

Programa *Aguapucha*. Arxiu **datos**.

.....
optimiza.dat

0 1 1

-0.005 1 11.29 0 0.01
.....

Programa *Aguapucha*. Arxiu **optimiza**.

8 8
1
0 0.015
0 9.99 1 1
9.99 10 1 2
10 10.66 2 3
10.66 10.96 3 4
10.96 11.05 4 5
11.05 11.11 5 6
11.11 11.20 6 7
11.20 11.29 7 8
1 1 1 0.9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.9
3 0.6 0 0.03 1 0.6 1 0.06 1 1 1 0.34 0 0 0 0 0.43
3 0.4 0 0.04 1 0.4 0.6 0.05 1 0.6 1 0.05 1 1 1 0.20 0.34
3 0.3 0 0.04 1 0.3 0.6 0.08 1 0.6 1 0.03 1 1 1 0.16 0.31
3 0.35 0 0.05 1 0.35 0.65 0.07 1 0.65 1 0.03 1 1 1 0.15 0.30
3 0.35 0 0.05 1 0.35 0.7 0.08 1 0.7 1 0.02 1 1 1 0.15 0.30
3 0.4 0 0.04 1 0.4 0.7 0.06 1 0.7 1 0.02 1 1 1 0.18 0.30
3 0.5 0 0.07 1 0.5 0.8 0.05 1 0.8 1 0.02 1 1 1 0.18 0.32
1
0 11.29 0.090 0.090
8
0 9.99 -0.45 -0.45
9.99 10 -0.45 0.02
10 10.66 0.02 0.11
10.66 10.96 0.11 0.14
10.96 11.05 0.14 0.15
11.05 11.11 0.15 0.15
11.11 11.20 0.15 0.15
11.20 11.29 0.15 0.13
0
7
9.99 10 0.15
10 10.66 0.15
10.66 10.96 0.15
10.96 11.05 0.30
11.05 11.11 0.30
11.11 11.20 0.30
11.20 11.29 0.30
0
1
0 11.29 0.45 0.45
1
0 1

Calats mesurats i calculats amb el programa *Aguapucha* en l'eix longitudinal.

- * Totes les dades estan donades en centímetres
 * El paràmetre y és la coordenada longitudinal tal i com s'ha tractat en tot el document

y	Q = 20 l/s			Q = 40 l/s		
	<u>Aguapucha</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>	<u>Aguapucha</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>
138.5	24.20	24.40	-0.20	28.70	28.54	0.16
132.5	23.40	23.60	-0.20	27.90	27.74	0.16
126.5	22.40	22.70	-0.30	27.00	26.86	0.14
120.5	21.60	21.84	-0.24	26.10	25.96	0.14
114.5	20.80	20.98	-0.18	25.30	25.10	0.20
108.5	20.00	20.04	-0.04	24.50	24.20	0.30
102.5	19.20	19.22	-0.02	23.70	23.32	0.38
96.5	18.40	18.50	-0.10	22.80	22.62	0.18
90.5	17.40	17.46	-0.06	21.90	21.52	0.38
84.5	16.60	16.80	-0.20	21.00	20.86	0.14
78.5	15.70	15.86	-0.16	20.10	19.90	0.20
72.5	15.10	15.12	-0.02	19.40	19.06	0.34
66.5	14.40	14.26	0.14	18.70	18.20	0.50
60.5	13.60	13.34	0.26	18.00	17.20	0.80
54.5	12.70	12.54	0.16	17.10	16.34	0.76
48.5	11.70	11.58	0.12	16.10	15.32	0.78
42.5	10.60	10.44	0.16	15.00	14.14	0.86
36.5	9.90	9.34	0.56	11.60	12.92	-1.36
30.5	5.90	8.32	-2.42	11.10	11.82	-0.72
24.5	6.30	7.24	-0.94	7.30	10.70	-3.40
18.5	5.80	6.28	-0.48	7.10	9.60	-2.50
12.5	5.10	5.70	-0.60	6.60	8.92	-2.32
6.5	4.40	5.60	-1.20	6.00	8.92	-2.92

