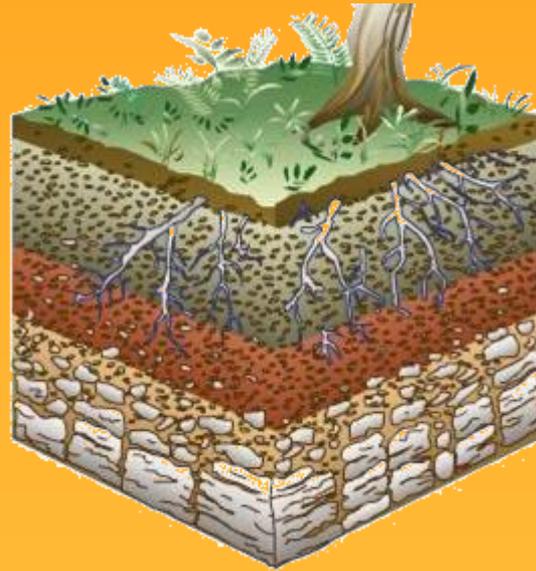


# RELACIÓN SUELO – AGUA - PLANTA OPTIMIZACIÓN EN EL USO DEL RECURSO HÍDRICO

Julio Haberland  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Departamento de Ingeniería y Suelos  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
UNIVERSIDAD DE CHILE

# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

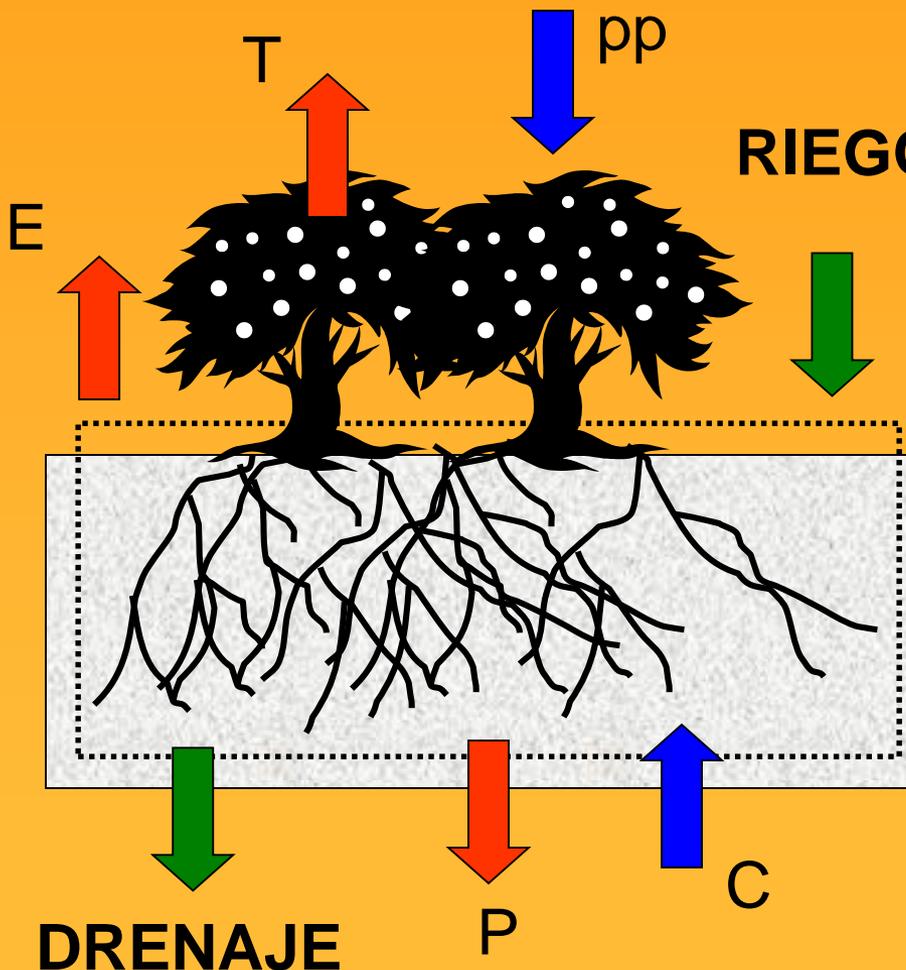


# BALANCE DE AGUA EN UN SUELO

- El suelo actúa como reservorio de agua para las plantas (ALMACENAMIENTO)
- Las plantas obtienen el agua desde el suelo mediante su sistema radical



# BALANCE HÍDRICO EN EL SUELO



- **Entradas**

- Precipitaciones  $pp$
- Ascenso Capilar  $C$
- **RIEGO**

- **Salidas**

- Percolación Profunda  $P$
- Evaporación  $E$
- Transpiración  $T$
- **DRENAJE**

$$\Delta A = E - S$$

$$\Delta A = (pp + C + \text{RIEGO}) - (E + T + P + \text{DRENAJE})$$

# BALANCE HÍDRICO EN EL SUELO

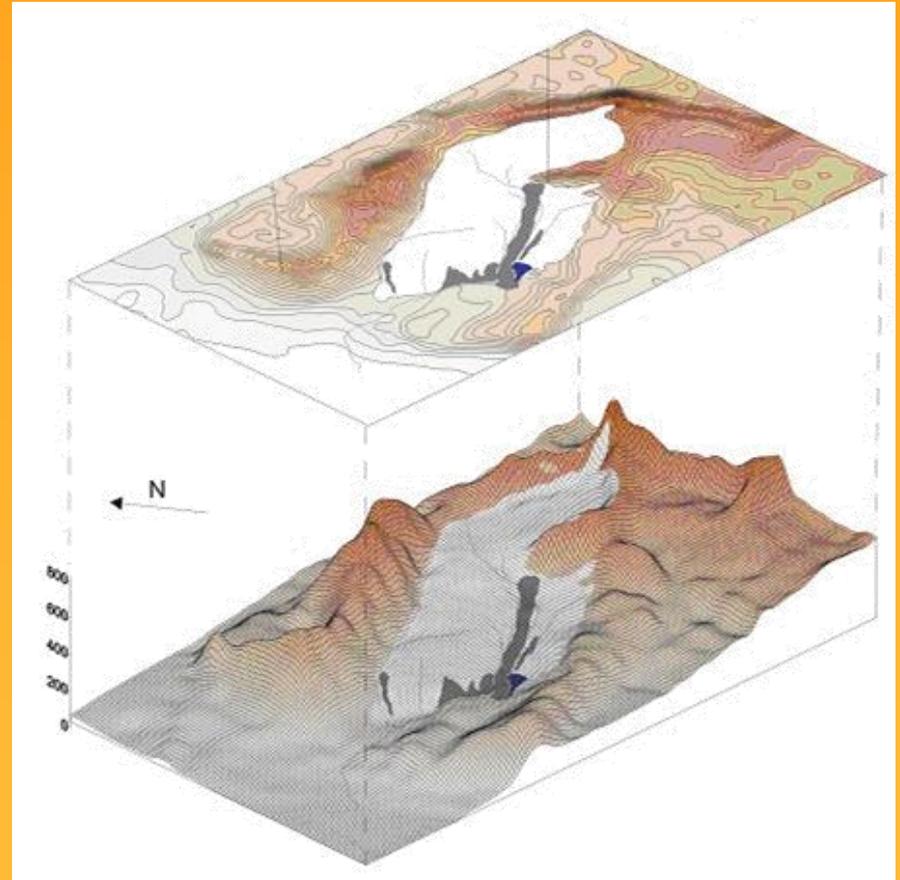
$$\Delta A = \text{ENTRADAS} - \text{SALIDAS}$$

$$\Delta A = (pp + C + \text{RIEGO}) - (E + T + P + \text{DRENAJE})$$

- Si se conocen las características de la unidad de “ALMACENAMIENTO”
- Si se estiman las salidas “DEMANDA”
- SE PODRÁN RESPONDER LAS PREGUNTAS DE MANEJO DE RIEGO
  - ¿CUANTO REGAR?
  - ¿CUANDO REGAR?
  - ¿CÓMO REGAR?

