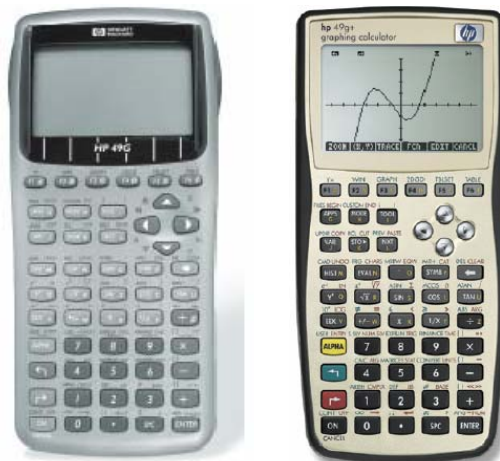


Ejemplos de Aplicación

# HICA49

## Hidráulica de Canales

Versión 4.00



Oscar Fuentes F. © 2004

**Contenidos**

INTRODUCCION.....	3
PROBLEMA N° 1 .....	8
PROBLEMA N° 2 .....	9
PROBLEMA N° 3 .....	11
PROBLEMA N° 4 .....	13
PROBLEMA N° 5 .....	15
PROBLEMA N° 6 .....	16
PROBLEMA N° 7 .....	17
PROBLEMA N° 8 .....	18
PROBLEMA N° 9 .....	19
PROBLEMA N° 10 .....	20
PROBLEMA N° 11.....	23
PROBLEMA N° 12 .....	27
PROBLEMA N° 13 .....	30
PROBLEMA N° 14 .....	35
PROBLEMA N° 15 .....	44
PROBLEMA N° 16 .....	49
PROBLEMA N° 17 .....	54

## **Introducción**

En el Perú, la Ingeniería Hidráulica ha estado presente desde épocas remotas, como muestra de ello quedan aún los canales de irrigación hechos por el Imperio Incaico, aquel imperio cuyo progreso se basaba en la agricultura.

Durante las últimas cuatro décadas ha sido una etapa exitosa en el diseño y construcción de canales y grandes proyectos de irrigación como Majes, Olmos, Tinajones, Chira-Piura, Chavimochic entre otros y proyectos aún por concluir como Pampas y Tambo Ccaracocha.

Sin embargo, aún esto no es suficiente para reactivar por completo la agricultura en el Perú, pues, grandes extensiones de terrenos agrícolas esperan por grandes obras de irrigación.

HICA49 se dedica exclusivamente al diseño y estudio de canales, al crear este pequeño programa se espera que sea de gran utilidad a todos aquellos estudiantes y profesionales que siguen esta fascinante profesión. En este documento se presenta el desarrollo de ejemplos prácticos paso a paso mediante la utilización de este programa.

HICA49 también pretende incentivar a la creación, publicación y difusión de programas de hidráulica y afines, pues, como decía mi padre ***“El paso firme hacia el progreso de un país, esta en la agricultura y en grandes obras de irrigación”***.

Oscar Fuentes Fuentes.

06 de Enero del 2004

Ica - Perú

*A la memoria de Pedro Antonio*

*Mi maestro, mi amigo, **MI PADRE...***

*Que aún desde el cielo guía mis pasos...*

# HICA49

## HIDRAULICA DE CANALES



HICA49 es un programa (Directorio) escrito para el estudio y diseño de canales de variadas secciones, muy fácil de usar, escrito en un 90% en User y 10% en System, tiene variables ocultas al usuario las cuales no se recomienda manipular, tiene la opción HSOLV el cual es un subdirectorio, HSOLV aplica MES (Resolutor de Ecuaciones Multiples) para los cálculos.

La instalación de HICA49 es sencilla, solo instale el directorio en HOME y listo.

Una vez instalado ejecútelo y obtendrá :



**Ini** : Despliega la presentación y el menú de opciones



**+{XY}** : Extrae las columnas inicial y final de la matriz obtenida de los cálculos de CURVAS DE REMANSO.

**XYGRA** : Almacena y grafica la curva de remanso con los datos obtenidos con **+{XY}**, este comando es similar a un XYLINE (X vs. Y).

**{XY}+** : Devuelve la matriz XY almacenada por XYGRAF.

**HSOLV** : Ingresa al directorio HSOLV.

**PRINT** : Presenta los datos y resultados del ultimo cálculo efectuado.

**Sonid** : Activa y desactiva el sonido que se generan durante la ejecución de los programas.

INGRESANDO AL HICA SOLVER:

**HSOLV** : Ingresa al directorio *HSOLV* tenemos:

```

RAD XYZ HEX R~ 'X'
~CA49v4.0 HSOLV3
~:
~:
~:
~:
~:
~:
~:
~:
~:
~:
444 |HSolV|PGVAR|RHSol|RcLEQ|Y/d+θ

```

**444** : Regresa al directorio HICA49.

**HSolV** : Despliega el menú de opciones a ser ejecutados con el MES.

```

      HICA-SOLVER
  1.Tirante Normal  ▸
  2.Tirante Critico ▸
  CANCEL  OK

```

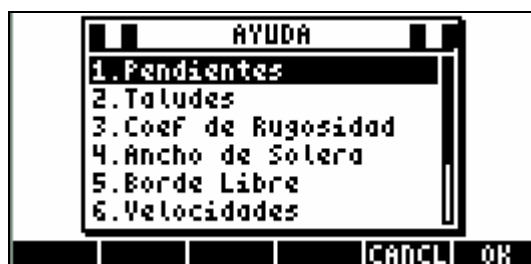
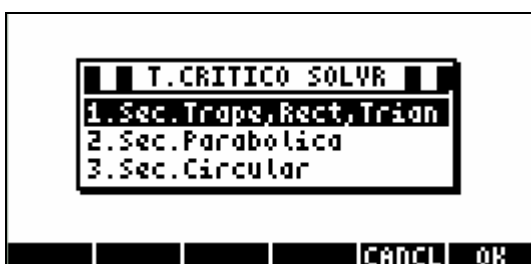
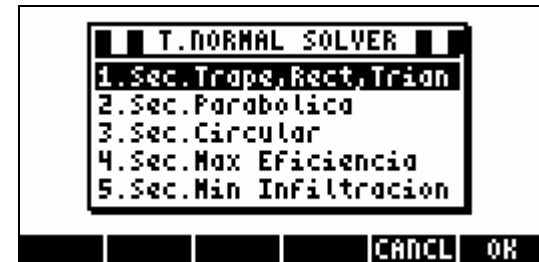
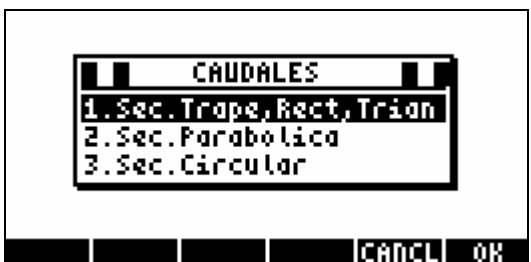
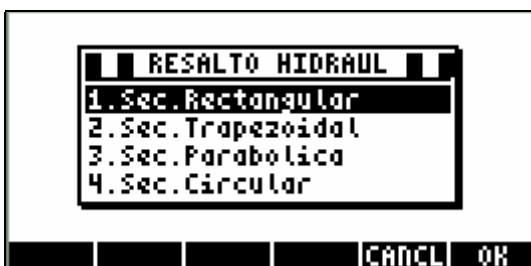
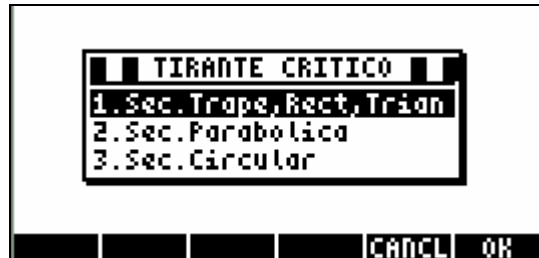
**PGVAR** : Borra las variables calculadas por el *HSolV*.

**RHSol** : Recupera el último cálculo hecho con el *HSolV*.

**RcLEQ** : Recupera las ecuaciones utilizadas en el ultimo cálculo del *HsolV*.

**Y/d+θ** : Dada la relación Tirante/Diámetro ( $Y/d$ ) devuelve el ángulo  $\theta$  que forma el espejo de agua con respecto al centro del conducto cerrado.

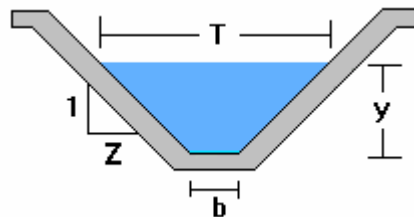
## Menús de acceso en HICA49v4.0



### Problema N° 1:

En el campus de la Universidad “San Luis Gonzaga” de Ica, se desea construir un canal revestido de concreto, de sección trapezoidal con un talud  $Z=1$ . El caudal de diseño es de 300 litros por segundo (l/s), el ancho de solera es 0.50 m y la pendiente de 1‰. Calcular el tirante del canal.

**Solución:**



**Datos:**

$$Q = 300 \text{ l/s} \sim 0.30 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$b = 0.50 \text{ m}$$
$$Z = 1$$
$$n = 0.014$$
$$S = 1\text{‰} \sim 0.001 \text{ m/m}$$
$$y = ???$$

### Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
q= .3          b= .5
z= 1.          n= .014
s= .001

```

Pendiente (H/H)

EDIT				CANCEL	OK
------	--	--	--	--------	----

### Resultados:

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
y=: 402110438051
p=: 1.63734023983
A=: .362748101669
R=: .22154717318
T=: 1.3042209961
v=: .827020179071
F=: .500673519413

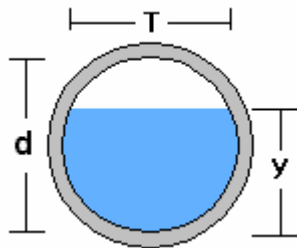
```

**Rpta:  $y = 0.4021 \text{ m}$**



**Problema N° 2:**

Un canal de sección circular de diámetro 5.00 m conduce un caudal de 17.00 m<sup>3</sup>/s con una velocidad de 1.50 m/s. Calcular el tirante.

**Solución:****Datos:**

$$Q = 17.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d = 5.00 \text{ m}$$

$$v = 1.50 \text{ m/s}$$

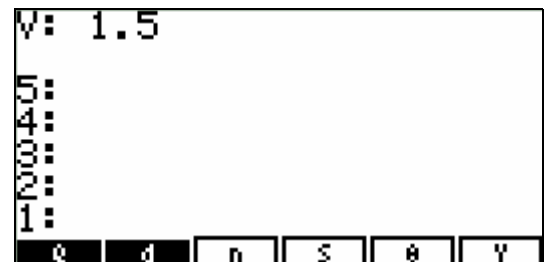
$$y = ???$$

Para este caso particular usaremos **HSOLV** / **HSOLU** / **Tirante Normal** / **Sec. Circular** el cual aplica el MES para la solución.


En el menú iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable.

17 para Q, 5 para d, 1.5 para v. Observemos que cada vez que ingresamos un dato el icono correspondiente a la variable se sombrea indicando así que existe un valor asignado.

*Nota: Estoy asumiendo que el usuario no tiene conocimiento del uso del MES es por ello que lo explico paso a paso...*


**Ingreso de Datos:**

Una vez ingresado todos los datos presionamos **NXT** hasta ubicar **ALL** y presionamos **←** **ALL** y el cálculo comenzará para todas las variables en blanco, si solo deseamos calcular una determinada variable presionamos **←** y la tecla correspondiente a dicha variable (para nuestro caso será **←** **Y**) una vez terminado el cálculo presionamos **→** **ALL** para visualizar todos los resultados.

Proceso de Cálculo:  **ALL**

```
Solving for P
θ: 3.38533278225
Sign Reversal
```

