se usan tanquetas de 1100 lts, que alcanzan para el riego de 4 días. Se puede complementar con aportes externos.



Con el apoyo de:

Tanquetas

Tanquetas de diferentes capacidades de almacenamiento desde 500 hasta 10.000 lt o más.

Se usan para riego por goteo con solución hidropónica en lechuga, apio, cebollín, etc.



Con el apoyo de:



Estañones

► Para recoger agua de las canoas para uso doméstico u otro.



Con el apoyo de:

Tanquetas en cafetal

Uso de un techo a dos aguas con latas de zinc o plásticas, que desembocan en una tanqueta de 1000 lt, para labores en la finca.



Con el apoyo de:

Microreservorios

► Pequeños reservorios, de 2 x 1 x 2 m o similares, para usar en fumigación de hortalizas. Se recubre con plástico negro grueso y se cubre con sarán. De la base del hoyo se deriva una manguera con una llave de paso. La salida de la manguera tiene un filtro hecho con sarán.



Con el apoyo de:

PASOS PARA CONSTRUIR UN RESERVORIO

1. Ubicación en finca

Escoger el sitio más alto de la finca, para aprovechar la energía potencial en la distribución del agua. Si no es posible, habrá que pensar en bombeo. Tomar en cuenta topografía, textura del suelo, área a beneficiar, presencia de pequeñas depresiones que solamente requieran una represa transversal, o, una parte plana que permita la excavación.



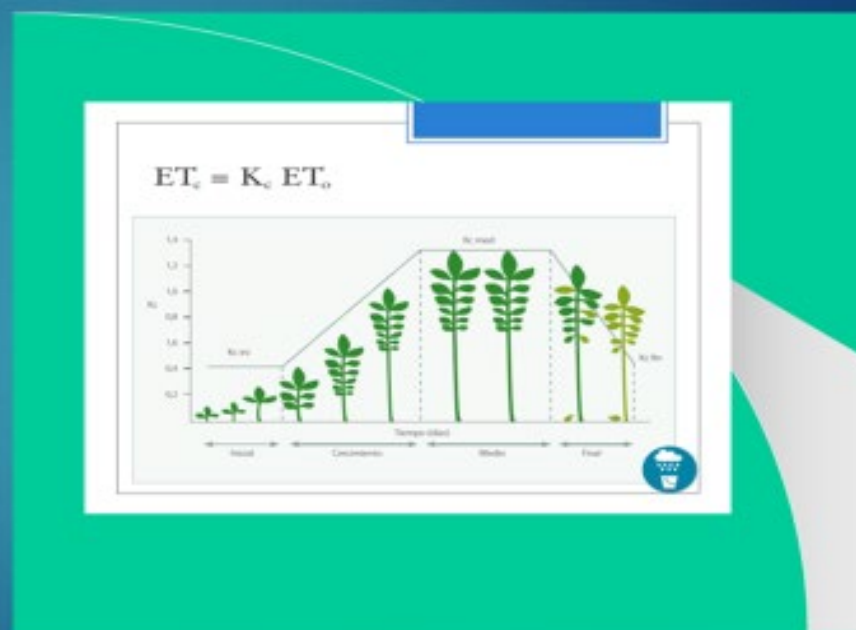
Con el apoyo de:

2. Cálculo de la demanda de agua o ETC

La demanda de agua va a depender del plan de cultivos. Se calcula entonces la Evapotranspiración del Cultivo (ETc), que es el producto de la evapotranspiración potencial y el coeficiente de cultivo:

$$ET_c = ETo \times K_c$$

- La evapotranspiración potencial (ETo) o de referencia es la suma de las pérdidas de agua por **evaporación** (suelo) y **transpiración** (planta).
- El coeficiente del cultivo (Kc) es la fracción (%) de consumo de agua del cultivo durante sus distintos estados de desarrollo.
- $ET_c : ETo \times K_c$



Con el apoyo de:

Cálculo de necesidades hídricas por métodos indirectos

- ▶ **Con fórmulas empíricas** se calcula la E_{to}
- ▶ E_{to} = Evapotranspiración de referencia
- ▶ -Blaney- Criddle
 $t = p [0.46 t + 8.13]$
- ▶ -Penman
- ▶ -Hargreaves
 $E_{t0} = 0,0023 * Rad_{ext} * (Temp_{media} + 17,8) * Raiz(Dif_{temp.})$
- ▶ Entonces:
- ▶ $E_{tc} (mm) = E_{to} * K_c$
- ▶ Con datos de **tanque de evaporación** se calcula la E_{to}
- ▶ $E_{to} = Ev_{Tanque} * K_p$ (Coeficiente tanque)
- ▶ K_p : 0.6 – 0.8
- ▶ Entonces:
- ▶ $E_{tc} (mm) = E_{to} * K_c$