# PLANIFICACIÓN DEL RIEGO

- SELECCIÓN DE SITIO
  - ♦ Topografía
    - Levantamiento Topográfico
    - Base Cartográfica
      - Estudio de suelos
      - Diseño de riego
      - Drenaje superficial y subsuperficial
      - Diseño de cuarteles y caminos
    - Riesgo de Erosión



# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Principales limitantes edáficas que definen el manejo del agua
    - **Profundidad de suelos**



# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Principales limitantes edáficas que definen el manejo del agua
    - Estratas limitantes



# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA

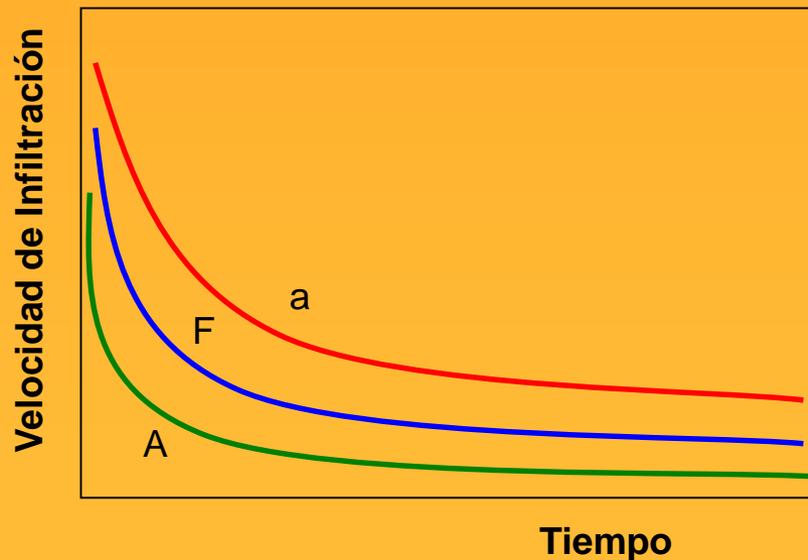
- Principales limitantes edáficas que definen el manejo del agua

- Drenaje



# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Principales limitantes edáficas que definen el manejo del agua
    - Infiltración

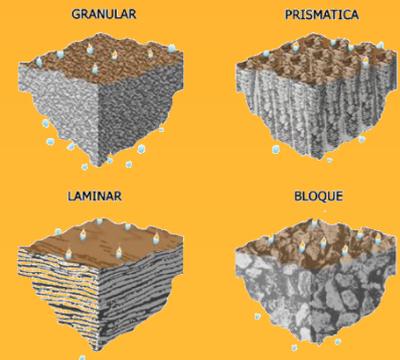


# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Principales limitantes edáficas que definen el manejo del agua
    - Permeabilidad – Retención de agua – Aireación

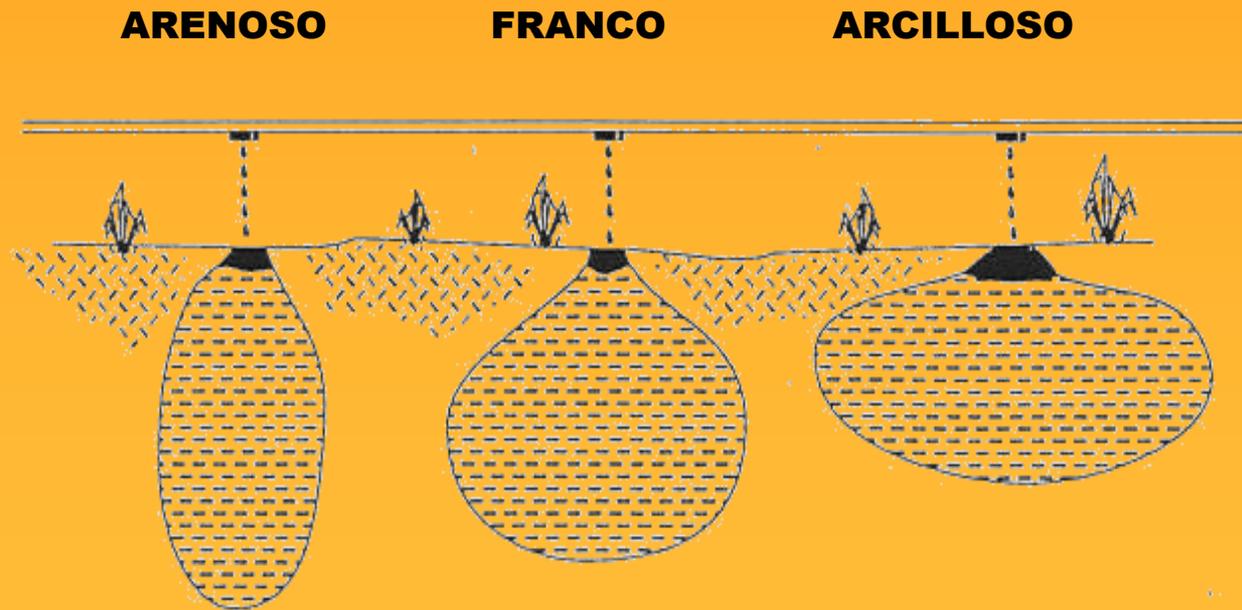


Textura  
Estructura



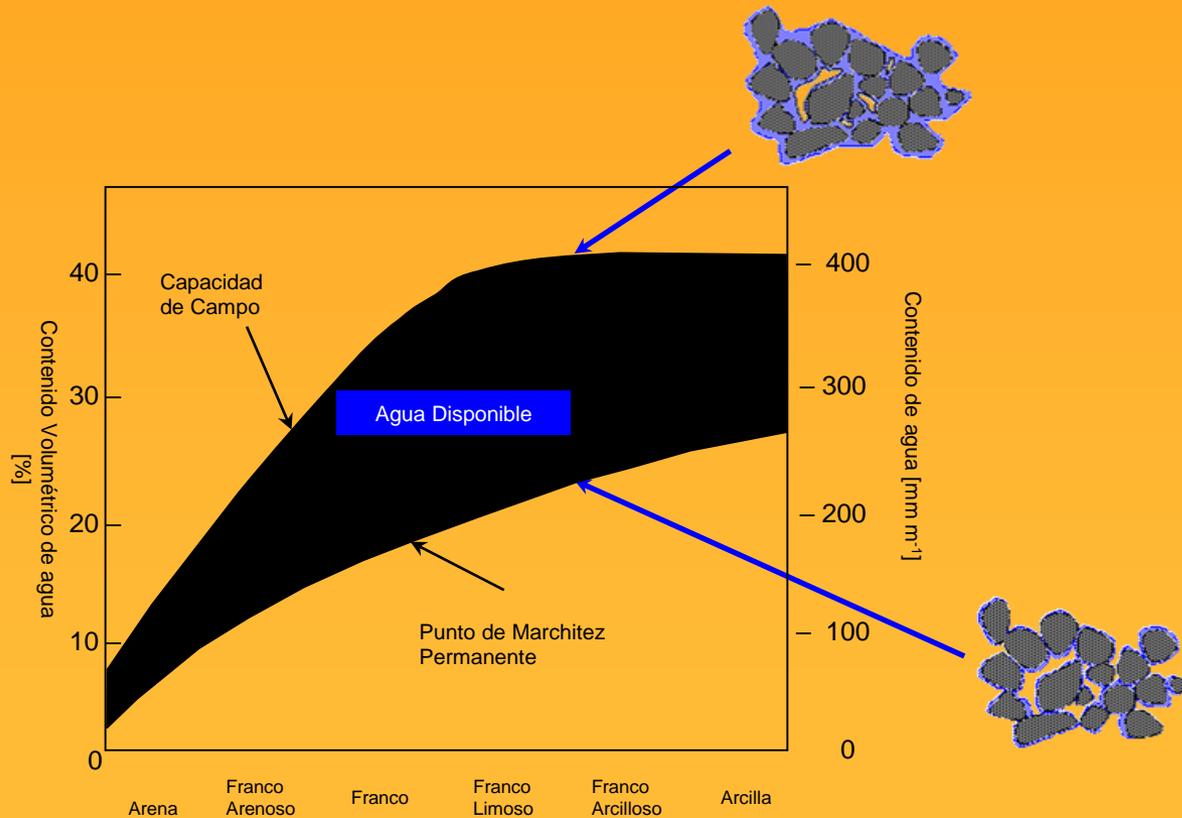
# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Distribución del agua bajo el suelo



# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Retención de agua en el suelo



# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Retención de agua en el suelo

Textura del suelo	Porosidad %	Da g/cm <sup>3</sup>	CC (%)	PMP (%)	HA (CC – PMP) Gravimétrico (%)	Altura de agua aprovechable (mm/m de suelo)
Arenoso	38 (32 - 42)	1.65 (1,55 - 1,80)	9 (6 - 12)	4 (2 - 6)	5 (4 - 6)	80 (60 - 100)
Franco arenoso	43 (40 - 47)	1.50 (1,40 - 1,60)	14 (10 - 18)	6 (4 - 8)	8 (6 - 8)	120 (90 - 150)
Franco	47 (43 - 49)	1.40 (1,35 - 1,50)	22 (18 - 26)	10 (8 - 12)	12 (10 - 14)	170 (140 - 200)
Franco arcilloso	49 (47 - 51)	1.35 (1,30 - 1,40)	27 (23 - 31)	13 (11 - 15)	14 (12 - 16)	190 (160 - 220)
Arcillo arenoso	51 (49 - 53)	1.30 (1,25 - 1,35)	31 (27 - 35)	15 (12 - 17)	16 (13 - 17)	210 (180 - 230)
Arcilloso	53 (51 - 55)	1.25 (1,20 - 1,30)	35 (31 - 39)	17 (15 - 19)	18 (16 - 20)	230 (200 - 250)

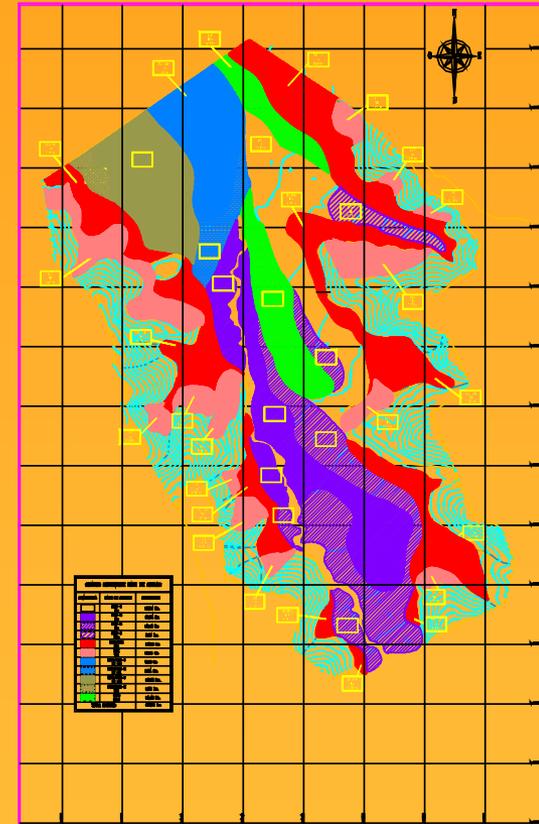
# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ SUELOS – AGUA
  - Retención de agua en el suelo

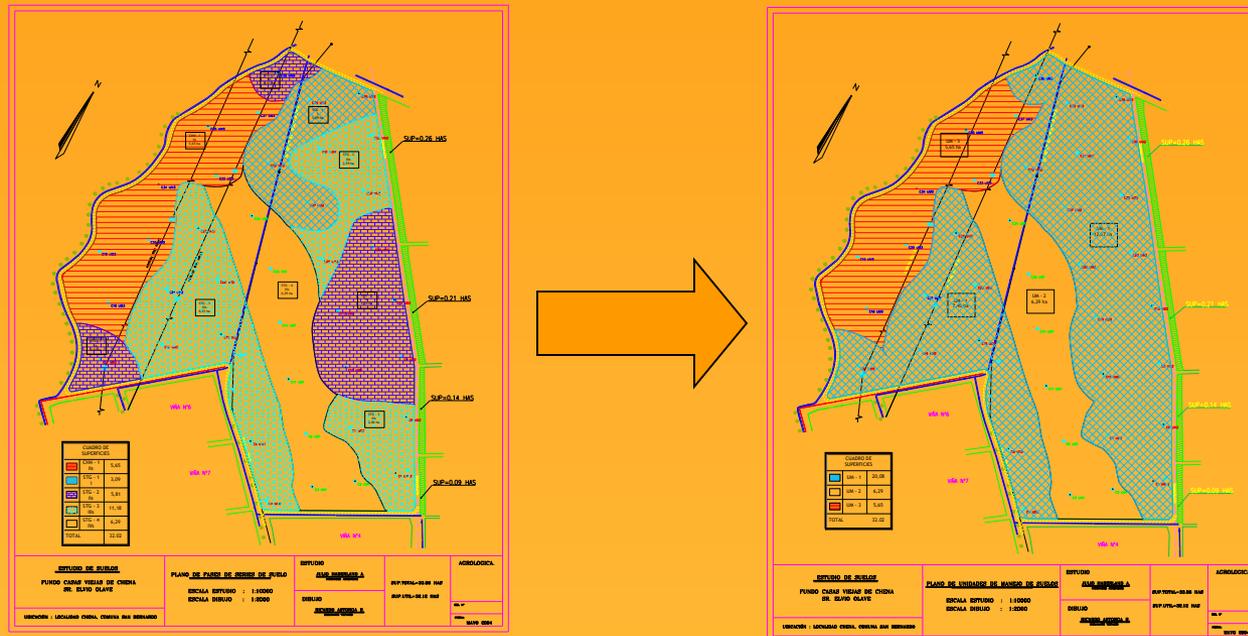
Textura del suelo	Altura de agua aprovechable (mm/m de suelo)	Umbral de riego %	Agua fácilmente Disponible mm/m	Pedregosidad %	Agua realmente disponible mm/m
Arenoso	80 (60 - 100)	30	24	25	18
Franco arenoso	120 (90 - 150)	30	36	25	28
Franco	170 (140 - 200)	30	51	25	38
Franco arcilloso	190 (160 - 220)	30	57	25	43
Arcillo arenoso	210 (180 - 230)	30	63	25	47
Arcilloso	230 (200 - 250)	30	69	25	52

# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ Estudio Agrológico
  - Distribución espacial de los suelos
  - Capturar limitantes edáficas
    - Definen la geometría del volumen de suelo a ser explorado por las raíces “PLANTA”
    - Definen características del sistema de riego “AGUA”



