

PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

**ANÁLISIS
ECONÓMICOS**

Madrid, septiembre de 2000

INDICE BÁSICO

1. Introducción. Ideas básicas	15
2. Análisis económicos y financieros de los trasvases. Introducción conceptual	17
2.1. <i>La evaluación económica</i>	<i>17</i>
2.2. <i>La evaluación financiera</i>	<i>18</i>
2.3. <i>Condiciones singulares de los trasvases</i>	<i>21</i>
2.4. <i>Análisis económico de los trasvases</i>	<i>27</i>
2.5. <i>La financiación de los trasvases</i>	<i>36</i>
2.6. <i>La asignación de costes</i>	<i>41</i>
3. Los costes de las transferencias	43
3.1. <i>Introducción</i>	<i>43</i>
3.2. <i>Estructura de costes. Metodología de cálculo</i>	<i>45</i>
3.3. <i>Optimización de las transferencias</i>	<i>100</i>
3.4. <i>Resultados obtenidos</i>	<i>105</i>
3.5. <i>Análisis de sensibilidad</i>	<i>109</i>
4. Los beneficios de las transferencias	112
4.1. <i>Introducción</i>	<i>112</i>
4.2. <i>Abastecimientos</i>	<i>112</i>
4.3. <i>Regadíos</i>	<i>115</i>
4.4. <i>Síntesis de resultados obtenidos</i>	<i>139</i>
5. La comparación de costes y beneficios	140
5.1. <i>Resultados básicos</i>	<i>140</i>
5.2. <i>Análisis de sensibilidad</i>	<i>141</i>
6. Demanda y oferta del agua	142
6.1. <i>Introducción</i>	<i>142</i>
6.2. <i>La demanda de agua</i>	<i>142</i>
6.3. <i>La oferta de agua</i>	<i>166</i>
6.4. <i>Conclusiones</i>	<i>168</i>
7. Referencias	170
Anejo. Costes básicos	173
1. Introducción	175
2. Costes de las conducciones	176
3. Costes de las detracciones	320
4. Costes asociados	323

INDICE DETALLADO

1. Introducción. Ideas básicas	15
2. Análisis económicos y financieros de los trasvases. Introducción conceptual	17
2.1. <i>La evaluación económica</i>	17
2.2. <i>La evaluación financiera</i>	18
2.3. <i>Condiciones singulares de los trasvases</i>	21
2.3.1. Criterios propuestos	21
2.3.2. Las compensaciones territoriales	24
2.4. <i>Análisis económico de los trasvases</i>	27
2.4.1. Introducción	27
2.4.2. Los costes de las transferencias	28
2.4.2.1. Costes de implantación	28
2.4.2.2. Costes asociados	30
2.4.2.3. Otros costes directos	31
2.4.2.4. Conclusión.....	31
2.4.3. Los beneficios de las transferencias.....	31
2.4.3.1. Abastecimiento a poblaciones.....	32
2.4.3.2. Regadíos.....	33
2.4.3.3. Otros beneficios directos y laborales	34
2.4.3.4. Beneficios indirectos.....	35
2.4.4. La comparación de costes y beneficios.....	36
2.5. <i>La financiación de los trasvases</i>	36
2.5.1. La amortización de las obras	36
2.5.2. La tasa de descuento	37
2.5.3. El periodo de amortización.....	39
2.5.4. Las leyes de amortización.....	40
2.6. <i>La asignación de costes</i>	41
3. Los costes de las transferencias.....	43
3.1. <i>Introducción</i>	43
3.2. <i>Estructura de costes. Metodología de cálculo</i>	45
3.2.1. Valoración de inversiones o costes de construcción	45
3.2.1.1. Procedimiento general	45
3.2.1.2. Presas de materiales sueltos	47
3.2.1.3. Azudes de derivación.....	50
3.2.1.4. Obras de transporte y distribución.....	52
3.2.1.4.1. Canales.....	52
3.2.1.4.2. Túneles.....	56
3.2.1.4.3. Sifones	58
3.2.1.4.4. Acueductos	61
3.2.1.4.5. Tuberías a presión e impulsiones	63
3.2.1.5. Balsas de regulación.....	64
3.2.1.6. Estaciones de bombeo.....	66
3.2.1.7. Aprovechamientos hidroeléctricos	68
3.2.2. Valoración de los costes de operación energéticos	70
3.2.2.1. Consumo de energía.....	70
3.2.2.2. Producción de energía.....	71
3.2.2.3. Precio de la energía.....	72
3.2.2.3.1. Introducción.....	72
3.2.2.3.2. El mercado de producción eléctrica	72
3.2.2.3.3. Consumo de energía en bombeo	74
3.2.2.3.3.1. Componentes del coste.....	74
3.2.2.3.3.1.1. Precio del mercado de producción.....	74
3.2.2.3.3.1.2. Pérdidas de energía	77
3.2.2.3.3.1.3. Tarifa de acceso	78

3.2.2.3.3.2. Precio final del kWh propuesto.....	81
3.2.2.3.4. Producción de energía en nuevos saltos asociados a las transferencias.....	82
3.2.2.3.4.1. Centrales de potencia igual o inferior a 10 MW.....	83
3.2.2.3.4.2. Centrales de potencia superior a 10 MW e igual o inferior a 50 MW.....	84
3.2.2.3.4.3. Centrales de potencia superior a 50 MW.....	85
3.2.2.3.5. Actualización del precio de la energía.....	86
3.2.2.3.5.1. Consumo de energía en bombeos.....	86
3.2.2.3.5.1.1. Precio del mercado de producción.....	86
3.2.2.3.5.1.2. Pérdidas de energía.....	88
3.2.2.3.5.1.3. Tarifas de acceso a redes.....	88
3.2.2.3.5.1.4. Precio final del kWh propuesto.....	89
3.2.2.3.5.2. Producción de energía en nuevos saltos asociados a las transferencias.....	89
3.2.2.3.5.2.1. Centrales de potencia igual o inferior a 10 MW.....	89
3.2.2.3.5.2.2. Centrales de potencia superior a 10 MW e igual o inferior a 50 MW.....	90
3.2.2.3.5.2.3. Centrales de potencia superior a 50 MW.....	91
3.2.2.3.5.3. Conclusiones.....	91
3.2.3. Valoración de otros costes de operación.....	92
3.2.4. Costes totales de operación.....	92
3.2.5. Valoración de costes de mantenimiento y reposición.....	92
3.2.5.1. Introducción.....	92
3.2.5.2. Metodología.....	93
3.2.5.3. Resultados obtenidos.....	94
3.2.6. Costes y beneficios secundarios.....	95
3.2.6.1. Costes por afecciones hidroeléctricas.....	95
3.2.6.1.1. Estimación de la energía de afección.....	95
3.2.6.1.2. Valoración de la energía de afección.....	97
3.2.6.2. Beneficios por incremento de producción en aprovechamientos existentes.....	98
3.2.6.2.1. Estimación del incremento de producción.....	98
3.2.6.2.2. Valoración del incremento de producción.....	98
3.2.6.3. Otros costes. Costes totales de detracción.....	99
3.2.7. Costes de compensación.....	99
3.3. Optimización de las transferencias.....	100
3.3.1. La red de transferencias planteadas.....	101
3.3.2. Flujo óptimo. Soluciones propuestas.....	105
3.4. Resultados obtenidos.....	105
3.5. Análisis de sensibilidad.....	109
4. Los beneficios de las transferencias.....	112
4.1. Introducción.....	112
4.2. Abastecimientos.....	112
4.2.1. Volúmenes afectados.....	112
4.2.2. Beneficios económicos.....	113
4.3. Regadíos.....	115
4.3.1. Superficies afectadas.....	115
4.3.2. Renta neta.....	118
4.3.2.1. Estimación a partir de las macromagnitudes agrarias.....	118
4.3.2.2. Estimación a partir de los indicadores económicos del PNR.....	119
4.3.2.3. Estimación a partir de las unidades de demanda e indicadores del PNR.....	120
4.3.2.4. Estimación a partir del Plan Hidrológico y la Estadística Agraria.....	121
4.3.2.5. Otras estimaciones.....	123
4.3.2.6. Síntesis de resultados.....	124
4.3.3. Valor de la tierra.....	125
4.3.4. Beneficios por reducción de pérdidas o mejora de garantía.....	125
4.3.4.1. Funciones de producción de cultivos.....	126
4.3.4.2. Análisis de producciones históricas.....	129
4.3.4.2.1.1. Evaluación del Plan Hidrológico del Segura (1995).....	129
4.3.4.2.1.2. Evaluación del CESRM (1995).....	130
4.3.4.2.1.3. Evaluaciones específicas para este Plan Hidrológico.....	131
4.3.4.3. Síntesis de resultados.....	131

4.3.5.	Beneficios por intensificación o no abandono.....	133
4.3.6.	Beneficios indirectos.....	134
4.3.7.	Efectos sobre el empleo	137
4.4.	<i>Síntesis de resultados obtenidos</i>	139
5.	La comparación de costes y beneficios	140
5.1.	<i>Resultados básicos</i>	140
5.2.	<i>Análisis de sensibilidad</i>	141
6.	Demanda y oferta del agua	142
6.1.	<i>Introducción</i>	142
6.2.	<i>La demanda de agua</i>	142
6.2.1.	<i>Introducción</i>	142
6.2.2.	<i>Precios actuales del agua</i>	144
6.2.2.1.	<i>Abastecimientos</i>	144
6.2.2.2.	<i>Regadíos</i>	147
6.2.3.	<i>Curvas de demanda</i>	149
6.2.3.1.	<i>Introducción. Elasticidad</i>	149
6.2.3.2.	<i>Usos de abastecimiento</i>	150
6.2.3.3.	<i>Usos de regadío</i>	152
6.2.4.	<i>Efectos sobre la renta</i>	163
6.2.5.	<i>Conclusiones</i>	166
6.3.	<i>La oferta de agua</i>	166
6.4.	<i>Conclusiones</i>	168
7.	Referencias	170
Anejo. Costes básicos		173
1.	Introducción	175
2.	Costes de las conducciones	176
2.1.	<i>Conducción Ebro-Barcelona</i>	176
2.2.	<i>Conducción Segre-Barcelona</i>	180
2.3.	<i>Conducción Ródano–Barcelona</i>	185
2.4.	<i>Conducción Ebro–Castellón Norte</i>	192
2.5.	<i>Conducción Castellón Norte–Mijares</i>	196
2.6.	<i>Conducción Mijares–Castellón Sur</i>	200
2.7.	<i>Conducción Castellón Sur–Turia</i>	203
2.8.	<i>Conducción Turia–Tous</i>	206
2.9.	<i>Conducción Tous–Villena</i>	209
2.10.	<i>Conducción Villena–Bajo Segura</i>	213
2.11.	<i>Conducción La Muela–Villena</i>	217
2.12.	<i>Conducción Embarcaderos–Villena</i>	221
2.13.	<i>Conducción Alto Duero–Bolarque</i>	225
2.14.	<i>Conducción Bajo Duero–Bolarque</i>	230
2.15.	<i>Conducción Jarama–Bolarque</i>	237
2.16.	<i>Conducción Tiétar–Aldeanueva</i>	241
2.17.	<i>Conducción Azután–Aldeanueva</i>	244
2.18.	<i>Conducción Aldeanueva–Daimiel</i>	246
2.19.	<i>Conducción Daimiel–Mancha Occidental</i>	250
2.20.	<i>Conducción Toledo–Mancha Occidental</i>	253
2.21.	<i>Conducción Mancha Occidental–La Roda</i>	257
2.22.	<i>Conducción Bolarque–Cigüela</i>	260
2.23.	<i>Conducción Cigüela–Alarcón</i>	267
2.24.	<i>Conducción Alarcón–La Roda</i>	270
2.25.	<i>Conducción La Roda–La Herrera</i>	274
2.26.	<i>Conducción La Herrera–Talave</i>	277
2.27.	<i>Conducción Talave–Altiplano</i>	280
2.28.	<i>Conducción Villena–Altiplano</i>	284
2.29.	<i>Conducción Talave–Cenajo</i>	288
2.30.	<i>Conducción Cenajo–Ricote</i>	291

2.31.	<i>Conducción Ricote–Ojós</i>	294
2.32.	<i>Conducción Ricote–Algeciras</i>	297
2.33.	<i>Conducción Ojós–Algeciras</i>	300
2.34.	<i>Conducción Algeciras–Almanzora</i>	305
2.35.	<i>Conducción Almanzora–Almería</i>	309
2.36.	<i>Conducción Bajo Segura–Cartagena Litoral</i>	310
2.37.	<i>Conducción Cartagena Litoral–Almanzora</i>	313
2.38.	<i>Río Tajo. Bolarque–Toledo</i>	317
2.39.	<i>Río Tajo. Toledo–Azután</i>	318
2.40.	<i>Río Mundo. Talave–Confluencia con el Segura</i>	318
2.41.	<i>Río Segura. Confluencia con el Mundo–Ojós</i>	318
2.42.	<i>Río Júcar. Alarcón–Embarcaderos</i>	319
2.43.	<i>Río Júcar. Embarcaderos–La Muela</i>	319
2.44.	<i>Río Júcar. La Muela–Tous</i>	319
3.	Costes de las detracciones	320
3.1.	<i>Detracción de recursos del Noguera–Pallaresa en Talarn</i>	320
3.2.	<i>Detracción de recursos del Ródano en canal BRL</i>	320
3.3.	<i>Detracción de recursos del Ebro en Cherta y/o Tortosa</i>	320
3.4.	<i>Detracción de recursos del Duero en Gormaz</i>	321
3.5.	<i>Detracción de recursos del Duero en Villalcampo</i>	321
3.6.	<i>Detracción de recursos del Jarama</i>	321
3.7.	<i>Detracción de recursos del Tajo en Toledo</i>	322
3.8.	<i>Detracción de recursos del Tajo en Azután</i>	322
3.9.	<i>Detracción de recursos del Tiétar</i>	322
4.	Costes asociados	323
4.1.	<i>Costes en los suministros</i>	323
4.2.	<i>Beneficios indirectos en los suministros</i>	325

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del interés legal del dinero (%).....	39
Figura 2. Presas de materiales sueltos. Diseño tipo	48
Figura 3. Presas de materiales sueltos. Presupuesto de ejecución material.....	50
Figura 4. Azudes de derivación. Diseño tipo.....	51
Figura 5. Azudes de derivación. Presupuesto de ejecución material	52
Figura 6. Canales en tierras. Sección tipo	53
Figura 7. Canales en roca. Sección tipo	54
Figura 8. Canales. Presupuesto de ejecución material	56
Figura 9. Túneles. Sección tipo	57
Figura 10. Túneles. Presupuesto de ejecución material.....	58
Figura 11. Sifones. Sección tipo	59
Figura 12. Sifones. Presupuesto de ejecución material.....	61
Figura 13. Acueductos. Sección tipo.....	62
Figura 14. Acueductos. Presupuesto de ejecución material	63
Figura 15. Impulsiones y/o tuberías a presión. Presupuesto de ejecución material.....	64
Figura 16. Balsas de regulación. Sección tipo.....	65
Figura 17. Balsas. Presupuesto de ejecución material	66
Figura 18. Estaciones de bombeo. Valoración del edificio de la central y de los equipos electromecánicos en función de la potencia instalada	67
Figura 19. Estaciones de bombeo. Presupuesto de ejecución material.....	68
Figura 20. Aprovechamientos hidroeléctricos. Valoración de los equipos electromecánicos, instalaciones eléctricas y obra civil en función del caudal de diseño y del salto neto.....	69
Figura 21. Aprovechamientos hidroeléctricos. Presupuesto de ejecución material.....	70
Figura 22. Precio horario final de la energía durante el mes de mayo de 1999.....	75
Figura 23. Red de flujo de las posibles transferencias consideradas.....	101
Figura 24. Flujo de caja de los costes resultantes para la circulación óptima	108
Figura 25. Flujo de caja de los costes resultantes para la circulación óptima con ejecución plurianual.....	109
Figura 26. Precios medios del agua trasvasada según tasa de descuento y periodo de amortización empleado	110
Figura 27. Precios medios del agua trasvasada según coeficientes de flujo y de coste	111
Figura 28. Mapa de costes totales de suministro (producción y transporte) de agua marina desalada (pta/m ³).....	114
Figura 29. Evolución de bombeos y superficies afectadas por la sobreexplotación.....	118
Figura 30. Funciones de producción	128
Figura 31. Pérdidas de rendimiento económico debidas al déficit hídrico.....	128
Figura 32. Evolución de beneficios por evitación de sobreexplotación.....	134
Figura 33. Flujo de caja de los beneficios de las transferencias.....	139
Figura 34. Flujo de caja de las transferencias	140
Figura 35. Indicadores económicos según periodo empleado.....	141
Figura 36. Costes del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas.....	146
Figura 37. Curva de demanda agregada de agua en abastecimientos domésticos.....	150
Figura 38. Curvas de demanda relativa en abastecimientos urbano-industriales.....	151
Figura 39. Curvas de demanda de agua para regadíos	158
Figura 40. Curvas de demanda de agua para regadíos en las áreas agregadas de consumo.....	160
Figura 41. Curvas volumétricas de demanda de agua para regadíos en las áreas agregadas de consumo	161
Figura 42. Efectos absolutos sobre la renta agraria del aumento de precios del agua en distintas zonas regables	164
Figura 43. Efectos relativos sobre la renta agraria del aumento de precios del agua en distintas zonas regables	165

