

On website <https://www.waterlog.info/articulos.htm>

El desarrollo de **criterios del drenaje subterráneo agrícola** incorpora el estudio de sistemas de *drenaje subterráneo* y sus efectos en el suelo y la agricultura con el objetivo de llegar a un diseño óptimo del sistema.

## Contenido

- [1 Aspectos a cubrir](#)
- [2 Análisis de sistemas](#)
- [3 Procesos de reacción de cultivos](#)
- [4 Datos de campo](#)
- [5 Referencias](#)
- [6 Enlaces externos](#)

## Aspectos a cubrir

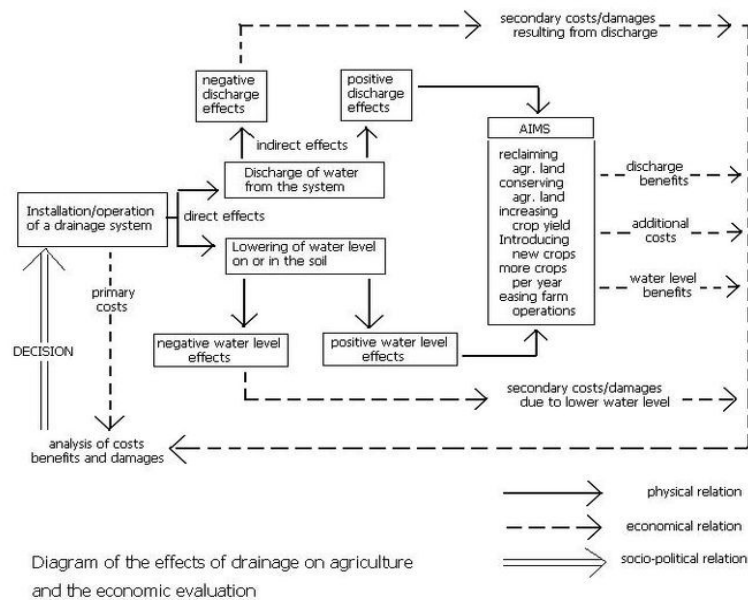


Figura 1.

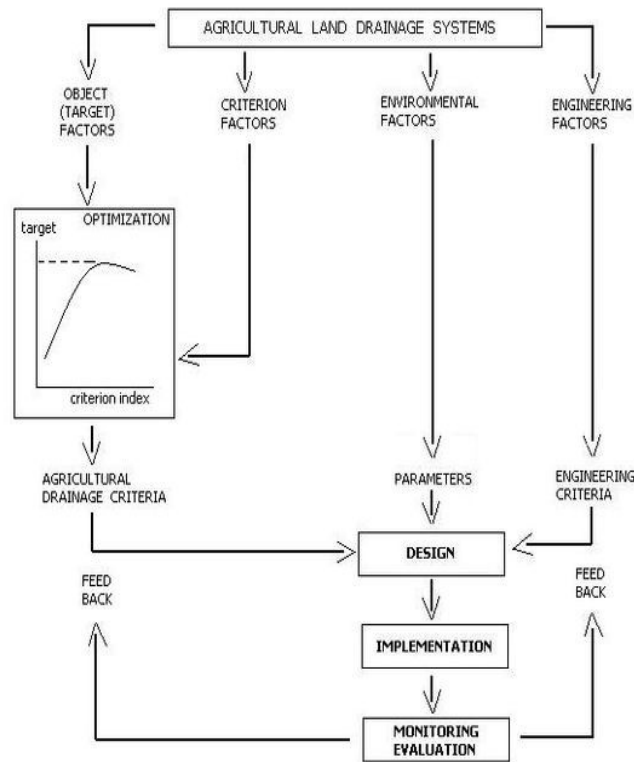
El drenaje subterráneo agrícola conlleva aspectos agrarias, ambientales, hidrológicos, de ingeniería agrícola, económicos, sociales y socio-políticos (Figura 1).

Todos estos aspectos pueden ser objeto del estudio de criterios del drenaje.

El propósito del drenaje subterráneo es la producción agrícola optimizada en lo que se refiere a:

1. el mejoramiento de tierras cultivables saturadas
2. la conservación del suelo
3. la optimización del rendimiento del cultivo
4. la potencial de la diversificación de de los cultivos
5. la intensificación del cultivo
6. la optimización de las operaciones agrarias de labranza con la maquinaria agrícola

## Análisis de sistema



The role of agricultural, environmental, and engineering criteria in the optimization, design, and evaluation of agricultural land drainage systems.