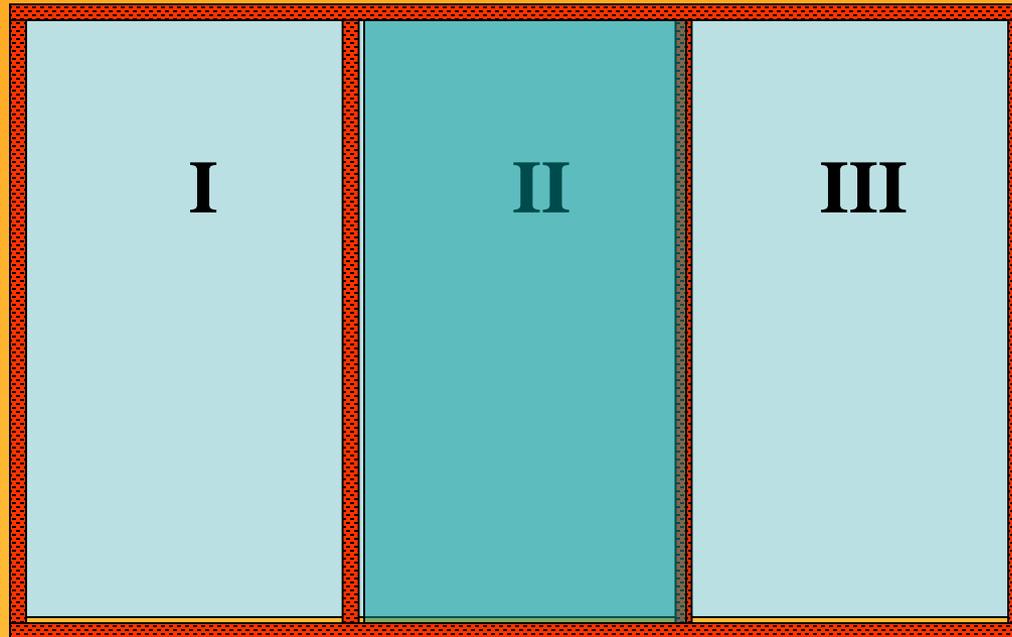
# ESTUDIO AGROLÓGICO



- Las unidades de manejo permiten minimizar el número de puntos de monitoreo (analítica y monitoreo)