y	Q = 60 l/s			Q = 90 l/s		
	<u>Aguapucha</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>	<u>Aguapucha</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>
138.5	32.20	30.92	1.28	35.60	34.18	1.42
132.5	31.40	30.08	1.32	34.80	33.26	1.54
126.5	30.60	29.16	1.44	33.90	32.28	1.62
120.5	29.70	28.24	1.46	33.00	31.34	1.66
114.5	28.90	27.38	1.52	32.20	30.46	1.74
108.5	28.00	26.40	1.60	31.30	29.44	1.86
102.5	27.20	25.54	1.66	30.40	28.54	1.86
96.5	26.30	24.86	1.44	29.50	27.76	1.74
90.5	25.40	23.78	1.62	28.60	26.70	1.90
84.5	24.50	23.10	1.40	27.70	25.98	1.72
78.5	23.60	22.06	1.54	26.80	24.88	1.92
72.5	22.70	21.20	1.50	25.80	24.00	1.80
66.5	22.00	20.24	1.76	25.00	22.98	2.02
60.5	21.20	19.12	2.08	24.20	21.82	2.38
54.5	20.40	18.26	2.14	23.40	20.88	2.52
48.5	19.50	17.20	2.30	22.40	19.74	2.66
42.5	18.50	15.86	2.64	21.30	18.20	3.10
36.5	17.40	14.64	2.76	20.10	16.90	3.20
30.5	16.60	13.44	3.16	19.20	15.62	3.58
24.5	10.70	12.14	-1.44	9.80	14.22	-4.42
18.5	11.60	11.00	0.60	10.20	12.94	-2.74
12.5	10.80	10.26	0.54	10.10	12.12	-2.02
6.5	9.70	10.36	-0.66	9.50	12.18	-2.68

**Calats d'aigua mesurats i calculats amb el programa *Aguapucha* en l'extrem
aigües amunt**

* Totes les dades estan donades en centímetres

* El paràmetre y és la coordenada longitudinal tal i com s'ha tractat en tot el document

Aguapucha	
Q (l/s)	Calat (cm)
0.00	40.0
1.00	42.9
2.00	44.1
3.00	44.9
4.00	45.6
5.00	46.3
10.00	48.8
15.00	50.6
20.00	52.1
25.00	53.4
30.00	54.6
35.00	55.7
40.00	56.7
45.00	57.5
50.00	58.2
55.00	58.8
60.00	59.4
65.00	60.0
70.00	60.6
75.00	61.1
80.00	61.7
85.00	62.2
90.00	62.8

Mesures	
Q (l/s)	Calat (cm)
0.00	39.96
1.86	44.08
3.88	45.74
6.00	47.14
8.00	48.16
10.00	49.08
12.00	49.70
14.00	50.42
16.00	51.20
18.00	51.84
20.00	52.40
22.00	53.08
24.00	53.50
26.00	54.00
28.00	54.48
30.00	54.90
32.73	55.44
34.77	55.76
36.00	55.94
38.00	56.16
40.00	56.54
42.00	56.76
44.00	57.06
46.00	57.30
48.00	57.50
50.00	57.80
55.00	58.46
60.00	58.92
65.00	59.56
70.00	60.14
75.00	60.68
80.00	61.20
85.00	61.70
90.00	62.18

Programa *Euler*. Llistat del programa.

```
function r = MetodoEulerFe()
% Calculo de curvas de remanso por EULER

%warning off MATLAB:DivideByZero;

% Datos
%Cabal en m3/s
cabal = 0.020;
n = 0.015;
%Calats en m
%Condició de contorn Us
CaladoInicial = 0.244;
%Condicio contorn DS
CaladoFinal = 0.056;
%Longitud en metres
LongitudTotal = 1.44;

NumeroPasos = 2880;
PasoInicial = LongitudTotal / NumeroPasos;
ToleranciaDePerdidas = 1/100;
CriticoAprox = 1/10000;
MinDenominador = 0.004;

%Algoritmo de calculo

VectorPasos = 1:(NumeroPasos+1);

%Calculamos S

Solera(1) = 0;
calat = CaladoInicial;
Pendiente = pn(0);
AnchoSuperf = Am(0,calat);
DerivadaArea = dAdy(0,calat);
Yc = Cr(0,cabal);

%Control de proximitat de critic
if (calat > Yc),
    calat = Yc - Yc*CriticoAprox;
end

VectorYc(1) = Yc + Solera(1);
hS(1) = calat;
CotaS(1) = calat + Solera(1);
Apcisa(1) = 0;
FuerzEspS(1) = Fe(0,calat,cabal);
Froude2S(1) = (cabal / Ar(0,calat))^2 / ...
    (9.81 * (Ar(0,calat))/Am(0,calat));

%Por si ha actuado el control de critico recalculamos

AnchoSuperf = Am(0,calat);
VectorPendiente(1) = pn(0);
```

