

Epanet y Cooperación

**44 Ejercicios progresivos
comentados paso a paso**

Primera Edición
Diciembre 2007

Santiago Arnalich



Epanet y Cooperación

44 Ejercicios progresivos comentados paso a paso

Primera Edición
Diciembre 2007

ISBN: 978-84-612-1286-6

© **Santiago Arnalich Castañeda**

Reservados todos los derechos. Puedes fotocopiar este manual para tu uso personal si tu situación económica no te permite comprarlo. En caso contrario, considera apoyar estas iniciativas comprando una copia.

Si deseas utilizar parte de los contenidos de este libro, ponte en contacto con el autor en arnalich@uman.es

Foto de la portada: Proja Jadid, Afganistan.

Revisión técnica: José Luis Diago Uso.

Depósito Legal: M-55073-2007



*A Ana, Saula, Elisa, Raquel y Natxo por sus
pacientes contribuciones*

Índice

1. Antes de comenzar	2
Algunas cosas importantes antes de empezar	3
Cómo está organizado este libro	4
Descargando el programa y el manual	7
Instalando Epanet	8
Llevando las unidades y dejando los errores.....	10
www.Epanet.es	11
Epanet y las glaciaciones	12
2. Tomando asiento	14
Espacio de trabajo y configuración	15
Ejercicio 1. Tutorial introductorio	17
Ejercicio 2. Un ritual imprescindible	19
Ejercicio 3. Dibujando el esquema de una red	21
Ejercicio 4. Ahorrando trabajo configurando	23
Ejercicio 5. Una de diámetros inconsolables	25
Ejercicio 6. Viendo las cosas negras	30
Ejercicio 7. Recordando con ayuda	33
Ejercicio 8. Perdiendo el miedo	34
3. Dibujando la red	44
Cartografía y esquemas de red	45
Ejercicio 9. Un estudio topográfico lineal.....	48
Ejercicio 10. Un estudio topográfico ramificado	54
Ejercicio 11. Un caso abrupto.....	58
Ejercicio 12. Tocando el fondo	61
Ejercicio 13. Una intervención de emergencia.....	64
Ejercicio 14. Averiguando dimensiones.....	70
Ejercicio 15. Obteniendo imágenes satélite.....	72

4. La demanda 78

La demanda en el tiempo y el espacio.....	79
Curso acelerado de hojas de cálculo	83
Ejercicio 16. Construyendo un patrón de consumo diario	86
Ejercicio 17. Varios consumidores en un nudo	93
Ejercicio 18. Sin datos	96
Ejercicio 19. Evaluación del caudal	98
Calculando el tamaño de un depósito	106
Ejercicio 20. Escudriñando el futuro	109
Ejercicio 21. Densidades tope	110
Ejercicio 22. Regresión	112
Ejercicio 23. Computando variaciones temporales.....	115
Ejercicio 24. Asignación total	118
Ejercicio 25. Asignación punto por punto	121
Ejercicio 26. Asignación por calle.....	122
Ejercicio 27. Asignación por mallas.....	124

5. Calidad 126

Determinación del cloro, envejecimiento y dilución	127
Ejercicio 28. Calculando extinciones	129
Ejercicio 29. Extinciones II	133
Ejercicio 30. Envejecimiento	135
Ejercicio 31. Dos fuentes	138

6. Montajes 144

Montajes.....	145
Ejercicio 32. Depósito entre bomba y distribución	149
Ejercicio 33. Manantiales y depósitos de cola	156
Ejercicio 34. Zonas de presión	160
Ejercicio 35. Incluyendo una bomba	167
Ejercicio 36. Simulando un sondeo	172
Ejercicio 37. Esqueletización	178

7. Economía 187

Aspectos económicos	188
Ejercicio 38. La factura por inversión	191
Ejercicio 39. Gastos de bombeo	192
Ejercicio 40. Comparación de alternativas	193
Ejercicio 41. Países volátiles	196
Ejercicio 42. Diámetro económico	197
Ejercicio 43. Diámetro económico II.....	200
Ejercicio 44. Usando Epanet	201

A modo de despedida	204
Sobre el autor	206
Bibliografía	208

1

Antes de comenzar

Algunas cosas importantes antes de empezar	3
Cómo está organizado este libro	4
Descargando el programa y el manual	7
Instalando Epanet	8
Llevando las unidades y dejando los errores	10
www.Epanet.es	11
Epanet y las glaciaciones	12