Figura 2.

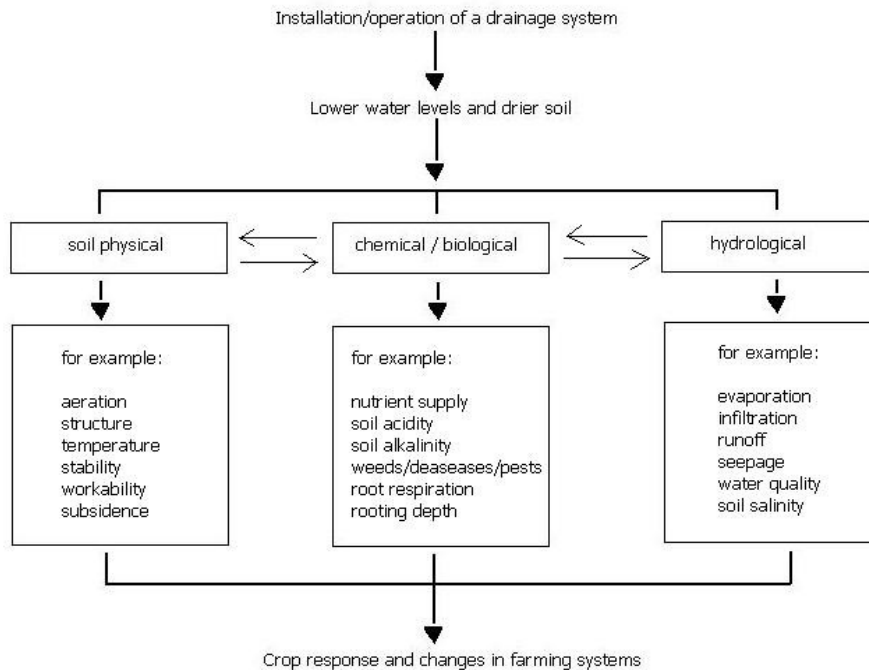
El papel que juegan las metas, los criterios, y los factores ambientales e hidrológicos se ilustra en la Figura 2.

En la figura los factores de criterio son influenciados a un lado por el drenaje y al otro lado por la productividad agraria.

Un ejemplo del factor de criterio es la profundidad de la [tabla de agua](#):

1. El sistema de drenaje influye esa profundidad. La relación entre el diseño del sistema de drenaje y la profundidad del freático se puede describir con la [ecuación de drenaje](#) en la cual el [requerimiento de drenaje](#) se determina de un [balance hídrico del suelo](#). [1]
2. La profundidad de la napa freática como factor de criterio se debe traducir en el índice de criterio con un valor numérico que representa por un lado el comportamiento de la capa freática y que por otro lado se deja relacionar con la meta (por ejemplo la productividad agrícola).
3. La relación entre el índice de criterio y la meta a menudo se puede optimizar dando el valor máximo de la producción como objetivo final, mientras que el valor óptimo correspondiente del índice de criterio se deja utilizar en el procedimiento de diseño como *criterio agrario de drenaje subterráneo*.

## Procesos de reacción de cultivos



Soil physical, chemical/biological, and hydrological interactions in the relations between drainage systems and crop response/farming systems

Figura 3.

Los procesos de base en el procedimiento de la optimización (Figura 2) son múltiples. Los procesos se pueden agrupar en procesos físicos, químicos/biológicos e hidrológicos que se influyen mutuamente [2] (Figura 3):

- Los procesos físicos influenciados incluyen la aeración, la [estructura](#), la estabilidad y la temperatura del suelo.
- Los procesos influenciados químicos incluyen la [salinidad](#), la [acidez](#) y la [alcalinidad](#) del suelo
- Los procesos influenciados hidrológicos incluyen la [evapotranspiración](#), la [escorrentía](#) superficial y la salinidad

## Ejemplo de un efecto físico

Vertical: % de días trabajables (para la labranza), mes de Abril, Holanda

Horizontal: profundidad promedio de la tabla de agua en Abril (mm)