Annex II. Càlculs hidràulics.

```
DerivadaArea = dAdy(0,calat);

for i=1:NumeroPasos,
    NumeroPasos
    i
    Apcisa(i+1) = i * PasoInicial;
    AnchoSuperf=Am(Apcisa(i+1),calat);
    Pendiente = pn(Apcisa(i+1));
    VectorPendiente(i+1)=Pendiente;
    DerivadaArea = dAdy(Apcisa(i+1),calat) ;
    Area = Ar(Apcisa(i+1),calat);
    Velocidad = cabal / Area;

    Sf = n^2*cabal^2/(Area^2*(Area/Pm(Apcisa(i+1),calat))^(4/3));
    Froude2S(i+1) = (cabal/Area)^2 / (9.81 * (Area/AnchoSuperf));
    Denominador = coshetha(Apcisa(i+1))*(1 - Froude2S(i+1));
    Denominador = min(-MinDenominador, Denominador);
    Numerador = Pendiente - Sf + (cabal^2/(9.81*Area^3)*DerivadaArea);

    dhdx = Numerador / Denominador;
    calat = calat + dhdx * PasoInicial;
    Yc = Cr(Apcisa(i+1),cabal);

    if (calat > Yc),
        calat = Yc - Yc*CriticoAprox;
    else
        calat = calat;
    end

    hS(i+1) = calat;
    Solera(i+1) = Solera(i) - Pendiente * PasoInicial;
    CotaS(i+1) = calat + Solera(i+1);
    FuerzEspS(i+1) = Fe(Apcisa(i+1),calat,cabal);
    VectorYc(i+1) = Yc;
end

%Calculamos M
calat = CaladoFinal;
Yc = VectorYc(NumeroPasos+1);
if (calat < Yc),
    calat = Yc + Yc*CriticoAprox;
end

hM(NumeroPasos+1) = calat;
CotaM(NumeroPasos+1) = calat + Solera(NumeroPasos+1);
FuerzEspM(NumeroPasos+1) = Fe(LongitudTotal,calat,cabal);
Area = Ar(LongitudTotal,calat);
Froude2M(NumeroPasos+1) = (cabal / Area^2) /...
    (9.81*Area/Am(LongitudTotal,calat));
```

Annex II. Càlculs hidràulics.

```
for i=NumeroPasos:-1:1,
    i
    AnchoSuperf = Am(Apcisa(i+1),calat);
    Pendiente = VectorPendiente(i+1);
    DerivadaArea = dAdy(Apcisa(i+1),calat);
    Area = Ar(Apcisa(i+1),calat);
    Velocidad = cabal / Area;
    Sf = n^2*cabal^2/(Area^2*(Area/Pm(Apcisa(i+1),calat))^(4/3));
    Froude2M(i) = (cabal /Area)^2 / (9.81*Area/AnchoSuperf);
    Denominador = costhetha(Apcisa(i+1))*(1 - Froude2M(i));
    Denominador = max(MinDenominador, Denominador);
    Numerador = Pendiente - Sf + (cabal^2/(9.81*Area^3)*DerivadaArea);
    dhdx = Numerador / Denominador;
    calat = calat - dhdx * PasoInicial;
    Yc = VectorYc(i);
    if (calat < Yc),
        calat = Yc + Yc*CriticoAprox;
    end
    hM(i) = calat;
    CotaM(i) = calat + Solera(i);
    FuerzEspM(i) = Fe(Apcisa(i+1),calat,cabal);
end

VectorYc = VectorYc + Solera;

%Calculamos solucion mixed

for i=1:(NumeroPasos+1),
    if(FuerzEspS(i) > FuerzEspM(i)),
        CotaMix(i) = CotaS(i);
    else
        CotaMix(i) = CotaM(i);
    end
end

Auxiliar = CotaMix-VectorYc;
index=1;
while abs(Auxiliar(index+1))<abs(Auxiliar(index))
    index=index+1;
    abs(Auxiliar(index+1));
    abs(Auxiliar(index));
end

xcritic=index*(LongitudTotal/NumeroPasos)
CCalat=CotaMix-Solera;
for i=1:25
    Graf(i)=CCalat(120*(i-1)+1)
end

%Dibujamos resultados

Titulo = strcat(' n = ', num2str(n), ' Cabal = ', ...
    num2str(cabal), ' m^3');
figure;
subplot(2, 1, 1);
```