Figura 44. Conducción Ebro – Barcelona. Función de coste.....	176
Figura 45. Conducción Ebro – Barcelona. Esquema en planta.....	179
Figura 46. Conducción Ebro – Barcelona. Esquema en alzado.....	180
Figura 47. Conducción Segre – Barcelona. Función de coste	181
Figura 48. Conducción Segre – Barcelona. Esquema en planta	184
Figura 49. Conducción Segre – Barcelona. Esquema en alzado.....	185
Figura 50. Conducción Ródano-Barcelona. Función de coste	189
Figura 51. Conducción Ródano – Barcelona. Esquema en planta	191
Figura 52. Conducción Ródano – Barcelona. Esquema en alzado	192
Figura 53. Conducción Ebro-Castellón Norte. Función de costes	192
Figura 54. Conducción Ebro-Castellón Norte. Esquema en planta.....	195
Figura 55. Conducción Ebro-Castellón Norte. Esquema en alzado	196
Figura 56. Conducción Castellón Norte - Mijares. Función de coste	196
Figura 57. Conducción Castellón Norte - Mijares. Esquema en planta.....	199
Figura 58. Conducción Castellón Norte - Mijares. Esquema en alzado.	200
Figura 59. Conducción Mijares - Castellón Sur. Función de coste	200
Figura 60. Conducción Mijares - Castellón Sur. Esquema en planta	202
Figura 61. Conducción Mijares - Castellón Sur. Esquema en alzado.....	203
Figura 62. Conducción Castellón Sur - Turia. Función de coste.....	203
Figura 63. Conducción Castellón Sur - Turia. Esquema en planta.....	205
Figura 64. Conducción Castellón Sur - Turia. Esquema en alzado	206
Figura 65. Conducción Turia - Tous. Función de coste	206
Figura 66. Conducción Turia - Tous. Esquema en planta.....	208
Figura 67. Conducción Turia - Tous. Esquema en alzado	209
Figura 68. Conducción Tous - Villena. Función de coste	209
Figura 69. Conducción Tous - Villena. Esquema en planta.....	212
Figura 70. Conducción Tous - Villena. Esquema en alzado	213
Figura 71. Conducción Villena - Bajo Segura. Función de coste.....	213
Figura 72. Conducción Villena - Bajo Segura. Esquema en planta.....	216
Figura 73. Conducción Villena - Bajo Segura. Esquema en alzado.....	217
Figura 74. Conducción La Muela - Villena. Función de coste.....	217
Figura 75. Conducción La Muela - Villena. Esquema en planta.....	220
Figura 76. Conducción La Muela - Villena. Esquema en alzado.....	221
Figura 77. Conducción Embarcaderos - Villena. Función de coste	221
Figura 78. Conducción Embarcaderos - Villena. Esquema en planta.....	224
Figura 79. Conducción Embarcaderos - Villena. Esquema en alzado	225
Figura 80. Conducción Alto Duero-Bolarque. Función de coste	225
Figura 81. Conducción Alto Duero - Bolarque. Esquema en planta	229
Figura 82. Conducción Alto Duero - Bolarque. Esquema en alzado	230
Figura 83. Conducción Bajo Duero-Bolarque. Función de coste	231
Figura 84. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Esquema en planta	235
Figura 85. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Esquema en planta (continuación)	236
Figura 86. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Esquema en alzado.....	237
Figura 87. Conducción Jarama-Bolarque. Función de coste.....	237
Figura 88. Conducción Jarama - Bolarque. Esquema en planta.....	240
Figura 89. Conducción Jarama - Bolarque. Esquema en alzado.....	241
Figura 90. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Función de coste	241
Figura 91. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Esquema en planta.....	243
Figura 92. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Esquema en alzado	244
Figura 93. Conducción Azután-Aldeanueva. Función de coste	244
Figura 94. Conducción Azután-Aldeanueva. Esquema en planta	246
Figura 95. Conducción Azután-Aldeanueva. Esquema en alzado	246
Figura 96. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Función de coste	246
Figura 97. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Esquema en planta	249
Figura 98. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Esquema en alzado.....	250
Figura 99. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Función de coste.....	250

Figura 100. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Esquema en planta	252
Figura 101. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Esquema en alzado.....	253
Figura 102. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Función de coste	253
Figura 103. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Esquema en alzado	255
Figura 104. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Esquema en planta	256
Figura 105. Conducción Mancha Occidental – La Roda. Función de coste	257
Figura 106. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Esquema en planta.....	259
Figura 107. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Esquema en alzado.....	260
Figura 108. Conducción Bolarque-Cigüela. Función de coste.....	262
Figura 109. Acueducto Tajo-Segura. Esquema en planta	264
Figura 110. Acueducto Tajo-Segura. Tramo Bolarque-Cigüela. Esquema en planta.....	265
Figura 111. Acueducto Tajo-Segura. Esquema en alzado.....	266
Figura 112. Acueducto Tajo-Segura. Tramo Bolarque-Cigüela. Esquema en alzado	266
Figura 113. Conducción Cigüela-Alarcón. Función de coste	267
Figura 114. Conducción Cigüela - Alarcón. Esquema en planta	269
Figura 115. Conducción Cigüela - Alarcón. Esquema en alzado	270
Figura 116. Conducción Alarcón-La Roda. Función de coste	271
Figura 117. Conducción Alarcón-La Roda. Esquema en planta.....	273
Figura 118. Conducción Alarcón-La Roda. Esquema en alzado	274
Figura 119. Conducción La Roda-La Herrera. Función de coste.....	275
Figura 120. Conducción La Roda – La Herrera. Esquema en planta.....	276
Figura 121. Conducción La Roda – La Herrera. Esquema en alzado	276
Figura 122. Conducción La Herrera-Talave. Función de coste.....	277
Figura 123. Conducción La Herrera-Talave. Esquema en planta.....	279
Figura 124. Conducción La Herrera-Talave. Esquema en alzado	280
Figura 125. Conducción Talave-Altiplano. Función de coste.....	280
Figura 126. Conducción Talave-Altiplano. Esquema en planta	283
Figura 127. Conducción Talave-Altiplano. Esquema en alzado.....	284
Figura 128. Conducción Villena-Altiplano. Función de coste.....	284
Figura 129. Conducción Villena-Altiplano. Esquema en planta.....	287
Figura 130. Conducción Villena-Altiplano. Esquema en alzado.....	288
Figura 131. Conducción Talave-Cenajo. Función de coste	288
Figura 132. Conducción Talave-Cenajo. Esquema en planta	290
Figura 133. Conducción Talave-Cenajo. Esquema en alzado	291
Figura 134. Conducción Cenajo-Ricote. Función de coste	291
Figura 135. Conducción Cenajo-Ricote. Esquema en planta.....	293
Figura 136. Conducción Cenajo-Ricote. Esquema en alzado	294
Figura 137. Conducción Ricote-Ojós. Función de coste	294
Figura 138. Conducción Ricote-Ojós. Esquema en planta	296
Figura 139. Conducción Ricote-Ojós. Esquema en alzado.....	297
Figura 140. Conducción Ricote-Algeciras. Función de coste.....	298
Figura 141. Conducción Ricote-Algeciras. Esquema en planta	299
Figura 142. Conducción Ricote-Algeciras. Esquema en alzado.....	300
Figura 143. Conducción Ojós-Algeciras. Función de coste.....	301
Figura 144. Conducción Ojós-Algeciras. Esquema en planta.....	304
Figura 145. Conducción Ojós-Algeciras. Esquema en alzado.....	305
Figura 146. Conducción Algeciras-Almanzora. Función de coste	306
Figura 147. Conducción Algeciras-Almanzora. Esquema en planta	308
Figura 148. Conducción Algeciras-Almanzora. Esquema en alzado.....	309
Figura 149. Conducción Almanzora-Almería. Función de coste.....	309
Figura 150. Conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral. Función de coste.....	310
Figura 151. Conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral. Esquema en planta.....	312
Figura 152. Conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral. Esquema en alzado	313
Figura 153. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Función de coste.....	313
Figura 154. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Esquema en planta.....	316
Figura 155. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Esquema en alzado	317

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estructura de costes.....	30
Tabla 2. Canales en tierras. Parámetros de diseño.....	54
Tabla 3. Canales en roca. Parámetros de diseño.....	55
Tabla 4. Balsas de regulación. Alturas en función del volumen.....	64
Tabla 5. Precios finales horarios medios del mercado de producción.....	76
Tabla 6. Precios horarios finales medios del mercado (8 horas y 16 horas).....	77
Tabla 7. Periodos tarifarios de las tarifas generales de alta tensión.....	79
Tabla 8. Conductores en función del nivel de tensión.....	79
Tabla 9. Relación entre tensión de suministro y potencia de la instalación.....	80
Tabla 10. Precios totales propuestos para la energía consumida en bombeos.....	81
Tabla 11. Precios del régimen especial con discriminación horaria ($P \leq 10$ MW).....	83
Tabla 12. Precios horarios finales máximos del mercado de producción 1999.....	85
Tabla 13. Precios finales horarios medios del mercado de producción.....	87
Tabla 14. Precios horarios finales medios del mercado (8 horas y 16 horas).....	87
Tabla 15. Precios del régimen especial con discriminación horaria ($P \leq 10$ MW).....	89
Tabla 16. Precios horarios finales máximos del mercado de producción 1999.....	90
Tabla 17. Costes reales de funcionamiento en diversas zonas regables.....	94
Tabla 18. Costes de funcionamiento. Valores adoptados.....	95
Tabla 19. Costes totales de detección (pts/m ³).....	99
Tabla 20. Fichero de especificaciones de la red de flujo.....	104
Tabla 21. Estructura de costes de la circulación óptima.....	107
Tabla 22. Sobreexplotación de acuíferos en las áreas afectadas.....	117
Tabla 23. Magnitudes básicas de producción agrícola.....	122
Tabla 24. Productividad del agua.....	123
Tabla 25. Productividades de secano y regadío.....	124
Tabla 26. Renta (VAB c.f.) de los regadíos afectados.....	124
Tabla 27. Pérdidas de producción vegetal final y renta.....	131
Tabla 28. Resultados de análisis input-output en las áreas afectadas.....	135
Tabla 29. Exportaciones agrarias (1998).....	136
Tabla 30. Empleo en el regadío en la cuenca del Segura (1995).....	137
Tabla 31. Empleo en el regadío en las zonas afectadas (1997).....	138
Tabla 32. Empleos directos e indirectos por regadío en las zonas afectadas (1997).....	138
Tabla 33. Precios medios del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas.....	145
Tabla 34. Precios del agua en distintas ciudades españolas.....	147
Tabla 35. Algunos precios del agua para regadío (pts/m ³).....	149
Tabla 36. Estructura de costes de algunos cultivos hortícolas de ciclo forzado.....	154
Tabla 37. Costes del agua para regadío según orígenes (pts/m ³).....	167
Tabla 38. Conducción Ebro – Barcelona. Coeficiente energético de las elevaciones.....	177
Tabla 39. Conducción Ebro – Barcelona. Costes de operación.....	177
Tabla 40. Conducción Ebro – Barcelona. Valoración detallada.....	178
Tabla 41. Conducción Segre – Barcelona. Coeficientes energéticos en las turbinaciones.....	181
Tabla 42. Conducción Segre – Barcelona. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	182
Tabla 43. Conducción Segre – Barcelona. Costes totales de operación.....	182
Tabla 44. Conducción Segre – Barcelona. Valoración detallada.....	183
Tabla 45. Precios de ejecución material de tuberías.....	186
Tabla 46. Conducción Ródano-Barcelona. Valoración tramo I.....	187
Tabla 47. Conducción Ródano-Barcelona. Valoración tramo II.....	188
Tabla 48. Conducción Ródano-Barcelona. Costes totales de la conducción.....	189
Tabla 49. Conducción Ródano-Barcelona. Coeficientes energéticos en los bombeos.....	190
Tabla 50. Conducción Ródano-Barcelona. Costes totales de circulación.....	190
Tabla 51. Conducción Ebro-Castellón Norte. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	193
Tabla 52. Conducción Ebro-Castellón Norte. Costes totales de circulación.....	193
Tabla 53. Conducción Ebro-Castellón Norte. Valoración detallada.....	194

Tabla 54. Conducción Castellón Norte - Mijares. Coeficientes energéticos en las elevaciones	197
Tabla 55. Conducción Castellón Norte - Mijares. Costes totales de circulación.....	197
Tabla 56. Valoración de la conducción Castellón Norte – Mijares	198
Tabla 57. Valoración de la conducción Mijares - Castellón Sur	201
Tabla 58. Valoración de la conducción Castellón Sur - Turia.....	204
Tabla 59. Valoración de la conducción Turia - Tous.....	207
Tabla 60. Conducción Tous - Villena. Coeficientes energéticos en las elevaciones	210
Tabla 61. Conducción Tous - Villena. Costes totales de circulación	210
Tabla 62. Valoración de la conducción Tous – Villena.....	211
Tabla 63. Conducción Villena - Bajo Segura. Coeficientes energéticos en las turbinaciones	214
Tabla 64. Conducción Villena - Bajo Segura. Costes totales de circulación	214
Tabla 65. Valoración de la conducción Villena - Bajo Segura	215
Tabla 66. Conducción La Muela - Villena. Coeficientes energéticos en las turbinaciones	218
Tabla 67. Conducción La Muela - Villena. Costes totales de circulación	218
Tabla 68. Valoración de la conducción La Muela - Villena	219
Tabla 69. Conducción Embarcaderos - Villena. Coeficientes energéticos en las turbinaciones	222
Tabla 70. Conducción Embarcaderos - Villena. Coeficientes energéticos en las elevaciones	222
Tabla 71. Conducción Embarcaderos - Villena. Costes totales de circulación	222
Tabla 72. Valoración de la conducción Embarcaderos - Villena.....	223
Tabla 73. Conducción Alto Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las turbinaciones.....	226
Tabla 74. Conducción Alto Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las elevaciones	226
Tabla 75. Conducción Alto Duero - Bolarque. Costes totales de circulación.....	227
Tabla 76. Valoración de la conducción Alto Duero – Bolarque	228
Tabla 77. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las turbinaciones.....	231
Tabla 78. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las elevaciones	232
Tabla 79. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Costes totales de circulación.....	232
Tabla 80. Valoración de la conducción Bajo Duero – Bolarque	233
Tabla 81. Valoración de la conducción Bajo Duero – Bolarque (continuación).....	234
Tabla 82. Conducción Jarama - Bolarque. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	238
Tabla 83. Conducción Jarama - Bolarque. Costes totales de circulación	238
Tabla 84. Valoración de la conducción Jarama - Bolarque	239
Tabla 85. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Coeficientes energéticos en las elevaciones	242
Tabla 86. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Costes totales de circulación	242
Tabla 87. Valoración de la conducción Tiétar-Aldeanueva.....	242
Tabla 88. Conducción Azután-Aldeanueva. Coeficientes energéticos en las elevaciones	245
Tabla 89. Conducción Azután-Aldeanueva. Costes totales de circulación.....	245
Tabla 90. Valoración de la conducción Azután-Aldeanueva	245
Tabla 91. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Coeficientes energéticos en las elevaciones	247
Tabla 92. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Costes totales de circulación.....	247
Tabla 93. Valoración de la conducción Aldeanueva-Daimiel	248
Tabla 94. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	251
Tabla 95. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Costes totales de circulación	251
Tabla 96. Valoración de la conducción Daimiel-Mancha Occidental	251
Tabla 97. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Coeficientes energéticos en las elevaciones	254
Tabla 98. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Costes totales de circulación.....	254
Tabla 99. Valoración de la conducción Toledo-Mancha Occidental	255
Tabla 100. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	257
Tabla 101. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Costes totales de circulación	257
Tabla 102. Valoración de la conducción Mancha Occidental-La Roda	258
Tabla 103. Resguardos en obras singulares.....	261
Tabla 104. Conducción Bolarque-Cigüela. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	262
Tabla 105. Conducción Bolarque-Cigüela. Costes totales de circulación.....	262
Tabla 106. Valoración de la conducción Bolarque-Cigüela	263
Tabla 107. Conducción Cigüela - Alarcón. Coeficientes energéticos en las turbinaciones.....	267
Tabla 108. Conducción Cigüela - Alarcón. Costes totales de circulación.....	268
Tabla 109. Valoración de la conducción Cigüela - Alarcón.....	268