$q/h$  = intensidad del sistema de drenaje: relación entre la descarga ( $q$  en mm/día) y la elevación ( $h$  en mm) de la tabla de agua por encima del nivel de los drenes. Menor  $h$  con la misma  $q$ , mayor la intensidad (o capacidad)

Se nota que la profundidad promedio tiene un papel más importante que la intensidad

## Ejemplo de un efecto químico

Vertical: Rendimiento relativo del cultivo (%)

Horizontal: profundidad promedio de la tabla de agua en el periodo de Noviembre a Mayo (m)

Aplicación del fertilizante Nitrógeno (kg/ ha)

Se nota que no hay efecto de fertilización con una profundidad mayor que 0.6 m y con una profundidad menor de 0.6 m la fertilización compensa el pobre drenaje a cierto grado

Los ejemplos se encuentran en : <http://www.waterlof.info/pdf/chap17.pdf> que trata de criterios de drenaje y que provee mas ejemplos.

Efectos sobre la salinidad del suelo se presentan en otro archivo.

# Datos de campo

La profundidad de la tabla de agua (X) y la producción del cultivo (Y)

En las investigaciones del drenaje agrícola el análisis de datos de campo es importante. [3]

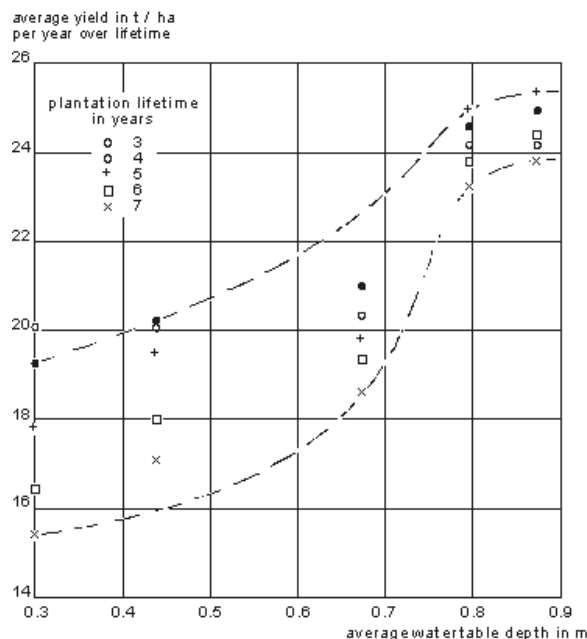
Tratando de datos de campo es de esperar una variación considerable debido al numero grande de procesos naturales involucrados y la gran variabilidad de las características de las plantas y del suelo asimismo de los fenómenos hidrológicos.

Un ejemplo de la relación entre rendimiento del cultivo y la profundidad de la tabla de agua sujeta a una variación aleatoria se ve en el gráfico adjunto. El gráfico ha sido hecho con el programa *SegReg* para la regresión segmentada. [4]. El program a se baja de la web :