- ***A menudo unas pocas horas de ensayo y error pueden ahorrarte algunos minutos de leer manuales.***

(Anónimo)

Algunas cosas importantes antes de empezar

- Se han incluido muchos Ejercicios que no son estrictamente Ejercicios de Epanet. Esto se debe a que es muy fácil perder el tiempo con Epanet calculando cosas que no tienen mucho sentido y pueden poner proyectos en peligro. Epanet trabaja con los datos que le damos y es muy importante tener claro cómo se obtienen.
- Este manual está pensado para su aplicación en proyectos de Cooperación al Desarrollo. Las particularidades del contexto hacen que muchos componentes y procedimientos tan necesarios en proyectos de países ricos no tengan sentido.
- Se limita al diseño de una red. El análisis de redes existentes implica un paso más en cuanto a complicación y necesita frecuentemente técnicas y enfoques más elaborados. Por ejemplo, los modelos una vez construidos deben ser calibrados.
- Con software, 6 meses es una eternidad. Algunos de los procedimientos descritos serán mejorados en cuestión de meses, aparecerán programas y accesorios nuevos y formas más eficaces de hacer lo mismo. Por otro lado, Epanet se aprende y se reaprende periódicamente, según se va necesitando. Es raro que en Cooperación alguien esté ocupado a tiempo completo durante mucho tiempo. Así, no se pretende hacer un manual de última generación, sino un manual al que se pueda volver cada vez que se necesita.
- A pesar de que se ha puesto especial esmero en la exactitud de las informaciones que contiene este manual, ten presente que lo usas por tu cuenta y riesgo. El autor no acepta ninguna responsabilidad por daños y perjuicios que pudieran derivarse de su uso. No te sorprendas, el software en el que se basa, se distribuye con el mismo aviso a pesar de ser referencia mundial desde hace más de diez años.
- Nadie es perfecto. Si encuentras errores ten la bondad de informarme de ellos, arnalich@uman.es. Si se encuentran erratas, serán publicadas en www.Epanet.es/descargas/erratasepax1.pdf

Cómo está organizado este libro

1. **Es progresivo.** Los Ejercicios siguen el orden lógico de cálculo de una red y van aumentando en dificultad. Eres libre de utilizarlo cómo mejor te parezca sabiendo que si sigues el orden planteado probablemente te rascarás la cabeza menos.

2. **Es complementario** a “Epanet y Cooperación. Introducción al cálculo de redes por ordenador” ISBN 978-8-4611-9322-6. En él se explica de manera sencilla la teoría que necesitarás para los Ejercicios que encontrarás aquí. Puedes consultarlo gratuitamente en línea, y también comprar un ejemplar o pdf en www.Epanet.es.



3. Tiene **contenido online**. Para descargarlo ve a la dirección www.Epanet.es/contenidosepax.html. ¡Recuerda añadir a favoritos esta dirección!

4. Tiene **avisos**:



¡ATENCIÓN! En Epanet es fácil cometer algunos errores que son difíciles de detectar. Con este símbolo se señalan los más frecuentes para evitar que “te exploten en las narices”.

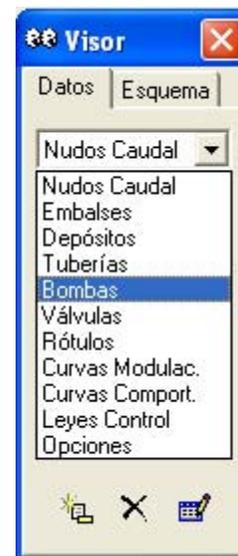


¡OJO, GRAN PÉRDIDA DE TIEMPO! Como en todos los programas informáticos y la vida misma, es muy fácil empantanarse haciendo trabajo basura que hará “que se nos suban los caracoles”.

5. Tiene **rutas** con esta pinta: “> Proyectos/ Valores por defecto”. La barra oblicua indica que hay un salto en el menú, de manera que esa ruta es equivalente a pinchar “Proyecto” en el menú general y “Valores por Defecto” en el que se despliega:



Si la ruta fuera Visor /Datos /Bombas, deberás ir al Visor, la pestaña de Datos y seleccionar bombas



6. Tiene **símbolos** para facilitar la lectura:



¡Descarga necesaria! Para hacer la tarea propuesta necesitarás descargar el archivo propuesto.



Enlace a información necesaria o interesante.