Tabla 110. Conducción Alarcón-La Roda. Coeficientes energéticos en las turbinaciones	271
Tabla 111. Conducción Alarcón-La Roda. Costes totales de circulación.....	271
Tabla 112. Valoración de la conducción Alarcón-La Roda	272
Tabla 113. Valoración de la conducción La Roda-La Herrera.....	275
Tabla 114. Conducción La Herrera-Talave. Coeficientes energéticos en las turbinaciones.....	277
Tabla 115. Conducción La Herrera - Talave. Costes totales de circulación	278
Tabla 116. Valoración de la conducción La Herrera-Talave.....	278
Tabla 117. Conducción Talave-Altiplano. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	281
Tabla 118. Conducción Talave-Altiplano. Costes totales de circulación.....	281
Tabla 119. Valoración de la conducción Talave-Altiplano	282
Tabla 120. Conducción Villena-Altiplano. Coeficientes energéticos en las elevaciones.....	285
Tabla 121. Conducción Villena-Altiplano. Costes totales de circulación	285
Tabla 122. Valoración de la conducción Villena-Altiplano	286
Tabla 123. Conducción Talave-Cenajo. Coeficientes energéticos en las turbinaciones	289
Tabla 124. Conducción Talave-Cenajo. Costes totales de circulación.....	289
Tabla 125. Valoración de la conducción Talave-Cenajo.....	290
Tabla 126. Valoración de la conducción Cenajo-Ricote.....	292
Tabla 127. Conducción Ricote-Ojós. Coeficientes energéticos en las turbinaciones.....	295
Tabla 128. Conducción Ricote-Ojós. Costes totales de circulación.....	295
Tabla 129. Valoración de la conducción Ricote-Ojós	296
Tabla 130. Valoración de la conducción Ricote-Algeciras	298
Tabla 131. Conducción Ojós-Algeciras. Coeficientes energéticos en la elevación de Ojós.....	302
Tabla 132. Conducción Ojós-Algeciras. Costes totales de circulación	302
Tabla 133. Valoración de la conducción Ojós-Algeciras	303
Tabla 134. Conducción Algeciras-Almanzora. Coeficientes energéticos en la elevación de Alhama...	306
Tabla 135. Conducción Algeciras-Almanzora. Costes totales de circulación.....	307
Tabla 136. Valoración de la conducción Algeciras-Almanzora	307
Tabla 137. Valoración de la conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral.....	311
Tabla 138. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Coeficientes energéticos en las turbinaciones	314
Tabla 139. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Coeficientes energéticos en las elevaciones...	314
Tabla 140. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Costes totales de circulación	314
Tabla 141. Valoración de la conducción Cartagena Litoral-Almanzora.....	315
Tabla 142. Río Tajo de Bolarque a Toledo. Costes de circulación.....	317
Tabla 143. Río Tajo de Toledo a Azután. Costes de circulación.....	318
Tabla 144. Río Mundo de Talave a Confluencia. Costes de circulación	318
Tabla 145. Río Segura de Confluencia a Ojós. Costes de circulación.....	318
Tabla 146. Río Júcar de Alarcón a Embarcaderos. Costes de circulación.....	319
Tabla 147. Río Júcar de la Muela a Tous. Costes de circulación	319
Tabla 148. Detracción de recursos del Noguera Pallaresa en Talarn. Coeficiente de afección.....	320
Tabla 149. Detracción de recursos del Duero en Gormaz. Coeficiente de afección.....	321
Tabla 150. Detracción de recursos del Duero en Villalcampo. Coeficiente de afección	321
Tabla 151. Detracción de recursos del Jarama. Coeficiente de afección	321
Tabla 152. Detracción de recursos del Tajo en Toledo. Coeficiente de afección	322
Tabla 153. Detracción de recursos del Tajo en Azután. Coeficiente de afección	322
Tabla 154. Detracción de recursos del Tiétar. Coeficiente de afección	322
Tabla 155. Costes de distribución en el Altiplano	324
Tabla 156. Beneficios energéticos en suministros.....	325
Tabla 157. Beneficios energéticos en suministros.....	325

1. INTRODUCCIÓN. IDEAS BÁSICAS

En este análisis de los aspectos económicos de las transferencias hídricas se estudiará el problema de tales transferencias desde el punto de vista de la optimización económica de las posibles alternativas y sus costes totales y precios resultantes, se compararán los costes y beneficios del proyecto, se contrastarán estos resultados con los precios actualmente pagados, los posibles precios según otros orígenes del agua, el nivel de demanda de agua que puede soportar diferentes niveles de precios, y, en definitiva, se valorará la razonabilidad económica de los trasvases previstos en este Plan Hidrológico Nacional.

1. En última instancia, se trataría de reflexionar sobre los criterios económicos aplicables a los trasvases, y verificar el cumplimiento de tales criterios en nuestro caso concreto.

Ha de comenzarse diciendo que los criterios de aceptabilidad económica de los trasvases no han de ser, en principio, singularmente distintos de los de cualquier otra infraestructura hidráulica o, de forma general, de cualquier otro proyecto de inversión en infraestructura. Ello nos remite a los criterios generales de la actuación pública, a los que nos referiremos someramente. Por otra parte, y además de estos criterios generales, se han propuesto distintos criterios específicos para los trasvases de agua, a los que también haremos referencia.

En principio, los análisis que se ofrecen en este documento se refieren al contraste de costes y beneficios, a la evaluación de la oferta y demanda hídrica en términos económicos, y a la concordancia o discordancia entre ambos. Fuertes desplazamientos negativos entre costes y beneficios del proyecto o entre costes del agua y posibilidades de pago alertarían sobre la deseabilidad económica de las transferencias. Por contra, valores más encajados sugerirían su mayor oportunidad.

Es necesario advertir, como premisa inicial, que este tipo de análisis no dilucida la decisión y el dimensionamiento final del posible esquema de transferencias, sino que permite centrar el problema en sus magnitudes básicas, adquirir conocimiento sobre la realidad afectada, y verificar los términos de racionalidad económica del proyecto.

Ello no obedece, por tanto, a una visión meramente economicista del problema de las transferencias hidráulicas entre cuencas, como si de una operación comercial se tratase y el saldo final, como resultado de una optimización matemática, fuese el juicio único de la decisión. Estas transferencias tienen un alcance institucional, socioeconómico y político que trasciende con mucho del meramente contable, pero ello no excluye -antes bien, exige-, que se conozca el balance económico de la operación, con objeto de que las decisiones políticas que finalmente se adopten dispongan de los mayores elementos de juicio, estén suficientemente documentadas, y sean transparentes a la opinión pública.

Igualmente desacertado sería decidir sobre las transferencias con criterio estricto de rentabilidad económica, como ignorar los datos económicos y proponer que el Estado asuma a toda costa el proyecto considerando sus costes un dato secundario o

accesorio a la decisión política. Y ello es así por razones tanto ideológicas como prácticas: aún cuando la realización de trasvases fuese deseable en términos económicos, razones financieras podrían hacerlos inviables si previamente no se han estudiado con detalle estos aspectos básicos.

Por otra parte, y en relación con esto, ha de reiterarse que, como se expuso en el Libro Blanco del Agua, el Plan Hidrológico Nacional no es conceptualmente un plan de obras. Los estudios económicos y financieros que contiene no persiguen transformarse en una programación de anualidades para la ejecución de infraestructuras, sino que se han realizado únicamente para indagar en la racionalidad económica de la gran decisión política de la autorización de transferencias, y para conocer, estimativamente, los costes y beneficios asociados a tal decisión.

Supuesto que finalmente se decidiese autorizar las transferencias, las infraestructuras que resulten necesarias habrán de ser realizadas por la Administración General, Autonómica, o usuarios interesados, bajo fórmulas organizativas y financieras que pueden ser muy diversas, y que son indiferentes desde el punto de vista de la deseabilidad económica de la actuación para el interés público.

Conforme a este planteamiento, comenzaremos la exposición por un análisis conceptual de las condiciones económicas generales y singulares requeridas por las transferencias, las diferencias entre la evaluación económica y la evaluación financiera de estos proyectos, y los procedimientos adoptados para su evaluación.

2. ANÁLISIS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DE LOS TRASVASES. INTRODUCCIÓN CONCEPTUAL

2.1. LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

Las obras hidráulicas no persiguen como objetivo generar y aportar recursos hídricos al sistema socioeconómico. Este aporte de recursos no es un fin en sí mismo, sino un medio instrumental para alcanzar el verdadero objetivo de estas obras, que no es sino el de incrementar el bienestar de la sociedad a que se dirigen. En la medida en que contribuyan a este objetivo, las actuaciones hidráulicas serán acertadas, y en la medida en que se desvíen, no lo serán.

En este sentido, los planes o proyectos hidráulicos son las unidades de análisis y de actuación del Estado en materia de aguas, y están integrados por una actuación o conjunto unitario de actuaciones que, razonablemente, aumenta el desarrollo económico neto del país, es ambientalmente asumible y, en definitiva, se formula como deseable.

Los proyectos hidráulicos suelen tener propósitos múltiples y múltiples beneficiarios (p.e. una comunidad de regantes, una compañía hidroeléctrica, una ciudad, un complejo industrial, o el propio Estado como representante de los intereses generales de una colectividad de personas). Cada agente interesado actúa con un propósito distinto y contribuye a los costes y beneficios de formas diferentes. La unidad o *propósito* es, pues, *un agente con un objetivo*, dispuesto a contribuir económicamente para la consecución de ese propósito (p.e. la comunidad de regantes que aspira a asegurar sus cosechas, o una compañía eléctrica que busca optimizar su producción, o el Estado que pretende garantizar los suministros a comarcas del país o defender contra las inundaciones a territorios vulnerables, o la Unión Europea, que busca el objetivo de la cohesión y convergencia económica de sus regiones).

Desde el punto de vista del Estado, como agente, el objetivo ha de ser contribuir a la satisfacción de las demandas y al desarrollo económico nacional, por razones de interés general, y en armonía con la protección del medio ambiente. La forma de contribuir al desarrollo económico es aumentar el valor neto de la producción nacional de bienes y servicios (beneficios directos netos, tanto de mercado como no de mercado), y la protección del medio se lleva a cabo mediante el obligado cumplimiento de las regulaciones de evaluación de impactos ambientales. Los particulares y entidades intervienen con el Estado como otros agentes para conseguir estos objetivos generales mediante su iniciativa y su actuación privada. Así, el Estado interviene como agente por razones de interés general, su participación se justifica por este interés expresable en términos de desarrollo nacional, y ha de velar por la forma en que se desarrolla el proceso, su equidad y su regulación económica. Nótese que el balance económico positivo, en los términos expuestos, puede ser visto asimismo como una de las partes de la evaluación ambiental en sentido amplio, que se ocupa del medio socioeconómico, e identifica efectos benéficos y adversos sobre la economía colectiva.

Lo expuesto constituye un modelo clásico, general, de los criterios de evaluación económica y actuación pública en materia de obras hidráulicas y, en consecuencia, de plena vigencia en el caso de los trasvases intercuenas que se analizan. Su satisfacción constituye un supuesto previo para la autorización de las transferencias por los poderes públicos, siendo esencial el contraste del saldo económico neto positivo a los efectos de la deseable razonabilidad económica.

No obstante, tal razonabilidad económica global, habilitadora para la acción pública, no es garantía suficiente para que ésta se desarrolle, pues es necesario encontrar mecanismos de pago y flujo de caja que –asegurada su deseabilidad socioeconómica y aceptabilidad ambiental– la hagan viable. Ello nos conduce a la fundamental distinción entre la evaluación económica y la evaluación financiera de los proyectos hidráulicos. Esta distinción está en el origen de numerosas controversias respecto a las formas de ejecución de trasvases y obras hidráulicas, por lo que resulta pertinente su consideración en el contexto de este Plan Hidrológico Nacional.

2.2. LA EVALUACIÓN FINANCIERA

La viabilidad económica de una actuación hidráulica es el objeto del análisis económico. Pero es importante comprender que el resultado de este análisis *es independiente de quien paga los costes, quien explota las obras, y quien obtiene beneficios* con su uso. El análisis económico busca determinar si los beneficios de la actuación superan sus costes (y, por tanto, es racional abordar la actuación), mientras que el análisis financiero busca determinar por quién y cómo se cubrirán los costes de entre los beneficiarios, lo que, en definitiva, supone ver si, además de saber que el proyecto resulta deseable, hay alguien que quiere y puede llevarlo a cabo.

Desde el punto de vista de los poderes públicos, y sin perjuicio del conveniente conocimiento de ambas, la preocupación central ha de ser la de la viabilidad económica, y no la financiera, y así ha sido percibido en nuestro ordenamiento hidráulico desde antiguo: la viabilidad financiera estaba garantizada por el mecanismo de la concesión rogada, mientras que el titular de la concesión es un dato accesorio al propio aprovechamiento, y, como recoge nuestra regulación, no resulta una de sus características esenciales.

Verificada la deseabilidad económica, el reparto de costes y beneficios de la actuación global es muy importante, y constituye la esencia del régimen económico-financiero de las obras hidráulicas. Es obvio que la equidad sugiere un cierto reparto de los costes entre los beneficiarios de los proyectos, pero razones de redistribución de la renta u otros objetivos no económicos pueden deslizar estos costes hacia otros destinos.

Diferenciar entre análisis financiero y análisis económico es muy importante, pues su confusión puede conducir a malas asignaciones de recursos económicos. Los datos del estudio económico son útiles para el análisis financiero, y el análisis

económico puede ayudar a evaluar planes financieros, pero ambos tipos de estudio son conceptualmente distintos.

Los análisis financieros presentan aspectos en el corto y largo plazo. Muchos proyectos requieren grandes inversiones iniciales, que suele cubrir el Estado. A medida que el proyecto va generando beneficios, los beneficiarios pueden ir pagando la recuperación de estos costes iniciales.