Annex II. Càlculs hidràulics.

```
hand1 = gca;
plot(hS);
line(VectorPasos,hM);
xlabel('Passos');
ylabel('Calat (m)');
subplot(2, 1, 2);
plot(Apcisa, CotaS, 'Color', 'b');
line(Apcisa, CotaM, 'Color', 'b', 'LineStyle', ':');
xlabel('Distancia (m)');
ylabel('Cota (m)');
line(Apcisa, Solera, 'Color', 'k');
legend('Lamina S', 'Lamina M', 'Solera');
subplot(hand1);
title(Titulo);

%Grafica conjunta

figure;
plot(Apcisa, CotaS, 'Color', 'b');
line(Apcisa, CotaM, 'Color', 'b', 'LineStyle', ':');
line(Apcisa, Solera, 'Color', 'k');
line(Apcisa, VectorYc, 'Color', 'r', 'linestyle', '-');
legend('Lamina S', 'Lamina M', 'Solera', 'Critic');
xlabel('Distancia (m)');
ylabel('Cota (m)');
title(Titulo);

%Dibujamos la geometria

% figure;
% subplot(2, 1, 1);
% plot(Apcisa, VectorAncho);
% xlabel('Distancia (m)');
% ylabel('Ancho (m)');
% title('Geometria del canal');
% subplot(2, 1, 2);
% plot(Apcisa, VectorPendiente);
% xlabel('Distancia (m)');
% ylabel('Pendiente');

%Grafica Mixed

figure;
plot(Apcisa, CotaMix, 'Color', 'b');
line(Apcisa, Solera, 'Color', 'k');
line(Apcisa, VectorYc, 'Color', 'r', 'linestyle', '-');
legend('Lamina Mixed', 'Solera', 'Critic');
xlabel('Distancia (m)');
ylabel('Cota (m)');
title(Titulo);

r = 'true';
return
```

Programa Euler. Llistat de la funció externa Amplada.

```
.....  
%Determinació de la amplada mollada en una secció donada  
%per un calat donat (metres)  
  
%Resultat en metres  
  
function [Amplada] = Am(y,calat)  
  
yy=-(y*100/2.5) + 57.8;  
calat=calat*100/2.5;  
  
%Coeficientes de la funcion de ajuste  
  
A = 0.1691;  
B = 52.61;  
K = 6.359;  
D = 8.572;  
E = 313.6;  
F = 4037;  
exp= 3.282;  
G=4.371;  
  
%Vector de coordenadas x y z  
  
NumPasos = 500;  
x = linspace(0,20,NumPasos);  
z = K*(x.^exp./(x.^exp + D*yy^2 - E*yy + F));  
  
%Buscamos la x correspondiente al primer valor de z por encima de calado  
  
indice = sum(z < calat);  
Amplada = 5 * x(max([indice,1])) / 100;  
  
return  
.....
```

Programa *Euler*. Llistat de la funció externa **Area**.

```
% Determinació de l'àrea d'aigua en una secció donada
% per una calat donat (metres).

function [Area] = Ar(y,calat)

yy=-(y*100/2.5) + 57.8;
calat=calat*100/2.5;

%Coeficientes de la funcion de ajuste

A = 0.1691;
B = 52.61;
K = 6.359;
D = 8.572;
E = 313.6;
F = 4037;
exp= 3.282;
G=4.371;

%Vector de coordenadas x y z

NumPasos = 500;
Paso = 20/NumPasos;
x = linspace(0,20,NumPasos);
z = K*(x.^exp./(x.^exp + D*yy^2 - E*yy + F));

%Areas parciales

dA = (calat - (z(2:500) + z(1:499)))/2) * Paso;

%Nos quedamos las positivas y las sumamos

dA = dA.* (dA > 0);
Area=sum(dA)*2.5*2.5*2;
Area=Area/10000;
return
```

Programa *Euler*. Llistat de la funció externa **costhetha**.

```
.....  
function [costhetha] = costhetha(y)  
% Determinació de l'àrea d'aigua en una secció donada  
%per una calat donat (centímetres).  
yy=-(100*y/2.5) + 57.8;  
x=0;  
tol = 0.0001;  
  
A = 0.1691;  
B = 52.61;  
K = 6.359;  
D = 8.572;  
E = 313.6;  
F = 4037;  
exp= 3.282;  
G=4.371;  
  
costhetha = (2*tol) / sqrt((2*tol)^2+[-[A*((yy-tol)+G) ...  
+ B/((yy-tol)+G)]-(-[A*((yy+tol)+G) + B/((yy+tol)+G)])^2);  
.....
```