Con el apoyo de:

Tanque de evaporación instalado en un invernadero



Con el apoyo de:

Cálculo de necesidades hídricas por método directo, usando un lisímetro de drenaje



Con el apoyo de:

2. Demanda hídrica según plan de cultivos

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hargreaves	93	96,6	127,9	130,5	120,9	103,5	102,3	103,5	111,6	104,6	93	81,4
Etp mm/día	4,0	4,6	5,5	5,8	5,2	4,6	4,4	4,6	4,8	4,5	4,0	3,5
Promedio	4,8											

Area cultivo m2	1000
Et0 Hargreaves	4,8
Kc global	0,75
PAR	0,7
Etc lt/día	2520
Ciclo días	90
Demanda total m3	194
Eficiencia	0,9
Demanda final m3	216



Con el apoyo de:

3. Análisis de la precipitación

ESTACION: 69 60 COMANDO LOS CHILES Latitud: 11° 01' N Longitud: 84° 42' O Altitud: 40 m.s.n.m

Se adjuntan los datos de la estación climática Comando Los Chiles. Se determina la precipitación neta, tomando en cuenta el coeficiente de escurrimiento y la eficiencia de captación, entonces:

$$Ptación\ neta = Ptación \times Coef.\ Esc. \times 0.85$$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pptación	83,8	41,5	26,2	40,8	163,1	224	263,6	218,3	191,2	197,3	151,9	128,1	1732
Factor	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Coef. Escurr.	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
Pptación neta	64,1	31,7	20,0	31,2	124,8	171,4	201,7	167,0	146,3	150,9	116,2	98,0	

Con el apoyo de:

4. Definir dimensiones del reservorio

Se determinó que con un área de captación de 15 x 15 m, se pueden almacenar 426 m³ de agua. Por tal razón se recomienda construir un reservorio de 15 x 15 x 2.5 m de profundidad, con un bordo libre de unos 0.40 m, con talud 1:1, siendo el área de captación de 225 m² (15 x 15)

En este cuadro se resume:

1. Las necesidades de agua son 216 m³ en 3 meses.
2. La evaporación estimada es de 3 mm diarios, que equivale a 61 m³ en el período.
3. La suma de las necesidades de agua más la evaporación equivale a 277 m³.
4. El volumen que recoge el área de captación es de 293 m³, que es mayor a la suma de la demanda de agua más la evaporación, quedando como agua de reserva.
5. La capacidad del reservorio es de 426 m³, quedando 93 m³ como volumen previsto a llenar por otra fuente.

Cálculo de volumen de reservorio				Volumen que recoge según AC	
	Largo m	Ancho m	Area m ²	Area captación	
BM	15	15	225		293
bm	11	11	121	Coef. Ecurr.	1
h	2,5		27225	Pptación anual	1,3
			165	Volumen m ³	293
Vol m ³			426		

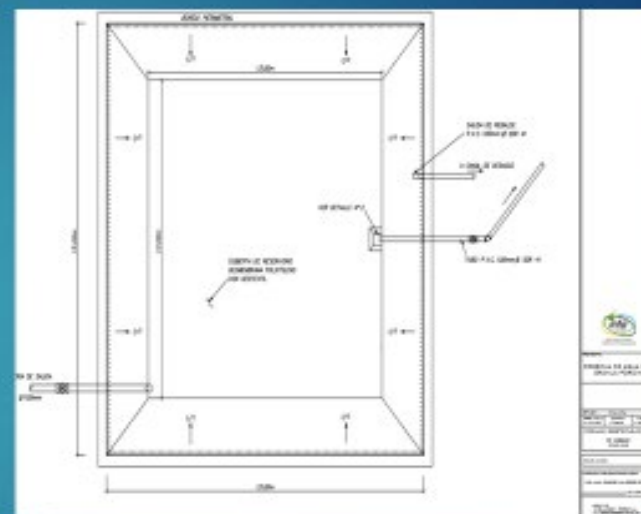
$V = h/3 \times (ABM + Abm + \sqrt{ABM \times Abm})$