E					<b>ALL</b>
---	--	--	--	--	------------

Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
A: 11.3333333333
θ: 3.38533278225
P: 8.4633319556
R: 1.33911010377
Y: 2.80392153223
T: 4.9629151523
↓
VALU EQNS PRINT EXIT
```

*Rpta:  $y = 2.803921 \text{ m}$*



Ingreso de Datos:

n:	.012
Q:	
d:	
S:	
θ:	
Y:	
<div> <div>E</div> <div>d</div> <div>n</div> <div>S</div> <div>θ</div> <div>Y</div> </div>	

Verificación de datos:



TIRANTE NORMAL: Secc. Circular	
Q:	10.
d:	Undefined
n:	.012
S:	Undefined
θ:	4.18879020478
Y:	Undefined
<div> <div>E</div> <div>d</div> <div>n</div> <div>S</div> <div>θ</div> <div>Y</div> </div>	

Proceso de Cálculo:



ALL

Solving for d	
d:	2.81304925653
Zero	
<div> <div>E</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div>ALL</div> </div>	

Salida:



ALL

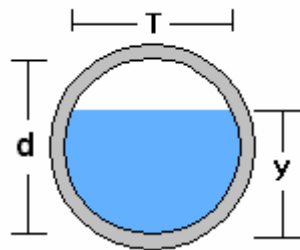
TIRANTE NORMAL: Secc. Circular	
A:	5.
d:	2.81304925653
P:	5.89163658565
R:	.848660627198
Y:	2.10978694239
S:	7.16875510981E-4
<div> <div>VALU</div> <div>EQNS</div> <div>PRINT</div> <div></div> <div>EXIT</div> </div>	

*Rpta:*  $S = 7.16875510981 \times 10^{-4} = 0.00072 = 0.72\%$

**Problema N° 4:**

Un canal que conduce un caudal de 500 l/s debe atravesar un camino, para lo cual se diseña una alcantarilla, con tubería de concreto siguiendo la pendiente del canal de 0.001.

Por seguridad el tirante en la alcantarilla debe ser el 90% de su diametro. Indique el diametro de la tubería (en pulgadas) que debera adquirirse.

**Solución:****Datos:**

$$Q = 0.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0.015$$

$$S = 1\text{‰} = 0.001$$

$$y = 0.90d$$

$$d = ???$$

Como en el ejemplo anterior primero debemos hallar el valor del ángulo  $\theta$  que forma el espejo de agua con respecto al centro de la sección circular.

El enunciado del problema nos dice que  $Y=0.90d$  por lo tanto,  $Y/d=0.90$ , con este datos podemos hallar  $\theta$ . Colocamos el valor de 0.90 en el stack y ejecutamos  **$Y/d \rightarrow \theta$**  y obtendremos el valor de  $\theta$ .

**Ingreso de Dato:**

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
\CA49v4.0 HSOLV3
1:
2:
3:
4:
5:
6:
7:
8:
9:
10:
11:
12:
13:
14:
15:
16:
17:
18:
19:
20:
21:
22:
23:
24:
25:
26:
27:
28:
29:
30:
31:
32:
33:
34:
35:
36:
37:
38:
39:
40:
41:
42:
43:
44:
45:
46:
47:
48:
49:
50:
51:
52:
53:
54:
55:
56:
57:
58:
59:
60:
61:
62:
63:
64:
65:
66:
67:
68:
69:
70:
71:
72:
73:
74:
75:
76:
77:
78:
79:
80:
81:
82:
83:
84:
85:
86:
87:
88:
89:
90:
91:
92:
93:
94:
95:
96:
97:
98:
99:
100:
101:
102:
103:
104:
105:
106:
107:
108:
109:
110:
111:
112:
113:
114:
115:
116:
117:
118:
119:
120:
121:
122:
123:
124:
125:
126:
127:
128:
129:
130:
131:
132:
133:
134:
135:
136:
137:
138:
139:
140:
141:
142:
143:
144:
145:
146:
147:
148:
149:
150:
151:
152:
153:
154:
155:
156:
157:
158:
159:
160:
161:
162:
163:
164:
165:
166:
167:
168:
169:
170:
171:
172:
173:
174:
175:
176:
177:
178:
179:
180:
181:
182:
183:
184:
185:
186:
187:
188:
189:
190:
191:
192:
193:
194:
195:
196:
197:
198:
199:
200:
201:
202:
203:
204:
205:
206:
207:
208:
209:
210:
211:
212:
213:
214:
215:
216:
217:
218:
219:
220:
221:
222:
223:
224:
225:
226:
227:
228:
229:
230:
231:
232:
233:
234:
235:
236:
237:
238:
239:
240:
241:
242:
243:
244:
245:
246:
247:
248:
249:
250:
251:
252:
253:
254:
255:
256:
257:
258:
259:
260:
261:
262:
263:
264:
265:
266:
267:
268:
269:
270:
271:
272:
273:
274:
275:
276:
277:
278:
279:
280:
281:
282:
283:
284:
285:
286:
287:
288:
289:
290:
291:
292:
293:
294:
295:
296:
297:
298:
299:
300:
301:
302:
303:
304:
305:
306:
307:
308:
309:
310:
311:
312:
313:
314:
315:
316:
317:
318:
319:
320:
321:
322:
323:
324:
325:
326:
327:
328:
329:
330:
331:
332:
333:
334:
335:
336:
337:
338:
339:
340:
341:
342:
343:
344:
345:
346:
347:
348:
349:
350:
351:
352:
353:
354:
355:
356:
357:
358:
359:
360:
361:
362:
363:
364:
365:
366:
367:
368:
369:
370:
371:
372:
373:
374:
375:
376:
377:
378:
379:
380:
381:
382:
383:
384:
385:
386:
387:
388:
389:
390:
391:
392:
393:
394:
395:
396:
397:
398:
399:
400:
401:
402:
403:
404:
405:
406:
407:
408:
409:
410:
411:
412:
413:
414:
415:
416:
417:
418:
419:
420:
421:
422:
423:
424:
425:
426:
427:
428:
429:
430:
431:
432:
433:
434:
435:
436:
437:
438:
439:
440:
441:
442:
443:
444:
445:
446:
447:
448:
449:
450:
451:
452:
453:
454:
455:
456:
457:
458:
459:
460:
461:
462:
463:
464:
465:
466:
467:
468:
469:
470:
471:
472:
473:
474:
475:
476:
477:
478:
479:
480:
481:
482:
483:
484:
485:
486:
487:
488:
489:
490:
491:
492:
493:
494:
495:
496:
497:
498:
499:
500:
501:
502:
503:
504:
505:
506:
507:
508:
509:
510:
511:
512:
513:
514:
515:
516:
517:
518:
519:
520:
521:
522:
523:
524:
525:
526:
527:
528:
529:
530:
531:
532:
533:
534:
535:
536:
537:
538:
539:
540:
541:
542:
543:
544:
545:
546:
547:
548:
549:
550:
551:
552:
553:
554:
555:
556:
557:
558:
559:
560:
561:
562:
563:
564:
565:
566:
567:
568:
569:
570:
571:
572:
573:
574:
575:
576:
577:
578:
579:
580:
581:
582:
583:
584:
585:
586:
587:
588:
589:
590:
591:
592:
593:
594:
595:
596:
597:
598:
599:
600:
601:
602:
603:
604:
605:
606:
607:
608:
609:
610:
611:
612:
613:
614:
615:
616:
617:
618:
619:
620:
621:
622:
623:
624:
625:
626:
627:
628:
629:
630:
631:
632:
633:
634:
635:
636:
637:
638:
639:
640:
641:
642:
643:
644:
645:
646:
647:
648:
649:
650:
651:
652:
653:
654:
655:
656:
657:
658:
659:
660:
661:
662:
663:
664:
665:
666:
667:
668:
669:
670:
671:
672:
673:
674:
675:
676:
677:
678:
679:
680:
681:
682:
683:
684:
685:
686:
687:
688:
689:
690:
691:
692:
693:
694:
695:
696:
697:
698:
699:
700:
701:
702:
703:
704:
705:
706:
707:
708:
709:
710:
711:
712:
713:
714:
715:
716:
717:
718:
719:
720:
721:
722:
723:
724:
725:
726:
727:
728:
729:
730:
731:
732:
733:
734:
735:
736:
737:
738:
739:
740:
741:
742:
743:
744:
745:
746:
747:
748:
749:
750:
751:
752:
753:
754:
755:
756:
757:
758:
759:
760:
761:
762:
763:
764:
765:
766:
767:
768:
769:
770:
771:
772:
773:
774:
775:
776:
777:
778:
779:
780:
781:
782:
783:
784:
785:
786:
787:
788:
789:
790:
791:
792:
793:
794:
795:
796:
797:
798:
799:
800:
801:
802:
803:
804:
805:
806:
807:
808:
809:
810:
811:
812:
813:
814:
815:
816:
817:
818:
819:
820:
821:
822:
823:
824:
825:
826:
827:
828:
829:
830:
831:
832:
833:
834:
835:
836:
837:
838:
839:
840:
841:
842:
843:
844:
845:
846:
847:
848:
849:
850:
851:
852:
853:
854:
855:
856:
857:
858:
859:
860:
861:
862:
863:
864:
865:
866:
867:
868:
869:
870:
871:
872:
873:
874:
875:
876:
877:
878:
879:
880:
881:
882:
883:
884:
885:
886:
887:
888:
889:
890:
891:
892:
893:
894:
895:
896:
897:
898:
899:
900:
901:
902:
903:
904:
905:
906:
907:
908:
909:
910:
911:
912:
913:
914:
915:
916:
917:
918:
919:
920:
921:
922:
923:
924:
925:
926:
927:
928:
929:
930:
931:
932:
933:
934:
935:
936:
937:
938:
939:
940:
941:
942:
943:
944:
945:
946:
947:
948:
949:
950:
951:
952:
953:
954:
955:
956:
957:
958:
959:
960:
961:
962:
963:
964:
965:
966:
967:
968:
969:
970:
971:
972:
973:
974:
975:
976:
977:
978:
979:
980:
981:
982:
983:
984:
985:
986:
987:
988:
989:
990:
991:
992:
993:
994:
995:
996:
997:
998:
999:
1000:
1001:
1002:
1003:
1004:
1005:
1006:
1007:
1008:
1009:
1010:
1011:
1012:
1013:
1014:
1015:
1016:
1017:
1018:
1019:
1020:
1021:
1022:
1023:
1024:
1025:
1026:
1027:
1028:
1029:
1030:
1031:
1032:
1033:
1034:
1035:
1036:
1037:
1038:
1039:
1040:
1041:
1042:
1043:
1044:
1045:
1046:
1047:
1048:
1049:
1050:
1051:
1052:
1053:
1054:
1055:
1056:
1057:
1058:
1059:
1060:
1061:
1062:
1063:
1064:
1065:
1066:
1067:
1068:
1069:
1070:
1071:
1072:
1073:
1074:
1075:
1076:
1077:
1078:
1079:
1080:
1081:
1082:
1083:
1084:
1085:
1086:
1087:
1088:
1089:
1090:
1091:
1092:
1093:
1094:
1095:
1096:
1097:
1098:
1099:
1100:
1101:
1102:
1103:
1104:
1105:
1106:
1107:
1108:
1109:
1110:
1111:
1112:
1113:
1114:
1115:
1116:
1117:
1118:
1119:
1120:
1121:
1122:
1123:
1124:
1125:
1126:
1127:
1128:
1129:
1130:
1131:
1132:
1133:
1134:
1135:
1136:
1137:
1138:
1139:
1140:
1141:
1142:
1143:
1144:
1145:
1146:
1147:
1148:
1149:
1150:
1151:
1152:
1153:
1154:
1155:
1156:
1157:
1158:
1159:
1160:
1161:
1162:
1163:
1164:
1165:
1166:
1167:
1168:
1169:
1170:
1171:
1172:
1173:
1174:
1175:
1176:
1177:
1178:
1179:
1180:
1181:
1182:
1183:
1184:
1185:
1186:
1187:
1188:
1189:
1190:
1191:
1192:
1193:
1194:
1195:
1196:
1197:
1198:
1199:
1200:
1201:
1202:
1203:
1204:
1205:
1206:
1207:
1208:
1209:
1210:
1211:
1212:
1213:
1214:
1215:
1216:
1217:
1218:
1219:
1220:
1221:
1222:
1223:
1224:
1225:
1226:
1227:
1228:
1229:
1230:
1231:
1232:
1233:
1234:
1235:
1236:
1237:
1238:
1239:
1240:
1241:
1242:
1243:
1244:
1245:
1246:
1247:
1248:
1249:
1250:
1251:
1252:
1253:
1254:
1255:
1256:
1257:
1258:
1259:
1260:
1261:
1262:
1263:
1264:
1265:
1266:
1267:
1268:
1269:
1270:
1271:
1272:
1273:
1274:
1275:
1276:
1277:
1278:
1279:
1280:
1281:
1282:
1283:
1284:
1285:
1286:
1287:
1288:
1289:
1290:
1291:
1292:
1293:
1294:
1295:
1296:
1297:
1298:
1299:
1300:
1301:
1302:
1303:
1304:
1305:
1306:
1307:
1308:
1309:
1310:
1311:
1312:
1313:
1314:
1315:
1316:
1317:
1318:
1319:
1320:
1321:
1322:
1323:
1324:
1325:
1326:
1327:
1328:
1329:
1330:
1331:
1332:
1333:
1334:
1335:
1336:
1337:
1338:
1339:
1340:
1341:
1342:
1343:
1344:
1345:
1346:
1347:
1348:
1349:
1350:
1351:
1352:
1353:
1354:
1355:
1356:
1357:
1358:
1359:
1360:
1361:
1362:
1363:
1364:
1365:
1366:
1367:
1368:
1369:
1370:
1371:
1372:
1373:
1374:
1375:
1376:
1377:
1378:
1379:
1380:
1381:
1382:
1383:
1384:
1385:
1386:
1387:
1388:
1389:
1390:
1391:
1392:
1393:
1394:
1395:
1396:
1397:
1398:
1399:
1400:
1401:
1402:
1403:
1404:
1405:
1406:
1407:
1408:
1409:
1410:
1411:
1412:
1413:
1414:
1415:
1416:
1417:
1418:
1419:
1420:
1421:
1422:
1423:
1424:
1425:
1426:
1427:
1428:
1429:
1430:
1431:
1432:
1433:
1434:
1435:
1436:
1437:
1438:
1439:
1440:
1441:
1442:
1443:
1444:
1445:
1446:
1447:
1448:
1449:
1450:
1451:
1452:
1453:
1454:
1455:
1456:
1457:
1458:
1459:
1460:
1461:
1462:
1463:
1464:
1465:
1466:
1467:
1468:
1469:
1470:
1471:
1472:
1473:
1474:
1475:
1476:
1477:
1478:
1479:
1480:
1481:
1482:
1483:
1484:
1485:
1486:
1487:
1488:
1489:
1490:
1491:
1492:
1493:
1494:
1495:
1496:
1497:
1498:
1499:
1500:
1501:
1502:
1503:
1504:
1505:
1506:
1507:
1508:
1509:
1510:
1511:
1512:
1513:
1514:
1515:
1516:
1517:
1518:
1519:
1520:
1521:
1522:
1523:
1524:
1525:
1526:
1527:
1528:
1529:
1530:
1531:
1532:
1533:
1534:
1535:
1536:
1537:
1538:
1539:
1540:
1541:
1542:
1543:
1544:
1545:
1546:
1547:
1548:
1549:
1550:
1551:
1552:
1553:
1554:
1555:
1556:
1557:
1558:
1559:
1560:
1561:
1562:
1563:
1564:
1565:
1566:
1567:
1568:
1569:
1570:
1571:
1572:
1573:
1574:
1575:
1576:
1577:
1578:
1579:
1580:
1581:
1582:
1583:
1584:
1585:
1586:
1587:
1588:
1589:
1590:
1591:
1592:
1593:
1594:
1595:
1596:
1597:
1598:
1599:
1600:
1601:
1602:
1603:
1604:
1605:
1606:
1607:
1608:
1609:
1610:
1611:
1612:
1613:
1614:
1615:
1616:
1617:
1618:
1619:
1620:
1621:
1622:
1623:
1624:
1625:
1626:
1627:
1628:
1629:
1630:
1631:
1632:
1633:
1634:
1635:
1636:
1637:
1638:
1639:
1640:
1641:
1642:
1643:
1644:
1645:
1646:
1647:
1648:
1649:
1650:
1651:
1652:
1653:
1654:
1655:
1656:
1657:
1658:
1659:
1660:
1661:
1662:
1663:
1664:
1665:
1666:
1667:
1668:
1669:
1670:
1671:
1672:
1673:
1674:
1675:
1676:
1677:
1678:
1679:
1680:
1681:
1682:
1683:
1684:
1685:
1686:
1687:
1688:
1689:
1690:
1691:
1692:
1693:
1694:
1695:
1696:
1697:
1698:
1699:
1700:
1701:
1702:
1703:
1704:
1705:
1706:
1707:
1708:
1709:
1710:
1711:
1712:
1713:
1714:
1715:
1716:
1717:
1718:
1719:
1720:
1721:
1722:
1723:
1724:
1725:
1726:
1727:
1728:
1729:
1730:
1731:
1732:
1733:
1734:
1735:
1736:
1737:
1738:
1739:
1740:
1741:
1742:
1743:
1744:
1745:
1746:
1747:
1748:
1749:
1750:
1751:
1752:
1753:
1754:
1755:
1756:
1757:
1758:
1759:
1760:
1761:
1762:
1763:
1764:
1765:
1766:
1767:
1768:
1769:
1770:
1771:
1772:
1773:
1774:
1775:
1776:
1777:
1778:
1779:
1780:
1781:
1782:
1783:
1784:
1785:
1786:
1787:
1788:
1789:
1790:
1791:
1792:
1793:
1794:
1795:
1796:
1797:
1798:
1799:
1800:
1801:
1802:
1803:
1804:
1805:
1806:
1807:
1808:
1809:
1810:
1811:
1812:
1813:
1814:
1815:
1816:
1817:
1818:
1819:
1820:
1821:
1822:
1823:
1824:
1825:
1826:
1827:
1828:
1829:
1830:
1831:
1832:
1833:
1834:
1835:
1836:
1837:
1838:
1839:
1840:
1841:
1842:
1843:
1844:
1845:
1846:
1847:
1848:
1849:
1850:
1851:
1852:
1853:
1854:
1855:
1856:
1857:
1858:
1859:
1860:
1861:
1862:
1863:
1864:
1865:
1866:
1867:
1868:
1869:
1870:
1871:
1872:
1873:
1874:
1875:
1876:
1877:
1878:
1879:
1880:
1881:
1882:
1883:
1884:
1885:
1886:
1887:
1888:
1889:
1890:
1891:
1892:
1893:
1894:
1895:
1896:
1897:
1898:
1899:
1900:
1901:
1902:
1903:
1904:
1905:
1906:
1907:
1908:
1909:
1910:
1911:
1912:
1913:
1914:
1915:
1916:
1917:
1918:
1919:
1920:
1921:
1922:
1923:
1924:
1925:
1926:
1927:
1928:
1929:
1930:
1931:
1932:
1933:
1934:
1935:
1936:
1937:
1938:
1939:
1940:
1941:
1942:
1943:
1944:
1945:
1946:
1947:
1948:
1949:
1950:
1951:
1952:
1953:
1954:
1955:
1956:
1957:
1958:
1959:
1960:
1961:
1962:
1963:
1964:
1965:
1966:
1967:
1968:
1969:
1970:
1971:
1972:
1973:
1974:
1975:
1976:
1977:
1978:
1979:
1980:
1981:
1982:
1983:
1984:
1985:
1986:
1987:
1988:
1989:
1990:
1991:
1992:
1993:
1994:
1995:
1996:
1997:
1998:
1999:
2000:
2001:
2002:
2003:
2004:
2005:
2006:
2007:
2008:
2009:
2010:
2011:
2012:
2013:
2014:
2015:
2016:
2017:
2018:
2019:
2020:
2021:
2022:
2023:
2024:
2025:
2026:
2027:
2028:
2029:
2030:
2031:
2032:
2033:
2034:
2035:
2036:
2037:
2038:
2039:
2040:
2041:
2042:
2043:
2044:
2045:
2046:
2047:
2048:
2049:
2050:
2051:
2052:
2053:
2054:
2055:
2056:
2057:
2058:
2059:
2060:
2061:
2062:
2063:
2064:
2065:
2066:
2067:
2068:
2069:
2070:
2071:
2072:
2073:
20
```