Así, lo usual es que el Estado financie los costes de implantación y recupere este gasto mediante una anualidad de amortización que cobra a los beneficiarios, junto con los gastos anuales de administración, operación y mantenimiento. Pero esta es solo una forma tradicional de financiación pública frente a la que caben, como es bien sabido, muchas otras alternativas.

La razón de ser última de estas otras modalidades es precisamente la consideración de que, desde el punto de vista de los intereses generales y la sociedad como conjunto, el mérito de un proyecto hidráulico puede determinarse con independencia de quien lo paga. Los efectos benéficos y adversos sobre la economía nacional y el medio ambiente pueden evaluarse sin necesidad de considerar la distribución de quienes se benefician y quienes son perjudicados por el mismo, y el mecanismo de pago es indiferente siempre y cuando se produzca el adecuado equilibrio financiero mediante una fórmula aceptada por todas las partes. Cuestión distinta es, obviamente, la necesidad de considerar otros efectos como la distribución de rentas o los impactos del proyecto sobre el empleo u otros efectos sociales.

El problema de la financiación de las infraestructuras ha dado lugar a frecuentes controversias ideológicas por lo que se ha interpretado como una renuncia de los poderes públicos al ejercicio de sus potestades, que desemboca en una *privatización* de las mismas. Como se ha mostrado, en el origen de esta polémica está la confusión conceptual entre lo económico y lo financiero. Al Estado corresponde la evaluación económica como garantía de racionalidad y deseabilidad del proyecto desde el punto de vista de la economía nacional y los intereses generales. Pero una vez verificada tal viabilidad económica y deseabilidad social, la ejecución del proyecto requiere de esfuerzos financieros para los que el Estado no es sino un agente más, y, frecuentemente, con dificultades financieras que pueden llevar a paralizar proyectos acreditadamente deseables. Esta es la razón por la que se recurre a asociaciones entre el sector público y el privado que hagan posible la financiación y ejecución de proyectos, y ésta es hoy una política incentivada por la Unión Europea entre sus Estados miembros (Izquierdo, 1997).

La finalidad de tales asociaciones es, pues, que proyectos económica, ambiental y socialmente favorables, pero de escasa rentabilidad financiera o con elevados riesgos –y en consecuencia no adecuados para una financiación exclusivamente privada– puedan llevarse a cabo. Es en estos casos cuando está justificada la participación o asociación de los sectores público y privado, rompiendo el tradicional antagonismo y convirtiéndolos en socios de un mismo proyecto en el que confluyen los intereses de ambos: rentabilidad socioeconómica por una parte, y rentabilidad financiera por otra.

El posible encarecimiento que la participación privada introduzca en la ejecución del proyecto puede verse sin duda compensado por la mayor celeridad en su desarrollo y puesta en servicio, y las aportaciones del sector público pueden revestir muy diversas formas: subvenciones a la inversión o la explotación, anticipos reintegrables, transferencias de activos, participaciones de capital, fórmulas societarias mixtas o entes públicos específicos, bonificaciones de interés, préstamos a largo plazo, garantías sobre riesgos, etc. Estas contribuciones deben ser las mínimas necesarias para atraer al capital privado de forma que éste asuma un riesgo proporcionado a su posible beneficio.

Establecido este principio, hay que constatar que, lamentablemente, las controversias ideológicas se han centrado con frecuencia en el hecho accesorio de negar la participación privada, en lugar de ir de forma radical al núcleo del problema: la exigencia a los poderes públicos de una previa evaluación socioeconómica, identificadora de los efectos generados, y legitimadora de la intervención pública en el proyecto. Desde el punto de vista de los intereses generales ésta es la obligación básica, no la otra.

En nuestro caso específico, tras la pertinente evaluación económica, el mecanismo financiero usual consistiría en que el Estado actúa como financiador total o parcial de las obras hidráulicas, las explota directamente, y recupera total o parcialmente los costes mediante el cobro de anualidades a los beneficiarios en la forma de cánones y tarifas. Ello no es específico de nuestro país, sino que constituye un criterio muy generalizado. Así, por ejemplo, muchos proyectos de aguas subterráneas en los Estados Unidos se han financiado al 50% por el US Geological Survey, o se ha asumido por el US Army Corps of Engineers el 100% de los costes de proyectos de defensa contra avenidas, o se ha compartido costes con los Estados, mecanismo que podría considerarse la tendencia actual en aquel país. En nuestro caso, este modelo apuntaría hacia una financiación pública conjunta del Estado y las Comunidades Autónomas interesadas en las transferencias hidráulicas -sin perjuicio de otros posibles aportes económicos-, y un abono anual por los beneficiarios de las transferencias tendente a amortizar la inversión pública realizada.

En el vigente régimen económico-financiero de la legislación de aguas, estos conceptos se recogen mediante una tarifa con tres componentes: los costes de operación, mantenimiento y reposición (incluyendo gastos energéticos y otros costes anuales), los costes de administración, y los costes de amortización. Una componente esencial -a menudo la mayor- es la de la amortización de las obras, y a ella nos referiremos más adelante. Es importante distinguir entre la anualidad de amortización (pago para recuperar el préstamo inicial de capital) y la anualidad de depreciación (pago para ir creando un fondo con el que reemplazar la obra al final de su vida útil, pues se supone que no estará operativa). En contextos financieros privados puede ser conveniente sumar ambas anualidades si se desea constituir reservas para el futuro, pero en el contexto público, y con el objetivo de comparar opciones alternativas, sólo la primera debe considerarse.

Por otra parte, existe una singularidad en el caso de los trasvases intercuenas que es el de la conveniencia de un mecanismo compensatorio a las zonas de origen. Los

fundamentos conceptuales y criterios de este mecanismo serán analizados en una próxima sección.

Cuanto hasta aquí se ha expuesto en relación con las condiciones de evaluación económica y financiera es válido, en buena medida, para cualquier actuación hidráulica pública. No obstante, los trasvases intercuenca presentan algunas singularidades que ilustran aspectos peculiares y procede considerar específicamente.

La contemplación conjunta de todo ello permitirá una más circunstanciada aproximación al problema planteado.

2.3. CONDICIONES SINGULARES DE LOS TRASVASES

Además de los indicados criterios económicos generales, algunos autores han propuesto condiciones singulares para la razonabilidad económica de los trasvases, que no hacen sino trasladar los principios generales a la especificidad de estas obras, subrayando algún aspecto singular de las mismas. La literatura existente es muy extensa, limitándonos aquí a proporcionar algunas referencias básicas y los principales criterios sugeridos.

2.3.1. CRITERIOS PROPUESTOS

Un trabajo muy conocido es el de MacDonnell y Howe (1986), en el que, recogiendo ideas anteriormente formuladas en el clásico informe de la National Water Commission (1973), se ofrecen diversos criterios para la protección de las zonas de origen, y se formula que las 3 condiciones para que un trasvase pueda considerarse eficiente desde el punto de vista del análisis económico son:

- a) El trasvase ha de ser la alternativa de menor coste para suministrar esa cantidad de agua a los usuarios con garantía comparable. Ello requiere identificar, evaluar y comparar los costes de las fuentes alternativas existentes.
- b) Los beneficios para los usuarios del agua trasvasada han de superar:
 - las pérdidas de la zona de origen, incluida toda la cuenca aguas abajo
 - el coste de construcción y funcionamiento relacionados con el trasvase
- c) Nadie debe quedar en peor situación tras el proyecto.

Nótese que la primera condición expresa el principio lógico de que, entre todas las posibles, el trasvase ha de ser la alternativa de menor coste total, lo que resulta obvio en un contexto de racionalidad económica y asunción de costes por los beneficiarios. La segunda condición no expresa sino la necesidad de que el saldo global, en términos del desarrollo económico nacional neto, sea positivo, y en tal evaluación económica se computen como costes no solo los relacionados estrictamente con las obras del trasvase, sino también las pérdidas en origen. Ello ha de verificarse expresamente, pues con frecuencia se da por hecho que la iniciativa de promover un

trasvase es una prueba de la necesidad del agua, sin comprobar que, efectivamente, los beneficios para el posible usuario y su demanda hídrica no están exagerados por programas de apoyo a los precios. La tercera no es sino el principio general de defensa de los intereses de terceros, que no deben ver empeorada su situación como consecuencia de la transferencia.

Como sucede en el caso de las condiciones generales, aplicar estos criterios puede resultar complicado en la práctica.

Otros criterios básicos para la exportación del agua son los de Kuiper (1971), que establecen que:

1. La cuenca de origen ha de tener unas disponibilidades hídricas elevadas en relación a sus usos (ha de ser excedentaria, sin perjuicio de las precisiones conceptuales de este término, expuestas en los análisis de los sistemas hidráulicos).
2. A la inversa, la cuenca receptora ha de tener escasos recursos frente a sus necesidades (ha de ser deficitaria, sin perjuicio de las ya señaladas precisiones conceptuales).
3. El coste de las aguas transferidas ha de ser tal que ambas cuencas –cedente y receptora- obtengan ventajas mutuas en el flujo del agua.
4. Las condiciones institucionales deben permitir alcanzar acuerdos que regulen la transferencia.

Asimismo, tras la importante atención prestada en el pasado a los trasvases en los Estados del Oeste americano, debido a su carácter más seco, estructura territorial más concentrada, y aparato institucional basado en el principio de apropiación, en los relativamente húmedos Estados del Este han comenzado a plantearse importantes problemas de déficit que han llevado a replantearse nuevamente los trasvases intercuenas, y han trasladado el centro de atención y reflexión sobre este asunto del oeste al sureste, desarrollándose importantes iniciativas legislativas en años recientes por distintos Estados (Florida, Georgia, Kentucky y Carolina del Sur). De todo este desarrollo, se considera que la legislación de Carolina del Sur es la más perfeccionada en trasvases intercuenas. Tal legislación establece la necesidad de autorización previa para derivar caudales de trasvase superiores a ciertos umbrales mínimos muy estrictos (5% del 7Q10, o 1 millón de galones/día). Para decidir esta autorización se debe tener en cuenta:

- a) La protección de los usos actuales y previstos futuros, y el mantenimiento de la calidad del agua en la cuenca cedente.
- b) El impacto del proyecto para el Estado ha de ser globalmente benéfico.
- c) La necesidad de comparar con otras opciones y fuentes alternativas.
- d) La necesidad de estudiar si el proyecto promoverá y aumentará el almacenamiento y conservación del agua.

El periodo de previsión adoptado es de 20 años, debiendo asegurarse que la estimación de necesidades de agua en la cuenca cedente, incluyendo los requerimientos ambientales, y en un supuesto maximalista de crecimiento, es inferior al suministro existente tras la transferencia externa. En este caso, se supone que no hay coste de oportunidad asociado al trasvase propuesto. Si el suministro previsto se alcanza en un periodo inferior a 20 años, puede haber coste de oportunidad, deben ponderarse costes y beneficios, y cabe iniciar un proceso de arbitraje que permita que los beneficios globales resultantes de la transferencia ofrezcan la posibilidad de una ventaja mutua. Salvo esta previsión, los criterios son similares a los empleados en este Plan Hidrológico.

En nuestro país, y a diferencia de los estudios técnicos o jurídicos sobre la materia, la reflexión económica sobre trasvases intercuenas ha sido ciertamente escasa. Los principales análisis han sido los llevados a cabo en el contexto de los antiguos Planes de Desarrollo y en los Anteproyectos de las principales transferencias (como la del Tajo-Segura), en los que se analizaban los aspectos económicos y financieros de estas actuaciones. En fechas más recientes se han producido algunos trabajos teóricos como los de González-Romero y Rubio (1993) (y discusión) o Aguilera (1996).

Por otra parte, además de los criterios económicos, se ha subrayado la necesidad de algún mecanismo de protección de la zona de origen, concepto ya introducido en España en 1974 con motivo de la discusión sobre el proyectado trasvase del Ebro a Barcelona (Martín-Retortillo et al., 1975). Los mecanismos de protección de la zona de origen son de naturaleza jurídica, y pueden clasificarse en 3 tipos fundamentales:

- A. Prohibición o fuerte restricción
- B. Asignación pública, por la que se asignan directa o indirectamente volúmenes de agua a usos futuros en la zona de origen. Admite tres modalidades básicas:
 1. Recuperación o prioridad permanente, que podría introducirse mediante el mecanismo de la concesión a precario
 2. Reserva, que es el mecanismo previsto por la Ley de Aguas mediante los planes hidrológicos de cuenca
 3. Evaluación según normas públicas como las declaraciones de interés público, análisis coste-beneficio, etc.
- C. Compensación, mediante la cual se compensan los costes impuestos por el trasvase. Puede ser económica, o de carácter hidráulico-finalista (ejecución de regulaciones en la cuenca de origen, control de inundaciones, etc.)

De estas fórmulas, la asignación pública de reservas unida a compensación resulta ser el esquema recomendado, es consistente con el ordenamiento español, y es el propuesto en este Plan Hidrológico Nacional, tal y como se expondrá en el siguiente epígrafe específico de análisis de las compensaciones.

En definitiva, y sintetizando lo expuesto, el conjunto de los criterios expresados requiere en definitiva las siguientes condiciones básicas:

1. Un saldo económico neto positivo en términos de la economía nacional.
2. El trasvase ha de ser la alternativa de menor coste de todas las posibles.
3. Han de acreditarse las necesarias condiciones hidrológicas en las cuencas cedentes y receptoras.
4. Han de evaluarse las afecciones a terceros.
5. El trasvase no ha de afectar a los posibles usos actuales y futuros de la cuenca cedente en el horizonte mínimo de 20 años, o, en caso de afectar, ha de estudiarse un mecanismo compensatorio mutuamente ventajoso.
6. Debe estudiarse un mecanismo de protección de la zona de origen.
7. El trasvase ha de ser ambientalmente viable.

Puede verse que todas éstas son condiciones de razonabilidad general de cualquier actuación hidráulica, salvo el lo relativo a los mecanismos compensatorios, específicos de las transferencias.

Como ya se ha indicado, en los distintos documentos de este Plan Hidrológico Nacional se analizarán, siquiera someramente, tales cuestiones y requisitos. El objetivo perseguido no es sino proporcionar la mayor información y elementos de juicio, para una más fundada decisión política.

2.3.2. LAS COMPENSACIONES TERRITORIALES

Como se observa del análisis de los criterios y condiciones requeridas por las transferencias, el elemento singular que, desde un punto de vista económico, caracteriza a estas actuaciones es el de la conveniencia de un mecanismo compensatorio a las zonas de origen.

En efecto, a pesar del concepto de dominio público hidráulico y de la titularidad pública de las aguas, no adscritas a ningún territorio ni cuenca específica, no pertenecientes a nadie en particular sino al común de los ciudadanos del país, y excluidas por tanto del comercio a que se someten otros bienes y recursos naturales, la práctica española y las experiencias de otros países han mostrado la necesidad de establecer, como una parte de los mecanismos de protección, mecanismos de compensación a la zona de origen de los recursos hídricos.

Como ya se puso de manifiesto hace años, tal circunstancia es singular a las zonas de origen de recursos hídricos, y no se da en las zonas de origen de otros recursos naturales. Una explicación a esta diferencia puede estar en la ausencia de un mercado efectivo en el que se formen los precios del agua, aunque los impuestos que gravan las concesiones se basan de hecho en la idea de asignación de una parte de la riqueza natural de un lugar a los que viven en la zona adyacente. Asimismo, es curioso observar que, dentro del campo de los recursos hídricos, en el que la

circunstancia de disminución de caudales tras las tomas sucede profusamente en todos los ríos, sin necesidad de que existan trasvases intercuenas, las compensaciones solo se han planteado en relación con los trasvases, y no con otras afecciones de iguales o peores efectos aguas abajo. La explicación de este comportamiento puede residir en el sentido patrimonial o de valor social del agua, vinculado a la escala espacial, en el sentido expuesto en el Libro Blanco del Agua.