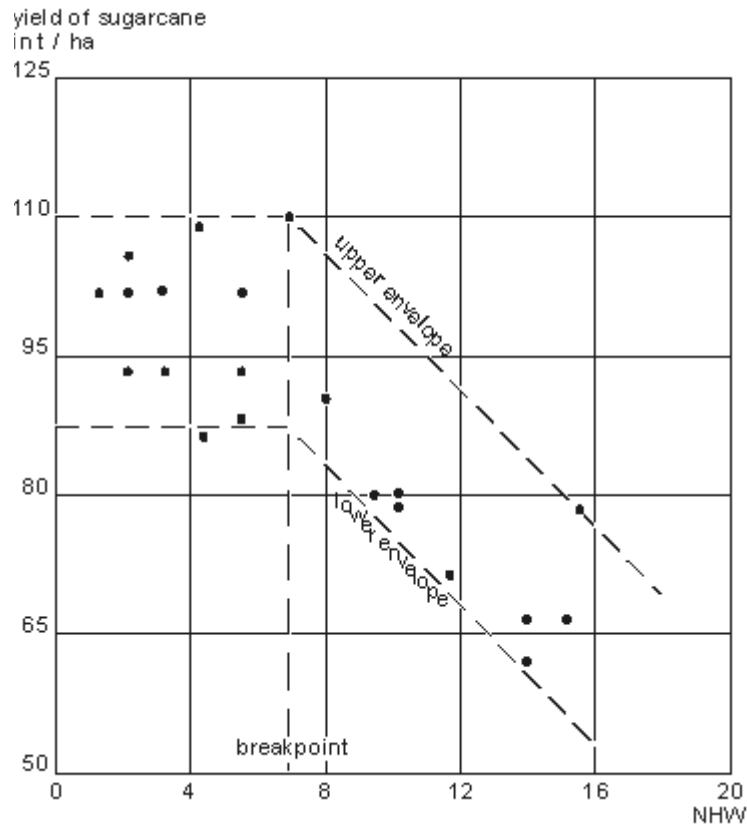
<http://www.waterlog.info/segreg.htm>

Analizando datos de campo con variación aleatoria la aplicación adecuada de los principios estadísticos como el análisis de regresión y el análisis de frecuencia es indispensable.

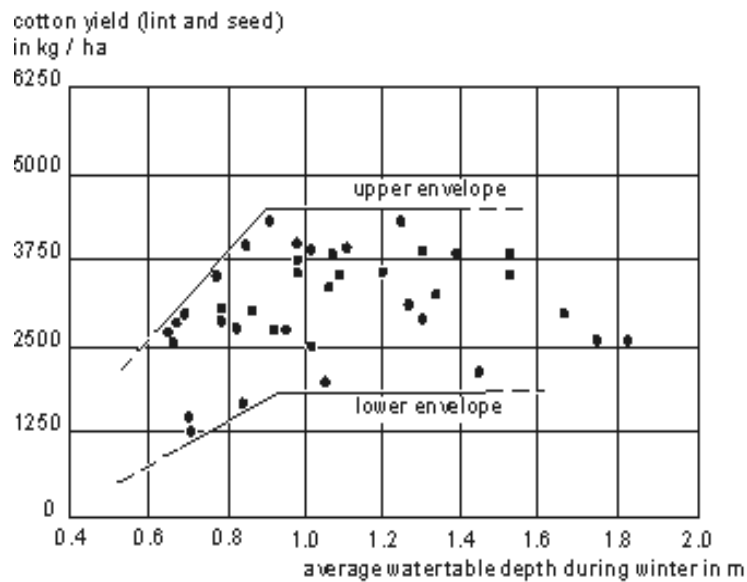
## Ejemplos de la relacion rendimiento del cultivo – profundidad de la tabla de agua



Rendimiento de bananas (t/ha), edad de la plantación, y profundidad promedio de la tabla de agua (m) en Surinam (Lenselink, 1972)

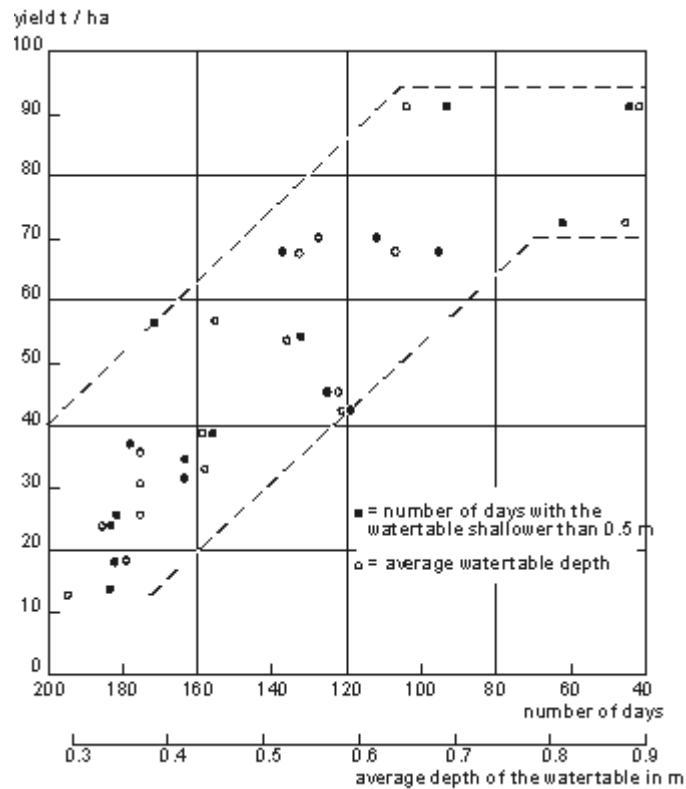


Rendimiento de caña de azúcar (t/ha) y número de días (NHW) con nivel de la tabla de agua elevada (a menor profundidad de 90 cm) en el sistema colector de drenaje in Guyana (Naraine 1990)