Ingreso de Datos:

```

S: .001
Q:
d:
n:
S:
θ:
Y:

```

Q	d	n	S	θ	Y
---	---	---	---	---	---

Verificación de datos:



```

TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
Q: .5
d: Undefined
n: .015
S: .001
θ: 4.99618308959
Y: Undefined

```

Q	d	n	S	θ	Y
---	---	---	---	---	---

Proceso de Cálculo:



ALL

```

Solving For Y
d: .881305090133
Zero

```

E					ALL
---	--	--	--	--	-----

Salida:



ALL

```

TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
d: .881305090133
Y: .795174581121
T: .528783054077
A: .57826992946
P: 2.20158079404
R: .262661234612

```

VALU	EQNS	PRINT		EXIT
------	------	-------	--	------

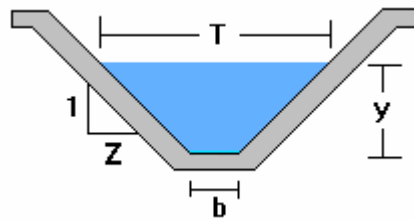
*Rpta:  $d = 0.881305090133 \text{ m} \approx 35.00 \text{ plg}$*

### **Problema N° 5:    Máxima Eficiencia Hidraulica.**

Un canal tiene un caudal de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ., una pendiente de  $1\text{‰}$  y se le quiere revestir de concreto con taludes 1:1.

Determinar el tirante y la plantilla para la condición de Máxima Eficiencia Hidráulica.

**Solución:**



**Datos:**

$$Q = 10.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

b = ???

$$Z = 1$$
$$n = 0.014$$
$$S = 1\text{‰} \sim 0.001 \text{ m/m}$$
$$y = ???$$

### Ingreso de Datos:

```

MAXIMA EFICIENCIA HIDRAULICA
q= 10.
z= 1.
n= .014
s= .001
Pendiente n/h
EDIT CANCEL OK

```

### Resultados:

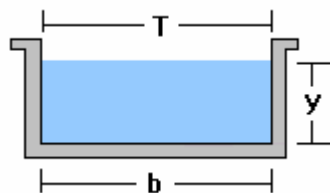
MAXIMA EFICIENCIA HIDRAULICA			
✓Q:	1.65682405564		
✓b:	1.37255792861		
p:	6.0527640225		
A:	5.01915304464		
R:	.82841202782		
T:	4.68620609929		
U:	1.99236801729		
		✓CHS	CHDCI OR

**Rpta:  $y = 1.6568 \text{ m}$**

**$b = 1.3725 \text{ m}$**

**Problema N° 6:**

Un canal rectangular con un coeficiente de rugosidad  $n = 0.014$ , trazado con una pendiente de  $0.0064$ , transporta un caudal de  $0.664 \text{ m}^3/\text{s}$ . En condiciones de flujo crítico indicar el ancho de solera del canal.

**Solución:****Datos:**

$$Q = 0.664 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = ???$$

$$Z = 0 \text{ (Rectangular)}$$



$$n = 0.014$$

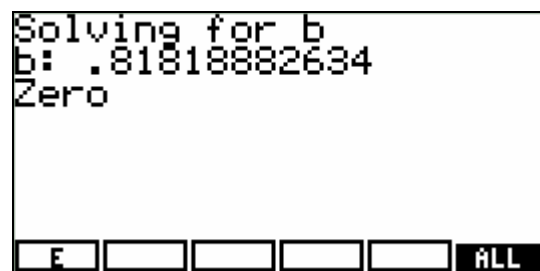
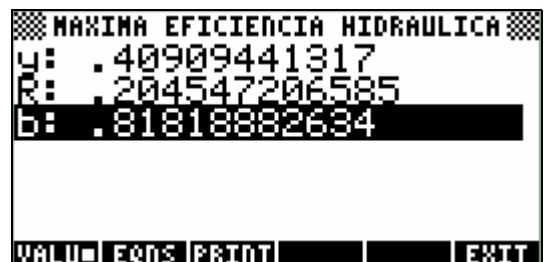
$$S = 0.0064 \text{ m/m}$$

$$F = 1 \text{ (Flujo Crítico)}$$

Para este caso particular usaremos **HSOLV/HSOLD/Tirante Normal/Sec.Max Eficiencia** el cual aplica el MES para la solución.

En el menú iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable.

$0.664$  para  $Q$ ,  $0$  para  $Z$ ,  $0.014$  para  $n$ ,  $0.0064$  para  $S$ ,  $1$  para  $F$ . Observemos que cada vez que ingresamos un dato el icono correspondiente a la variable se sombrea indicando así que existe un valor asignado. Terminado el ingreso de datos ejecutamos   para obtener el valor de  $b$ .

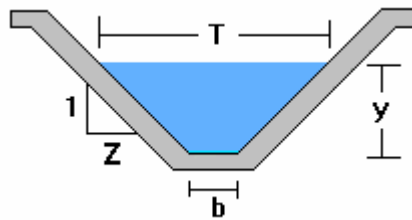
**Ingreso de Datos:****Salida:****Proceso de Cálculo****Salida:**

**Rpta:**  $b = 0.81818 \text{ m} \sim 0.82 \text{ m}$



**Problema N° 7:**

En un canal trapezoidal de ancho de solera  $b = 0.30$  m y talud  $Z = 1$ , determinar el caudal que debe pasar para una energía específica mínima de  $0.48$  m-kg/kg. Realizar el cálculo para la condición de flujo crítico.

**Solución:****Datos:**

$$Q = ??? \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0.30 \text{ m}$$


$$Z = 1$$

$$E = 0.48 \text{ m-kg/kg}$$

$$F = 1 \text{ (Flujo Crítico)}$$

**RESOLV** / **RESOLV** / Tirante Normal / Sec.Max Eficiencia

Iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

E: .48
5:
4:
3:
2:
1:
  
```

q   z   n   s   y   b

Proceso de Cálculo:  **ALL**.

```

Solving for Q
Q: .364635492829
Zero
  
```

E               **ALL**

Salida:  **ALL**

```

MAXIMA EFICIENCIA HIDRAULICA
V: 1.52071347922
T: 1.02426406872
R: .18106601718
A: .239779220617
P: 1.32426406872
Q: .364635492829
VALU EQS PRINT EXIT
  
```

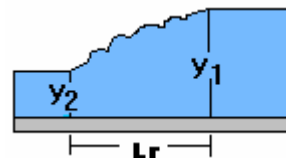
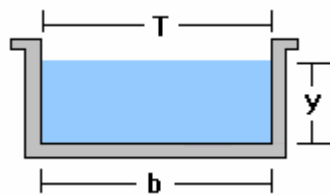
**Rpta:**  $Q = 0.3645 \text{ m}^3/\text{s}$

**Problema N° 8:**

Un canal rectangular de 2.00 m de ancho de solera, transporta un caudal de 3.00 m<sup>3</sup>/s.

El tirante aguas abajo del resalto es 1.00 m.

Hallar el tirante aguas arriba, la longitud del resalto, la pérdida de energía e indicar el tipo de resalto.

**Solución:****Datos:**

$$Q = 3.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 2.00 \text{ m}$$

$$Z = 0 \text{ (Rectangular)}$$

$$y_1 = 1.00 \text{ m}$$

$$L_r = ??? \text{ m}$$

$$\Delta E = ??? \text{ m-kg/kg}$$

$$y_2 = ??? \text{ m}$$

**Ingreso de Datos:**

```

RESALTO HIDRAULICO:SECC.RECTAN.
Q= 3.
b= 2.
y= 1.

CAUDAL (m3/s)
EDIT | | | | CANCL OK
  
```

**Resultados:**

```

RESALTO HIDRAULICO:SECC.RECTAN.
Y2: .341852478959
F: 2.39606532936
hr: .658147521041
Lr: 3.2907376052
ΔE: .20848318091
"TIIRANTE Subcritico"
"Resalto Debil"
| | | | | ✓CHK | CANCL OK
  
```

**Rpta:**  $y_2 = 0.3418 \text{ m}$

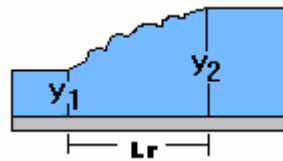
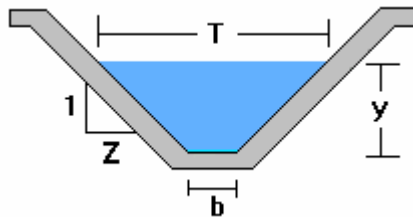
$L_r = 3.2907 \text{ m}$

$\Delta E = 0.2084 \text{ m-kg/kg}$     **Resalto Debil.**

**Problema N° 9:**

Un canal trapezoidal tiene un ancho de solera de 0.40 m, talud igual a 1 y transporta un caudal de  $1.00 \text{ m}^3/\text{s}$ . El tirante aguas arriba del resalto es 0.30 m.

Hallar la altura del resalto y la pérdida de energía en este tramo.

**Solución:****Datos:**

$$Q = 1.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0.40 \text{ m}$$

$$Z = 1$$

$$y_1 = 0.30 \text{ m}$$

$$h_r = ??? \text{ m}$$

$$\Delta E = ??? \text{ m-kg/kg}$$

**Ingreso de Datos:**

```
RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
q= 1.
Y= .3
b= .4
Z= 1.
TALUD (H) 2 a 1.5 PARA OBTENER Lr
EDIT | | | CANCEL OK
```

**Resultados:**

```
RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
Q: .819651224681
hr: .619651224681
ΔE: .501429996538
F: .27432892452
Lr: 6.56830298162
J: 3.06550408227
| | ✓CHK | CANCEL OK
```

**Rpta:**  $h_r = 0.6196 \text{ m}$

$$\Delta E = 0.5014 \text{ m-kg/kg}$$

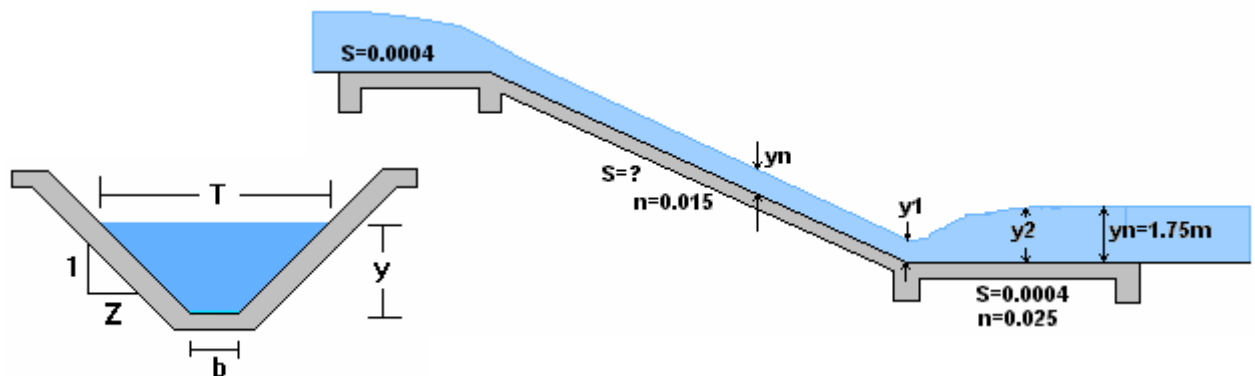
**Nota:**  $J = y_2 / y_1$

**Problema N° 10:**

Un canal trapezoidal tiene un ancho de solera  $b=5.00\text{m.}$ , talud  $Z=1$  y para una pendiente  $S=0.0004$ , adopta un tirante normal  $y_n=1.75\text{m.}$  en flujo uniforme para  $n=0.025$ .

Debido a razones topográficas, existe un tramo intermedio en el canal, con suficiente longitud y pendiente para que se establezca también flujo uniforme pero supercrítico.

Calcular la pendiente del tramo intermedio de manera que se produzca un resalto inmediatamente después que termina dicho tramo, el cual deberá revestirse de concreto, debido al aumento de velocidad ( $n=0.015$ ).

**Solución:****1º. Cálculo de caudal:**

Usaremos **HSOLV/HSOLV/Tirante Normal/Sec.Trape,Rect,Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

$b = 5.00\text{m}$ ,  $Z=1$ ,  $n = 0.025$ ,  $y = 1.75\text{m}$ ,  $S=0.0004$ .

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **ALL**.

Ingreso de Datos:

y:	1.75
5:	
4:	
3:	
2:	
1:	
b	
Z	
n	
S	
y	

Salida:

**ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap,Rect,Trian
Q: 10.5954234322
P: 9.9497474683
A: 11.8125
R: 1.18721606128
T: 8.5
V: .896967063043
VALU EQNS PRINT EXIT
  
```

$$Q = 10.5954 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con el caudal hallaremos el tirante crítico y lo compararemos con el tirante normal.