En definitiva, se considera que, además de un dominio público de titularidad estatal, el agua es una parte básica del medio ambiente que, de alguna forma, no debe ser derivada sin muy poderosas razones, ni siquiera en beneficio de la sociedad en general. Esta posición, llevada al extremo absoluto de impedir cualquier derivación de caudales, choca con una razonable utilización de los recursos naturales y con la necesidad de introducir eficiencia económica en las actuaciones públicas, lo que puede requerir la realización de trasvases intercuenas. Así se ha entendido de forma generalizada, de forma que no existen internacionalmente prohibiciones absolutas para estas transferencias, sino, como se vió, el establecimiento de distintas condiciones que han de satisfacerse.

Entre estas condiciones, un mecanismo que se ha revelado satisfactorio es el del pago compensatorio a la cuenca de origen, pues reconoce y explicita que la derivación de agua implica costes reales que pueden ser compensados restituyendo las condiciones anteriores a la transferencia o anulando sus efectos adversos. Además, introduce racionalidad económica, y evita limitaciones artificiosas e irracionales al uso del agua.

Este mecanismo, ausente de nuestro ordenamiento jurídico de las aguas pero presente de una u otra forma en todas las realizaciones españolas de transferencias hidráulicas (LBAE, 1999; Embid Irujo, 1996), busca, en definitiva, valorar económicamente la pérdida asociada al hecho físico de una menor circulación aguas abajo de la derivación de trasvase. Habida cuenta de que no se afecta a los usos del agua, tiene, y así se interpreta en este Plan Hidrológico, un carácter marcadamente medioambiental.

En términos de economía de los recursos naturales, y con las premisas de salvaguarda adoptadas en este Plan Hidrológico Nacional, la compensación podría verse como una indicación del valor de existencia (Pearce y Turner, 1995), no relacionado con ningún uso ni actual ni potencial del bien, pues el valor de uso u opción ya está considerado en las asignaciones y reservas establecidas a largo plazo en los planes hidrológicos de cuenca (el bien está preservado, se satisfacen los requerimientos ambientales, y puede ser usado si así se desea). Otra forma de ver la compensación es como una valoración del coste ambiental de la derivación en la cuenca cedente, o coste efectivo en que ha incurrido la zona de origen, que no haya sido explícitamente considerado en la cuenta de costes. Por otra parte, y como es obvio, si existiese un coste de oportunidad por la renuncia a algún uso o pérdida en la cuenca cedente, este coste debe ser añadido al de compensación. En cuanto al pago, éste debe efectuarse a los que han sufrido las pérdidas.

El problema de la cuantificación de costes e identificación de sus receptores dista mucho de estar plenamente resuelto. No obstante, cabe sugerir algunas ideas que,

como criterios orientativos, permitan acercarse a una propuesta de solución razonable a los efectos de este Plan Hidrológico Nacional. Estos criterios se referirán a los destinatarios de las compensaciones, sus fines, sus cuantías, y los instrumentos institucionales para su desarrollo.

Así, en cuanto al **destinatario** de las compensaciones, ha de señalarse que, tal y como se conciben en este Plan Hidrológico, no corresponden a titulares actuales de derechos ni a posibles usuarios futuros, ya que tales posibilidades han sido contempladas en la asignación y reservas de los planes hidrológicos de cuenca. Los destinatarios son, pues, la sociedad en su conjunto en la zona de origen, ya que se supone que ésta experimenta globalmente una cierta pérdida territorial -específicamente, medioambiental- como consecuencia de la derivación. Siguiendo este razonamiento, cabría pensar que las compensaciones sólo corresponderían a los territorios situados aguas abajo de las tomas de trasvase, pero considerando la unidad ambiental y de gestión de la cuenca hidrográfica, parece razonable adoptar el criterio de que sea toda la cuenca hidrográfica, o ámbito de planificación desde el que se deriva el agua.

Esta concepción ambiental de las compensaciones remite a su vez a la cuestión de su destino, o **fines** a los que han de aplicarse.

En este sentido, debe subrayarse que, a diferencia de lo que ha sido una práctica común (recuérdense las provisiones de obras compensatorias del trasvase Tajo-Segura), las compensaciones no deben orientarse a subvencionar singularmente los costes de los proyectos hidráulicos en la cuenca cedente, pues ello iría en contra del principio de equidad, repercutiría indebidamente sobre los usuarios del trasvase los costes de estas obras hidráulicas -en muchos casos de obligada ejecución por los poderes públicos-, perturbaría su régimen económico-financiero, y haría que los precios del agua en la cuenca de origen reflejasen menos su escasez que en resto de territorios del país. Además, es posible que otro tipo de servicios (sanitarios, educativos, etc.) sean socialmente más útiles a la zona de origen que las infraestructuras hidráulicas.

Aún así, todas estas formas compensatorias adolecen de un vicio radical, y es el de suplantar la obligada intervención pública en la provisión de servicios sociales colectivos, por una financiación sui géneris, realizada parcialmente, de forma singular, y sin fundamento conceptual alguno, por los usuarios de las aguas trasvasadas.

Retomando la consideración ambiental que fundamenta el concepto de la compensación, parece razonable que el destino de las compensaciones sea precisamente ese, el de la mejora ambiental en la cuenca de origen, pues en este caso la compensación no es, conceptualmente, más que una restitución de igual naturaleza, equitativa y equilibrada.

En relación a su **cuantía**, cabe reiterar que, en términos teóricos, la compensación debe igualar el valor de las rentas perdidas no valoradas económicamente por los mecanismos tarifarios convencionales. Tales rentas se referirán fundamentalmente a valores ambientales, por lo que puede verse, teóricamente, como una valoración de existencia del recurso derivado (supuesto que se admita tal valor como renta

perdida), o como una valoración de aquellos efectos ambientales no considerados en la evaluación económica, o como una suma de ambos conceptos.

En cuanto al **instrumento institucional** para su desarrollo, la naturaleza medioambiental del concepto compensatorio hace que ese instrumento más adecuado sea la administración autonómica, que es la titular de la competencia en materia de medio ambiente en los distintos territorios del país. Puesto que las Comunidades Autónomas participan en la gestión y planificación del agua a través de los Organismos de cuenca, donde se integran los distintos intereses de las cuencas cedentes, es razonable que sean tales Organismos los receptores de las compensaciones, para su aplicación equitativa a las actuaciones ambientales que decidan las correspondientes Comunidades Autónomas afectadas.

Por último hay que indicar que, sea cual sea el marco conceptual y los criterios adoptados, la consideración explícita de las compensaciones requeriría introducir una cuarta componente en la estructura tarifaria del agua trasvasada. A la estructura de los costes y consideración de todo ello se dedican las próximas secciones.

2.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRASVASES

2.4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los fundamentos conceptuales y procedimientos empleados en este Plan Hidrológico Nacional para la evaluación económica de los trasvases. Como ya se ha reiterado, la importancia de esta evaluación es decisiva, pues es el requerimiento básico que permite justificar, desde la perspectiva del análisis económico, la autorización e intervención pública en el proyecto.

Ha de constatarse que la evaluación económica está ausente de la legislación del agua española, donde se entiende implícitamente, pero no se exige formalmente ni se regula jurídicamente. Aunque un título de la Ley se refiere expresamente al régimen económico-financiero del dominio público hidráulico, lo único realmente regulado es el régimen financiero, o mecanismo de recuperación de la contribución al coste de las obras hidráulicas que hubiese aportado el Estado. Pese a ello, ha sido una práctica frecuente la realización de tales evaluaciones, llegando incluso a elaborarse instrucciones específicas al respecto (MOPU-SGT [1980]; MOPU-SGT-DGOH [1980a]; MOPU-SGT-DGOH [1980b]).

Seguidamente se analizan los costes de las transferencias, sus beneficios asociados, y la forma de contrastar ambos efectos en la evaluación económica.

2.4.2. LOS COSTES DE LAS TRANSFERENCIAS

Como ya se ha reiterado, en el análisis de costes es necesario distinguir lo económico de lo financiero, pues hay costes económicos que no son financieros. Los económicos se refieren a la evaluación del proyecto desde el punto de vista del interés público (es independiente de quien paga o cobra, y solo depende del proyecto en sí mismo), y los financieros al desarrollo de la propia y sola actuación, sin otros costes asociados o directos.

Esquemáticamente, los costes desde una perspectiva económica serían la suma de los costes de implantación (gastos directamente requeridos para la ejecución y funcionamiento de la obra), más los costes asociados, más otros costes directos no considerados en la implantación. Desde el punto de vista financiero, los costes interesados son fundamentalmente una parte de los costes económicos totales (la requerida para el funcionamiento de la obra) tal y como éstos deben considerarse desde la perspectiva de los poderes públicos.

En términos conceptuales, los costes de las transferencias, desde el punto de vista de su evaluación económica, no son sino los costes de oportunidad de todos los recursos (en sentido amplio) empleados en su ejecución y funcionamiento. Estos costes de oportunidad por el uso de los recursos se pueden reflejar en el mercado (usos privados), en cuyo caso los precios resultantes pueden emplearse para calcularlos. Si los precios no reflejan los valores del recurso (usos públicos), ha de recurrirse a valores surrogados que los sustituyan.

Hay que señalar que, como ha sido puesto de manifiesto por diferentes autores, existen importantes dificultades en la cuantificación de algunos costes relacionados con las transferencias (Aguilera, 1996), ya que el reconocimiento de la definición de los costes a tener en cuenta, y de la información a utilizar para obtener dichos costes es, en buena medida, un problema institucional. No obstante, existe un amplio acuerdo en que puede abordarse el problema de forma satisfactoria si se explicitan los criterios seguidos, se incluyen los costes de los usos futuros a los que se renuncia, se incluyen los costes medioambientales y sociales, y el cálculo de las distintas opciones y alternativas se hace sobre una base común y uniforme.

Seguidamente se describe la estructura de costes tal y como se ha considerado en este Plan Hidrológico Nacional.

2.4.2.1. COSTES DE IMPLANTACIÓN

Los costes de implantación o de desarrollo de los proyectos hidráulicos –y, singularmente, de las transferencias intercuenca- son todos los necesarios para construir, explotar y mantener correctamente operativos los sistemas hidráulicos considerados. Son, pues, en un sentido amplio, la suma de los costes de instalación (o ejecución de las obras) más los de operación, mantenimiento y reposición. Atendiendo a cómo se generan en el tiempo, suele distinguirse entre los costes de capital (producidos una sola vez), y las cargas anuales (generadas cada año). Conforme a este criterio, cabría considerar la siguiente estructura de costes:

Costes de capital de un proyecto, o costes de construcción, es la suma de todos los gastos necesarios para completar el proyecto y que la instalación en cuestión quede plenamente operativa, dispuesta para su perfecto funcionamiento inmediato. Constan de:

1. Costes de ingeniería (planificación general, reconocimientos de campo, estudios, consultoría, diseño y proyecto detallado, y dirección de las obras). Pueden evaluarse directamente, o como un porcentaje de los costes de construcción.
2. Expropiaciones y otros costes de disponibilidad para poder ejecutar la obra.
3. Costes de construcción, incluyendo materiales, maquinaria y mano de obra, seguridad e higiene, y reposiciones de servicios e infraestructuras afectadas. Si la obra se contrata por la Administración habrá que añadir gastos generales y beneficio industrial del contratista.
4. Costes de construcción contingentes. Incluyen los imprevistos (gastos probables pero no seguros, o no predeterminables e inciertos), que cubren efectos impredecibles sobre los costes de construcción, y no deben cubrir la inflación ni partidas que puedan identificarse y sean predecibles. Pueden evaluarse como porcentaje de los costes de construcción, y embebidos en estos.
5. Costes de administración de las obras, incluyendo permisos, supervisión de la Administración, etc. Pueden evaluarse como porcentaje de los costes de construcción, y embebidos en estos.
6. Costes de corrección de impactos ambientales, que incluyen todos los necesarios asociados a las actuaciones de corrección, así como de lugares históricos, arqueológicos, reubicaciones, etc. Aquí podrían entrar también posibles costes inducidos por pérdidas en la zona de origen que se producen una sola vez, durante la ejecución de las obras.
7. Costes financieros de los posibles intereses durante la construcción, con los que se cubre la necesidad de financiación de todas las actividades necesarias hasta que el proyecto comience a funcionar.

Por otra parte, los *costes anuales* son los que, una vez concluida la obra, se requieren cada año para mantenerla operativa y en correctas condiciones durante toda su vida útil. Comprenden los costes que se generan cada año a consecuencia del funcionamiento del proyecto. Son los:

8. Costes periódicos de operación, mantenimiento y reemplazamiento, usualmente anuales, y que incluyen los costes del personal que opera las obras, las reparaciones y sustituciones y reposiciones, adiciones, la energía y materiales necesarios, fungibles, etc. Es frecuente separar de este monto global la componente energética, debido a su singularidad y posible cuantía relativa.
9. Costes anuales de administración, que incluyen los costes del personal y medios necesarios para la gestión e inspección de las obras.
10. Otros costes anuales, como los de compensación por afecciones a terceros (p.e. mermas de producción energética u otras consideradas anualmente y no computadas de una vez en la fase de construcción), o pérdidas anuales en las

zonas de origen, o estimaciones del valor de existencia de recursos naturales, o alquileres anuales por el empleo de servicios o instalaciones de terceros, etc.

Aunque puedan ordenarse de otras formas diferentes, atendiendo a otros criterios de clasificación, los costes de implantación siempre han de constar de las componentes básicas enumeradas. Así, por ejemplo, una clasificación clásica es la que atiende a costes primarios o directos (ejecución más operación y mantenimiento) y secundarios o indirectos (afecciones hidroeléctricas, costes de compensación, etc.), reducible en cualquier caso a las categorías anteriormente enunciadas. No deben confundirse estos costes y beneficios secundarios o indirectos, relacionados estrictamente con la ejecución del proyecto, con los costes y beneficios indirectos que, motivados por el proyecto aunque no directamente, surgen en otros sectores de forma inducida. Tal importante cuestión se analizará más adelante, en un epígrafe específico.

En el contexto de este Plan Hidrológico Nacional, una posible ordenación de los costes, según se consideren detracciones, transportes o entregas de los recursos transferidos, sería la mostrada en la tabla adjunta.

		Detracciones (Origen)	Conducciones (Transporte)	Suministros (Entrega)
Costes y beneficios primarios	Costes de primera inversión (pta)		(1)-(7)	(1)-(7)
	Costes de operación	Energía (pta/m ³)	(8)e	
		Varios (pta/m ³)	(8)v	
	Costes de administración (pta)		(9)	(9)
	Costes de mantenimiento (pta)		(8)m	(8)
Costes y beneficios secundarios	Afecciones hidroeléctricas (pta/m ³)		(10)a	
	Incrementos de producción en saltos existentes (pta/m ³)		(8)	(8)
	Costes de compensación (pta/m ³)		(10)c	

Tabla 1. Estructura de costes

Una cuestión importante relacionada con los costes es la consideración que debe darse a los impuestos.

Si se está realizando una evaluación financiera, los impuestos deben incluirse en el cálculo de costes -por ejemplo aumentando los costes de construcción con el IVA correspondiente- pero si la evaluación es económica, tales impuestos deben ignorarse en el cálculo ya que, desde el punto de vista público, el impuesto pagado se recupera por la Administración y, por tanto, no genera un coste neto.

2.4.2.2. COSTES ASOCIADOS

Además de los costes de implantación del proyecto, puede ser necesario ejecutar alguna otra obra o actuación que, no formando parte del proyecto principal, resulte necesaria para obtener los beneficios y utilidades para los que se desarrolla este proyecto principal.

Es frecuente, en el caso de las obras hidráulicas, que estos costes asociados se vinculen a los distintos propósitos de las obras, como sería el caso, por ejemplo, de

las redes secundarias de riego en el caso de un proyecto de regadío, o de las redes de abastecimiento en baja en el caso de un proyecto de suministro de abastecimiento urbano.

En nuestro caso, y considerando la conducciones de trasvase como el proyecto básico, serían costes asociados todos los necesarios para, una vez posibilitadas las entregas, poder emplear el agua para los usos previstos en las zonas receptoras.

