

CONTENIDO

Prefacio	1
-----------------	----------

I

PRINCIPIOS BASICOS

Capítulo 1. FLUJO EN CANAL ABIERTO Y SUS CLASIFICACIONES	9
1-1 Descripción	9
1-2 Tipos de escurrimiento	10
1-3 Estado del flujo	12
1-4 Regímenes de flujo	18
Capítulo 2. CANALES ABIERTOS Y SUS PROPIEDADES	24
2-1 Tipos de canales abiertos	24
2-2 Geometría del canal	25
2-3 Elementos geométricos de la sección del canal	27
2-4 Distribución de la velocidad en la sección de un canal	28
2-5 Canal abierto ancho	30
2-6 Medidas de la velocidad	31
2-7 Coeficientes de distribución de velocidad	31
2-8 Determinación de los coeficientes de la distribución de velocidades	32
2-9 Distribución de la presión en la sección de un canal	33
2-10 Efecto de la pendiente sobre la distribución de presión	35

Capítulo 3.	PRINCIPIOS DE LA ENERGIA Y DEL MOMENTUM	42
3-1	Energía en escurrimientos en canal abierto	42
3-2	Energía específica	44
3-3	Criterio para el estado crítico del flujo	44
3-4	Interpretación de los fenómenos locales	46
3-5	Energía en canales no prismáticos	48
3-6	Momentum en escurrimiento en canal abierto	51
3-7	Fuerzas específicas	55
3-8	Principio del momentum aplicado a canales no prismáticos	58

Capítulo 4.	FLUJO CRITICO: SUS CALCULOS Y APLICACIONES	64
4-1	Flujo crítico	64
4-2	El factor de la sección para cálculos de flujo crítico	65
4-3	El exponente hidráulico para los cálculos de flujo crítico	67
4-4	Cálculo del flujo crítico	69
4-5	Control del flujo	70
4-6	Medidas del flujo	74

II

FLUJO UNIFORME

Capítulo 5.	DESARROLLO DEL FLUJO UNIFORME Y SUS FORMULAS	89
5-1	Calificaciones para flujo uniforme	89
5-2	Establecimiento de flujo uniforme	89
5-3	Expresando la velocidad de un flujo uniforme	91
5-4	La fórmula Chézy	92
5-5	Determinación del factor de resistencia de Chézy	93
5-6	La fórmula Manning	97
5-7	Determinación del coeficiente de rugosidad Manning	99
5-8	Factores que afectan el coeficiente de rugosidad de Manning	100
5-9	El cuadro del coeficiente de rugosidad de Manning	105
5-10	Ilustraciones de canales con diferente rugosidad	111
Capítulo 6.	CALCULOS DE FLUJO UNIFORME	125
6-1	El transporte de la sección de un canal	125
6-2	El factor de la sección para cálculos de flujo uniforme	126
6-3	El exponente hidráulico para cálculos de flujo uniforme	126
6-4	Características del escurrimiento en un conducto cerrado con flujo en canal abierto	130
6-5	Flujo en una sección del canal con rugosidad compuesta	132