### 2º. Cálculo del tirante crítico:

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Tria
q= 10.5954
b= 5.
z= 1.
Talud : Rectangular Z=0
EDIT  CANCL OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Tria
q: .73232853436
p: 7.07133805789
A: 4.19794813594
R: .59365683009
T: 6.46465718687
u: 2.52394733258
F: 1.
CHK CANCL OK
  
```

$$y_c = 0.7323 \text{ m}$$

Como  $y_n=1.75\text{m} > y_c=0.73\text{m}$ , en el canal el flujo uniforme es con régimen subcrítico o lento.

### 3º. Cálculo del tirante conjugado menor:

Para forzar a un resalto hidráulico que se inicie en la sección donde se efectúa el cambio de pendiente, el tirante conjugado mayor debe ser igual al tirante normal en el canal, es decir:  $y_2=y_n=1.75\text{m}$ .

Ingreso de Datos:

```

RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
q= 10.5954
y= 1.75
b= 5.
z= 1.
TALUD (H) Z≤1.5 PARA OBTENER Lr
EDIT  CANCL OK
  
```

Salida:

```

RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
q: .213230780053
hr: 1.53676921995
ΔE: 3.05266174765
F: 6.59023739268
Lr: 16.2897537315
J: .12184616003
"Resalto Estable y ..
CHK CANCL OK
  
```

$$y_1 = 0.2132 \text{ m}$$

Este tirante debe ser normal para el tramo intermedio, por lo tanto:  $y_n=y_1=0.2132\text{m}$ .

Una manera practica de visualizar los datos y resultados del cálculo anterior es usando el comando **PRINT** el cual presentara lo siguiente:

```

***** HICA49v4.0 *****
PROYECTO:
RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.

***** DATOS *****
:Q: 10.5954
:Y: 1.75
:b: 5.
:Z: 1.

***** RESULTADOS *****
:y=: .213230780053
:hr=: 1.53676921995
:we=: 3.05266174765
:F=: 6.59023739268
:Lr=: 16.2897537315
:J=: .12184616003
Resalto Estable y Equilibrado

```

Si usted usa un emulador que permita copiar una cadena de caracteres podrá sacarle provecho a este comando, puede copiar el string y pegarlo en cualquier procesador de texto.

#### 4º. Cálculo de la pendiente en el tramo intermedio:

Usaremos **HSOLV** / **HSolu** / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Trian

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Q=10.5954 m<sup>3</sup>/s

b = 5.00 m

Z=1

n= 0.015

y = 0.2123 m.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

y:	.2123
5:	
4:	
3:	
2:	
1:	
b	
z	
n	
S	
y	

Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
S: .179247206683
P: 5.60047507858
A: 1.10657129
R: .197585253835
T: 5.4246
V: 9.5749818342
VALU EQNS PRINT EXIT

```

**Rpta: S= 0.1792 m/m**

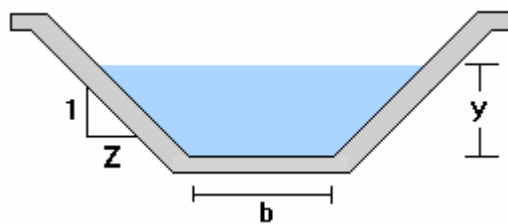
**Problema N° 11: Cálculo de Rugosidad Compuesta. (Caso A)**

Un canal trapezoidal con talud  $Z = 1.00$ , pendiente  $S = 0.70\%$ , ancho de solera  $b = 4.00\text{ m}$ , fluye con un caudal de  $6.00\text{ m}^3/\text{s}$ , con un tirante normal de  $0.88\text{ m}$ , siendo el fondo y las paredes del canal lisas, luego se alteran a rugosas, notándose que para el mismo caudal el tirante normal es de  $1.07\text{ m}$ , se pide:

- Calcular el caudal para un tirante normal de  $1.25\text{ m}$ , si el fondo fuese liso y las paredes rugosas.
- Calcular el caudal para el mismo tirante; si el fondo fuese rugoso y las paredes lisas.

**Solución:**

- Fondo y Paredes Lisas:



**Datos:**

$$Q = 6.00\text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 4.00\text{ m}$$

$$Z = 1.00$$

$$S = 0.0007\text{ m/m}$$

$$Y_n = 0.88\text{ m}$$

$$n_1 = ???$$

Como podemos observar, la incógnita aquí es la rugosidad ( $n_1$ ).

Usaremos **HSOLV** / **HSolu** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos **←** **ALL**.

Ingreso de Datos:

y:	.88
5:	
4:	
3:	
2:	
1:	
q	b
z	n
s	y

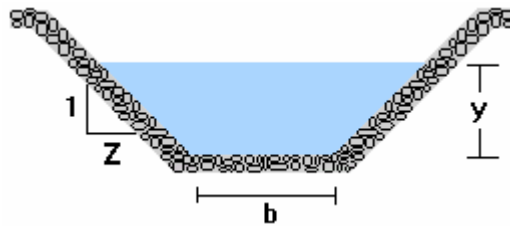
Salida: **→** **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
n: 1.43807886075E-2
P: 6.48901586977
A: 4.2944
R: .661795268525
T: 5.76
V: 1.39716840537
VALU= EQNS PRINT EXIT
  
```

$$n_1 = 1.4387\text{E-}2 \approx 0.014$$

### - Fondo y Paredes Rugosas



#### Datos:

$$Q = 6.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 4.00 \text{ m}$$

$$Z = 1.00$$

$$S = 0.0007 \text{ m/m}$$

$$Y_n = 1.07 \text{ m}$$

$$n_2 = ???$$

La incógnita aquí es la rugosidad ( $n_2$ ).

Usaremos **SOLV** / **SOLV** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos **↵** **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: 1.07
5:
4:
3:
2:
1:
  
```

Q	b	Z	n	S	y

Salida:

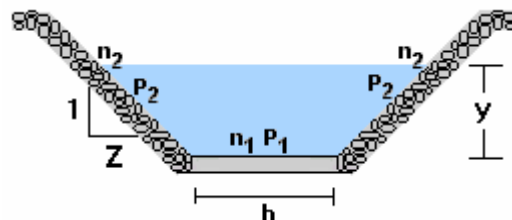
```

TIRANTE NORMAL: Trape, Rect, Trian
n: 2.01323613439E-2
P: 7.02641702347
A: 5.4249
R: .772072022181
T: 6.14
V: 1.10601117071
  
```

VALU	EQNS	PRINT	EXIT

$$n_2 = 2.0132E-2 \approx 0.020$$

### - Fondo Liso y Paredes Rugosas



#### Datos:

$$Q = 6.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 4.00 \text{ m}$$

$$Z = 1.00$$

$$S = 0.0007 \text{ m/m}$$

$$Y_n = 1.25 \text{ m}$$

$$n = ???$$

$$n_1 = 0.014$$

$$n_2 = 0.020$$

$$P_1 = b = 4.00$$

$$P_2 = Y_n \cdot \sqrt{1+Z^2} = 1.25\sqrt{2}$$



HICA49 calcula la rugosidad compuesta por tres métodos al mismo tiempo, estos métodos son:

- Los dos primeros métodos necesitan obligatoriamente una lista de rugosidades  $\{n\}$  y una lista de perímetros  $\{P\}$ , el último método necesita una lista de radios hidráulicos  $\{R\}$  y el valor del radio hidráulico  $R$ . Si no se disponen de  $\{R\}$  y  $R$  entonces se ingresara una lista vacía  $\{ \}$  para  $\{R\}$  y cualquier valor para  $R$ , el programa reconocerá la lista vacía y obviara el cálculo de la rugosidad compuesta por este ultimo método.

$$\{P\} = \{ 1.25\sqrt{2} \quad 4.00 \quad 1.25\sqrt{2} \}$$

```

RUGOSIDAD COMPUESTA
{N}= C .02 .014 .02
{P}= C '1.25*sqrt(2.)' 4.
{R}= C >
R= 0.

Rugosidades
EDIT CANCEL OK

```

```

RAD XYZ HEX R= 'X'
NAME HICA4904.03
7:
6:
5:
4: "Horton-Einstein's"
3: n=: .016947903983
2: "Paulouskij's, Muhlhofer-Banks"
1: n=: 1.70796091226E-2
Ini +[XY] XYGRA [XY] +HSOLVPRINT

```

$n = 0.01694 \approx 0.017$  Rugosidad Compuesta (Horton y Einstein's)

Calculo de Caudal/Sec.Trape,Rect,Trion

CALCULO CAUDAL: Trap, Rect, Trian  
 Y= 1.25      b= 4.  
 Z= 1.      n= .017  
 S= .0007  
 Tirante (M)  
 EDIT      CAUDAL      OK

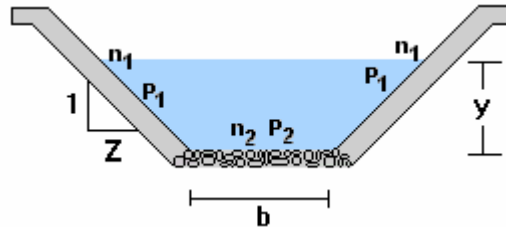
CALCULO CAUDAL: Trap, Rect, Trian

A=: 6.5625  
P=: 7.53553390592  
R=: .870873926378  
Q=: 9.31407235008  
V=: 1.41928721525  
T=: 6.5  
E=: 1.35266953106

CHG CAUDL OK

**Rpta:  $Q = 9.31 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

- Fondo Rugoso y Paredes Lisas



**Datos:**

$$Q = 6.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 4.00 \text{ m}$$

$$Z = 1.00$$

$$S = 0.0007 \text{ m/m}$$

$$Y_n = 1.25 \text{ m}$$

n = ???

$$n_1 = 0.014$$

$$n_2 = 0.020$$

$$P_2 = b = 4.00$$

$$P_1 = Y_n \cdot \sqrt{1+Z^2} = 1.25\sqrt{2}$$

La incógnita aquí es la rugosidad compuesta (n).

Para nuestro caso los datos son:

$$\{n\} = \{ 0.014 \quad 0.020 \quad 0.014 \}$$

$$\{P\} = \{ 1.25\sqrt{2} \quad 4.00 \quad 1.25\sqrt{2} \}$$

### Ingreso de Datos:

```
RUGOSIDAD COMPUESTA
(CN)= C .014 .02 .014
(CP)= C '1.25*sqrt(2).' 4.
(CR)= C >
R= 0.

Rugosidades
[EDIT] [ ] [ ] [ ] [CANCL] [OK]
```

**Salida:**

```

RAD XYZ HEX B~ 'X'
NAME HICA4504.03
7:
6:
5:
4: "Horton-Einstein's"
3: n=:1.73158196427E-3
2: "Paulouskij's,Mühlhofer-Banks"
1: n=:1.74438227524E-3
Ini +[XYZ] XYGRB [XYZ]+ASOLVPRINT

```

**$n = 1.7315E-2 \approx 0.0173$  Rugosidad Compuesta (Horton y Einstein's)**

**Hallando el Caudal:** Una vez hallada la rugosidad compuesta hallaremos el caudal.

Calculo de Caudal/Sec.Trape,Rect,Trion

### Ingreso de Datos:

CALCULO CAUDAL: Trap, Rect, Trian  
 Y= 1.25      b= 4.  
 Z= 1.      n= .0173  
 S= .0007  
 Tirante (H)  
 EDIT                CAUD      ON

**Salida:**

CALCULO CAUDAL: Trap, Rect, Trian

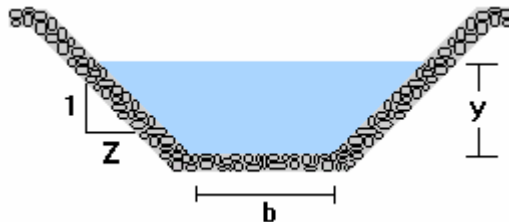
A=: 6.5625  
P=: 7.53553390592  
R=: .870873926378  
Q=: 9.15255684463  
V=: 1.39467529823  
T=: 6.5  
E=: 1.349139612

☒CHK ☐CANC ☐OK

**Rpta:  $Q = 9.31 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

**Problema N° 12: Cálculo de Rugosidad Compuesta. (Caso B)**

Un canal trapezoidal cuyo ancho de solera es de 1.50m, tiene un talud de 0.75 y una pendiente de 0.0008. Si el canal estuviera completamente revestido de mampostería, entonces para un caudal de  $1.50\text{m}^3/\text{s}$  el tirante sería de 0.813m. Si el mismo canal estuviera revestido de concreto, se tendría para un caudal de  $1.20\text{m}^3/\text{s}$  un tirante de 0.607m. Se pide determinar la velocidad la velocidad del flujo, cuando se transporte un caudal de  $1.30\text{m}^3/\text{s}$ , si el fondo es de concreto y las paredes de mampostería. Utilizar el criterio de Horton y Einstein's

**Solución:****- Revestimiento de Mamposteria:****Datos:**

$$Q = 1.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 1.50 \text{ m}$$

$$Z = 0.75$$


$$S = 0.0008 \text{ m/m}$$

$$y = 0.813 \text{ m}$$

$$n_1 = ???$$

La incógnita aquí es la rugosidad ( $n_1$ ).