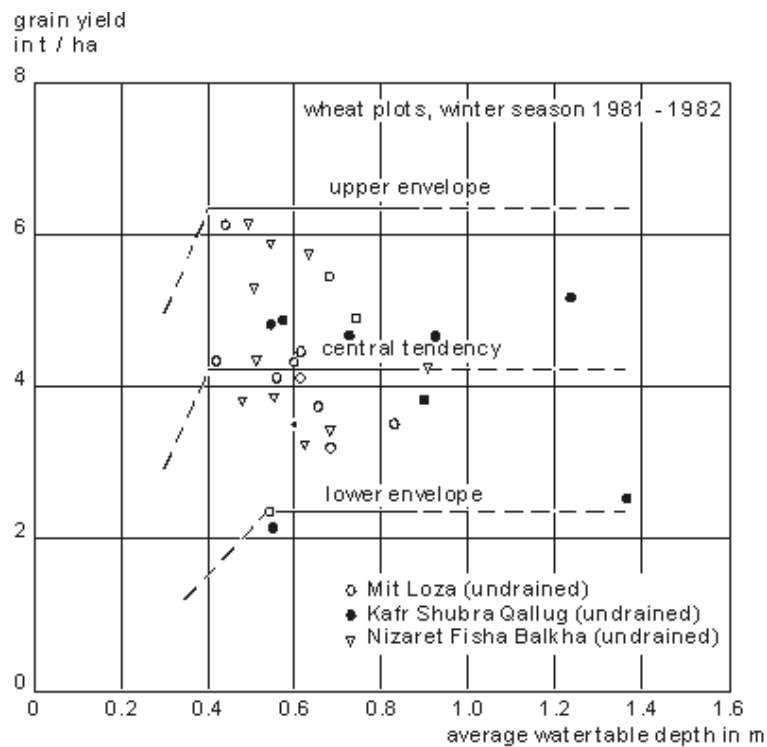


Rendimiento de algodón (kg/ha) y profundidad promedio de la tabla de agua durante el verano en el delta del Nilo, Egipto (Nijland et al. 1984)

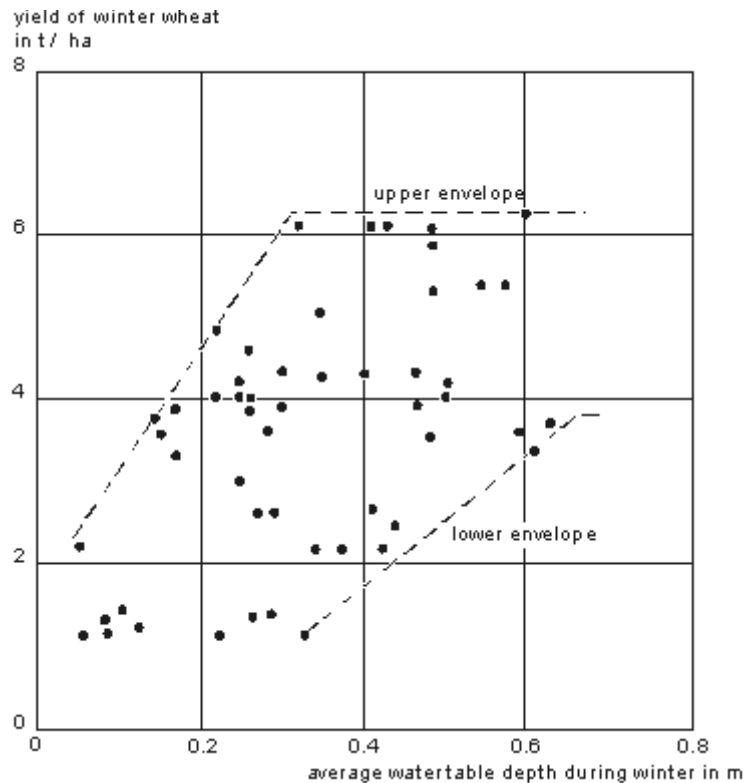




Rendimiento de caña de azúcar, profundidad promedio de la tabla de agua y número de días con tabla de agua a menor profundidad de 0.5 durante la estación de crecimiento de Diciembre a Junio en N. Queensland, Australia (Rudd and Chardon 1977)