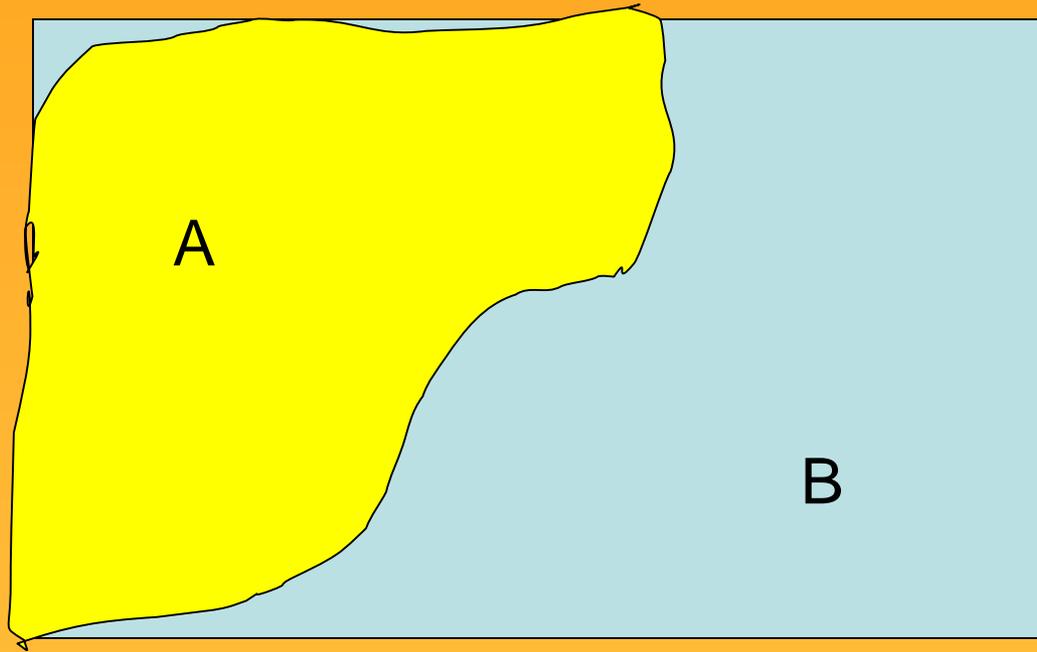
# DISEÑAR CUARTELES Y SECTORES DE RIEGO

Diseño de riego en base a topografía



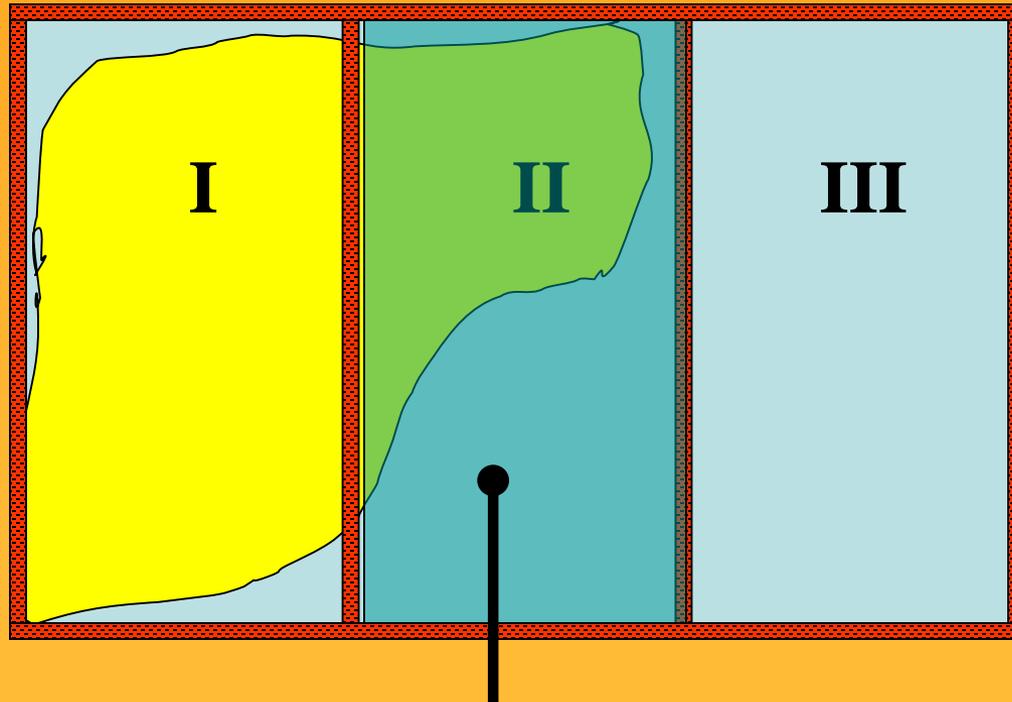
# SUELOS

- Definir Unidades de Manejo en base a un previo estudio de suelos



# DISEÑAR CUARTELES Y SECTORES DE RIEGO

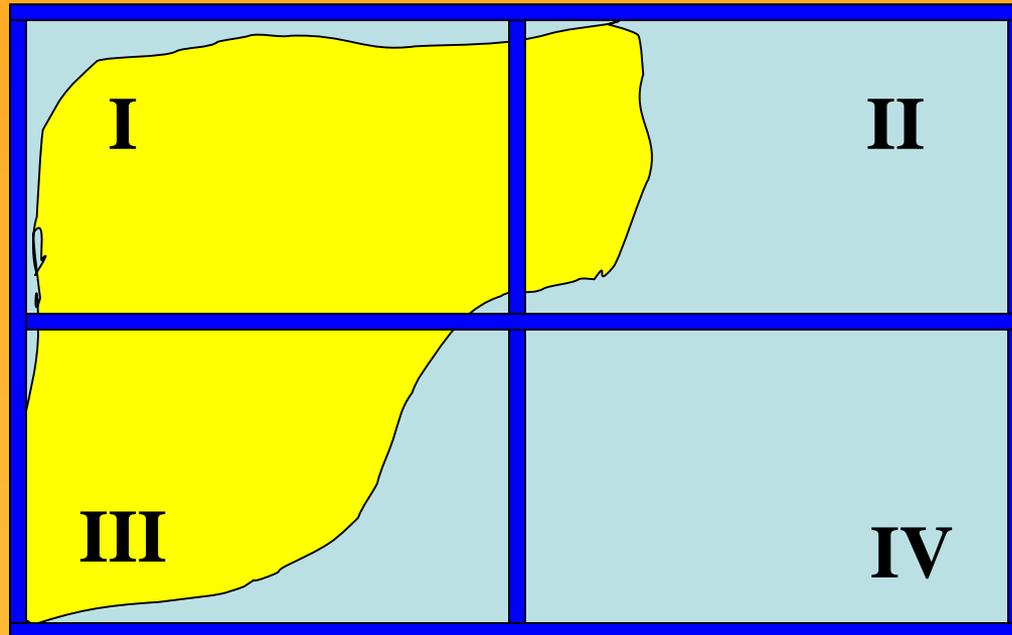
Diseño en base a riego



Combinación de suelos y/o variedades

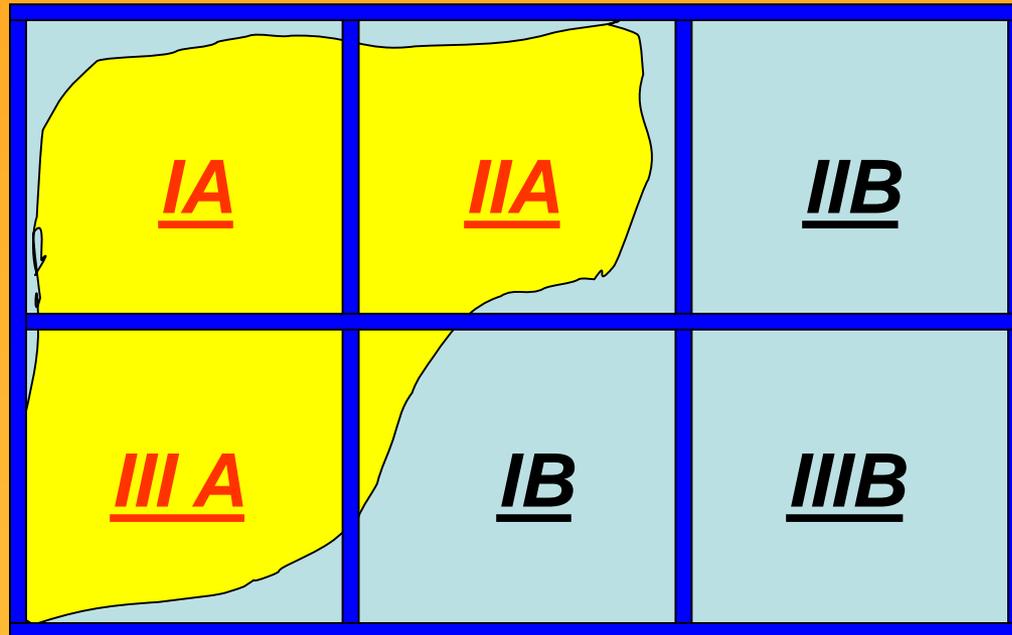
# DISEÑAR CUARTELES Y SECTORES DE RIEGO

- Diseñar cuarteles plantando las especies o variedades según los suelos previamente definidos



# Diseñar Cuarteles y Sectores de Riego

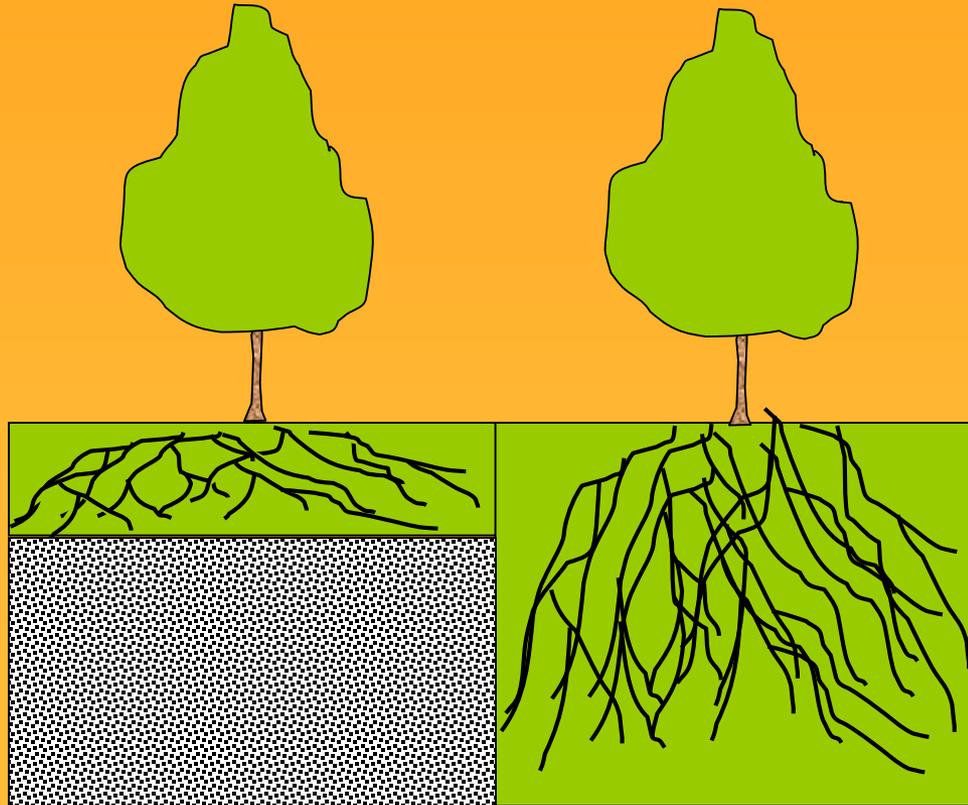
- Diseñar cuarteles plantando las especies o variedades según los suelos previamente definidos y optimizando el riego con el manejo predial



# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

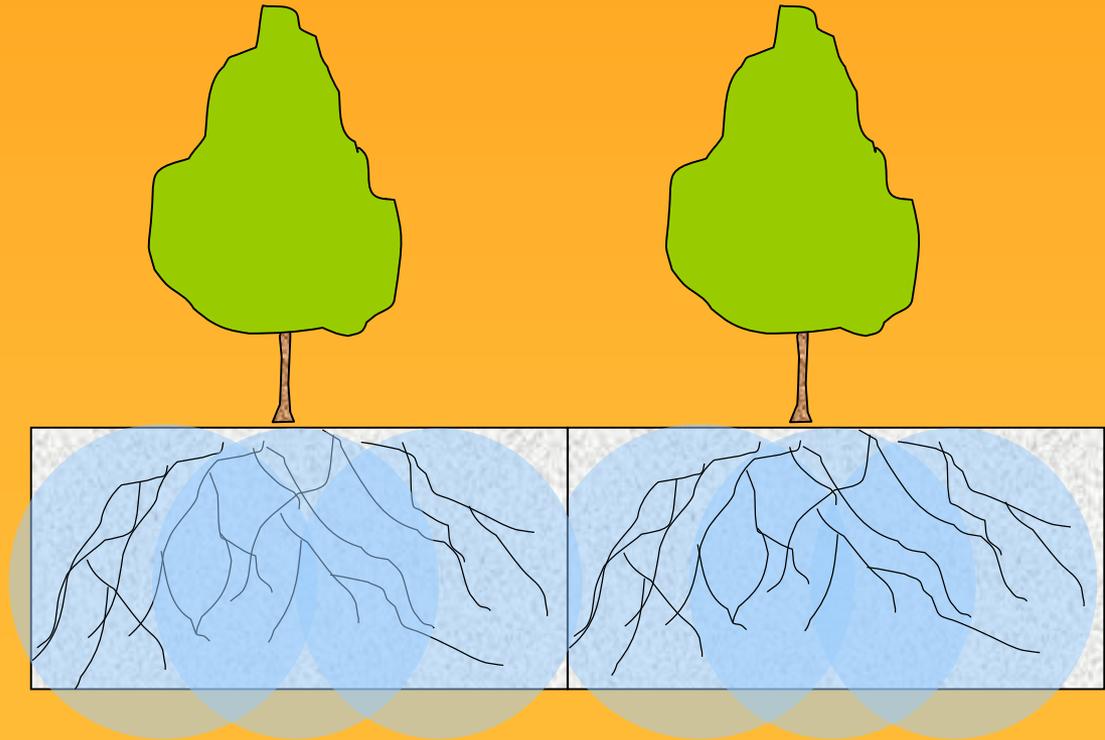
- ♦ SISTEMA RADICAL

- Distribución de raíces en función de las características del suelo
- Geometría del volumen de suelos explorado por las raíces