Usaremos **HSOLV** / **HSolu** / **Tirante Normal** / **Sec.Trape,Rect,Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

y:	.813
b:	
Z:	
S:	
n:	
q:	

Salida:

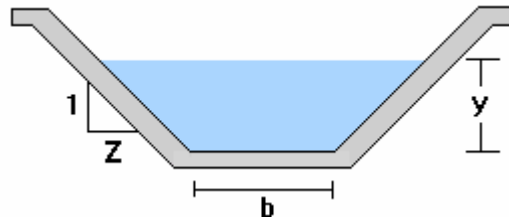
 **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap,Rect,Trian
n: 1.99802778204E-2
P: 3.5325
A: 1.71522675
R: .485556050955
T: 2.7195
V: .874519943209
VALU EQNS PRINT EXIT
  
```

$$n_1 = 1.9980\text{E-}2 \approx 0.020$$

- **Revestimiento de Concreto:**



**Datos:**

$$Q = 1.20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 1.50 \text{ m}$$

$$Z = 0.75$$


$$S = 0.0008 \text{ m/m}$$

$$y = 0.607 \text{ m}$$

$$n_2 = ???$$

La incógnita aquí es la rugosidad ( $n_2$ ).

Usaremos **HSOLW** / **HSOLU** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

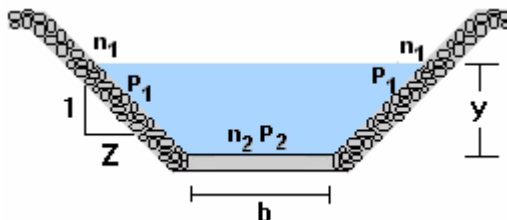
y:	.607
b:	
Z:	
S:	
n:	
1:	
2:	
3:	
4:	
5:	
6:	
7:	
8:	
9:	
0:	
.	
DEL	
ALL	
QUIT	

Salida:

 <b>ALL</b>	
TIRANTE NORMAL: Trape, Rect, Trian	
n:	1.50170238667E-2
P:	3.0175
A:	1.18683675
R:	.393317895609
T:	2.4105
V:	1.01109103674
VALU= EQNS PRINT	
EXIT	

$$n_2 = 1.5017E-2 \approx 0.015$$

- **Fondo de Concreto y Paredes de mamposteria:**



**Datos:**

$$Q = 1.30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 1.50 \text{ m}$$

$$Z = 0.75$$

$$S = 0.0008 \text{ m/m}$$

$$n = ???$$

$$n_1 = 0.020$$

$$n_2 = 0.015$$

$$P_2 = b = 1.50$$

$$P_1 = y \cdot \sqrt{1+Z^2} = y \cdot \sqrt{1+0.75^2}$$

$$P_1 = 1.25 \cdot y$$

La incógnita aquí es la rugosidad compuesta (n).

Para nuestro caso los datos son:

$$\{n\} = \{ 0.020 \ 0.015 \ 0.020 \}$$

$$\{P\} = \{ 1.25y \ 1.50 \ 1.25y \}$$

Ingreso de Datos:

```

RUGOSIDAD COMPUESTA
{N}= C .02 .015 .02
{P}= C '1.25*y' 1.5
{R}= C >
R= 0.
Rugosidades
EDIT  CANCL OK

```

Salida:

```

RAD XYZ HEX R~ 'X'
NAME HICA49v4.03
3:
n:= (( 3.53553390594E-3*y+2.75567596064E-3+3.53553390594E-3*y )
1.25*y+1.5+1.25*y )
2: "Pavlovski,j's,Mühlhofer-Banks"
1:
n:= (( .0005*y+.0003375+.0005*y )
1.25*y+1.5+1.25*y )
Ini [+CHY] [XYGRA] [CHY] [+HSOLV] PRINT

```

$$n = \left( \frac{3.53553390594E-3 \cdot y + 2.75567596064E-3 + 3.53553390594E-3 \cdot y}{1.25 \cdot y + 1.5 + 1.25 \cdot y} \right)^{.666666666667}$$


*Rugosidad Compuesta (Horton y Einstein's)*

Como podemos apreciar la rugosidad compuesta a sido calculada en función del tirante y.

Es esta rugosidad ponderada la que utilizaremos para calcular la velocidad del flujo.

**Hallando la Velocidad:**

Usaremos **HSOLW** / **HSOLU** / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Trian

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

n: ((3.53553390594E-3*y+2.755675
VALU:
EQNS:
PRINT:

```

0	b	2	n	S	4
---	---	---	---	---	---

Salida:

```

TIRANTE NORMAL: Trap,Rect,Trian
y: .701021087924
P: 3.25255271981
A: 1.42010455618
R: .436612309935
T: 2.55153163189
V: .915425553944
VALU= EQNS PRINT EXIT

```

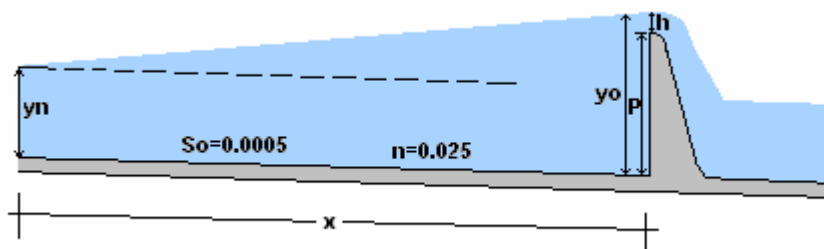
*Rpta: V = 0.915 m/s.*

**Problema N° 13: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Integración Gráfica.**

Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera 2.50m, talud 1.5 está excavado en tierra ( $n=0.025$ ), con una pendiente uniforme de 0.0005 conduce un caudal de  $5.00\text{m}^3/\text{s}$ . Con el objetivo de dar carga sobre una serie de compuertas para tomas laterales, se desea utilizar un vertedero de cresta redonda y forma rectangular (coeficiente de descarga  $C=2$ ) con una longitud de cresta  $L=7.00\text{m}$ .

La ecuación del vertedero es  $Q=CLh^{3/2}$  y la altura de cresta al fondo es  $P=1.80\text{m}$ .

Calcular el perfil del flujo y la longitud total  $x$  del remanso, considerando que termina al alcanzar un tirante que sea  $2\text{‰}$  mayor que el normal.

**Solución:****Datos:**

$$Q=5.00\text{m}^3/\text{s}$$

$$n=0.025$$

$$S_o=0.0005$$

$$b=2.50\text{m}$$

$$P=1.80\text{m}$$

$$Z=1.5$$

$$C=2$$

$$L=7.00\text{m}$$

**1º. Cálculo del tirante normal.****Ingreso de Datos:**

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
q= 5.0000    b= 2.5000
z= 1.5000    n= .0250
s= .000500
Caudal (m3/s)
EDIT |      |      | CANCL | OK
  
```

**Salida:**

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
y=: 1.37487286482
p=: 7.45753516684
A=: 6.2732577312
R=: .841197204016
T=: 6.62491859476
u=: .797034047419
F=: .26150866158
      |      |      | CANCL | OK
  
```

$$y_n = 1.375 \text{ m}$$

**2º. Cálculo del tirante crítico.**

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
q= 5.
b= 2.5
z= 1.5
Caudal (m3/s)
EDIT  CANCL OK

```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
y: .646888812715
p: 4.83257502744
A: 2.24514665779
R: .464585990914
T: 4.44081973814
u: 2.22702600859
F: 1.
+
CHK CANCL OK

```

$$y_c = 0.647 \text{ m}$$

**3º. Identificación de la sección de control.**

El tirante aguas arriba de la sección de control es :  $y_o = P + h$

Aplicando la ecuación para el vertedero rectangular de cresta angosta, tenemos:

$$Q = CLh^{3/2} \quad h = \left[ \frac{Q}{CL} \right]^{2/3} \quad h = 0.50 \text{ m}$$

Luego:

$$y_o = 1.80 + 0.50 \quad y_o = 2.30 \text{ m}$$

**3º. Cálculo del perfil.**

El cálculo se efectúa desde  $y_o = 2.30 \text{ m}$  hacia aguas arriba, hasta un tirante superior en un 2‰ del tirante normal, es decir hasta:

$$y = 1.02y_n$$

$$y = 1.02 \times 1.375$$

$$y = 1.4025 \approx 1.40 \text{ m}$$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: NET.INTG.GRAFI
Q=  5.      b=  2.5
Z=  1.5     s=  .0005
n=  .025    v1=  1.4
Y2=  2.3    nt=  8.
NUMERO DE TRAMOS
EDIT  CANCEL OK
  
```

**Nota:** Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.


Salida:

```

RAD XYZ HEX B~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1: 1.800 9.360 7.900 1.041 0.534
   1.900 10.165 8.200 1.087 0.492
   2.000 11.000 8.500 1.133 0.455
   2.100 11.865 8.800 1.178 0.421
   2.200 12.760 9.100 1.223 0.392
   2.300 13.685 9.400 1.268 0.365
Ini [+XYZ] [XYGRA] [XY] [RESOLV] PRINT
  
```

**Nota:** Podemos visualizar la matriz con **MTRW, EDIT, VIEW, SCROLL**

Visualizando la matriz de resultados.

 **VIEW** y usando las teclas direccionales:

Y	A	T	R	V	S1	N1	D1	F(Y)	Δ%	X
1.400	6.440	6.700	0.853	0.776	4.655E-4	0.936	3.446E-5	27,165.561	0.000	0.000
1.500	7.125	7.000	0.901	0.702	3.537E-4	0.951	1.463E-4	6,498.700	1,683.213	1,683.213
1.600	7.840	7.300	0.948	0.638	2.729E-4	0.961	2.271E-4	4,233.651	536.618	2,219.831
1.700	8.585	7.600	0.995	0.582	2.135E-4	0.969	2.865E-4	3,383.160	380.841	2,600.671
1.800	9.360	7.900	1.041	0.534	1.690E-4	0.975	3.310E-4	2,947.067	316.511	2,917.183
1.900	10.165	8.200	1.087	0.492	1.353E-4	0.980	3.647E-4	2,687.304	281.719	3,198.901
2.000	11.000	8.500	1.133	0.455	1.094E-4	0.984	3.906E-4	2,518.257	260.278	3,459.179
2.100	11.865	8.800	1.178	0.421	8.921E-5	0.987	4.108E-4	2,401.629	245.994	3,705.173
2.200	12.760	9.100	1.223	0.392	7.336E-5	0.989	4.266E-4	2,317.758	235.969	3,941.143
2.300	13.685	9.400	1.268	0.365	6.079E-5	0.991	4.392E-4	2,255.545	228.665	4,169.808



Veamos que significa cada columna:

Y = Tirante

A = Área Hidráulica

T = Espejo de agua

R = Radio hidráulico

V = Velocidad

$$S_1 = \left( \frac{n \times V}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$N_1 = 1 - \frac{Q^2 \times T}{g \times A^3}$$

$$D_1 = S - S_1$$

$$F(Y) = \frac{N_1}{D_1}$$

$$\Delta x = A = \frac{2255.545 + 2284.437}{2} \times -0.1 = -226.999$$

$$X = \text{Coordenada X del perfil.....} \quad |-226.999 + -230.110| = 457.109$$

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **→[XY]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **→[XY]**

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1:
2,917.183 1.800
3,198.901 1.900
3,459.179 2.000
3,705.173 2.100
3,941.143 2.200
4,169.808 2.300
Ini →[XY] RTGRA [XY] →[SOLV] PRINT
```

Visualización con el *MTRW*

```
10 2 1
0.000 1.400
1,683.213 1.500
2,219.831 1.600
2,600.671 1.700
2,917.183 1.800
3,198.901 1.900
3,459.179 2.000
1-1: 0.000
EDIT VEC +WID WID+ GO+= GO+
```

Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.



**VIEW**

y usando las teclas direccionales:

X	Y
0.000	1.400
1,683.213	1.500
2,219.831	1.600
2,600.671	1.700
2,917.183	1.800
3,198.901	1.900
3,459.179	2.000
3,705.173	2.100
3,941.143	2.200
4,169.808	2.300

*Nota: Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.*

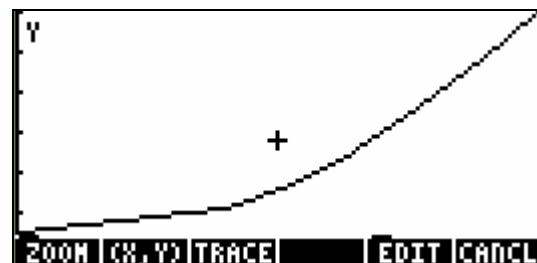
### Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **XYGRF** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

#### Proceso de Cálculo

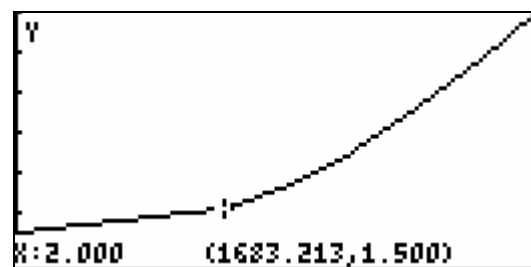
PROCESANDO...	
NAME HICA49v4.03	
1:	2,917.183 1.800
	3,198.901 1.900
	3,459.179 2.000
	3,705.173 2.100
	3,941.143 2.200
	4,169.808 2.300
In   +[XY]   XYGRA   [XY] +   ASOLV   PRINT	

#### Perfil o Curva de Remanso



#### Trazado de la curva:

**TRACE** **(X,Y)**  



Punto N° (X, Y)

#### Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)

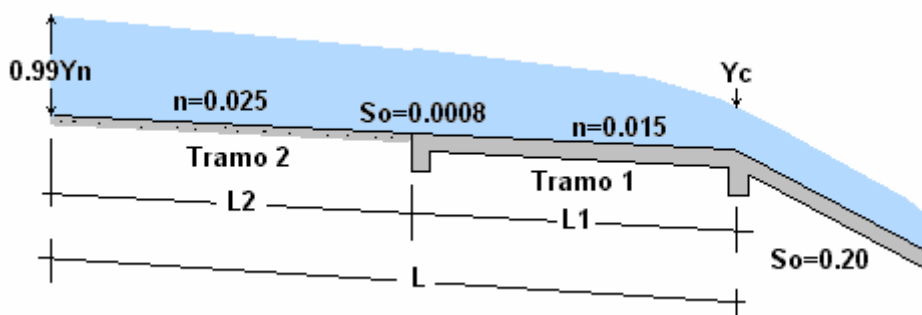
 

Punto N°	X	Y	
X	X1	Y1	
1	0	1.4	
2	1683.213	1.5	
3	2219.831	1.6	
4	2600.671	1.7	
5	2917.183	1.8	
6	3198.901	1.9	
1.			
ZOOM		BIG	DEFD

**Problema N° 14: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Bakhmeteff.**

Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera de 1.0m, talud de 1 y con pendiente de 0.0005 conduce un caudal de 900 l/s en flujo uniforme con un coeficiente de rugosidad de 0.025. A partir de cierta sección en adelante (ver fig.), es necesario aumentar la pendiente del canal a 0.20. Se pide calcular:

- A).- El perfil del flujo en el tramo 1 y la distancia  $L_1$  que deberá de revestirse de concreto ( $n = 0.015$ ) suponiendo que el material en que se excava el canal resiste hasta una velocidad de 1.00m/s.
- B).- La distancia  $L$  hasta la cual se deja sentir la influencia del cambio de pendiente.