Programa *Euler*. Llistat de la funció externa **costhetha**.

```
function [Critic] = Cr(y,cabal)
% Determinació calat crític en una secció donada
%per un calat donat (metres).

%Parametros de calculo
e=0.00001;
nitmax = 100;

%Valores iniciales
a=0.0001;
b=0.9;

%1ªIteracion
Area = Ar(y,a);
fa=(cabal/Area)/sqrt(9.81*Area/Am(y,a)) - 1;
Area = Ar(y,b);
fb=(cabal/Area)/sqrt(9.81*Area/Am(y,b)) - 1;

%Comprovamos iniciales validos
if (fa*fb>0)
    sprintf('Error en los valores iniciales')
    break;
end

l=abs(b-a);
n=0;

while (n<nitmax & l>e)
    m=(a+b)/2;
    Area = Ar(y,m);
    fm=(cabal/Area)/sqrt(9.81*Area/Am(y,m)) - 1;;
    if (fa*fm<=0)
        b=m;
        fb=fm;
    else
        a=m;
        fa=fm;
    end
    l=l/2;
    n=n+1;
end

Critic=m;
return
```

Programa *Euler*. Llistat de la funció externa **DerivadaArea**.

```
function [DerivadaArea] = dAby(y,calat)
% Determinació de la derivada de l'area en una secció donada
%per una calat donat (centímetres).
yy=-(y*100/2.5) + 57.8;
calat=calat*100/2.5;
tol = 0.0001;

%Coeficientes de la funcion de ajuste

A = 0.1691;
B = 52.61;
K = 6.359;
D = 8.572;
E = 313.6;
F = 4037;
exp= 3.282;
G=4.371;

%Vector de coordenadas x y z

NumPasos = 500;
Paso = 20/NumPasos;
x = linspace(0,20,NumPasos);
z1 = K*(x.^exp./(x.^exp + D*(yy+tol)^2 - E*(yy+tol) + F));
z2 = K*(x.^exp./(x.^exp + D*(yy-tol)^2 - E*(yy-tol) + F));

%Areas parciales

dA1 = (calat - (z1(2:500) + z1(1:499))/2) * Paso;
dA2 = (calat - (z2(2:500) + z2(1:499))/2) * Paso;

%Nos quedamos las positivas y las sumamos

dA1 = dA1.* (dA1 > 0);
dA2 = dA2.* (dA2 > 0);

Area1=sum(dA1)*2.5*2.5*2;
Area2=sum(dA2)*2.5*2.5*2;

DerivadaArea=(Area2-Area1)/(2*tol*10000);

return
```

Programa *Euler*. Llistat de la funció externa **Forzaespecifica**.

```
function [Forzaespecifica] = Fe(y,calat,cabal)
% Determinació de la força específica per a un cabal, calat i seccio

yy=-(y*100/2.5) + 57.8;
calat=calat*100/2.5;

%Coeficientes de la funcion de ajuste

A = 0.1691;
B = 52.61;
K = 6.359;
D = 8.572;
E = 313.6;
F = 4037;
exp= 3.282;
G=4.371;

%Vector de coordenadas x y z

NumPasos = 500;
Paso = 20/NumPasos;
x = linspace(0,20,NumPasos);
z = K*(x.^exp./(x.^exp + D*yy^2 - E*yy + F));

%Areas parciales

dA = (calat - (z(2:500) + z(1:499))/2) * Paso;
Yc_dA = (calat - (z(2:500) + z(1:499))/2)/2;

%Nos quedamos las positivas y las sumamos

dA = dA.* (dA > 0);
Yc_dA = Yc_dA.* (Yc_dA > 0);
dAYc = dA.* Yc_dA;
YcArea = sum(dAYc);
Area=sum(dA);
Yc=2.5/100*YcArea/Area;

Forzaespecifica=Ar(y,calat*2.5/100)*Yc + cabal^2/...
(9.81*Ar(y,calat*2.5/100));

return
```