Invitación a **guardar el archivo** con el nombre sugerido. Se utilizará posteriormente en otro Ejercicio.



La **teoría necesaria** está en las páginas enumeradas del libro “Epanet y Cooperación. Introducción al cálculo de redes por ordenador”.



Material complementario. Habilidades no necesariamente relacionadas con Epanet pero necesarias.

Descargando el programa y el manual

Epanet y su manual se descargan gratuitamente en castellano de la dirección:



www.aguasdevalencia.es/marcos.htm?ap=5

Alternativamente y si fallara o cambiara este enlace en el futuro, www.Epanet.es guarda una copia del programa accesible en:



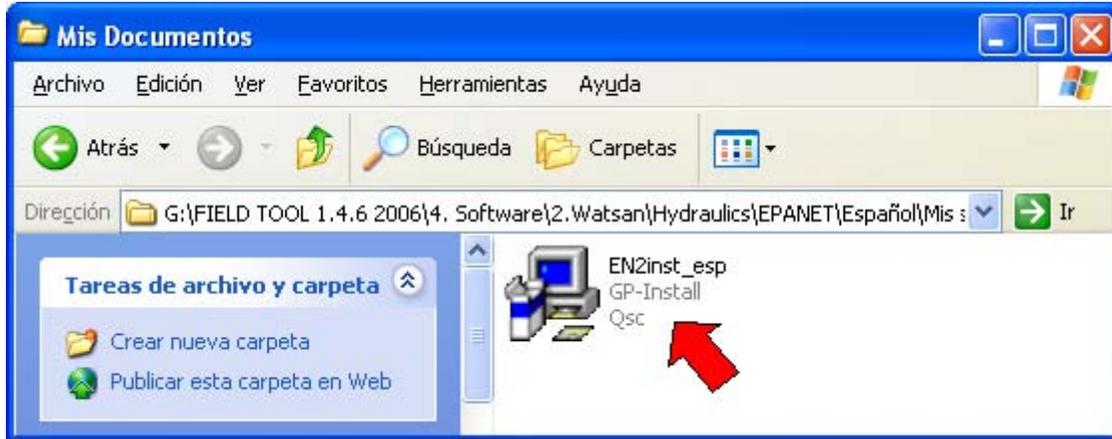
www.Epanet.es/descargas.html



No uses otras direcciones para descargar el programa. Algunas de las traducciones de Epanet tienen problemas de funcionamiento y no incorporan las mejoras de esta versión.

Instalando Epanet

Una vez descargado el programa, encontrarás un icono similar a este en la carpeta de tu ordenador donde lo hayas descargado.



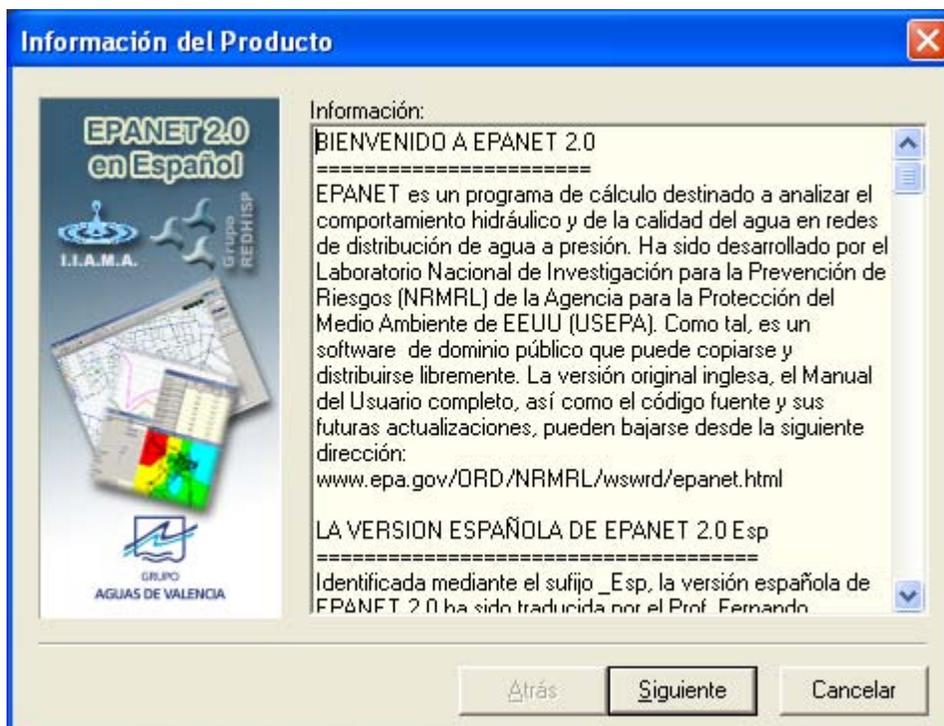
Si lo descargaste de www.Epanet.es está comprimido en formato .rar. Puedes descargar el programa para descomprimirlo gratuitamente aquí:



www.winrar.es



1. Pincha sobre el icono para lanzar la instalación:



2. Pulsa siguiente en todos los diálogos que siguen. El segundo diálogo te permite seleccionar dónde lo quieres instalar.
3. La instalación termina rápidamente. Si no cambiaste nada tu programa se encuentra en C:\Program Files\Epanet2_Esp\.
4. Pulsa inicio y sigue la ruta que muestra la imagen, > Todos los programas/EPANET 2.0 Esp/ EPANET 2.0 Español



¡Enhorabuena, ya estas preparado para los Ejercicios!

Llevando las unidades y dejando los errores

Para trabajar con Epanet tendrás que hacer muchos cálculos muy sencillos a mano. Aunque sean sencillos, muchos de ellos son tan propensos a tener errores y tan traicioneros de pensar como las dobles negaciones o los días que hay entre 2 fechas.

Si tienes la disciplina de llevar las unidades descubrirás muchos de estos errores antes de que afecten a tu estabilidad emocional. Mira, por ejemplo, estos dos cálculos de la misma conversión de unidades:

$$\text{A. } 14 \text{ m}^3/\text{h} = 14 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{\text{m}^3}{1000\text{l}} * \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} = \frac{14 * 3600}{1000} * \text{m}^3 * \text{m}^3 * \frac{1}{\text{h} * \text{h}} * \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$= 50,4 \text{ l} * \text{m}^6 / \text{h}^2 * \text{s}$$

¿l*m⁶/h²*s?! Si como yo no conoces esta unidad de caudal, algo fue mal.

$$\text{B. } 14 \text{ m}^3/\text{h} = 14 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{1000\text{l}}{\text{m}^3} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = \frac{14 * 1000}{3600} * \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} * \frac{\text{h}}{\text{h}} * \frac{\text{l}}{\text{s}} = 3,88 \text{ l/s}$$

Multiplicar por $\frac{1\text{h}}{3600\text{s}}$ es lo mismo que multiplicar por 1/1, ya que una 1 hora y 3.600

segundos es la misma cosa. Si te resulta más fácil, puedes pensarlo como que “hay 1 hora en cada 3.600 segundos”. El resultado es un cambio de unidades.

www.Epanet.es

Si has comprado este libro, probablemente ya conoces este portal. Si no lo conocías o no te has tomado tiempo para verlo con detenimiento, tiene varios recursos interesantes para aprender Epanet:

- Un foro donde preguntar tus dudas y compartir tus descubrimientos.
- Ejemplo de redes con las que enredar y practicar.
- El libro “Epanet y Cooperación. Introducción al cálculo de redes por ordenador”, donde tienes las explicaciones complementarias.
- Recursos, descargas y otros.



Epanet y las glaciaciones

Los desarrollos futuros de Epanet fueron detenidos en los tribunales por las empresas de software (que curiosamente usan su base de cálculo) alegando competencia desleal de un organismo público. Aunque se liberan nuevas versiones y se incorporan correcciones y nuevas funcionalidades, no es de esperar ninguna que ponga nerviosos a los fabricantes de software. El resultado es que algunas mejoras muy deseables están congeladas, fundamentalmente en dos direcciones:

- La integración con otros programas, Autocad, Sistemas de Información Geográfica o incluso Excel o Calc. No te sorprenda si la manera de hacer algunas cosas es primitiva.
- Algunas funciones están al nivel de hace bastantes años. Por ejemplo, ¿no hay tecla Deshacer!

En este sentido puedes pensar que Epanet es una especie de fósil viviente, una gran tortuga poco sofisticada en sus maneras pero sorprendentemente eficaz a la hora de resolver los problemas. Esto en Cooperación tiene una gran ventaja, el programa puede correr en ordenadores vetustos, sin necesidad de conexiones a Internet, tarjetas gráficas especiales ni demás complicaciones.