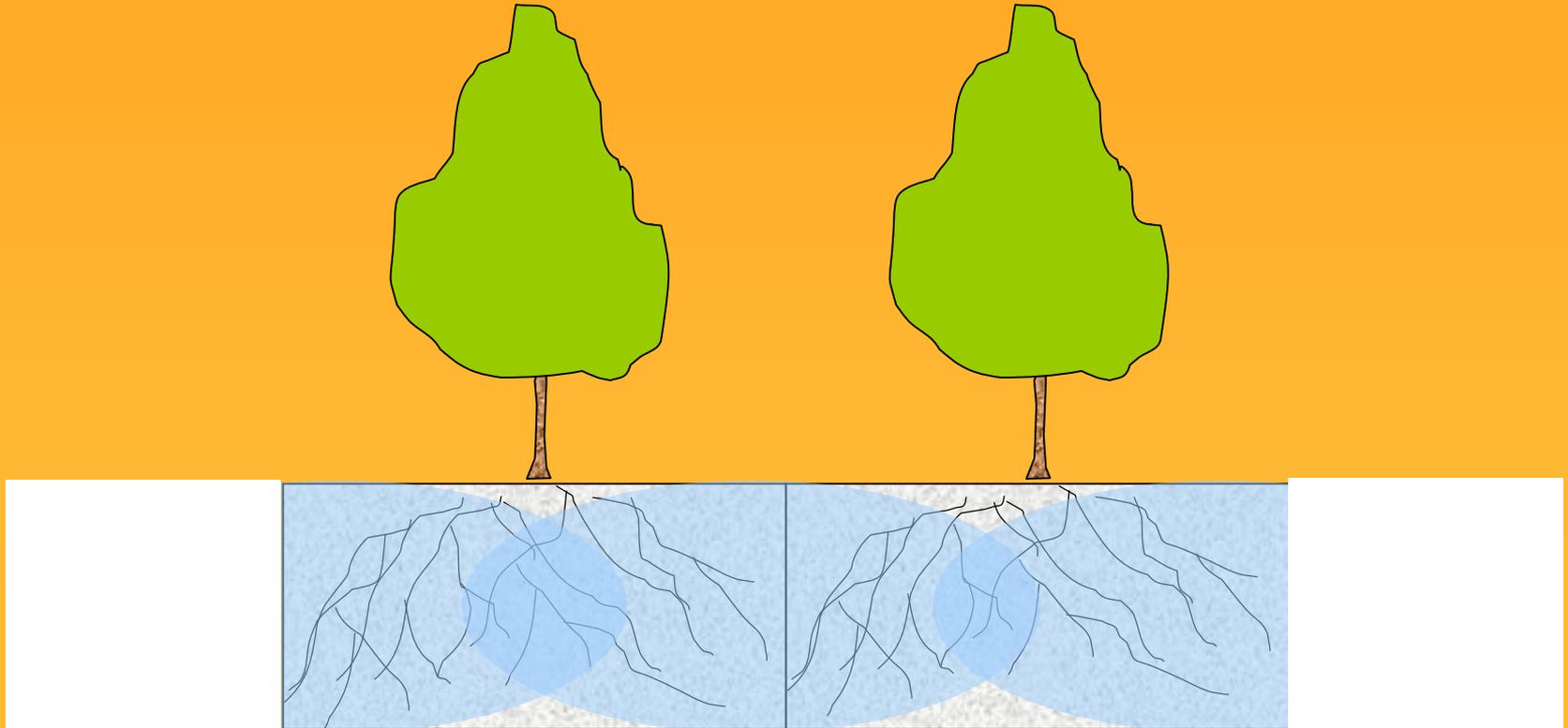
# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ OPCIONES DE SISTEMAS DE RIEGO
  - Gravitacional
    - Surcos



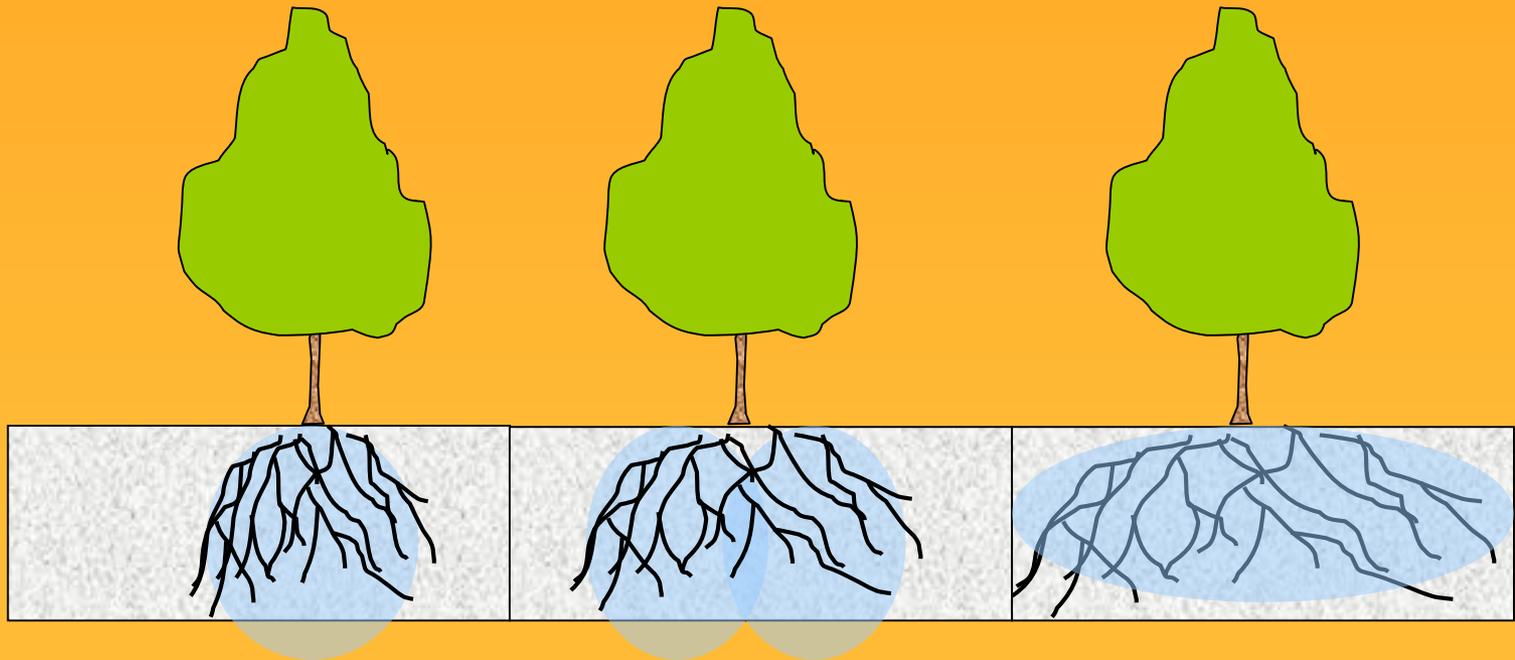
# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ OPCIONES DE SISTEMAS DE RIEGO
  - Gravitacional
    - Platabandas