Programa *Euler*. Llistat de la funció externa **P**.

```
% Determinació del perímetre mollat en una secció donada
%per un calat donat (metres).
function [P] = Pm(y,calat)

yy=-(y*100/2.5) + 57.8;
calat=calat*100/2.5;

%Coeficientes de la funcion de ajuste

A = 0.1691;
B = 52.61;
K = 6.359;
D = 8.572;
E = 313.6;
F = 4037;
exp= 3.282;
G=4.371;

%Vector de coordenadas x y z

NumPasos = 500;
x = linspace(0,20,NumPasos);
Paso = 20/NumPasos;
z = K*(x.^exp./(x.^exp + D*yy^2 - E*yy + F));

%Calculo perimetros parciales

z_media = (z(2:500) + z(1:499)) /2;
dP = sqrt(Paso^2 + (z(2:500) - z(1:499)).^2);
dP = dP .* (z_media <= calat);

%Comprovamos si esta inundada toda la piedra

if z(NumPasos)>calat
    P=sum(dP)*2.5*2;
else
    P=(sum(dP)+(calat-z(NumPasos)))*2.5*2;
end
P=P/100;

return
```

Programa Euler. Llistat de la funció externa Pendent.

```
function [Pendent] = pn(y)
% Determinació de la endent per una seccio donada
%per una calat donat (metres).

%Coordenadas de calculo de la pendiente

yy=-(100*y/2.5) + 57.8;
x=0;

%Parametros del ajuste

tol = 0.0001;
A = 0.1691;
B = 52.61;
K = 6.359;
D = 8.572;
E = 313.6;
F = 4037;
exp= 3.282;
G=4.371;

%Pendiente calculada como diferencias centradas en el punto de calculo

Pendent = -A + B / (yy + G)^2;

return
```

Calats d'aigua mesurats i calculats amb el programa *Euler* en l'eix longitudinal.

* Totes les dades estan donades en centímetres

* El paràmetre y és la coordenada longitudinal tal i com s'ha tractat en tot el document

y	Q = 20 l/s			Q = 40 l/s		
	<u>Euler</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>	<u>Euler</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>
138.5	23.79	24.40	-0.61	28.29	28.54	0.25
132.5	22.85	23.60	-0.75	27.35	27.74	0.39
126.5	21.92	22.70	-0.78	26.41	26.86	0.45
120.5	21.00	21.84	-0.84	25.48	25.96	0.48
114.5	20.09	20.98	-0.89	24.56	25.10	0.54
108.5	19.18	20.04	-0.86	23.65	24.20	0.55
102.5	18.29	19.22	-0.93	22.74	23.32	0.58
96.5	17.41	18.50	-1.09	21.85	22.62	0.77
90.5	16.54	17.46	-0.92	20.97	21.52	0.55
84.5	15.69	16.80	-1.11	20.11	20.86	0.75
78.5	14.85	15.86	-1.01	19.26	19.90	0.64
72.5	14.01	15.12	-1.11	18.42	19.06	0.64
66.5	13.18	14.26	-1.08	17.59	18.20	0.61
60.5	12.35	13.34	-0.99	16.76	17.20	0.44
54.5	11.52	12.54	-1.02	15.91	16.34	0.43
48.5	10.68	11.58	-0.90	14.96	15.32	0.36
42.5	9.82	10.44	-0.62	13.89	14.14	0.25
36.5	8.93	9.34	-0.41	12.80	12.92	0.12
30.5	8.03	8.32	-0.29	11.67	11.82	0.15
24.5	7.11	7.24	-0.13	10.51	10.70	0.19
18.5	6.19	6.28	-0.09	9.31	9.60	0.29
12.5	5.24	5.70	-0.46	8.04	8.92	0.88
6.5	4.22	5.60	-1.38	6.62	8.92	2.30

y	Q = 60 l/s			Q = 90 l/s		
	<u>Euler</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>	<u>Euler</u>	<u>mesures</u>	<u>Error</u>
138.5	31.04	30.92	0.12	34.07	34.18	-0.11
132.5	30.09	30.08	0.01	33.10	33.26	-0.16
126.5	29.14	29.16	-0.02	32.14	32.28	-0.14
120.5	28.20	28.24	-0.04	31.19	31.34	-0.15
114.5	27.27	27.38	-0.11	30.24	30.46	-0.22
108.5	26.35	26.40	-0.05	29.30	29.44	-0.14
102.5	25.43	25.54	-0.11	28.36	28.54	-0.18
96.5	24.53	24.86	-0.33	27.44	27.76	-0.32
90.5	23.63	23.78	-0.15	26.51	26.70	-0.19
84.5	22.75	23.10	-0.35	25.60	25.98	-0.38
78.5	21.87	22.06	-0.19	24.69	24.88	-0.19
72.5	21.01	21.20	-0.19	23.78	24.00	-0.22
66.5	20.15	20.24	-0.09	22.88	22.98	-0.10
60.5	19.30	19.12	0.18	21.97	21.82	0.15
54.5	18.45	18.26	0.19	21.04	20.88	0.16
48.5	17.58	17.20	0.38	20.09	19.74	0.35
42.5	16.69	15.86	0.83	19.10	18.20	0.90
36.5	15.75	14.64	1.11	18.06	16.90	1.16
30.5	14.75	13.44	1.31	16.94	15.62	1.32
24.5	13.34	12.14	1.20	15.77	14.22	1.55
18.5	11.85	11.00	0.85	14.51	12.94	1.57
12.5	10.32	10.26	0.06	13.02	12.12	0.90
6.5	8.58	10.36	-1.78	11.04	12.18	-1.14

