CURSO CI66 K
GESTIÓN OPERACIONAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Semestre Otoño 2007

Profesor: Leonel Barra O.

Profesor Auxiliar: Emilio Fernández A.

INTRODUCCION

Las precipitaciones son una de las variables principales en la evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos en una cuenca. En la zona de estudio no se dispone de registros de precipitaciones, razón por la cual se requiere efectuar un análisis regional para considerar tal variable.

Comunidades de origen ancestral, controlan un cauce superficial en la zona de estudio, por lo tanto, se dispone de registros de caudales. Este cauce se ubica en la zona este de la cuenca, y presenta una dirección este oeste, hacia la zona terminal.

OBJETIVOS

- Mediante el análisis de pruebas de bombeo, donde se estimarán las transmisividades características T_D y T_T, se verificará el tipo de escurrimiento, de acuerdo a los gradientes hidráulicos observados.
- Generar la serie sintética de precipitaciones en la zona de estudio, mediante un análisis regional. Esto implica establecer un gradiente de precipitaciones en función de estaciones homogéneas, y a partir de la estadística de una estación base (y el gradiente antes mencionado), generar los registros de precipitaciones.
- Establecer si las precipitaciones explican los escurrimientos registrados. Si es así, en la evaluación futura de la disponibilidad de recursos basta con considerar un modelo precipitación escorrentía, en caso contrario, es decir, si la explicación de la función de transferencia entre precipitaciones y caudales es baja, se debe recurrir a un análisis de evaluación de recarga por *salidas* del sistema.
- En función de registros de profundidades de napa en torno a la zona terminal del sistema (laguna), y aplicando perfiles tipos de evaporación v/s profundidad, se evaluará la descarga por concepto de evaporación (evaporación efectiva).
- Considerando los antecedentes de geofísica, definir las secciones de paso, y con ello los caudales correspondientes.

EJERCICIO

La tarea que se debe ejecutar consta del desarrollo de los siguientes puntos:

- ✓ Analizar pruebas de bombeo, determinando los parámetros críticos (Darcy y Turbulentos).
- ✓ Establecer del total de la estaciones de la región, cuáles de ellas presentan un comportamiento homogéneo, mediante la aplicación del test de homogeneidad de Gumbel.
- ✓ Con las estaciones seleccionadas, estimar un gradiente de precipitaciones anuales medias.
- ✓ Generar una estadística sintética en la zona de estudio, en función del gradiente antes estimado y la estadística de una estación base (Socaire).
- ✓ Construir una función de transferencia entre las precipitaciones (sintéticas) y la estadística de caudales, y calcular el indicador "explicación".
- ✓ Establecer si es aplicable una metodología de precipitación-escorrentía.
- ✓ Si no es aplicable, evaluar la recarga a través de las salidas del sistema.

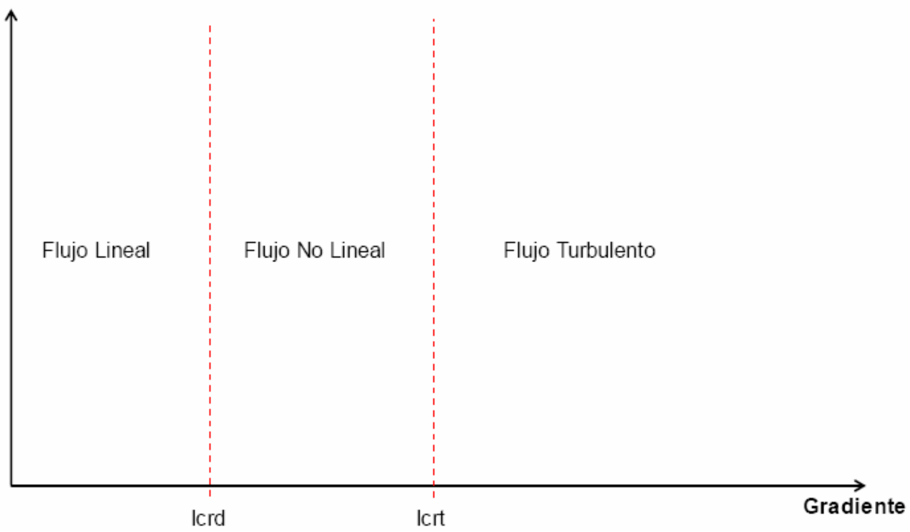
Determinación Parámetros Críticos

* Determinación de T_D T_T y S.
* Cálculo de i_{crt} e i_{crd}

$$I_{crd} = 0.05 \cdot \left(\frac{T_T}{T_D}\right)^2$$

$$I_{crt} = 7220 \cdot I_{crd}$$

* Clasificación Flujo según Gradiente Hidráulico



HOMOGENEIDAD

El test de homogeneidad de Gumbel, evalúa si la curva de frecuencia puntual (en cada estación) no se aleje de la curva de frecuencia regional compuesta por todas las estaciones analizadas.

El test es evaluado para un período de retorno de 10 años.

HOMOGENEIDAD (Procedimiento)

- Se determinan de los límites de confianza en términos de períodos de retorno inferior (Ti) y superior (Ts).
- Ajuste de la distribución Gumbel de frecuencia puntual para cada estación.
- Evaluación de los valores $Q_{2,33}$ y Q_{10} (caudales para períodos de retorno de 2,33 y 10 años respectivamente), de la curva de frecuencia puntual para cada estación y cálculo del factor de uniformidad para la región, definido como:

$$K = \left(1/m\right) \cdot \sum_{1}^{m} Q_{10} / Q_{2,33} \qquad (1)$$

- Determinación de caudales uniformes

$$Q_K = K \cdot Q_{2,33} \qquad (2)$$

- Para cada estación se determina el valor del período de retorno Tr, correspondiente a QK, a partir de su curva de frecuencia. Si el período de retorno Tr (asociado a QK) en cualquiera de las estaciones, se encuentra fuera de los límites de confianza respectivos, se descarta la estación y se repite el proceso, hasta que cada uno de los Tr de las estaciones se encuentre dentro de los límites de confianza.