**Solución:****Datos:**

$$Q = 900 \text{ l/s} \sim 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n_1 = 0.025$$

$$n_2 = 0.015$$

$$S_o = 0.0005$$

$$b = 1.00\text{m}$$

$$P = 1.80\text{m}$$

$$Z = 1$$

El problema lo resolveremos en forma independiente para el tramo sin revestir y para el tramo revestido por que el tirante normal es diferente para ambos tramos, el tirante crítico permanecerá constante.

**A. Cálculo de  $L_1$  – Tramo revestido.****1. Cálculo del Tirante Normal.-****Ingreso de Datos:**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Triang
q= .9      b= 1.
z= 1.      n= .015
s= .0005

Pendiente (M/H)
EDIT      CANCL  OK
  
```

**Salida:**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Triang
y= .675953737957
p= 2.9118858875
A= 1.13286719382
R= .389049309481
T= 2.35190747591
u= .79444444017
F= .365468222829
      ✓CHK  CANCL  OK
  
```

$$y_n = 0.6759 \text{ m} \quad v = 0.7944 \text{ m/s}$$

## 2. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Triad
q= .9
b= 1.
z= 1.

Talud : Rectangular Z=0
EDIT  CANCL  OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Triad
y: .380882029978
p: 2.07724049637
A: .525917915253
R: .253181043202
T: 1.76172405995
v: 1.71129366936
F: 1.
+
  
```

$$y_c = 0.3808 \text{ m}$$

## 3. Cálculo de la Pendiente Crítica.-

Nuestro programa de Tirante Crítico no calcula la pendiente crítica, para ello usaremos el *Solver de Tirante Normal* donde introduciremos los datos de  $Y_c=0.3808\text{m}$  y el  $F=1$  para que el programa reconozca de que se trata de un flujo crítico.

Usaremos **MSOLV** / **MSOLV** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

**Datos:**  $Q = 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$  ;  $b = 1.0 \text{ m}$  ;  $Z = 1$  ;  $n = 0.015$  ;  $y = 0.3808\text{m}$  ;  $F = 1$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .3808
5:
4:
3:
2:
1:

e  b  z  n  s  y
  
```

Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
S: 4.11631505301E-3
P: 2.0770650491
A: .52580864
R: .253149818407
T: 1.7616
V: 1.7116493179
↓
VALU= EQNS PRINT  EXIT
  
```

$$S_c = 4.1163\text{E-}3 \sim 0.004116$$

## 4. Ubicación de la sección de control.-

La sección esta ubicada en el punto donde cambia la pendiente, es en este punto donde se presenta el tirante crítico  $Y_c = 0.3808 \text{ m}$ .

### 5. Cálculo del perfil en el tramo 1 y la distancia $L_1$ .

El cálculo se efectuara desde  $y_c = y_1 = 0.3808$  m hacia aguas arriba, hasta un tirante que corresponda a la velocidad de 1.00m/s.

Usaremos **HSOLV** / **HSOLV** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

#### Datos:

$$Q = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 1.00 \text{ m}$$

$$Z = 1$$

$$n = 0.015$$

$$V = 1.00 \text{ m/s}$$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

V: 1.
5:
4:
3:
2:
1:
A
T
R
P
V
E

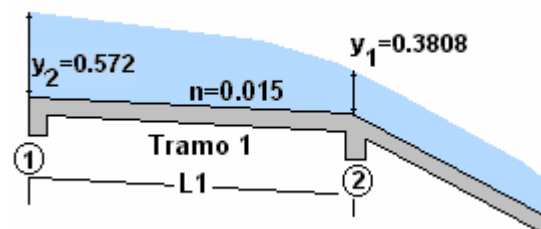
Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
A: .9
y: .572380529476
T: 2.14476105895
F: .492871492564
E: .623348929068
S: 9.34743575497E-4
VALU EQNS PRINT EXIT

```

$$y_2 = 0.5723 \text{ m}$$



Como se observa en la figura anterior el cálculo se realizará desde  $y_1 = y_c = 0.3808$  hasta  $y_2 = 0.572$ , siendo el  $y$  promedio para el tramo el siguiente:

$$y = \frac{y_1 + y_2}{2} = \frac{0.3808 + 0.572}{2} = 0.4764 \text{ m}$$

$Q = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$	$b = 1.0 \text{ m}$
$Z = 1$	$S = 0.0005$
$y_n = 0.676 \text{ m}$	$y_c = 0.3808 \text{ m}$
$y_1 = 0.572 \text{ m}$	$y_2 = 0.3808 \text{ m}$
$Nt = 19$	

```

CURVA DE REMANSO:MET.BAKHMETEFF:
q= .9      b= 1.      z= 1.
S= .0005   Yn= .671
Yc= .3808  Y1= .57:
Y2= .3808  nt= 19.
NUMERO DE TRANOS
[EDIT] [ ] [ ] [CANCEL] [OK]

```

```


RAD XYZ HEX C~ 'X'
~OME HIC4904.03
1: 0.431 0.638 0.593 0.668 0.624
   0.421 0.623 0.576 0.649 0.604
   0.411 0.608 0.560 0.632 0.585
   0.401 0.593 0.545 0.614 0.566
   0.391 0.578 0.529 0.597 0.548
   0.381 0.563 0.513 0.579 0.529
Ina +[XY] XYGRA [XY]+ASOLV PRIN

```

```
RAD XYZ HEX C~ 'X'
~ONE HICA4904.D3
.:
.:
.:
.:
.:      D: 3.644
.:      M: 3.480
.:      J: 3.172
14 CC 'Y' 'U' 'V' 'FCU,D)' 'FCU,..
ECHO VIEW EDIT INFO PICK ROLL
```

Podemos visualizar la matriz con *MTRW*, *EDIT*, *VIEW*, *SCROLL*, antes ejecutar este último comando *duplique la matriz para no perder la matriz de cálculo*.

Visualizando la matriz de resultados.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

Y	U	V	F(U,N)	F(V,J)	ΔX	L
0.572	0.846	0.823	0.996	0.989	-46.092	0.000
0.562	0.831	0.807	0.964	0.952	-29.500	16.592
0.552	0.816	0.790	0.936	0.919	-16.638	29.455
0.542	0.801	0.773	0.907	0.888	-2.714	43.378
0.532	0.787	0.756	0.881	0.859	7.956	54.049
0.522	0.772	0.740	0.856	0.831	17.152	63.244
0.512	0.757	0.723	0.832	0.804	25.075	71.168
0.502	0.742	0.707	0.809	0.779	31.891	77.983
0.491	0.727	0.690	0.787	0.754	37.734	83.827
0.481	0.712	0.674	0.766	0.731	42.721	88.814
0.471	0.697	0.657	0.745	0.708	46.950	93.042
0.461	0.682	0.641	0.725	0.686	50.503	96.595
0.451	0.668	0.625	0.706	0.665	53.453	99.546
0.441	0.653	0.609	0.686	0.644	55.864	101.956
0.431	0.638	0.593	0.668	0.624	57.790	103.883
0.421	0.623	0.576	0.649	0.604	59.281	105.373
0.411	0.608	0.560	0.632	0.585	60.379	106.471
0.401	0.593	0.545	0.614	0.566	61.122	107.215
0.391	0.578	0.529	0.597	0.548	61.546	107.639
0.381	0.563	0.513	0.579	0.529	61.681	107.773

$L_1 = 107.50 \sim 108.00\text{m.}$

Por lo tanto deberá de revestirse desde la sección de cambio de pendiente hacia aguas arriba 108.00 m

Veamos que significa cada columna:

Y = Tirante

$$U = \frac{Y}{Y_n}$$

$$V = U^{N/J}$$

$$N = \frac{10}{3} \left[ \frac{1+2Z(y/b)}{1-Z(y/b)} \right] - \frac{8}{3} \left[ \frac{\sqrt{1+Z^2}(y/b)}{1+2\sqrt{1+Z^2}(y/b)} \right]$$

$$M = \frac{3[1+2Z(y/b)]^2 - 2Z(y/b)[1+Z(y/b)]}{[1+2Z(y/b)][1+Z(y/b)]}$$

$$J = \frac{N}{N - M + 1}$$

$$F(U,N) = \int_0^N \frac{dU}{1 - U^N}$$

$$F(V,J) = \int_0^V \frac{dV}{1 - V^J}$$

$\Delta x$  = Longitud que existe entre la sección considerada y un punto arbitrario.

L = Longitud entre dos secciones consecutivas ( $x_2 - x_1$ ).

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **→[XY]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **→[XY]**

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1:
103.883 0.431
105.373 0.421
106.471 0.411
107.215 0.401
107.639 0.391
107.773 0.381
Ini →[XY] RTGRA [XY] →[RESOLV] PRINT

```

Visualización con el *MTRW*

```

20 2 1 2
0.000 0.572
16.592 0.562
29.455 0.552
43.378 0.542
54.049 0.532
63.244 0.522
71.168 0.512
1-1: 0.000
EDIT VEC +WID WID+ GO+ GO+

```



Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

X	Y
0.000	0.572
16.592	0.562
29.455	0.552
43.378	0.542
54.049	0.532
63.244	0.522
71.168	0.512
77.983	0.502
83.827	0.491
88.814	0.481
93.042	0.471
96.595	0.461
99.546	0.451
101.956	0.441
103.883	0.431
105.373	0.421
106.471	0.411
107.215	0.401
107.639	0.391
107.773	0.381

**Nota:** Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.

### Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **RVGRF** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

#### Proceso de Cálculo

```

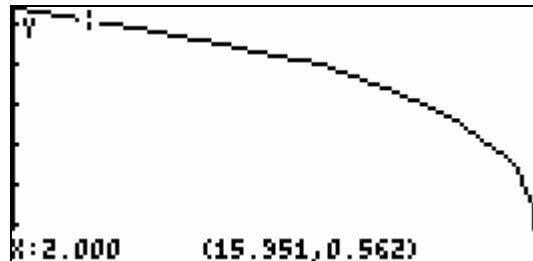
PROCESANDO...
\OME HICA49v4.03
1:
103.883 0.431
105.373 0.421
106.471 0.411
107.215 0.401
107.639 0.391
107.773 0.381
Ini [+CHY] RVGRF [CHY] +ANSOLVPRINT
  
```

#### Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:

TRACE (X,Y)  



Punto N° (X, Y)

Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)

Punto N° X Y

	X	X1	Y1	
1	0		.572	
2	16.54204		.561437	
3	29.45442		.551874	
4	43.37846		.541811	
5	54.04884		.531748	
6	63.24443		.521685	
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

## B. Cálculo de L.

El cálculo se realizara desde  $y_1 = 0.572$  m hasta  $y_2 = 0.99y_n$ , debiendo calcular antes el  $y_n$  para este tramo con un  $n = 0.025$ .

### 1. Cálculo del Tirante Normal.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trion
Q= .9      b= 1.
z= 1.      n= .025
s= .0005
Caudal (m3/s)
EDIT      CANCL OK
  
```

Salida:

```

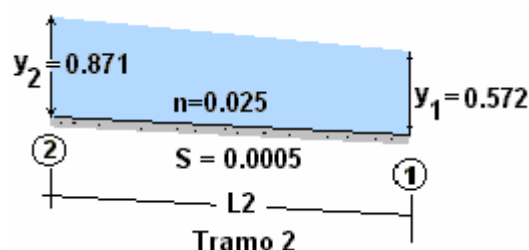
TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trion
Q=: .880101369394
p=: 3.48930258572
A=: 1.6546797898
R=: .474215047033
T=: 2.76020273879
v=: .54391188286
F=: .224288782393
      ✓CHK      CANCL OK
  
```

$$y_n = 0.880 \text{ m}$$

### 2. Secciones de cálculo.-

$$y_1 = 0.572$$

$$y_2 = 0.99 \times 0.88 = 0.8712 \text{ m}$$



Como se observa en la figura el cálculo se realizará desde  $y_1 = 0.572$  hasta  $y_2 = 0.8712$ , siendo el  $y$  promedio para el tramo el siguiente:

$$y = \frac{y_1 + y_2}{2} = \frac{0.572 + 0.8712}{2} = 0.7216 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

$Q = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$	$b = 1.0 \text{ m}$
$Z = 1$	$S = 0.0005$
$y_n = 0.880 \text{ m}$	$y_c = 0.3808 \text{ m}$
$y_1 = 0.572 \text{ m}$	$y_2 = 0.871 \text{ m}$
$Nt = 1$	

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: MET. BARRHMETEFF
Q= .9   b= 1.   z= 1.
S= .0005   yn= .88
yc= .3808   y1= .57:
y2= .871   nt= 1.
NUMERO DE TRAMOS
EDIT  CANCEL OK

```

**Nota:** En  $Nt$  hemos colocado 1 por que solo nos interesa hallar la longitud total.

Salida:

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
~OME HICA49v4.03
5:
4:      n: 3.83553152252
3:      M: 3.66666650815
2:      J: 3.28141528352
1:      y      u      v
    [.572    .65    .604395146
    [.871    .989772727273 .988056050
Ini [+ [XYZ] XYGRA [XYZ] +HSOLV PRINT

```

Ejecutando **→4999** :

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
~OME HICA49v4.03
5:
4:      n: 3.83553152252
3:      M: 3.66666650815
2:      J: 3.28141528352
1:      0.      .572
    [1198.73602756 .871]
Ini [+ [XYZ] XYGRA [XYZ] +HSOLV PRINT

```

**$L_2 = 1198.736 \text{ m} \sim 1200.00 \text{ m}$**

$L = L_1 + L_2$

$L = 108.00 + 1200.00$

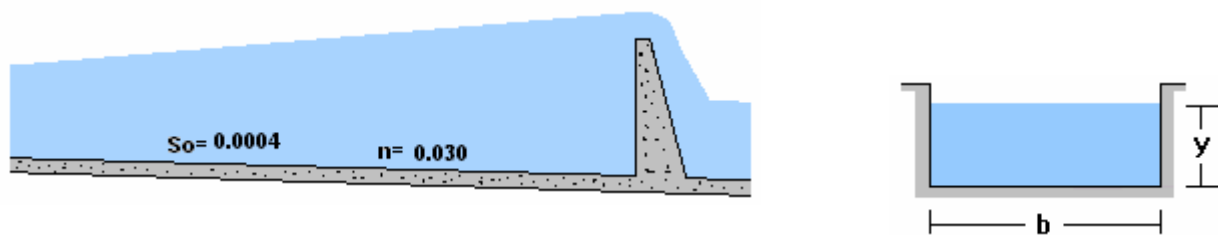
**Rpta:  $L = 1308.00 \text{ m}$**

La distancia total de influencia del cambio de pendiente, medida desde la sección donde ocurre dicho cambio hacia aguas arriba es de 1308.00 m.

**Problema N° 15: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Bresse.**

Un río de fondo ancho, casi rectangular, con  $b = 10.00\text{m}$ ,  $S = 0.0004$ ,  $n = 0.030$ ,  $Q = 10.00\text{m}^3/\text{s}$ . Determinar la curva de remanso producida por una presa que origina una profundidad de  $3.00\text{m}$ .

**Nota:** La solución por el método de Bresse es un caso particular, en la que la hipótesis fundamental es la de considerar una sección rectangular muy ancha, es decir, donde  $R = y$

**Solución:****Datos:**

$$Q = 10.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0.030$$

$$S_o = 0.0004$$

$$b = 10.00\text{m}$$

$$Z = 0$$

**1. Cálculo del Tirante Normal.-****Ingreso de Datos:**

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
Q= 10.    b= 10.
Z= 0.    n= .03
S= .0004

Caudal (M3/s)
EDIT      CANCL  OK
  