**Calats d'aigua mesurats i calculats amb el programa *Euler* en l'extrem
aigües amunt**

- * Totes les dades estan donades en centímetres
 * El paràmetre y és la coordenada longitudinal tal i com s'ha tractat en tot el document

Euler	
Q (l/s)	Calat (cm)
0.00	39.96
1.00	43.00
2.00	44.03
4.00	45.52
7.00	47.16
10.00	48.47
15.00	50.27
20.00	51.79
25.00	53.09
30.00	54.27
35.00	55.33
40.00	56.29
45.00	57.14
50.00	57.87
55.00	58.48
60.00	59.04
65.00	59.57
70.00	60.09
75.00	60.60
80.00	61.09
85.00	61.58
90.00	62.07

Mesures	
Q (l/s)	Calat (cm)
0.00	39.96
1.86	44.08
3.88	45.74
6.00	47.14
8.00	48.16
10.00	49.08
12.00	49.70
14.00	50.42
16.00	51.20
18.00	51.84
20.00	52.40
22.00	53.08
24.00	53.50
26.00	54.00
28.00	54.48
30.00	54.90
32.73	55.44
34.77	55.76
36.00	55.94
38.00	56.16
40.00	56.54
42.00	56.76
44.00	57.06
46.00	57.30
48.00	57.50
50.00	57.80
55.00	58.46
60.00	58.92
65.00	59.56
70.00	60.14
75.00	60.68
80.00	61.20
85.00	61.70
90.00	62.18

Programa *SSIM 1*. Arxiu **control**.

T Pedra filosofal title field
G 1 70 41 6 1 grid and array sizes
W 1 50.000000 0.05 0.055
F 33 0.005 10
K 3 0.1 0.1 0.1 0.02 0.05 0.05
F 36 1
G 3 0.000000 20.000000 40.000000 60.000000 80.000000 100.000000 vertical grid
distribution
K 1 40000 1
W 2 11 1 6 12 18 24 30 36 42 48 56 61
F 81 1

Programa *SSIIM 2*. Arxiu **control**.

F 33 0.005 60	T Iteraciones internas
F 64 11	T tipo de remallado
F 36 2	T TFS
G 1 73 45 11 1	T grid and array sizes
W 1 50.000000 0.050000 -0.2	T Variables hidraulicas
W 2 21 1 4 6 10 12 14 18 21 24 27 30 34 36 39 42 45 48 51 56 58 61	
K 1 40000 1	T Iteraciones en t
K 2 0 1	T Ley de pared
K 3 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6	
K 4 1 1 1 5 5 10	
K 5 0 0 0 0 0 0	
K 6 0 0 0 0 0 0	
G 6 10768 0 0 0.02 0.01	
F 2 U	
F 102 0	
F 104 1	
F 105 10	
F 113 1	
F 114 10	
F 87 0.05	
T Piedra Filosofal	title field

Llistat del programa **Dissipador.**

```
.....  
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%  
%Càlcul de les dimensions del dissipador d'energia del model reduït.%  
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%  
  
%Els càlculs es realitzen pel cabal màxim que ha circulat pel canal,  
%és a dir, 90 l/s.  
  
% Calat d'aigua amb que l'aforador entrega l'aigua al riu aigües avall.  
%El càlcul es realitza  
%considerant la caiguda que hi ha en el model en la teòrica cota del  
llit.  
  
tol=0.0001;  
  
%Q = 1.8*1*H^(3/2)  
  
Q=0.090;  
  
%Pendent del canal (ha de ser diferent de 0)  
  
j=0.005;  
  
H1=0.01;  
b1=Q-H1*(H1/(1+2*H1))^0.666*j^0.5/0.015;  
  
H2=1;  
b2=Q-H2*(H2/(1+2*H2))^0.666*j^0.5/0.015;  
  
while abs(b1)>tol  
    H1=H1-b1*(H2-H1)/(b2-b1);  
    b1=Q-H1*(H1/(1+2*H1))^0.666*j^0.5/0.015;  
  
    H2=H2-b2*(H2-H1)/(b2-b1);  
    b2=Q-H2*(H2/(1+2*H2))^0.666*j^0.5/0.015;  
end  
  
H=H1;  
EH=H+(Q/H)^2/(2*9.81);  
  
%Càlcul de l'energia per unitat de pes en la secció de l'extrem aigües  
amunt.  
  
%calat (m)  
calat=0.3418;  
Area=Ar(0.06,calat);  
  
%Càlcul de l'energia específica en aquesta secció  
  
E=calat+(Q/Area)^2/(2*9.81);  
  
%Determinació de l'alçada del graó (dz) per procés iteratiu  
%(mètode de la bisecció)
```