2.4.2.3. OTROS COSTES DIRECTOS

Bajo este concepto cabe englobar todos aquellos costes o recursos requeridos por el proyecto, y que no se han considerado en los costes de implantación. Es el caso, p.e., del coste de oportunidades perdidas (limitaciones al desarrollo) en un proyecto de zonificación de zonas inundables; o la supresión de usos recreativos afectados y desplazados por el proyecto, o el aumento de daños aguas abajo por crecidas, debido a encauzamientos o modificaciones en las riberas; o el aumento de los costes de depuración aguas abajo debido al drenaje de riegos aguas arriba, o los costes del control debidos a la declaración de espacio natural o humedal, etc.

Sólo deben considerarse bajo este concepto aquellos costes no incluidos ya en los costes de implantación, y el criterio básico que los diferencia es la necesidad o no de su abono al plantearse el esquema de financiación de la obra.

2.4.2.4. CONCLUSIÓN

De las tres categorías de coste indicadas, cuya suma conforma el coste económico global desde el punto de vista de la evaluación pública de los trasvases, únicamente la primera (costes de implantación) forma parte del coste financiero del proyecto. Como se ha reiterado, es importante diferenciar claramente ambos conceptos.

Por otra parte, las diferentes clases de costes de implantación indicadas, más los costes asociados y los otros costes directos, se producen en diferentes momentos de tiempo, por lo que se requiere de algún mecanismo de actualización que permita obtener un coste total homogéneo a efectos comparativos. Para ello pueden actualizarse todos a su valor actual, en el momento de planificar la obra, con lo que se tendría el coste total actual, o transformar este valor total actual en anualidades equivalentes mediante algún sistema de descuento, con lo que se tendría su coste anual equivalente.

Si existen valores residuales para alguna de las componentes del coste (p.e. reversión de tierras expropiadas, instalaciones, etc.), pueden considerarse convenientemente en el cómputo de costes y anualidades.

2.4.3. LOS BENEFICIOS DE LAS TRANSFERENCIAS

Una vez descritos los costes, procede ahora considerar los beneficios obtenidos con las posibles transferencias consideradas en este Plan Hidrológico Nacional.

Al igual que los costes son, en definitiva, los costes de oportunidad de los recursos empleados en el plan, los beneficios pueden ser conceptualizados como los incrementos en el valor económico de los productos y servicios derivados del plan, el valor de los productos resultantes de las economías externas generadas por el plan, y el valor asociado con el uso de recursos laborales ociosos o infraempleados.

Seguidamente se expone como pueden evaluarse estos conceptos en el caso de los usos básicos de abastecimiento a poblaciones y regadíos, principales destinatarios de las transferencias hídricas, así como la consideración que se propone dar a los otros efectos directos y laborales.

2.4.3.1. ABASTECIMIENTO A POBLACIONES

El fundamento conceptual para la evaluación de estos beneficios es el deseo social de pagar por el incremento de los bienes y servicios atribuibles al suministro urbano de agua.

Si los precios del agua reflejasen su coste marginal, estos precios podrían usarse para calcular la propensión a pagar por suministros adicionales. Si no los reflejan, el beneficio asociado al suministro de agua urbana puede computarse por el coste que tendría adquirir el recurso mediante la alternativa de más verosímil implantación en ausencia del Plan.

En nuestro caso concreto, y debido a las subvenciones existentes y sistemas tarifarios, no está asegurado que los precios del agua urbana reflejen su coste marginal real, por lo que el valor económico aplicable al agua urbana no debe ser este precio. En consecuencia, ha de recurrirse a la evaluación del beneficio mediante el cálculo de los costes del agua obtenible por la alternativa más probable, supuesto que no se ejecutan los trasvases, es decir, ha de evaluarse el coste de producción por el método de mayor viabilidad, y descontando, obviamente, impuestos y subvenciones.

En las zonas deficitarias consideradas, esta alternativa es, sin duda, la de la desalación de agua del mar, tal y como muestran las recientes iniciativas que se están adoptando en estas zonas para paliar su insuficiencia de recursos. Los costes de este agua desalada y situada en los puntos de captación de los sistemas de tratamiento y distribución en alta –de igual forma que se haría con la trasvasada-, proporcionan una razonable estimación del beneficio económico asociado al suministro de agua para abastecimiento urbano.

Una matización a este criterio general podría ser la de considerar, en alguna medida, otras posibles fuentes de suministro alternativo. Los análisis realizados muestran que, en las cuencas deficitarias, las posibilidades de generar recursos por estas otras fuentes son ciertamente muy reducidas, cuando no inexistentes. La experiencia actual de los sistemas de suministro urbano en estas cuencas resulta ilustrativa al respecto, y confirma los resultados de los análisis teóricos.

Descartada, en consecuencia, la posibilidad de generación de nuevos recursos físicos en cuantías significativas, el único mecanismo podría ser el de las cesiones de derechos (*de facto* definitivas) de los regadíos en favor de los usos urbanos. Tal

mecanismo, posibilitado por la reciente reforma de la Ley de Aguas, no está por el momento funcionando en el sentido expuesto, pese a existir –y haberse manifestado– potenciales compradores de derechos de agua con destino al abastecimiento urbano.

2.4.3.2. REGADÍOS

Para el agua con destino al regadío, los beneficios generados desde el punto de vista de la economía nacional son el valor de los incrementos en la producción agrícola española, y los ahorros de coste por mantener un determinado nivel productivo. Estos beneficios incluyen las reducciones en los costes de producción o costes por disponibilidad hídrica inadecuada, el valor del incremento de cosechas, o la eficiencia económica de incrementar la producción de cosechas, y no deben incluir las ayudas o subvenciones recibidas por el sector.

Conceptualmente, los beneficios agrícolas pueden dividirse en dos categorías mutuamente excluyentes, dependiendo de si hay o no cambio en la alternativa de cultivos de la zona afectada:

1. Una primera categoría sería la de los beneficios por *reducción de daños*, es decir, beneficios que se generan en tierras donde no cambian los cultivos con independencia de que se ejecute o no el plan, y su efecto se ciñe a aumentar la producción o reducir costes. En este caso, los beneficios pueden calcularse por el aumento en la renta neta debida a la ejecución del plan, medible por análisis de los presupuestos de las explotaciones agrícolas.
2. Una segunda categoría sería la de beneficios por *intensificación*, es decir, beneficios que se generan en tierras donde cambian los cultivos existentes dependiendo de que se ejecute o no se ejecute el plan. En este caso, los beneficios pueden estimarse bien por análisis del presupuesto de las explotaciones, o bien por análisis del valor de la tierra.

Evidentemente, las fronteras entre ambas tipologías no están siempre nítidamente dibujadas, pero cabe concebir, en el contexto específico de este Plan Hidrológico Nacional, dos modelos básicos a los que pueden reducirse.

Así, el primer supuesto sería básicamente el aplicable a aquellas situaciones donde las transferencias van a proporcionar a las demandas agrarias existentes una garantía de servicio y calidad de suministro hídrico traducible en mejores producciones agrícolas (cantidad y calidad de los productos). Si no se aportan los recursos complementarios, las zonas regables afectadas mantendrán sus cultivos y producciones, continuando la actual situación de infradotación y precariedad. Es, pues, el supuesto de eliminación de la infradotación y aumento de la garantía de suministro.

Por otra parte, la segunda categoría sería básicamente la aplicable a aquellas situaciones donde la llegada o no de las transferencias puede suponer el cambio y progresivo abandono a corto y medio plazo de las explotaciones, por desaparición física o degradación extrema de los recursos hídricos con que se atienden. Es el supuesto de eliminación de la sobreexplotación de aguas subterráneas.

Para calcular los beneficios económicos debidos a la reducción de daños, cabe acudir, como se ha indicado, al estudio de la renta neta agraria debida a la ejecución del plan, o, dicho de otra forma, al análisis del valor añadido neto obtenido por la actividad agraria en las áreas infradotadas o precarias, y su incremento como consecuencia de asegurar el suministro.

A su vez, para calcular los beneficios económicos debidos a la intensificación, cabe igualmente analizar la modificación de la renta neta, o, de forma alternativa, como la diferencia en el valor de las tierras afectadas con y sin la realización del plan.

En efecto, el valor de mercado de la tierra no refleja sino el valor capitalizado de la renta neta que se espera obtener de ella. En consecuencia, la diferencia de precios de mercado reflejaría el valor actual de la renta adicional debida al proyecto.

2.4.3.3. OTROS BENEFICIOS DIRECTOS Y LABORALES

Los otros beneficios directos son los incidentales, accesorios a los objetivos principales del proyecto, que son aquellos para los que éste y sus alternativas se formulan.

Ejemplos de estos efectos podrían ser las mejoras de los cauces y riberas como consecuencia de la mayor circulación de caudales en las zonas receptoras, la disminución de los costes de tratamiento, la mejora de las condiciones ambientales como consecuencia de una menor presión sobre el recurso, etc.

En aras a la simplificación del análisis, no consideraremos tales efectos directos en la presente evaluación económica.

Por otra parte, los efectos sobre el empleo que, bajo ciertos supuestos, cabría considerar en el concepto de beneficios del plan se refieren al uso directo de mano de obra durante la ejecución y puesta a punto del proyecto.

No procede considerar, bajo este concepto, los efectos sobre el empleo regional que generaría el funcionamiento ordinario de las transferencias, una vez concluidas las obras, pues este efecto, junto con los de la renta regional, caen bajo el concepto de impactos socioeconómicos a escala local, que es distinta de la nacional a la que deben formularse los análisis económicos globales a los que nos estamos refiriendo en este Plan Hidrológico.

Para que proceda considerar explícitamente en nuestro análisis el beneficio del empleo directo durante la ejecución de la obra, un requerimiento razonable es la existencia de desempleo importante y permanente en las comarcas próximas a las obras. Éste es, en efecto, el caso en algunas áreas afectadas, por lo que cabría introducir el aludido beneficio.

No obstante, en aras a la simplicidad del análisis, se ha considerado oportuno no introducir tal componente en la estructura de beneficios del proyecto.

2.4.3.4. BENEFICIOS INDIRECTOS

Todo cuanto se ha expuesto hasta ahora se refiere a los beneficios directos generados por los abastecimientos o los regadíos.

En cuanto a los beneficios indirectos, o beneficios derivados de los efectos multiplicadores en otros sectores inducidos por el proyecto que se analiza (como, por ejemplo, en el caso de los regadíos, proceso de los productos agrícolas, transporte, industrias asociadas, almacenamiento, comercio, etc.), es práctica común su no consideración como beneficios en el análisis.

Si se están comparando dos soluciones alternativas para un mismo problema, es lógico que no se consideren dado que los beneficios indirectos de ambas alternativas serán los mismos. Si se está estudiando singularmente un proyecto, el argumento para no considerarlos es que, si el proyecto no se lleva a cabo, los fondos previstos se utilizarán para financiar otras actuaciones que tendrían también a su vez un efecto multiplicador, por lo que no procede su cómputo como beneficio asociado al proyecto específico que se analiza.

Ello es evidentemente cierto en un contexto teórico en el que los recursos de la economía están plenamente empleados y son móviles entre actividades, pues un incremento de una actividad causará una contracción temporal en aquellas áreas de las que se detrae el capital y trabajo que va a aplicarse a la actividad, mientras que generará una expansión en las industrias relacionadas con la actividad, bien como proveedoras de sus insumos, o bien como consumidoras de sus productos. Así, mientras que un proyecto hidráulico público puede tener efectos secundarios positivos sobre sus industrias relacionadas, los proyectos privados que se abandonan o reducen como consecuencia de los impuestos con los que se financia el proyecto público tendrán efectos secundarios negativos sobre sus industrias relacionadas.

En consecuencia, en una economía desarrollada, con pleno empleo, no hay razón para esperar que los efectos positivos secundarios generados por un proyecto hidráulico público sean mayores que los efectos negativos derivados de la reducción del gasto privado, y por esta razón no deben contemplarse en el correspondiente análisis económico.

No obstante, esta argumentación falla cuando las condiciones teóricas de pleno empleo y total movilidad laboral intersectorial y de capitales no se cumplen. En tales situaciones, pueden generarse beneficios o costes reales para la economía nacional, que afectan no equilibradamente a industrias o sectores relacionados con el proyecto que se analiza.

En definitiva, y dado que la situación real es ésta, el procedimiento correcto sería identificar con precisión los efectos secundarios reales e introducirlos de forma rigurosa en el análisis económico. No obstante, tal identificación y cuantificación es compleja y tediosa, por lo que con frecuencia tales efectos se han empleado incorrectamente, incrementando de forma ficticia los beneficios y reduciendo los costes.

Estas dificultades y mal empleo práctico de la técnica no conllevan, sin embargo, que deba ignorarse la posible existencia de efectos indirectos y, bajo circunstancias singulares y explícitas, no puedan ser introducidos en los análisis económicos.

En este Plan Hidrológico Nacional se seguirá en principio el criterio estándar general de no considerar los beneficios indirectos, aunque debe hacerse constar que, como se verá en su correspondiente epígrafe, ello resulta extraordinariamente conservador desde el punto de vista de los resultados económicos del plan.

2.4.4. LA COMPARACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS

Una vez obtenidos los costes y beneficios debidos al proyecto, tal y como han sido expuestos en los epígrafes anteriores, es posible proceder a su comparación relativa y a la obtención de indicadores de evaluación económica. Son los clásicos VAN, TIR, ratio C/B, etc.

Para el cálculo de indicadores se requiere, en todo caso, decidir algunos parámetros básicos del análisis económico como la tasa de descuento, el periodo de amortización de las obras, o la ley de amortización empleada, tal y como se describirá seguidamente en el contexto de los aspectos financieros de las transferencias intercuentas.

2.5. LA FINANCIACIÓN DE LOS TRASVASES

2.5.1. LA AMORTIZACIÓN DE LAS OBRAS

Como se ha indicado, el mecanismo por el que el Estado recupera su contribución al coste de las obras es el de la amortización de esta contribución mediante unos pagos anuales a cargo de los beneficiarios, durante un periodo de tiempo determinado, de forma que se alcance la recuperación de costes. Este pago al final de cada año (anualidad total) constará de una parte destinada a la devolución de los gastos públicos (cuota de amortización o devolución), de forma que la reserva activa (pendiente de devolver) pase del capital total en el primer año a cero en el último, y otra parte destinada al abono de intereses producidos por la reserva activa durante ese año (cuota de interés).

Cumplido el principio de equilibrio financiero, la cuantía relativa de ambas cantidades y su modulación temporal es arbitraria y puede elegirse a conveniencia. Es un error creer que una fórmula es mejor que otra porque concentre más los pagos o los pagos de caja sean menores. La realidad es que la mejor fórmula es aquella que *mejor se adapta a las capacidades de pago* del beneficiario, ya que las necesidades financieras del Estado deben limitarse, en principio, a asegurar el equilibrio financiero de la inversión.

Un principio de interés al considerar la amortización de las obras es el de recuperación íntegra de costes, por el que debe retornarse mediante la tarifa todo el dinero con que el Estado ha contribuido a la financiación de la obra.

Este principio teórico parece razonable y deseable, y como tal ha sido recogido por la Directiva Marco del Agua como objetivo de futuro. No obstante, las tendencias internacionales no son a su establecimiento inmediato y total, sino a la gradual aumento de las tarifas devengadas por el uso de infraestructuras hidráulicas, de forma que vayan progresivamente reflejando los costes reales del servicio. En la misma línea de prudencia se pronuncia la Directiva Marco, que no lo exige de forma imperativa e inmediata.

Hay que indicar que este principio es conceptualmente el seguido desde siempre por la legislación española en lo relativo al régimen económico-financiero del dominio público hidráulico, para el que la ley exige una recuperación de la inversión del Estado como parte del canon o tarifa que han de pagar los usuarios. Diferente cuestión es que la interpretación reglamentaria y los criterios de aplicación del principio legal hayan dado resultados dispares, y en ocasiones muy alejados del concepto inspirador. Recientes sentencias del Supremo han ratificado a su vez el principio general de amortización de las obras hidráulicas de forma inequívoca.