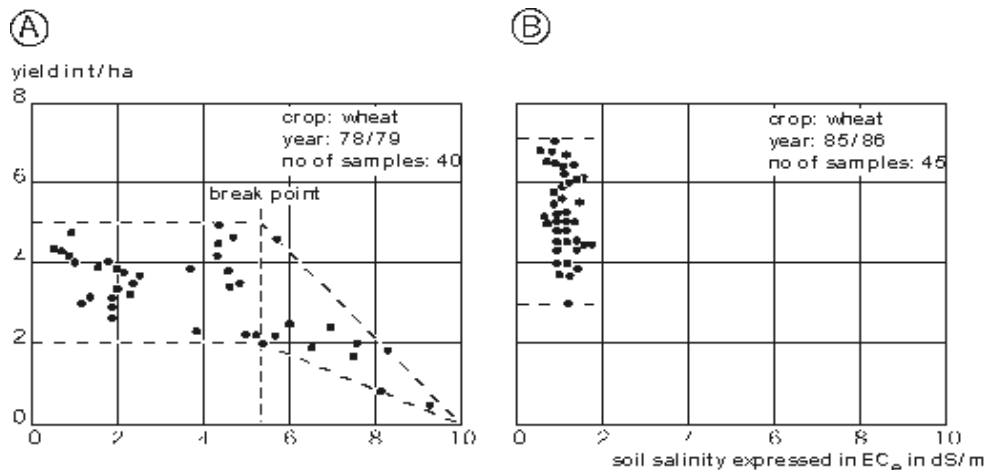
Rendimiento de semillas de trigo (t/ha) y profundidad promedio estacional de la tabla de agua en el delta del Nilo, Egipto



Rendimiento de trigo (t/ha) y profundidad promedio invernal de la tabla de agua (m) en un suelo arcilloso pesadado, 5 años de observación, Reino Unido

## Control de la salinidad de suelo

En tierras regadas el drenaje subterráneo puede ser necesario para lixiviar los sales importados en los suelos con el agua de riego para prevenir la [salinización del suelo](#).



Rendimiento de trigo y la salinidad del suelo antes (A) y después (B) la instalación de un sistema de drenaje subterráneo en un área piloto en el delta de Nilo, Egipto. (Safwat Abdel Dayem and Ritzema 1990)

Modelos de agro-hidro-salinidad como *SaltMod* pueden ser instrumental para determinar el requerimiento de drenaje. [4]

El control de la salinidad del suelo se presenta con más detalle en otro archivo.

## Referencias

1. ↑ *Drainage for Agriculture: Hydrology and Water Balances*. Lecture notes, International Course on Land Drainage (ICLD), International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands. Bajar de : [\[1\]](#)
2. ↑ *Agricultural Drainage Criteria*. Chapter 17 in: H.P.Ritzema (ed., 1994), *Drainage Principles and Applications*, Publication 16, p.635-690. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands. [ISBN 90 70754 3 39](#). Bajar de : [\[2\]](#)
3. ↑ *Drainage Research in Farmers' Fields: Analysis of Data*. Part of project "Liquid Gold" of the International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands. Bajar de : [\[3\]](#)
4. ↑ *SaltMod: A tool for interweaving of irrigation and drainage for salinity control*. In: W.B.Snellen (ed., 1997), *Towards integration of irrigation, and drainage management*. Special report, p. 41-43, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands. Bajar de : <http://www.waterlog.info/saltmod.htm>

## Enlaces externos

(en Inglés)

- Sitio de web acerca del drenaje subterráneo : [\[5\]](#)
- Software libre para cálculos del drenaje subterráneo : [\[6\]](#)
- Artículos sobre el drenaje subterráneo : [\[7\]](#)
- Preguntas frecuentes acerca del drenaje subterráneo : [\[8\]](#)
- Estudios de caso sobre el drenaje subterráneo : [\[9\]](#)