

Índice

I	Introducción	7
1	Modelos y Medio Ambiente	9
1.1	Sistemas Ambientales	9
1.2	Naturaleza de la experimentación científica	9
1.3	Situación en las Ciencias Ambientales	10
1.4	La modelización como solución	11
1.5	Tipos de modelos	13
1.6	Desarrollo tecnológico y modelización	14
2	Computación en modelización	15
2.1	Sobre R	15
2.1.1	Inconvenientes de R	16
2.1.2	Uso de R	16
2.1.3	Instalación de R	16
2.2	Primeros pasos con R	17
2.2.1	Ayuda en R	18
2.2.2	Expresiones en R	18
2.2.3	Variables	19
2.2.4	Vectores	21
2.2.5	Funciones	21
3	Matemáticas en modelización	23
3.1	Conceptos de matemáticas en modelización	23
3.2	Matemáticas, notación y computación	23
3.3	Variables	23
3.4	Algebra matricial	23
3.5	Azar	23
3.6	Estadística	23
3.7	Aplicaciones	23

II	Modelización y simulación	41
4	Modelos y modelización	43
4.1	Tipos de modelos matemáticos	44
4.2	Componentes de un modelo	46
4.3	Ecuaciones de los modelos	49
4.4	Fases de la modelización	50
4.5	Identificación	50
5	Sistemas y Análisis de Sistemas	53
5.1	Sistemas y Análisis de Sistemas	53
5.2	Clasificación de los sistemas	54
5.3	Sistemas dinámicos. Trayectorias y estabilidad	55
5.3.1	Sistemas jerárquicos	57
6	Estimación de parámetros, validación de modelos y análisis de sensibilidad	61
6.1	Calibración	61
6.1.1	medición de parámetros	61
6.1.2	Optimización	62
6.2	Validación y Verificación	62
6.3	Errores e incertidumbre	63
6.4	Análisis de sensibilidad	65
6.5	Incertidumbre en la modelización	66
III	Algorítmia y programación	67
7	Programación	69
7.1	Introducción a la computación	69
7.2	Lenguajes de programación	69
7.3	Fases en el desarrollo de un programa	70
7.4	Estructura de un programa	71
7.5	Elementos de programación	71
7.5.1	Variables y operadores	71
7.5.2	Entrada y salida	71
7.5.3	Estructuras de control	72
7.5.4	Funciones definidas por el usuario	74

IV	Aplicaciones	77
8	Algunos modelos clásicos	79
8.1	El modelo de erosión de Thornes(1990)	79
8.2	Cuestiones	80
8.3	Un modelo de infiltración basado en la ecuación de Green-Ampt	80
8.3.1	El código	82
8.4	El método racional en hidrología	82
8.4.1	Agregado y estático	83
8.4.2	Semidistribuido y estático	83
8.4.3	Semidistribuido y dinámico	84
8.4.4	El código	85
8.4.5	Cuestiones	85
8.5	Un modelo para generar series temporales de variables	85
8.5.1	El código	86
8.5.2	Que ocurre si las condiciones varían?	86
8.6	El mundo de las margaritas	86
8.6.1	El código	87
8.6.2	Cuestiones	88
8.7	El modelo predador-presa de Lotka-Volterra	88
8.7.1	El código	90
8.7.2	Cuestiones	90
8.8	SIG y modelización	90
8.8.1	SIG y modelos empíricos	90

Parte I

Introducción