Annex II. Càlculs hidràulics.

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%  
%%%
```

```
dz1=0.00;
```

```
E11=E+0.0093+1.47*j+dz1;
```

```
%Càlcul del calat a la caiguda, en règim ràpid.
```

```
h11=0.01;
```

```
f1=E11-h11-(Q/h11)^2/(2*9.81);
```

```
while abs(f1)>tol
```

```
    h11=h11-f1/(-1+(Q^2/h11^3)/9.81);
```

```
    f1=E11-h11-(Q/h11)^2/(2*9.81);
```

```
end
```

```
Fr11=(Q/h11)/(9.81*h11)^0.5;
```

```
    %Calat conjugat segons la fòrmula de Belanguer
```

```
h22=h11*((1+8*Fr11^2)^0.5-1)/2;
```

```
h2=h22-dz1;
```

```
g11=EH-h2-(Q/h2)^2/(2*9.81);
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%  
%%%
```

```
dz2=0.50;
```

```
E12=E+0.0093+1.47*j+dz2;
```

```
%Càlcul del calat a la caiguda, en règim ràpid.
```

```
h12=0.01;
```

```
f2=E12-h12-(Q/h12)^2/(2*9.81);
```

```
while abs(f2)>tol
```

```
    h12=h12-f2/(-1+(Q^2/h12^3)/9.81);
```

```
    f2=E12-h12-(Q/h12)^2/(2*9.81);
```

```
end
```

```
Fr12=(Q/h12)/(9.81*h12)^0.5;
```

```
    %Calat conjugat segons la fòrmula de Belanguer
```

```
h22=h12*((1+8*Fr12^2)^0.5-1)/2;
```

```
h2=h22-dz2;
```

```
g12=EH-h2-((Q/h2)^2/(2*9.81));
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%  
%%%
```

```
while abs(g11)>tol
```

```
    dz1=dz1+g11*(dz2-dz1)/(g11-g12);
```

```
    E11=E+0.0093+1.47*j+dz1;
```

```
%Càlcul del calat a la caiguda, en règim ràpid.
```

```
h11=0.01;
```

Annex II. Càlculs hidràulics.

```
tol=0.0001;
f1=E11-h11-(Q/h11)^2/(2*9.81);
while abs(f1)>tol
    h11=h11-f1/(-1+(Q^2/h11^3)/9.81);
    f1=E11-h11-(Q/h11)^2/(2*9.81);
end
Fr11=((Q/h11)/(9.81*h11)^0.5);
    %Calat conjugat segons la fòrmula de Belanguer

h2=h11*((1+8*Fr11^2)^0.5-1)/2;
h2=h2-dz1;
g11=EH-h2-(Q/h2)^2/(2*9.81);

dz2=dz2+g12*(dz2-dz1)/(g11-g12);

E12=E+0.0093+1.47*j+dz2;

%Càlcul del calat a la caiguda, en règim ràpid.

h12=0.01;
f2=E12-h12-(Q/h12)^2/(2*9.81);
while abs(f2)>tol
    h12=h12-f2/(-1+(Q^2/h12^3)/9.81);
    f2=E12-h12-(Q/h12)^2/(2*9.81);
end
Fr12=((Q/h12)/(9.81*h12)^0.5);

    %Calat conjugat segons la fòrmula de Belanguer

h22=h12*((1+8*Fr12^2)^0.5-1)/2;
h2=h22-dz2;
g12=EH-h2-(Q/h2)^2/(2*9.81));
end

    %Longitud de resalt segons la fòrmula de Silvester
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%
%Resultats
L=9.75*h12*(Fr12-1)^1.01
dz=dz1
H
.....
```