En consecuencia, parece razonable reinterpretar el régimen económico-financiero conforme a este criterio, introduciendo las necesarias modificaciones reglamentarias, y estableciendo unos plazos transitorios de adaptación amplios que hagan no traumática su aplicación progresiva, y vayan reflejando gradualmente los costes reales.

En relación con esto, es importante destacar que más que el hecho en sí de ausencia total de subvención (lo que no parece viable ni razonable a corto plazo, ni se aplica actualmente en ningún país de forma estricta), lo deseable es que este nivel de subvención pública sea objetivo, y se rija por unos criterios estándares conocidos e iguales para todos. Unos márgenes que acotasen la decisión según la tipología de la actuación y los parámetros que se estimase oportuno introducir, serían el mecanismo formal para establecer este principio.

En definitiva, no es la existencia de subvenciones, sino la posible arbitrariedad en la toma de decisiones de subvención lo verdaderamente indeseable, y la mayor causa de inequidad en el empleo de los recursos públicos para actuaciones hidráulicas.

2.5.2. LA TASA DE DESCUENTO

El origen de la tasa de descuento está en la consideración económica del tiempo. Un bien del que se dispone hoy no es igual que el mismo bien del que se va a disponer en el futuro, y la anticipación temporal supone un valor añadido que puede interpretarse como el valor económico del tiempo. Existe, pues, una preferencia temporal que hace que si alguien presta un bien económico (p.e. dinero) a otra persona, espera la devolución futura de la misma cantidad, más una cierta cuantía en concepto de interés. Esa cuantía depende de tres factores básicos: la situación de la economía, el riesgo de la operación, y la inflación esperada en el futuro, y su

fijación es, por tanto, convencional, pues depende de la valoración y ponderación relativa que se da a estos factores.

Todo el problema de los flujos monetarios reside en el juego de esta traslación temporal de distintas cantidades y contraprestaciones de dinero, de forma que se consiga el equilibrio financiero y la equidad intergeneracional, cuestión con la que se relaciona íntimamente.

Admitido este principio básico, debe indicarse que tanto la valoración del tiempo (interés), como la forma en que se establece el equilibrio (leyes de amortización), y la duración de la operación (periodo de amortización), admiten distintas formulaciones, y son, en definitiva, el resultado de una convención, válida en tanto en cuanto ambas partes las aceptan. Cuando uno de los agentes económicos es el Estado lo anterior se reafirma con mayor contundencia, y todos los conceptos anteriores pueden reinterpretarse según las circunstancias de cada situación concreta.

Se han definido muy numerosos tipos de tasas de interés o de descuento según sea el objeto al que se refieran (tipos de interés legal del dinero, de la Ley de enjuiciamiento civil, de interés de demora a efectos tributarios, de intervención decenal del Banco de España, de referencia del mercado hipotecario, tipo interbancario –MIBOR–, tipo activo de referencia de las cajas –CECA–, tipos de régimen de activos financieros, tipos de la deuda, tipos preferenciales de bancos y cajas, tipos de créditos al consumo, tipos del mercado secundario de valores, del mercado primario de valores públicos, etc.). Esta gran diversidad muestra, en definitiva, cómo la misma idea de preferencia temporal del dinero da lugar a muchas distintas interpretaciones y valores según sea el concepto a que se aplica, y cómo no deben confundirse las tasas del mercado con las que procede aplicar a las actuaciones públicas. Además, cabría también diferenciar entre una tasa de interés para recuperar las inversiones realizadas por el Estado en las obras hidráulicas, y la tasa de descuento que procede aplicar para la evaluación económica de estas obras.

En nuestro caso, la Ley de Aguas ha establecido como criterio general que se aplique un 4% del valor de las inversiones realizadas por el Estado, debidamente actualizado, y se considere la amortización técnica de las obras y la depreciación de la moneda. El RDPH precisó la forma de aplicar la Ley fijando un incremento anual monetario igual al exceso sobre el 6% del interés legal del dinero vigente durante la anualidad transcurrida. La razón de esta curiosa disposición puede entenderse examinando la evolución de tipos del interés legal del dinero, mostrada en la figura adjunta. Este interés se fijó en el Código Civil, de 24 de julio de 1889, en el 6% y, posteriormente, por Ley de 2 de agosto de 1899, en el 5%. La Ley de 7 de octubre de 1939 lo redujo hasta el 4% manteniéndose en ese nivel hasta lo dispuesto por la Ley 24/1984, de 29 de junio, de Modificación del tipo de interés legal, que establece en su artículo primero que el interés legal se determinará en la Ley de Presupuestos Generales del Estado. Desde aquella disposición, todas las Leyes de Presupuestos Generales han señalado el tipo de interés aplicable cada año, con los valores ofrecidos en el gráfico.

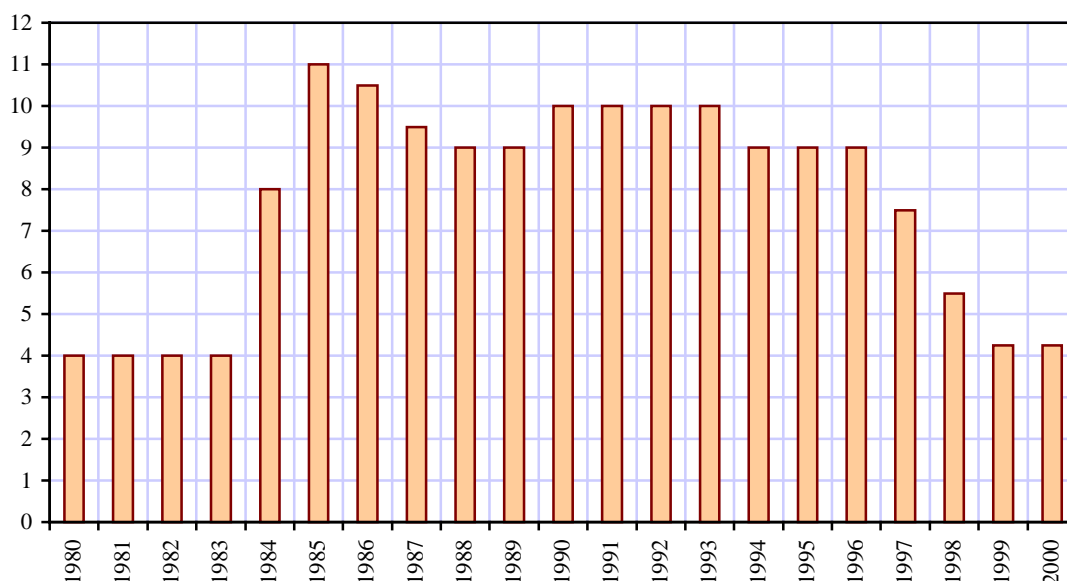


Figura 1. Evolución del interés legal del dinero (%)

Puede verse que reducir 6 puntos sobre el interés legal supone adoptar valores entre el 3 y el 4% en la época en que se redactan los Reglamentos, y entrar en valores nulos desde 1997. Este 3-4% es, pues, lo que realmente previó el Gobierno aplicar como tasa de interés para la amortización de las obras hidráulicas, en una época en que los tipos legales y comerciales estaban en niveles muy superiores.

Aunque, como se ha indicado, caben interpretaciones distintas para este concepto, en este Plan Hidrológico Nacional se propone adoptar como tasa de descuento para la evaluación económica de las transferencias un valor del 4%.

Esta formulación responde ajustadamente a la ortodoxia de la amortización y recuperación de costes, pues opera como una tasa de interés aplicada a las inversiones realizadas por el Estado, no como un porcentaje del valor de estas inversiones, que después se afectaría de una amortización a partir del interés legal del dinero.

El impacto del tipo adoptado sobre el resultado de la evaluación económica debe contemplarse en el contexto del análisis de sensibilidad a que deben someterse los resultados de esta evaluación.

2.5.3. EL PERIODO DE AMORTIZACIÓN

El RDPH establece un periodo de amortización técnica de las obras hidráulicas de 50 años y 25 años, con cuotas lineales decrecientes para la base imponible hasta el valor final residual nulo. Estos periodos son muy comunes y frecuentemente admitidos, pudiendo rebajarse si la vida útil se presume menor, o aumentarse en caso contrario. Un límite máximo recomendado es el de 100 años.

Es importante diferenciar entre la vida útil de la obra y su vida económica. El periodo de amortización suele asimilarse al de su vida económica, y es el resultado de una convención. En consecuencia, no tiene por qué coincidir con la vida útil de la obra, que es un dato físico asociado a su periodo de su funcionamiento con rendimientos adecuados. El que con frecuencia se asimilen ambos periodos obedece a una concepción razonable, aunque no obligada, por la que tras la vida útil de la obra ésta ha de estar amortizada y sin cargas de futuro. Cabría hablar, además, de vida física de la obra, que es el periodo en el que existe sin funcionalidad alguna o con funcionalidad meramente residual, y puede ser de cientos o miles de años.

El concepto de periodo de amortización se introduce previendo que en ese periodo la obra ha dado todo su rendimiento y, estrictamente, desaparece. La razón es que se supone que al cabo de tales años, existirán avances técnicos que harán posible prestar el mismo servicio a un coste inferior, como consecuencia del progreso tecnológico. Ello tiene pleno sentido cuando se piensa en una instalación industrial, un aparato, o una herramienta técnica, para las que el ciclo de obsolescencia es relativamente reducido y, sobre todo, seguro. Pero la extrapolación del concepto a las obras hidráulicas supone, en realidad, admitir que al cabo de 50 años las presas dejan de prestar servicio, como si desaparecieran, y se sustituyen por otros sistemas de suministro enteramente nuevos, lo que, como es obvio, no sucede nunca.

Esto ilustra la afirmación anterior de que debe evitarse confundir la vida útil de la obra con su vida económica, y llama la atención sobre la necesidad de fijar mecanismos de financiación que amorticen las obras y vayan descontando esta amortización de la tarifa a abonar por los usuarios, evitando su prolongación indefinida en el tiempo.

En este Plan Hidrológico Nacional se propone adoptar como periodo de amortización para las transferencias el de 50 años.

Aunque conceptualmente existan diferencias importantes entre considerar periodos de amortización cortos o largos, según las tipologías de las obras, las diferencias económicas a que esto da lugar son en la práctica y generalmente muy pequeñas, e inferiores a las asociadas a la variabilidad de las tasas de interés. Su impacto sobre el resultado de la evaluación económica debe contemplarse, como antes, en el contexto del análisis de sensibilidad a que deben someterse los resultados de esta evaluación.

2.5.4. LAS LEYES DE AMORTIZACIÓN

De igual forma que con la tasa de descuento o el periodo de amortización, la ley de amortización que se aplique es también el resultado de una convención.

Existen numerosas formas clásicas de amortización, siendo todas admisibles en tanto en cuanto mantienen el principio básico del equilibrio financiero.

Como se dijo, el RDPH optó por una fórmula peculiar mediante la que se supone una devolución lineal del principal, durante todo el periodo fijado (50 años para las obras de regulación y 25 años para las otras obras hidráulicas específicas). Si bien se

contempla una actualización de la base imponible, se estableció un descuento (no previsto en la Ley) de 6 puntos porcentuales sobre el interés legal del dinero, lo que tiene importantes consecuencias sobre la cantidad final realmente recuperada.

En este Plan Hidrológico Nacional se propone aplicar, de forma sencilla y razonable, una ley de amortización que de lugar a una anualidad total (suma de la cuota de devolución y la cuota de interés) constante durante todo el periodo de amortización.

2.6. LA ASIGNACIÓN DE COSTES

A medida que se desarrollan los sistemas de recursos hidráulicos, las obras que los constituyen, y específicamente los trasvases, van teniendo propósitos múltiples, además de estar formadas por elementos múltiples. Asimismo, incluso para un mismo propósito, puede haber distintos agentes actuantes interesados, claramente diferenciables, y cada vez resulta más infrecuente que se desarrollen grandes obras específicas para un propósito único.

Este carácter multiagente y multipropósito da lugar a la necesidad de establecer mecanismos que distribuyan los costes de estos proyectos entre sus distintos beneficiarios, procedimiento conocido como la *asignación de costes*. La necesidad de mecanismos de asignación de costes surge, pues, de la necesidad de disponer de técnicas para compartir costes y precios entre distintas unidades de coste, entendiendo por tales a los propósitos y/o agentes o grupos de usuarios que comparten un uso o interés institucional. Ejemplos serían el de unos regantes de la misma área socioeconómica o territorial, o una entidad de abastecimiento urbano, o una compañía hidroeléctrica beneficiaria, o una Comunidad Autónoma dispuesta a contribuir financieramente por un interés estratégico o político.

Una vez identificadas las unidades, la asignación de costes es el proceso por el que se reparten todos los costes financieros entre las distintas unidades de coste identificadas, servidas por el plan. Es, por tanto, y como puede observarse, una fase aplicable al análisis financiero de este plan, y no a su evaluación económica.

Desde el punto de vista financiero, las unidades o propósitos a considerar son aquellas explícitamente definidas como tales, comparables, y para los que se formula el plan, y no deben incluir –con la terminología expuesta en secciones anteriores– otros beneficios directos ni efectos sobre el empleo. Como se indicó, tales beneficios y efectos pueden considerarse en la evaluación económica del plan (como beneficios en la cuenta de efectos sobre la economía), pero no en su análisis financiero.

En nuestro caso concreto, hay que indicar que la Ley de Aguas española nada dice al respecto, salvo una genérica referencia a criterios de racionalización, equidad y autofinanciación. El RDPH alude también a la equidad en razón a la participación en los beneficios o mejoras producidas por las obras, y a criterios de equivalencia de las unidades de medida para aplicación del canon o tarifa según usos. Pese a haberse dictado algunas recomendaciones para su homogeneización, el criterio

reglamentario se ha interpretado en la práctica de formas muy distintas, con diferentes criterios según el Organismo de cuenca que lo ha aplicado, lo que puede dar lugar a inequidades territoriales y según los distintos usos. Como se expuso al hablar de las subvenciones a las obras hidráulicas, lo rechazable no es tanto la existencia de criterios simples más o menos fundamentados (como imputar al abastecimiento el doble que a los riegos, o asumir el 50% del Estado por prevención de avenidas), sino la falta de homogeneidad y equidad en su aplicación.

Desde un punto de vista teórico y conceptual, la asignación de costes es un problema complejo, para el que se han desarrollado desde antiguo distintas aproximaciones.

La más simple es la de la proporcionalidad al uso de agua, pero es claro que no resulta justa (asigna costes en exceso a posibles beneficiarios masivos, como el regadío), y es difícil de aplicar en la práctica en situaciones como los usos recreativos o el control de avenidas.

Un procedimiento clásico comúnmente aceptado para asignar los costes del proyecto entre sus propósitos o usos es el denominado de costes separables-beneficios remanentes (CSBR), planteado inicialmente por la TVA en los años 30, recomendado desde los años 50 en USA, y propuesto en aquel país como estándar para los proyectos hidráulicos federales.

Básicamente, este criterio supone que cada cual ha de pagar su coste separable, y el coste no separable ha de repartirse proporcionalmente a los beneficios esperados por cada agente. Si los resultados de algún propósito pueden obtenerse por algún otro método más barato, entonces este coste alternativo debe emplearse en lugar del beneficio neto para repartir el coste no separable. Con ello se consigue evitar que un propósito abandone el proyecto (ya que ahora no va a costarle más), y los otros se beneficien al contar con un socio más para compartir los costes.

Recientemente se ha comprobado que este criterio es coincidente con los resultados obtenidos por otras sofisticadas técnicas de asignación basadas en la teoría de juegos.