```

**Salida:**

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
y=: 1.4085442983
p=: 12.8170885966
A=: 14.085442983
R=: 1.0989580728
T=: 10.
v=: .709952822362
F=: .190989605366
      ✓CHK      CANCL  OK
  
```

$$y_n = 1.4085 \text{ m}$$

## 2. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
Q= 10.
b= 10.
z= 0.
Caudal (M3/s)
EDIT  CANCL OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
y: .467136351268
p: 10.9342727025
A: 4.67136351268
R: .427222151832
T: 10.
u: 2.14070259633
F: 1.
      +
      ✓CHK  CANCL OK
  
```

$$y_c = 0.4671 \text{ m}$$

## 3. Sección de Control.-

La sección de control es la presa y los cálculos se realizan desde este punto con tirante

$y_1 = 3.00\text{m}$ , hacia aguas arriba hasta un tirante superior al 1% del tirante normal, es decir:

$$y_2 = 1.01y_n = 1.01 \times 1.4085 \quad y_2 = 1.4225\text{m}$$

## 4. Cálculo del Perfil o curva de remanso.-

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO:MET.BRESSE
Q= 10.    b= 10.
S= .0004  n= .03
Yn= 1.409  Y1= 1.4225
Y2= 3.     Nt= 39.
CAUDAL (M3/s)
EDIT  CANCL OK
  
```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.


Salida:

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1: 2.798 1.986 6,994.332 0.134 4
   2.838 2.014 7,095.452 0.130 4
   2.879 2.043 7,196.572 0.126 4
   2.919 2.072 7,297.692 0.122 4
   2.960 2.100 7,398.812 0.119 3
   3.000 2.129 7,499.932 0.115 3
In: [+XY] [XYRA] [XY] [ASOLVPRINT]
  
```

Nota: Podemos visualizar la matriz con **MTRW**, **EDIT**, **VIEW**, **SCROLL**, antes ejecutar este último comando duplique la matriz para no perder la matriz de cálculo.

Visualizando la matriz de resultados.

Ejecute  **VTEC** y usando las teclas direccionales:

Y	Z	SX1	F(Z)	SX2	ΔX	L
1.423	1.010	3,556.250	1.433	4,750.803	-1,194.553	0.000
1.463	1.038	3,657.372	0.981	3,251.406	405.966	1,600.519
1.503	1.067	3,758.492	0.804	2,663.899	1,094.593	2,289.145
1.544	1.096	3,859.612	0.694	2,299.952	1,559.660	2,754.213
1.584	1.124	3,960.732	0.615	2,039.623	1,921.109	3,115.661
1.625	1.153	4,061.852	0.555	1,839.209	2,222.642	3,417.195
1.665	1.182	4,162.972	0.506	1,677.810	2,485.162	3,679.715
1.706	1.211	4,264.092	0.466	1,543.794	2,720.298	3,914.851
1.746	1.239	4,365.212	0.431	1,430.021	2,935.190	4,129.743
1.787	1.268	4,466.332	0.402	1,331.794	3,134.538	4,329.091
1.827	1.297	4,567.452	0.376	1,245.857	3,321.595	4,516.148
1.867	1.325	4,668.572	0.353	1,169.862	3,498.710	4,693.263
1.908	1.354	4,769.692	0.332	1,102.061	3,667.630	4,862.183
1.948	1.383	4,870.812	0.314	1,041.120	3,829.692	5,024.245
1.989	1.411	4,971.932	0.297	985.993	3,985.939	5,180.492
2.029	1.440	5,073.052	0.282	935.851	4,137.200	5,331.753
2.070	1.469	5,174.172	0.269	890.024	4,284.148	5,478.701
2.110	1.498	5,275.292	0.256	847.962	4,427.330	5,621.883
2.151	1.526	5,376.412	0.244	809.208	4,567.203	5,761.756
2.191	1.555	5,477.532	0.233	773.383	4,704.149	5,898.702
2.231	1.584	5,578.652	0.223	740.162	4,838.490	6,033.043
2.272	1.612	5,679.772	0.214	709.271	4,970.501	6,165.054
2.312	1.641	5,780.892	0.205	680.474	5,100.418	6,294.971
2.353	1.670	5,882.012	0.197	653.565	5,228.447	6,423.000
2.393	1.699	5,983.132	0.190	628.368	5,354.764	6,549.317
2.434	1.727	6,084.252	0.182	604.726	5,479.526	6,674.079
2.474	1.756	6,185.372	0.176	582.503	5,602.869	6,797.422
2.515	1.785	6,286.492	0.169	561.578	5,724.914	6,919.467
2.555	1.813	6,387.612	0.163	541.843	5,845.769	7,040.322
2.595	1.842	6,488.732	0.158	523.203	5,965.529	7,160.081
2.636	1.871	6,589.852	0.153	505.573	6,084.279	7,278.832
2.676	1.899	6,690.972	0.147	488.875	6,202.097	7,396.650
2.717	1.928	6,792.092	0.143	473.040	6,319.052	7,513.605
2.757	1.957	6,893.212	0.138	458.006	6,435.205	7,629.758
2.798	1.986	6,994.332	0.134	443.717	6,550.614	7,745.167
2.838	2.014	7,095.452	0.130	430.122	6,665.330	7,859.883
2.879	2.043	7,196.572	0.126	417.173	6,779.399	7,973.952
2.919	2.072	7,297.692	0.122	404.827	6,892.865	8,087.417
2.960	2.100	7,398.812	0.119	393.047	7,005.765	8,200.318
3.000	2.129	7,499.932	0.115	381.796	7,118.136	8,312.689

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **[→XY]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **[→XY]**

```
RAD XYZ HEX C~ 'X'
HOME HICA49v4.03
1:
7,745.167 2.798
7,859.883 2.838
7,973.952 2.879
8,087.417 2.919
8,200.318 2.960
8,312.689 3.000
In1 [→XY] [XYGRA] [XY] [ABSOLV] [PRINT]
```

Visualización con el **MTRW**

```
40 2
1 0.000 1.423
1,600.519 1.463
2,289.145 1.503
2,754.213 1.544
3,115.661 1.584
3,417.195 1.625
3,679.715 1.665
1-1: 0.000
EDIT VEC [+MID MID+ GO+ ] GO+
```

Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

Ejecute **[TOOL]** **[VIEW]** y usando las teclas direccionales:

X	Y
0.000	1.423
1,600.519	1.463
2,289.145	1.503
2,754.213	1.544
3,115.661	1.584
3,417.195	1.625
3,679.715	1.665
3,914.851	1.706
4,129.743	1.746
4,329.091	1.787
4,516.148	1.827
4,693.263	1.867
4,862.183	1.908
5,024.245	1.948
5,180.492	1.989
5,331.753	2.029
5,478.701	2.070
5,621.883	2.110
5,761.756	2.151
5,898.702	2.191
6,033.043	2.231
6,165.054	2.272
6,294.971	2.312
6,423.000	2.353
6,549.317	2.393
6,674.079	2.434
6,797.422	2.474
6,919.467	2.515
7,040.322	2.555
7,160.081	2.595
7,278.832	2.636
7,396.650	2.676
7,513.605	2.717
7,629.758	2.757
7,745.167	2.798
7,859.883	2.838
7,973.952	2.879
8,087.417	2.919
8,200.318	2.960
8,312.689	3.000

**Nota:** Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.

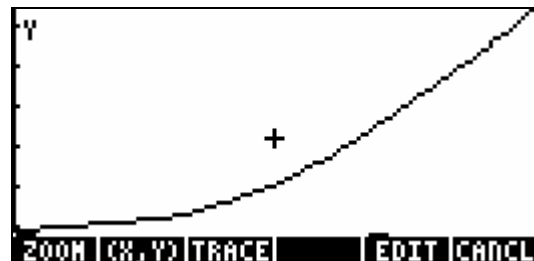
**Gráfico del Perfil o curva de Remanso.**

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **HYGRA** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

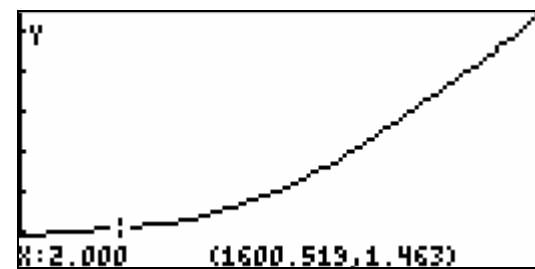
**Proceso de Cálculo**

```

PROCESANDO...
\OME HICA49v4.03
1:
7,745.167 2.798
7,859.883 2.838
7,973.952 2.879
8,087.417 2.919
8,200.318 2.960
8,312.689 3.000
Inz [+XY] HYGRA [XY] RESOLVPRINT
  
```

**Perfil o Curva de Remanso****Trazado de la curva:**

TRACE (X,Y)  



Punto N° (X, Y)

**Formato Tabla:** (salir del PICT y ejecutar)

Punto N°	X	Y
X	X1	Y1
0	1600.519	1.4225
1	2289.145	1.462949
2	2754.213	1.503397
3	3115.661	1.543845
4	3417.195	1.584293
5		1.624741
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		
101		
102		
103		
104		
105		
106		
107		
108		
109		
110		
111		
112		
113		
114		
115		
116		
117		
118		
119		
120		
121		
122		
123		
124		
125		
126		
127		
128		
129		
130		
131		
132		
133		
134		
135		
136		
137		
138		
139		
140		
141		
142		
143		
144		
145		
146		
147		
148		
149		
150		
151		
152		
153		
154		
155		
156		
157		
158		
159		
160		
161		
162		
163		
164		
165		
166		
167		
168		
169		
170		
171		
172		
173		
174		
175		
176		
177		
178		
179		
180		
181		
182		
183		
184		
185		
186		
187		
188		
189		
190		
191		
192		
193		
194		
195		
196		
197		
198		
199		
200		
201		
202		
203		
204		
205		
206		
207		
208		
209		
210		
211		
212		
213		
214		
215		
216		
217		
218		
219		
220		
221		
222		
223		
224		
225		
226		
227		
228		
229		
230		
231		
232		
233		
234		
235		
236		
237		
238		
239		
240		
241		
242		
243		
244		
245		
246		
247		
248		
249		
250		
251		
252		
253		
254		
255		
256		
257		
258		
259		
260		
261		
262		
263		
264		
265		
266		
267		
268		
269		
270		
271		
272		
273		
274		
275		
276		
277		
278		
279		
280		
281		
282		
283		
284		
285		
286		
287		
288		
289		
290		
291		
292		
293		
294		
295		
296		
297		
298		
299		
300		
301		
302		
303		
304		
305		
306		
307		
308		
309		
310		
311		
312		
313		
314		
315		
316		
317		
318		
319		
320		
321		
322		
323		
324		
325		
326		
327		
328		
329		
330		
331		
332		
333		
334		
335		
336		
337		
338		
339		
340		
341		
342		
343		
344		
345		
346		
347		
348		
349		
350		
351		
352		
353		
354		
355		
356		
357		
358		
359		
360		
361		
362		
363		
364		
365		
366		
367		
368		
369		
370		
371		
372		
373		
374		
375		
376		
377		
378		
379		
380		
381		
382		
383		
384		
385		
386		
387		
388		
389		
390		
391		
392		
393		
394		
395		
396		
397		
398		
399		
400		
401		
402		
403		
404		
405		
406		
407		
408		
409		
410		
411		
412		
413		
414		
415		
416		
417		
418		
419		
420		
421		
422		
423		
424		
425		
426		
427		
428		
429		
430		
431		
432		
433		
434		
435		
436		
437		
438		
439		
440		
441		
442		
443		
444		
445		
446		
447		
448		
449		
450		
451		
452		
453		
454		
455		
456		
457		
458		
459		
460		
461		
462		
463		
464		
465		
466		
467		
468		
469		
470		
471		
472		
473		
474		
475		
476		
477		
478		
479		
480		
481		
482		
483		
484		
485		
486		
487		
488		
489		
490		
491		
492		
493		
494		
495		
496		
497		
498		
499		
500		
501		
502		
503		
504		
505		
506		
507		
508		
509		
510		
511		
512		
513		



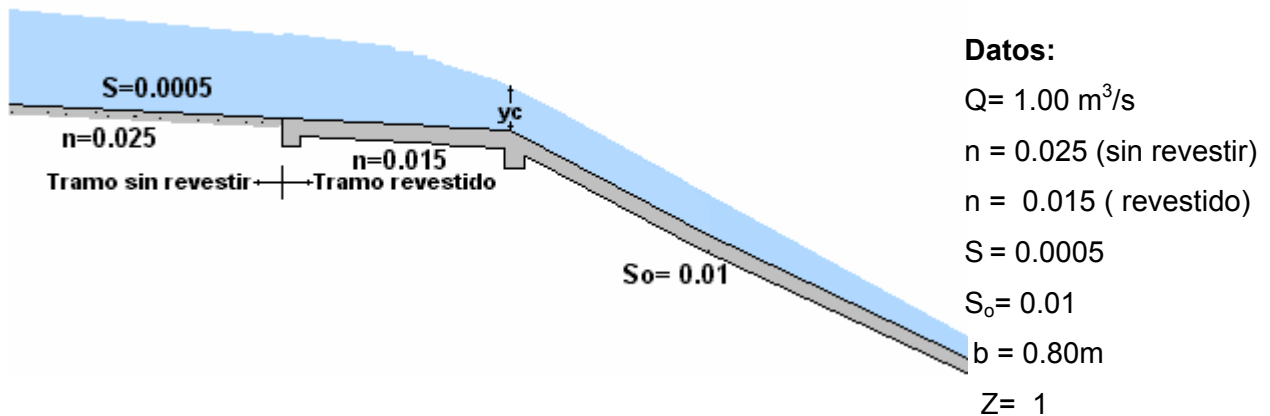
**Problema N° 16: Cálculo de Curvas de Remanso – Método Directo por Tramos.**

Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera  $b=0.80\text{m}$ , talud  $Z=1$ , pendiente  $S=0.0005$ , coeficiente de rugosidad  $n=0.025$  y con un caudal  $Q = 1.0\text{m}^3/\text{s}$ .