6-6	Determinación de la profundidad normal y de la velocidad	136
6-7	Determinación de las pendientes normal y crítica	137
6-8	Problemas de cálculos de flujo uniforme	140
6-9	Cálculos de una descarga de flujo	141
6-10	Flujo de superficie uniforme	143
Capítulo 7. DISEÑO DE CANALES PARA FLUJO UNIFORME		151
A	Canales no erosionables	151
7-1	El canal no erosionable	151
7-2	Material no erosionable y su terminación	151
7-3	La velocidad mínima permitida	152
7-4	Pendientes del canal	152
7-5	Altura libre	152
7-6	La mejor sección hidráulica	153
7-7	Determinación de las dimensiones de la sección	155
B	Canales erosionables que socavan pero no depositan	157
7-8	Métodos de aproximación	157
7-9	La velocidad máxima permitida	158
7-10	Método de la velocidad permitida	160
7-11	La fuerza tractiva	161
7-12	Relación de la fuerza tractiva	162
7-13	Fuerza tractiva permitida	165
7-14	Método de la fuerza tractiva	167
7-15	La sección hidráulica estable	168
C	Canales con hierba	171
7-16	El canal con hierba	171
7-17	El coeficiente de retardo	171
7-18	La velocidad permisible	175
7-19	Selección de hierbas	175
7-20	Procedimiento de diseño	175
Capítulo 8. CONCEPTOS TEORICOS DE CAPA LIMITE, RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE, DISTRIBUCION DE LA VELOCIDAD E INESTABILIDAD DEL FLUJO UNIFORME		183
8-1	La capa límite	183
8-2	Concepto de rugosidad de superficie	185
8-3	Cálculo de la capa límite	188
8-4	Distribución de la velocidad en flujo turbulento	190
8-5	Ecuaciones teóricas de flujo uniforme	192
8-6	Interpretación teórica del coeficiente de rugosidad de Manning	195
8-7	Métodos para determinar el coeficiente de rugosidad de Manning	196
8-8	Inestabilidad del flujo uniforme	198

III

FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

Capítulo 9. TEORIA Y ANALISIS	207
9-1 Hipótesis básicas	207
9-2 Ecuación dinámica del flujo gradualmente variado	208
9-3 Características de los perfiles del flujo	212
9-4 Clasificación de los perfiles del flujo	216
9-5 Análisis del perfil del flujo	219
9-6 Método de los puntos singulares	225
9-7 La profundidad transicional	229
Capítulo 10. METODO DE CALCULO	235
10-1 El método de integración gráfica	235
10-2 Método de integración directa	237
10-3 El método directo en etapas	248
10-4 El método standard por etapas	251
10-5 Cálculo de una familia de perfiles del flujo	254
10-6 El método standard por pasos para canales naturales	259
10-7 El método nivel-caída-descarga para canales naturales	265
10-8 El método Ezra para canales naturales	269
Capítulo 11. PROBLEMAS PRACTICOS	281
11-1 Gastos de un canal para flujo subcrítico	281
11-2 Gastos de un canal para flujo supercrítico	285
11-3 Problemas vinculados al diseño de canales	286
11-4 Cálculo del perfil del flujo en canales no prismáticos	289
11-5 Diseño de transiciones	292
11-6 Transición entre canal y canaleta o túnel	292
11-7 Transiciones entre canal y sifón invertido	299
11-8 Efecto de remanso de una presa	301
11-9 Flujo pasando islas	301
11-10 Confluencia del río	302
Capítulo 12. FLUJO VARIADO ESPACIALMENTE	308
12-1 Principios básicos e hipótesis	308
12-2 Ecuación dinámica para flujo espacialmente variado	310
12-3 Análisis del perfil del flujo	313
12-4 Método de integración numérica	321

12-5	El método isoclinal	325
12-6	Superficie del flujo variado espacialmente	325

IV

FLUJO RAPIDAMENTE VARIADO

Capítulo 13.	INTRODUCCION	335
13-1	Características del flujo	335
13-2	Desarrollo del problema	335
Capítulo 14.	ESCURRIMIENTO SOBRE VERTEDEROS	338
14-1	Vertedero de cresta afilada	338
14-2	Aereación de la napa	340
14-3	Forma de la cresta de vertederos de desborde	341
14-4	Descarga del vertedero de desborde	344
14-5	Comportamiento de los vertederos de desborde	345
14-6	Perfil de la napa superior del flujo sobre vertederos	347
14-7	Efecto de los pilares en vertederos con compuertas	347
14-8	Presión sobre vertederos de desborde	356
14-9	Compuertas de tambor	358
14-10	Flujo al pie de vertederos desbordados	359
14-11	El vertedero con salto en skí	360
14-12	Vertederos de desborde sumergido	361
Capítulo 15.	SALTO HIDRAULICO Y SU USO COMO DISIPADOR DE ENERGIA	369
15-1	El salto hidráulico	369
15-2	Salto en canales horizontales rectangulares	370
15-3	Tipos de salto	371
15-4	Características básicas del salto	371
15-5	Longitud del salto	373
15-6	El perfil de la superficie	373
15-7	Localización del salto	375
15-8	El salto como disipador de energía	378
15-9	Control del salto por escalones	381
15-10	Control del salto por una caída abrupta	385
15-11	Lechos amortiguadores de diseño generalizado	387
15-12	El lecho amortiguador SAF	388
15-13	Lecho amortiguador USBR II	390
15-14	Lecho amortiguador USBR IV	394
15-15	El vertedero de caída recta	395