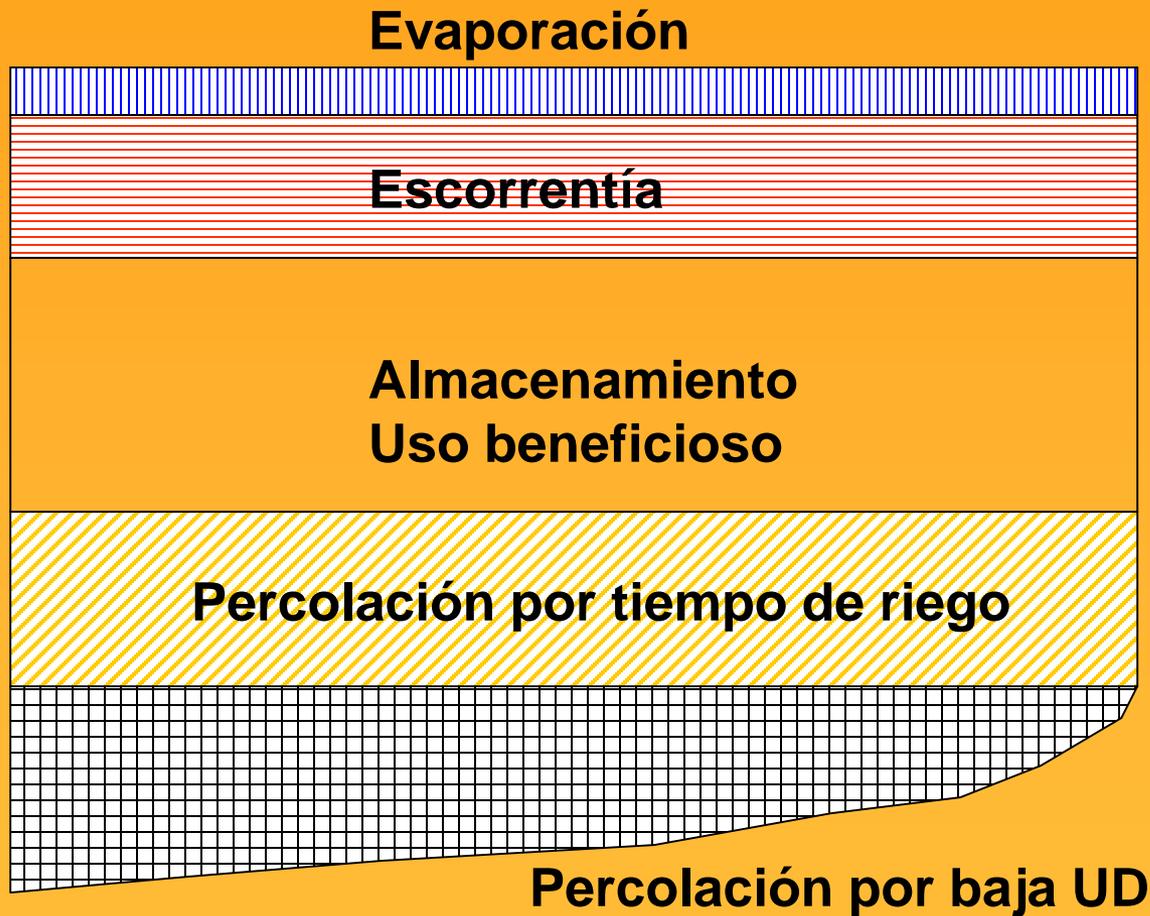
# RELACIÓN SUELO AGUA PLANTA

- ♦ OPCIONES DE SISTEMAS DE RIEGO
  - Riego Localizado de Alta Frecuencia
    - Goteo
    - Microaspersión



OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

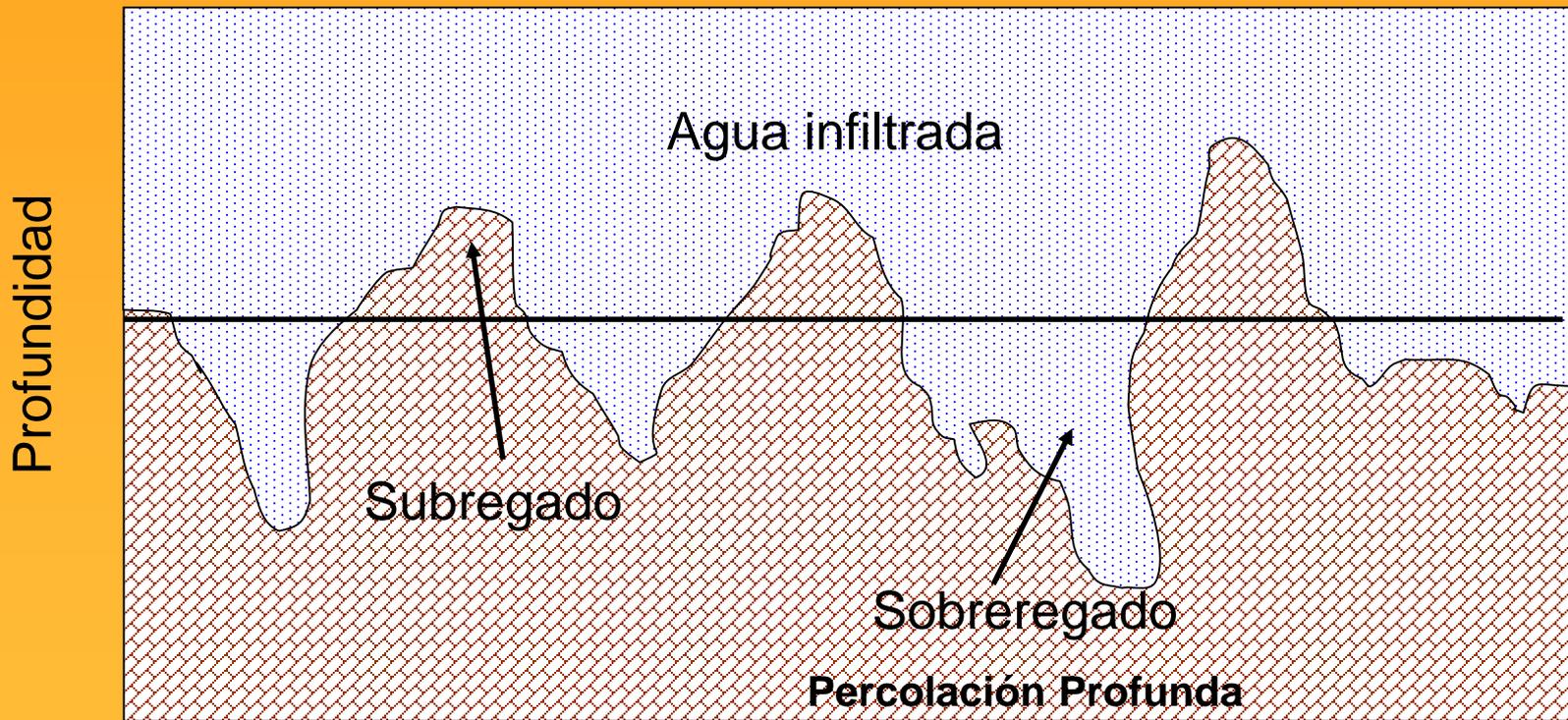
# MONITOREO DEL RIEGO



OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

# MONITOREO DEL RIEGO

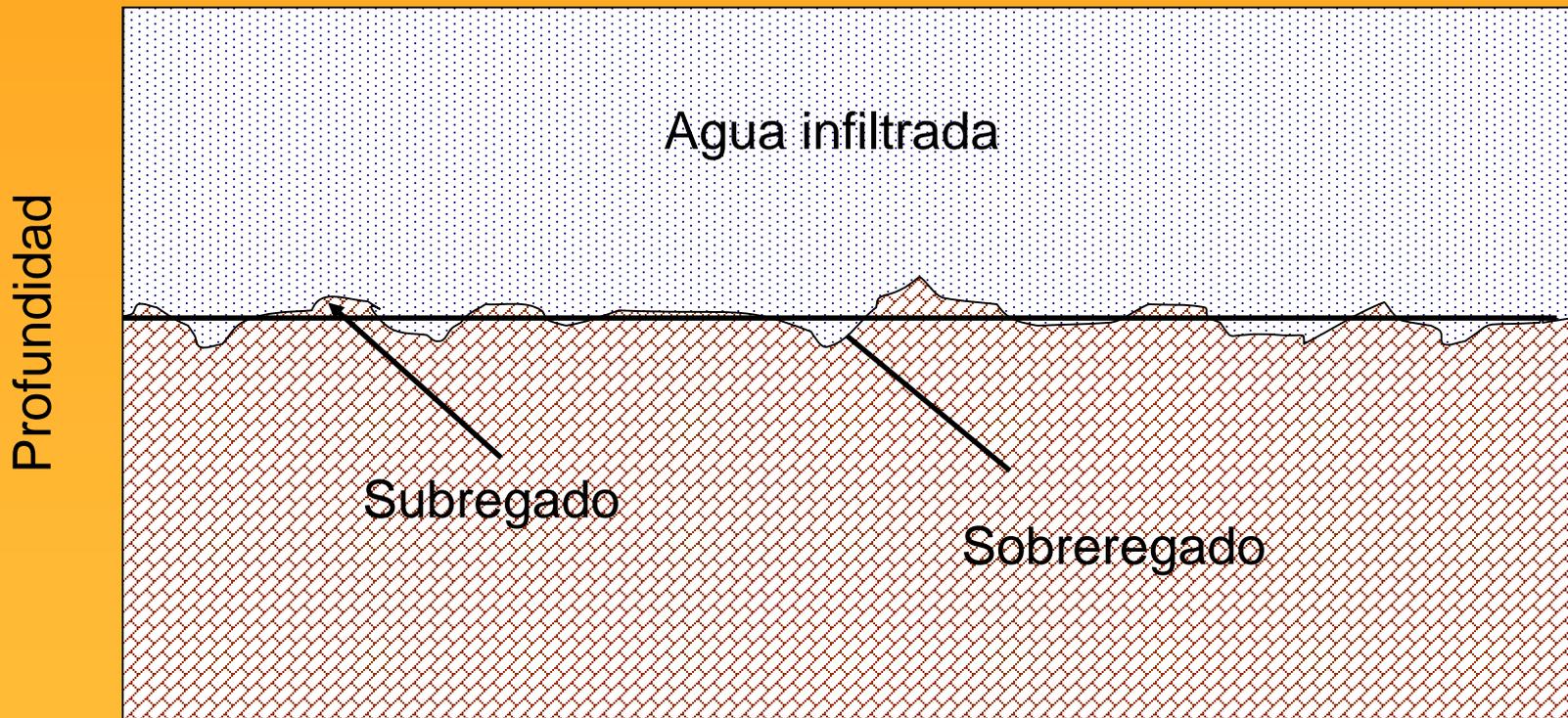
Baja Uniformidad de Distribución



OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

# MONITOREO DEL RIEGO

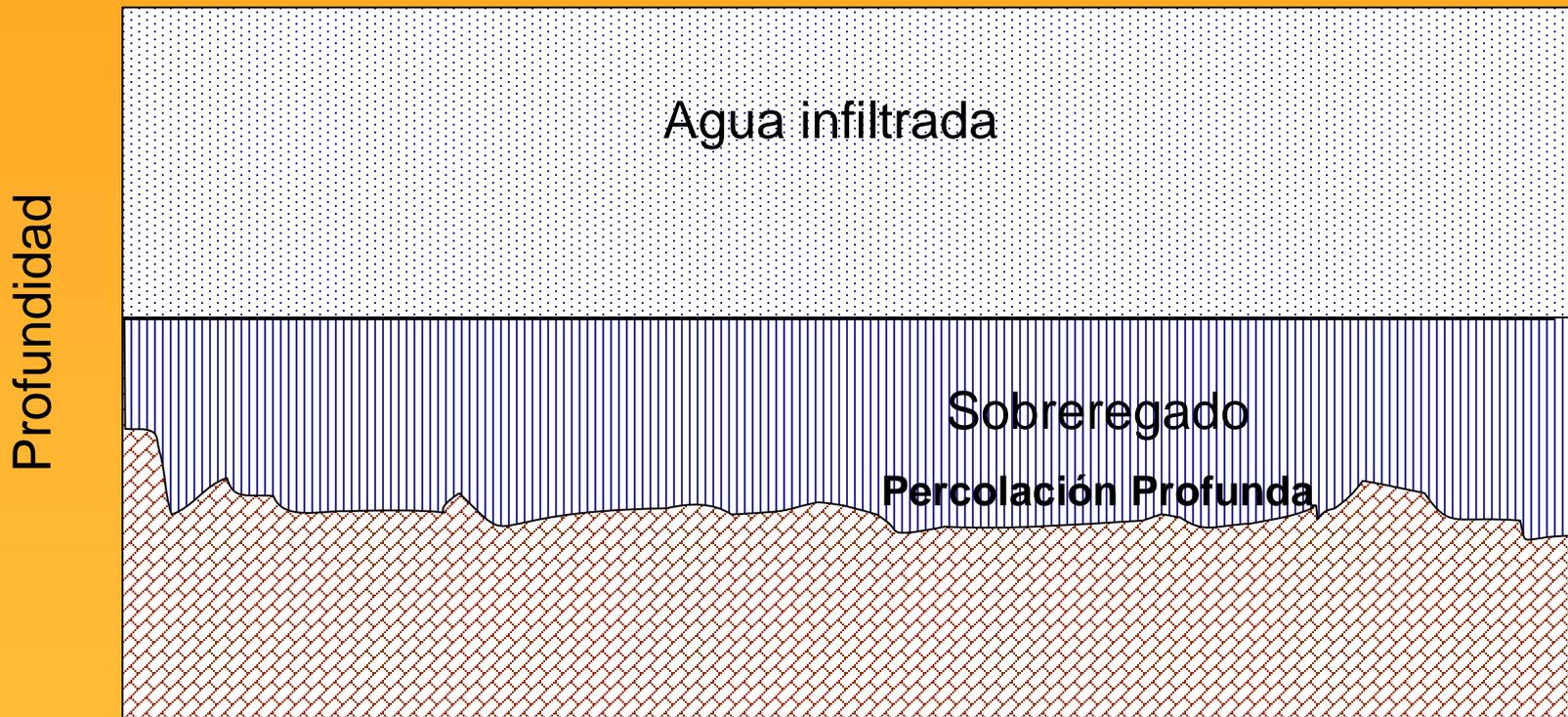
Buena Uniformidad de Distribución



OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

# MONITOREO DEL RIEGO

Buena Uniformidad de Distribución  
Incorrecto Tiempo de Riego



OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

# MONITOREO DEL ALMACENAMIENTO



OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

# MONITOREO DEL ALMACENAMIENTO

- Sensores de suelo



# OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

## MONITOREO DE LA DEMANDA

$$ET_r = k_b E_b$$

$$ET_c = k_c ET_p$$

- Monitoreo Ambiental

- Monitoreo de las Plantas



# OPTIMIZACIÓN USO DEL AGUA DE RIEGO

## MONITOREO DEL SUMINISTRO

- Monitoreo de Volúmenes aplicados
- Monitoreo Sistema de Riego