A partir de cierta sección en adelante (ver fig.), es necesario aumentar la pendiente del canal a  $S_0 = 0.01$  y el canal se reviste con concreto con un  $n=0.015$ .

Se pide calcular:

El perfil del flujo en el tramo de mayor pendiente considerando que la variación del perfil termina cuando el tirante es el 1% superior al tirante normal.

**Solución:**

Los cálculos, como lo indica el problema, se realizarán solo en el tramo de mayor pendiente.

**a. Cálculo del Tirante Normal.-**

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
Q= 1.      b= .8
Z= 1.      n= .015
S= .01
Pendiente (M/M)
EDIT      CANCL  OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
y= .351503252134
p= 1.73421973169
A= .404766915067
R= .225594952456
T= 1.50301951427
v= 2.47055765374
F= 1.51398847741
      ✓CHK  CANCL  OK
  
```

$$y_n = 0.3515\text{m} \sim 0.352\text{m}$$

## b. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Triang
Q= 1.
b= .8
Z= 1.
Talud : Rectangular Z=0
EDIT  CANCL OK

```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Triang
q: .44662949165
p: 2.06325896889
A: .556781496132
R: .269855362088
T: 1.6932589833
V: 1.79603669832
F: 1.
CHK CANCL OK

```

$$y_c = 0.4462m$$

## c. Cálculo de la Pendiente Crítica.-

Nuestro programa de Tirante Crítico no calcula la pendiente crítica, para ello usaremos el *Solver de Tirante Normal* donde introduciremos los datos de  $Y_c=0.4462m$  y el  $F=1$  para que el programa reconozca de que se trata de un flujo crítico.

Usaremos **HSOLV** / **HSOLV** / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Triang

Ingresa los datos correspondientes a cada variable:

Datos:

$$Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$$


$$b = 0.80m$$

$$Z = 1$$

$$n = 0.015$$

$$y = 0.4462m$$

$$F = 1$$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .4462
5:
4:
3:
2:
1:
e b z n s y

```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Triang
S: 4.1769130111E-3
P: 2.06204418306
A: .55605444
R: .269661748554
T: 1.6924
V: 1.7983850646
VALU EQNS PRINT EXIT

```

$$S_c = 4.1769E-3 \sim 0.0042$$

## 5. Cálculo del perfil.-

El cálculo se efectuara desde la sección de control que se localiza en el punto de cambio de pendiente, con un  $y_c = y_1 = 0.4462$  m hacia aguas abajo, hasta un tirante  $y_2 = 1.01y_n$ , es decir:

$$y_2 = 1.01 \times 0.352 \text{ m.}$$

$$y_2 = 0.356 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

$Q = 1.00 \text{ m}^3/\text{s}$                        $b = 0.80 \text{ m}$   
 $Z = 1$                                        $S = 0.01$   
 $n = 0.015$                                  $y_1 = 0.447 \text{ m}$   
 $y_2 = 0.356 \text{ m}$                          $Nt = 9$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: NET.DIR TRAMOS
Q= 1.      b= .8
Z= 1.      S= .01
n= .015    Y1= .447
Y2= .356   Nt= 9.
NUMERO DE TRAMOS
EDIT      CANCL OK
  
```

Salida:

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1: 0.407 0.491 0.252 2.039 1.120
   0.396 0.474 0.247 2.108 1.234
   0.386 0.458 0.242 2.182 1.290
   0.376 0.443 0.237 2.260 1.351
   0.366 0.427 0.233 2.342 1.417
   0.356 0.412 0.228 2.430 1.487
Ini [+XYZ] XYGRA [XYZ] +HSOLV/PRINT
  
```

**Nota:** Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.

Visualización con el MTRW:

```

11 11 1 2 3 4 5
1 0.447 0.557 0.270 1.794 0.993
2 0.437 0.540 0.265 1.851 1.040
3 0.427 0.524 0.261 1.910 1.084
4 0.417 0.507 0.256 1.973 1.130
5 0.407 0.491 0.252 2.039 1.180
6 0.396 0.474 0.247 2.108 1.234
1-1: 'Y'
EDIT VEC +WID WID+ GO+ GO+
  
```

**Nota:** Podemos visualizar la matriz con *MTRW*, *EDIT*, *VIEW*, *SCROLL*, antes ejecutar este último comando duplique la matriz para no perder la matriz de cálculo.

Visualizando la matriz de resultados.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

Y	A	R	V	F	F2	ΔE	SE	SE2	ΔX	X
0.447	0.557	0.270	1.794	0.999	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
0.437	0.540	0.265	1.851	1.040	1.019	3.916E-4	0.005	0.004	0.069	0.069
0.427	0.524	0.261	1.910	1.084	1.062	0.001	0.005	0.005	0.244	0.313
0.417	0.507	0.256	1.973	1.130	1.107	0.002	0.005	0.005	0.471	0.784
0.407	0.491	0.252	2.039	1.180	1.155	0.003	0.006	0.006	0.776	1.559
0.396	0.474	0.247	2.108	1.234	1.207	0.005	0.006	0.006	1.206	2.766
0.386	0.458	0.242	2.182	1.290	1.262	0.006	0.007	0.007	1.859	4.625
0.376	0.443	0.237	2.260	1.351	1.321	0.008	0.008	0.007	2.961	7.586
0.366	0.427	0.233	2.342	1.417	1.384	0.009	0.009	0.008	5.211	12.797
0.356	0.412	0.228	2.430	1.487	1.452	0.011	0.010	0.009	12.322	25.119

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **→XYZ** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **→XYZ**

RAD XYZ HEX R~ 'X'	
NAME HICA49v4.03	
1:	1.559 0.407
	2.766 0.396
	4.625 0.386
	7.586 0.376
	12.797 0.366
	25.119 0.356
Ini	→XYZ XYGRA XYZ →HSOLV PRINT

Visualización con el **MTRW**

10 2	1	2
1	0.000	0.447
2	0.069	0.437
3	0.313	0.427
4	0.784	0.417
5	1.559	0.407
6	2.766	0.396
7	4.625	0.386
1-1:	0.000	
EDIT	VEC	→WID   WID+   GO+   GO+

Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

X	Y
0.000	0.447
0.069	0.437
0.313	0.427
0.784	0.417
1.559	0.407
2.766	0.396
4.625	0.386
7.586	0.376
12.797	0.366
25.119	0.356

**Nota:** Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.

**Gráfico del Perfil o curva de Remanso.**

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **HYGRA** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

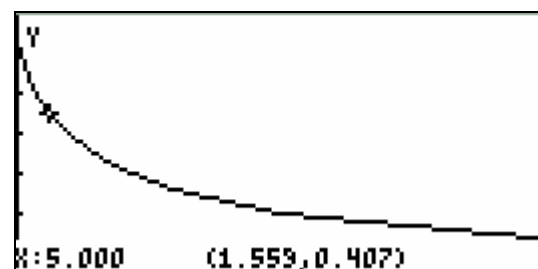
**Proceso de Cálculo**

```

PROCESANDO...
\OME HICA49v4.03
1:
1.559 0.407
2.766 0.396
4.625 0.386
7.586 0.376
12.797 0.366
25.119 0.356
Ini [+CXY] [HYGRA] [CXY] +[R SOLV] PRINT
  
```

**Perfil o Curva de Remanso****Trazado de la curva:**

**TRACE** (X,Y)  



Punto N° (X, Y)

**Formato Tabla:** (salir del PICT y ejecutar)

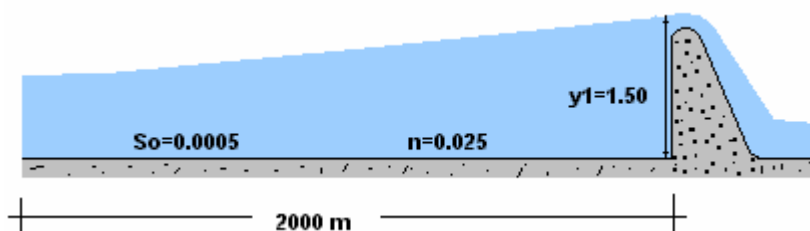
Punto N°	X	Y	
X	X1	Y1	
0	.0690943	.447	
	.3130525	.436889	
	.7837691	.426778	
	1.559426	.416667	
	2.765822	.406556	
		.396445	
1.			
200M     BIG   DEFO			

**Problema N° 17: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Tramos Fijos.**

Un canal de sección trapezoidal conduce un caudal de  $2.00 \text{ m}^3/\text{s}$ , con un ancho de solera de  $1.00 \text{ m}$ , talud de 2, coeficiente de rugosidad de  $0.025$  y pendiente de  $0.0005$ . En un punto de su perfil longitudinal se construye una presa que hace que se forme una curva de remanso con un tirante de  $1.50 \text{ m}$  detrás de la presa.

Se pide calcular:

- El tirante que se tendrá en un punto localizado a  $200 \text{ m}$  aguas arriba de la presa.
- El perfil del flujo desde la presa hasta una distancia de  $2000 \text{ m}$  aguas arriba considerando tramos  $\Delta x = 200 \text{ m}$ .

**Solución:****Datos:**

$Q = 2.00 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $n = 0.025$  (sin revestir)  
 $S_o = 0.0005$   
 $b = 1.00 \text{ m}$   
 $Z = 2$   
 $y_1 = 1.50 \text{ m}$

**a. Cálculo del perfil.-**

$Q = 2.00 \text{ m}^3/\text{s}$                        $b = 1.00 \text{ m}$   
 $Z = 2$                                        $S = 0.0005$   
 $n = 0.025$                                  $y_1 = 1.50 \text{ m}$   
 $nt = 10$                                    $\Delta x = -200 \text{ m}$  (cálculo hacia aguas arriba)

**Ingreso de Datos:**

```

CURVA DE REMANSO: MET. TRAMOS FIJ
Q= 2.      b= 1.
Z= 2.      S= .0005
n= .025    Yi= 1.5
nt= 10.     dx= -200.
DIST C/TRAMO (+)AGUAS+ (-)AGUAS+
EDIT      CANCL OK
  
```

**Salida:**

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1:
-1000. 1.17817028864
-1200. 1.14046328295
-1400. 1.11185801857
-1600. 1.09111045672
-1800. 1.07663830839
-2000. 1.06685520392
Ini [+XY] XYGRA [XY] +HSOLVPRINT
  
```

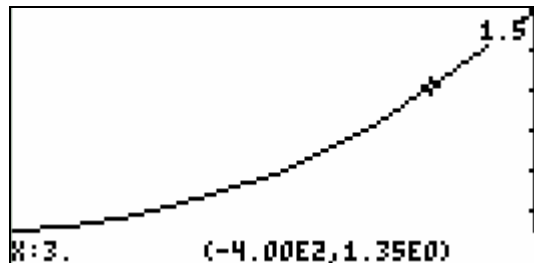
**Nota:** Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.

Visualización con el *MTRW*:

11 2	0.	1	1.5
1	-200.	1.42100135492	
2	-400.	1.34804111732	
3	-600.	1.28248096334	
4	-800.	1.22557216488	
5	-1000.	1.17817028864	
6	-1200.	1.14046328295	
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			
101			
102			
103			
104			
105			
106			
107			
108			
109			
110			
111			
112			
113			
114			
115			
116			
117			
118			
119			
120			
121			
122			
123			
124			
125			
126			
127			
128			
129			
130			
131			
132			
133			
134			
135			
136			
137			
138			
139			
140			
141			
142			
143			
144			
145			
146			
147			
148			
149			
150			
151			
152			
153			
154			
155			
156			
157			
158			
159			
160			
161			
162			
163			
164			
165			
166			
167			
168			
169			
170			
171			
172			
173			
174			
175			
176			
177			
178			
179			
180			
181			
182			
183			
184			
185			
186			
187			
188			
189			
190			
191			
192			
193			
194			
195			
196			
197			
198			
199			
200			
201			
202			
203			
204			
205			
206			
207			
208			
209			
210			
211			
212			
213			
214			
215			
216			
217			
218			
219			
220			
221			
222			
223			
224			
225			
226			
227			
228			
229			
230			
231			
232			
233			
234			
235			
236			
237			
238			
239			
240			
241			
242			
243			
244			
245			
246			
247			
248			
249			
250			
251			
252			
253			
254			
255			
256			
257			
258			
259			
260			
261			
262			
263			
264			
265			
266			
267			
268			
269			
270			
271			
272			
273			
274			
275			
276			
277			
278			
279			
280			
281			
282			
283			
284			
285			
286			
287			
288			
289			
290			
291			
292			
293			
294			
295			
296			
297			
298			
299			
300			
301			
302			
303			
304			
305			
306			
307			
308			
309			
310			
311			
312			
313			
314			
315			
316			
317			
318			
319			
320			
321			
322			
323			
324			
325			
326			
327			
328			
329			
330			
331			
332			
333			
334			
335			
336			
337			
338			
339			
340			
341			
342			
343			
344			
345			
346			
347			
348			
349			
350			
351			
352			
353			
354			
355			
356			
357			
358			
359			
360			
361			
362			
363			
364			
365			
366			
367			
368			
369			
370			
371			
372			
373			
374			
375			
376			
377			
378			
379			
380			
381			
382			
383			
384			
385			
386			
387			
388			
389			
390			
391			
392			
393			
394			
395			
396			
397			
398			
399			
400			
401			
402			
403			
404			
405			
406			
407			
408			
409			
410			
411			
412			
413			
414			
415			
416			
417			
418			
419			
420			
421			
422			
423			
424			
425			
426			
427			
428			
429			
430			
431			
432			
433			
434			
435			
436			
437			
438			
439			
440			
441			
442			
443			
444			
445			
446			
447			
448			
449			
450			
451			
452			
453			
454			
455			
456			
457			
458			
459			
460			
461			
462			
463			
464			
465			
466			
467			
468			
469			

Trazado de la curva:

TRACE (X,Y)  



Punto N° (X, Y)

Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)

Punto N°	X	Y
X	X1	Y1
1	0	1.5
2	-200	1.421001
3	-400	1.348041
4	-600	1.282481
5	-800	1.225572
6	-1000	1.17817
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

Documento creado por Oscar Fuentes Fuentes.  
HICA49 fue creado por Oscar Fuentes Fuentes.  
Contacte al author:  
[oscar\\_lff@hotmail.com](mailto:oscar_lff@hotmail.com)

+51 56 252889  
+51 56 9705807  
Ica - Perú