15-16	Salto en canales inclinados	396
15-17	El salto oblicuo	400
Capítulo 16. FLUJO EN CANALES DE TRAZADO NO LINEAL		410
16-1	Naturaleza del flujo	410
16-2	Flujo espiral	410
16-3	Pérdidas de energía	412
16-4	Sobreelevación	413
16-5	Ondas cruzadas	418
16-6	Consideraciones de diseño para flujo subcrítico	424
16-7	Consideraciones de diseño para flujo supercrítico	425
Capítulo 17. FLUJO A TRAVÉS DE SECCIONES DE CANALES NO PRISMATICOS		430
17-1	Transiciones sorprendidas	430
17-2	Flujo subcrítico a través de transiciones sorprendidas	433
17-3	Contracciones en flujo supercrítico	436
17-4	Expansiones en el flujo supercrítico	438
17-5	Constricciones	442
17-6	Flujo subcrítico a través de constricciones	443
17-7	Efectos de remanso debido a la constricción	457
17-8	Flujo a través de alcantarillas	459
17-9	Obstrucciones	464
17-10	Flujo entre pilares de un puente	465
17-11	Flujo a través de los caballetes de una pila	470
17-12	Flujo a través de rejillas de desechos	471
17-13	Compuertas bajo el flujo	472
17-14	Uniones de canal	476

V

FLUJO NO PERMANENTE

Capítulo 18. FLUJO NO PERMANENTE VARIADO GRADUALMENTE		489
18-1	Continuidad de flujo no permanente	489
18-2	Ecuación dinámica para flujo no permanente	490
18-3	Onda de subida monoclinal	492
18-4	La ecuación dinámica para flujo uniformemente progresivo	494
18-5	Perfil de la onda de un flujo uniformemente progresivo	496
18-6	Propagación de la onda	500
18-7	Solución de las ecuaciones de flujo no permanente	503
18-8	Flujo de superficie espacialmente variado no permanente	505

Capítulo 19. FLUJO RAPIDAMENTE VARIADO NO PERMANENTE	516
19-1 Flujo progresivo uniformemente	516
19-2 El salto hidráulico movable	518
19-3 Mareas positivas	520
19-4 Oleaje negativo	527
19-5 Oleaje en canales de potencia	530
19-6 Oleaje en canales de navegación	533
19-7 Oleaje a través de canales de transición	535
19-8 Oleaje en uniones de canal	539
19-9 Flujo pulsante	541
Capítulo 20. ONDA DE LA CRECIDA	546
20-1 Desplazamiento de una crecida	546
20-2 Métodos de las características	547
20-3 Método de la analogía de difusión	560
20-4 Principio del desplazamiento hidrológico	563
20-5 Métodos de desplazamiento hidrológico	565
20-6 Un método hidrológico de desplazamiento	567

APENDICES

APENDICE A. Elementos geométricos para secciones de canal circular	580
APENDICE B. Elementos geométricos para secciones de canal trapezoidal, triangular y parabólica	583
APENDICE C. Solución nomográfica de la fórmula Manning	594
APENDICE D. Cuadro de las funciones de flujo variado	
$F(u, N) = \int_0^u \frac{du}{1-u^n} \quad \text{y} \quad F(u, N)_{S_0} = \int_0^u \frac{du}{1+u^n}$	595
APENDICE E. Cuadro de las funciones de flujo variado para secciones circulares	610
INDICE DE NOMBRES	615
INDICE DE TEMAS	621