Cálculo necesidades de agua		Cálculo evaporación	
	Ha	Evap./mes	Nº meses
Area reservorio	225	0,0225 Evap mm/día	90
Area cultivo m ²	1000	Evap. 10 x A(ha)x Evap. Mensual x Nº meses	3
Et0 Hargrea	4,8	Evap. M3	61
Kc global	0,75		
PAR	0,7	Nec. Cultivo + evap.	277
Etc lt/día	2520		
Ciclo días	90		
Demanda total m ³	194		
Eficiencia	0,9		
Demanda total	216		

Con el apoyo de:

Si se desea construir un reservorio de más de 500 m³, para aumentar el área de captación y el área de producción, se requiere presentar el formulario D1 ante SETENA, por parte de un regente ambiental que debe participar en la ejecución del Proyecto.

Para reservorios menores, se debe presentar el formulario D2, cuya elaboración, aunque requiere de la guía de un gestor ambiental pues hay algunos documentos que lo requieren, la ejecución del Proyecto no requiere de un regente.



Con el apoyo de:

5. Definir área de captación

De acuerdo a la demanda, se necesitan 2,1 m³/ día, que equivale a 216 m³ en 90 días del ciclo de cultivo, considerando una eficiencia de 90 %.

El área de captación sería el área del reservorio, que es 15 x 15 m.

El volumen de agua que podría recoger el reservorio sería:

$Vol (m^3): E (efic. De escurrimiento) \times Panual (mm) \times A (área de captación)$

Vol: $1 \times 1.3 \times 15 \times 15$

Vol: 293 m³

Que satisface la demanda de 277 m³, incluida la evaporación.

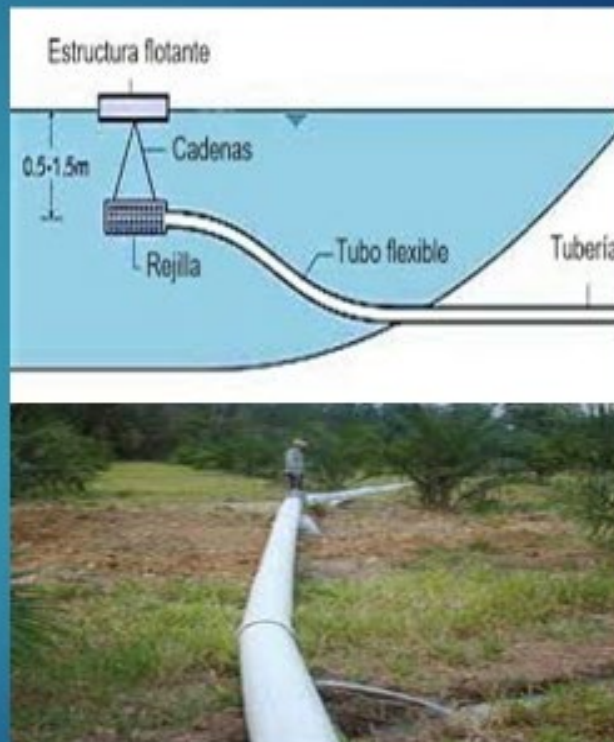


Con el apoyo de:



6. Sistema de conducción

- ▶ La tubería de conducción puede ser en PVC o poliducto. Es importante considerar el diámetro de la tubería, de manera que tenga la capacidad para conducir la cantidad de agua que se requiere y con la cédula o el grosor adecuado (SDR), para soportar la presión, aunque normalmente, las presiones son bajas y se puede usar tubería de 2" SDR 41, que puede conducir hasta 2 lps.
- ▶ Sería ideal que la diferencia de altura con respecto al área de cultivo no sea mayor de 10-20 m, para no utilizar una bomba.



Con el apoyo de:

Manejo del riego en lechuga hidropónica

Cultivo de lechuga hidropónica		
Nº de hileras	Largo m	Ancho m
6	20	1,5
Separación goteros m	Separación hileras	Caudal gotero
0,2	0,25	1,2
Longitud de la era	Ancho era	Nº eras
20	1,5	4
Nº goteros/hilera	Nº goteros/era	Caudal/era
100	600	720

Volumen total lt
2880

Tiempo riego min	8
Nº riegos	2
Tiempo riego final min	4
Con tanque de 5000 l	14 días

Area cultivo m2

120

Et0 Hargreaves

4,8

Kc global

0,8

PAR (% área bajo riego)

0,8

Etc lt/día

369

Ciclo días

45

Demanda total m3

17

Eficiencia

0,9

Demanda total m3

18



MUCHAS GRACIAS