FUNCIONES DE TRANSFERENCIA

Sean las series X_t e Y_t, con distribuciones normales:

$X_t \sim N(0, \sigma_X^2)$
$Y_t \sim N(0 , \sigma_Y^2)$

La función de transferencia entre X_t e Y_t se expresa como:

$$Y_t = \delta_1 Y_{t-1} + \delta_2 Y_{t-2} + \ldots \delta_r Y_{t-r} + \omega_0 X_{t-b} - \omega_1 X_{t-b-1} \quad \ldots - \omega_s X_{t-b-s} + \eta_t$$

FUNCIONES DE TRANSFERENCIA

Dado que los modelos de Funciones de Transferencia requieren una normalización de cada una de las series en análisis, para estos efectos se utilizará la transformada de BOX COX.

$$Y_t = \frac{(X_t + A)^{\lambda}}{\lambda}$$

Donde, λ y A son parámetros que se determinan al imponer condiciones de normalidad, i.e., Kurtosis y asimetría ≈ 0.

FUNCIONES DE TRANSFERENCIA

Los modelos de Funciones de Transferencia poseen un desfase **b** entre la excitación y el inicio de la respuesta, **r** términos autorregresivos de la variable respuesta y **s + 1** términos de excitación, de manera que en general se expresan como un modelo FT(r,s,b).

El último término representa la parte no explicada por la excitación ni la variable misma y puede tener dependencia en sí mismo. Una vez que se ajustan diferentes modelos candidatos es posible elegir el más adecuado según diferentes criterios, entre los que están su parsimonia y la mejor reproducción de la estructura de dependencia encontrada en los datos.

Para evaluar la conveniencia de aumentar el número de parámetros (d) que explican la variable en estudio, el indicador que se utilizará para elegir el mejor modelo, es el AIC, que en este caso se define como:

$$AIC = 2d + N \ln(\sigma_{\varepsilon_t}^2)$$

FUNCIONES DE TRANSFERENCIA

Para la función de transferencia encontrada, se pide calcular la "explicación", e interpretar.

Se considera un valor aceptable un porcentaje sobre el 70%.

En caso que la precipitación no expliquen de manera aceptable los escurrimientos TOTALES, la recarga se evalúa mediante balance hídrico (antecedentes de evaporación: tasas y área de zona terminal; y caudales de salida).

CURTOSIS

Devuelve la curtosis de un conjunto de datos. La curtosis caracteriza la elevación o el achatamiento relativos de una distribución, comparada con la distribución normal. Una curtosis positiva indica una distribución relativamente elevada, mientras que una curtosis negativa indica una distribución relativamente plana.

Sintaxis

CURTOSIS(**número1**;número2; ...)

Número1, número2, ...   son de 1 a 30 argumentos cuya curtosis desea calcular. También puede utilizar una matriz única o una referencia matricial en lugar de argumentos separados con punto y coma.

Observaciones

Los argumentos deben ser números o nombres, matrices o referencias que contengan números.

Si el argumento matricial o de referencia contiene texto, valores lógicos o celdas vacías, estos valores se pasan por alto; sin embargo, se incluirán las celdas con el valor cero.

Si existen menos de cuatro puntos de datos o si la desviación estándar de la muestra es igual a cero, la función CURTOSIS devuelve el valor de error #¡DIV/0!

CURTOSIS

CURTOSIS se define como:

$$\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_j - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

donde:

s es la desviación estándar de la muestra.

COEFICIENTE ASIMETRIA

Devuelve la asimetría de una distribución. Esta función caracteriza el grado de asimetría de una distribución con respecto a su media. La asimetría positiva indica una distribución unilateral que se extiende hacia valores más positivos. La asimetría negativa indica una distribución unilateral que se extiende hacia valores más negativos.

Sintaxis

COEFICIENTE.ASIMETRIA(**número1**;número2; ...)

Número1, número2 ...   son de 1 a 30 argumentos cuya asimetría desea calcular. También puede utilizar una matriz única o una referencia matricial en lugar de argumentos separados con punto y coma.

Observaciones

Los argumentos deben ser números o nombres, matrices o referencias que contengan números.

Si el argumento matricial o de referencia contiene texto, valores lógicos o celdas vacías, estos valores se pasan por alto; sin embargo, se incluirán las celdas con el valor cero.

Si el número de puntos de datos es menor que tres o si la desviación estándar de la muestra es cero, COEFICIENTE.ASIMETRIA devuelve el valor de error #¡DIV/0!

COEFICIENTE ASIMETRIA

La ecuación para la asimetría se define como:

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum\left(\frac{x_i-\bar{x}}{s}\right)^3$$

Estimación Parámetros FT()

- Normalizar Series
- Establecer Configuración de la Función de Transferencia (Componentes Autorregresivos, Componentes asociados a la Excitación)
- Establecer Error entre la serie y los valores simulados
- Determinar Parámetros minimizando la varianza del error entre los valores simulados y observados

Estimación Evaporación

- Elaboración de curvas de isoprofundidad del agua subterránea, en función de las mediciones de nivel en calicatas del sector.
- Ajustar perfiles de evaporación según distintos tipos de suelo
- Superponer los perfiles ajustados con las curvas de isoprofundidad y determinar la evaporación de la zona de estudio.

Caudal Pasante

Geofísica en las dos secciones de paso.

$$I = \frac{Q}{L \cdot T_D} + \frac{Q^2}{L^2 \cdot T_T{}^2}$$