Limitándonos a señalar el concepto, no se procederá por el momento a proponer tal método de asignación de costes, ni a desarrollar formalmente esta técnicas para el caso de las transferencias intercuenas. Ello puede hacerse sin dificultad en fases posteriores del análisis financiero, obteniéndose ahora simplemente los costes medios unitarios globales, suficientes para la evaluación económica y para captar los órdenes de magnitud de los precios del agua trasvasada.

3. LOS COSTES DE LAS TRANSFERENCIAS

Tras la exposición conceptual desarrollada en el capítulo anterior, procederemos ahora a concretar tales conceptos en el caso específico de las transferencias intercuenas contempladas en este Plan Hidrológico Nacional.

Este capítulo se centrará en el estudio de los costes de las transferencias, y posteriores capítulos se dedicarán a los beneficios, y al contraste entre ambos.

3.1. INTRODUCCIÓN

Conforme a lo expuesto, seguidamente se desarrolla en detalle la estimación económica de los costes vinculados al esquema global de flujos de trasvases planteado en este Plan Nacional. Tal y como se mostró al exponer el análisis económico, estos costes de las transferencias son los correspondientes a la suma de los costes de implantación más los costes asociados más los otros costes directos que proceda tomar en consideración.

Conforme a lo indicado en la exposición conceptual general, el análisis de costes requiere determinar, en nuestro caso concreto, los siguientes elementos:

- Costes de primera inversión. Se realizan solo una vez en la vida útil del proyecto, al comienzo del mismo, y comprenden todas las partidas necesarias para que el proyecto pueda funcionar. Son los costes de capital o de construcción, tal y como se han descrito en el epígrafe introductorio de conceptos sobre la evaluación económica.
- Costes de circulación o de operación. Son los costes anuales necesarios para el funcionamiento del proyecto, están vinculados al transporte del agua (se miden de forma unitaria en pts/m³) y se realizan por tanto cada vez que se utilice la conducción. Su componente básica es el coste energético, y los derivados del alquiler de determinadas instalaciones existentes en la actualidad, de propiedad pública o privada. Dentro de este capítulo cabría englobar también los costes del tratamiento en origen que haya que aplicar al agua para la mejora de su calidad.
- Costes de mantenimiento y reposición. Al igual que los anteriores, son unos costes anuales en los que hay que incurrir para que el proyecto pueda funcionar correctamente, si bien éstos no están vinculados a la producción, sino que se computan anualmente con independencia de ésta.
- Costes de administración. Son análogos a los anteriores, e incluyen los gastos correspondientes del Organismo encargado de la gestión del proyecto.
- Afecciones hidroeléctricas. Valoran la disminución de producción hidroeléctrica que se producirá en los saltos existentes debida a la detracción de un determinado caudal en las tomas de las transferencias.

- Incremento de producción en saltos existentes. Al contrario que lo anterior, representan el incremento de producción que se producirá en los saltos existentes gracias al aumento de un determinado caudal aportado en los destinos.
- Otras afecciones. Valoran cualquier otra afección que el proyecto cause a terceros.
- Costes de compensación. Valoran económicamente la afección que se causa por la detracción de un volumen determinado de agua, y pueden interpretarse como un coste ambiental en las zonas de origen.
- Costes asociados, son los que se vinculan a la distribución y uso del agua en las zonas de destino, una vez transportados por la red de transferencias.

Dividiendo el esquema global de flujos en tramos de conducción, puntos de detracción de caudales en los ríos y puntos de suministro en destino, los anteriores costes se producirán en las siguientes situaciones:

- En las conducciones se incurre básicamente en costes tanto de primera inversión, como de circulación y de mantenimiento y reposición, pudiendo en aquéllas conducciones que engloben tramos de ríos con saltos hidroeléctricos existentes producirse también beneficios compensatorios por incremento de producción en dichos saltos.
- En los puntos de detracciones de caudales del esquema se producirán únicamente costes por afecciones hidroeléctricas o, en general, por otras afecciones, y los debidos a los costes de compensación.
- En los suministros en destino se generarán tanto los costes asociados debidos a la infraestructura de distribución como los beneficios debidos al incremento de producción en los posibles saltos existentes.

En los diferentes apartados del presente Documento se estudian con detalle estas componentes del coste, requeridas para conocer la solución económica óptima, el precio de la infraestructura requerida, los costes unitarios del agua, y la evaluación económica global de las transferencias.

Para ello se caracterizarán todos y cada uno de los tramos que componen las diferentes transferencias preseleccionadas en los documentos anteriores desde el punto de vista de sus costes, tal y como se ha expuesto anteriormente. Esta caracterización económica no sólo refleja los costes antes enunciados, sino que también incluye, de forma agregada, otros costes como los correspondientes a minimizar las afecciones ambientales, que ya han sido tenidos en cuenta explícitamente al preseleccionar el trazado de las transferencias y al analizar la viabilidad ambiental de las preseleccionadas.

Finalmente, y como se indicó, la red constituida por todos estos tramos, fuentes y demandas puede ser sometida a un proceso de optimización que permita llegar a obtener la solución de circulación general que, utilizando los puntos de suministro ya identificados, permite entregar el volumen correspondiente en cada zona de

demanda con el mínimo coste global. Se pretende, en definitiva, disponer de la información necesaria para acometer un análisis de minimización de costes y obtención de trazados y dimensionamientos óptimos para la red de transferencias.

3.2. ESTRUCTURA DE COSTES. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

En este capítulo se analiza la estructura de costes adoptada en este Plan Hidrológico Nacional, y se describen con detalle los fundamentos metodológicos y procedimientos empleados para su cálculo. Con ello, se concretan los principios conceptuales expuestos en el análisis económico de las transferencias.

3.2.1. VALORACIÓN DE INVERSIONES O COSTES DE CONSTRUCCIÓN

3.2.1.1. PROCEDIMIENTO GENERAL

La estimación de las inversiones de las diferentes conducciones planteadas en el presente estudio se ha realizado valorando las diferentes obras hidráulicas singulares de que consta cada una de ellas, a partir de sus principales parámetros de diseño, conforme a la metodología desarrollada y expuesta en el estudio *Valoración general de obras hidráulicas para estudios de planificación y viabilidad* realizado por el CEDEX para la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente, en el año 1.998, metodología que se resumirá seguidamente. En concreto, las tipologías de obras hidráulicas utilizadas en el presente trabajo han sido las siguientes:

- Presas de materiales sueltos
- Azudes de derivación
- Obras de transporte y distribución
 - Canales
 - Acueductos
 - Túneles en lámina libre.
 - Sifones
 - Tuberías a presión
- Balsas de regulación
- Estaciones de bombeo
- Aprovechamientos hidroeléctricos

La metodología del mencionado estudio consistía, básicamente, en la elaboración de un Modelo de Cálculo para cada tipo de obra hidráulica en estudio, que determina la valoración económica en función de sus principales parámetros de diseño y de los precios de las unidades de obra más significativos en cada caso. Dichos Modelos han sido implementados en hojas de cálculo, lo cual permite la actualización de los costes y el recálculo sin más que modificar las variables anteriores.

Los diferentes Modelos de Cálculo realizan las respectivas valoraciones dividiéndolas de la siguiente manera: de un lado, la de aquellas partes de la obra susceptibles de ser tipificadas mediante un “Diseño Tipo” (por ejemplo el cuerpo de una presa, la sección tipo de un canal o de un túnel, el movimiento de tierras de una balsa, etc), el cual define la obra mediante sus principales parámetros de diseño (altura, pendientes, capacidad, etc.); y, por otro lado, la de aquellas que resultan de difícil tipificación (el aliviadero o el desvío del río en una presa, los tratamientos geotécnicos, las obras de entrada y salida de un sifón o el drenaje transversal de un canal).

La valoración de las primeras se realiza sobre el “Diseño Tipo” adoptado, procediendo a medir las unidades de obra más significativas en cada caso y a su posterior valoración conforme los precios adoptados para las mismas. Las partes de difícil tipificación, por su parte, se han valorado como un porcentaje del total de la valoración de la obra, calibrado tras el análisis de diversas realizaciones llevadas a cabo recientemente. En particular, las medidas correctoras del impacto ambiental se han valorado en un 2% del total del presupuesto de ejecución material de la obra, cifra esta coincidente –como se ha indicado anteriormente- con la prevista en diversos proyectos consultados al respecto, e incluyendo en ese porcentaje las medidas correctoras ordinarias derivadas de la ejecución de la obra, tales como plantaciones, reforestaciones, etc;. Las correcciones medioambientales singulares de mayor envergadura deben, en su caso, ser objeto de valoración específica.

En el estudio mencionado se desarrollaban dos modelos de cálculo para cada una de las obras hidráulicas estudiadas: el llamado “Modelo General” y el “Modelo Simplificado”. El primero de ellos realizaba la valoración a partir de numerosos parámetros de diseño que caracterizaban la obra hidráulica en cuestión (por ejemplo, en las presas, la altura y longitud de coronación, los taludes aguas arriba y aguas abajo, la geometría de la cerrada, la anchura del núcleo y de los filtros, etc) y de los precios de las unidades de obra más significativas. El segundo, por su parte, simplificaba el procedimiento prefijando la mayoría de las variables anteriores, excepto uno ó dos de los parámetros más característicos (altura y longitud de coronación en las presas, caudal de diseño en las obras lineales, etc.), gracias a lo cual las valoraciones resultantes podían ser representadas gráficamente en función de pocas variables básicas.

Ambos Modelos fueron calibrados a partir de los costes de recientes obras ejecutadas o proyectadas por los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente, obteniéndose desviaciones reducidas, perfectamente admisibles en valoraciones orientativas como las perseguidas por dichos Modelos.

En el presente trabajo, habida cuenta de la información disponible en la mayoría de las conducciones estudiadas, se ha optado por utilizar el “Modelo Simplificado”, habiéndose obtenido, además, una expresión analítica de los resultados del estudio de 1.998, que es la que se ha empleado en las diferentes valoraciones realizadas, y que, convenientemente representada en cada caso, se adjunta en los diferentes apartados del presente epígrafe para cada una de las obras hidráulicas utilizadas.

Las valoraciones obtenidas con los Modelos utilizados corresponden a costes de ejecución material, que han sido debidamente incrementados en un 23% (gastos generales y beneficio industrial) y en un 16% (IVA), para así obtener el presupuesto de ejecución por contrata.

Sobre este presupuesto se ha determinado el presupuesto para conocimiento de la Administración, aumentándolo en un 5% (en concepto de gastos de proyecto y fiscalización) y en un 1% (expropiaciones).

Debe advertirse que los costes de ejecución material obtenidos con los Modelos empleados consideran e incluyen partidas tales como la reposición de los servicios afectados, medidas correctoras de impacto ambiental, o el necesario estudio de seguridad y salud en el trabajo, las cuáles han sido valoradas mediante un porcentaje del presupuesto total, el cuál se especifica en los diferentes apartados del presente epígrafe. Asimismo, se considera que estos costes incluyen otras partidas de obra dispersas y reducidas como los elementos de automatización y telecontrol del canal, sensorización, etc.

En definitiva, se estima que el coste final obtenido incorpora todas las componentes básicas del coste de construcción descritas en los epígrafes de definición conceptual.

3.2.1.2. PRESAS DE MATERIALES SUELTOS

Para la valoración de presas se ha supuesto que son de materiales sueltos, de escollera con núcleo impermeable de arcilla. Los parámetros de diseño necesarios para su valoración económica son la altura de la presa y la longitud de coronación.

En el modelo empleado para su valoración, la parte de la presa susceptible de ser tipificada mediante un Diseño Tipo es el propio cuerpo de la presa, el cual queda definido por los parámetros de diseño que se indican a continuación, además de la altura de la presa y su longitud de coronación (que son variables), conforme puede verse en la figura adjunta:

PARAMETROS DE DEFINICION DE LA PRESA:

H — ALTURA PRESA
L — LONGITUD DE CORONACION

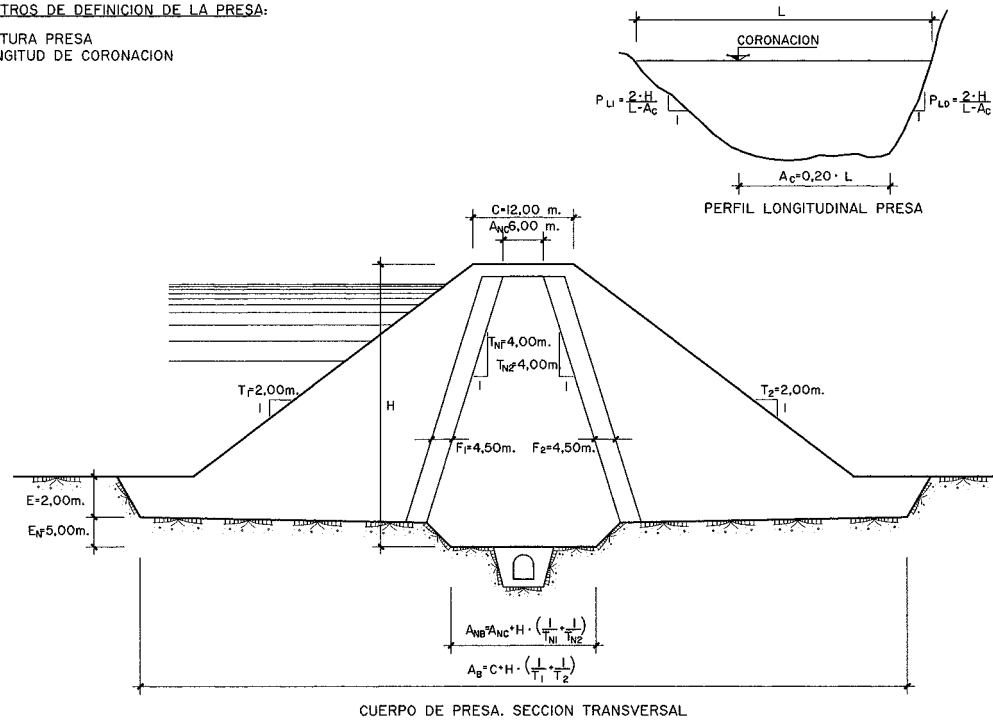


Figura 2. Presas de materiales sueltos. Diseño tipo

- Talud de la presa aguas arriba: 1:2,00 (V:H)
- Talud de la presa aguas abajo: 1:2,00 (V:H)
- Anchura de coronación: 12,00 m.
- Anchura de filtros: 9,00 m.
- Anchura de coronación del núcleo: 6,00 m.
- Talud del núcleo aguas arriba: 1:4,00 (H:V)
- Talud del núcleo aguas abajo: 1:4,00 (H:V)
- Excavación de cimientos de presa: 2,00 m.
- Empotramiento del núcleo: 5,00 m.
- Anchura del cauce: 20% de la long. de coronación
- Laderas de la cerrada: Simétricas

La valoración del cuerpo de la presa se realiza midiendo las unidades de obra siguientes, aplicándolas los correspondientes precios unitarios:

- Excavación en cimientos: 260 Pts./m³
- Escollera en cuerpo de presa: 850 Pts./m³
- Material arcilloso en núcleo: 720 Pts./m³
- Material filtrante: 1.280 Pts./m³

Los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material de la presa que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", son los siguientes:

• Otras unidades en el cuerpo de la presa	5% ¹
• Galería Perimetral	5%
• Aliviadero	16%
• Desagüe de fondo y tomas de agua	10%
• Desvío del río	1%
• Reposición servicios afectados	10%
• Instalación eléctrica	2%
• Auscultación	2%
• Inyecciones	1%
• Medidas correctoras impacto ambiental	2%
• Seguridad y salud	2%
• Otras partidas	1%

Con todo ello, la valoración de las presas de materiales sueltos quedaría representada en la figura que se adjunta, en función de la altura y la longitud de coronación de las mismas.

¹ Este porcentaje se refiere al presupuesto de ejecución material del cuerpo de la presa, mientras que los demás, como se ha indicado, son relativos al de la totalidad de la presa

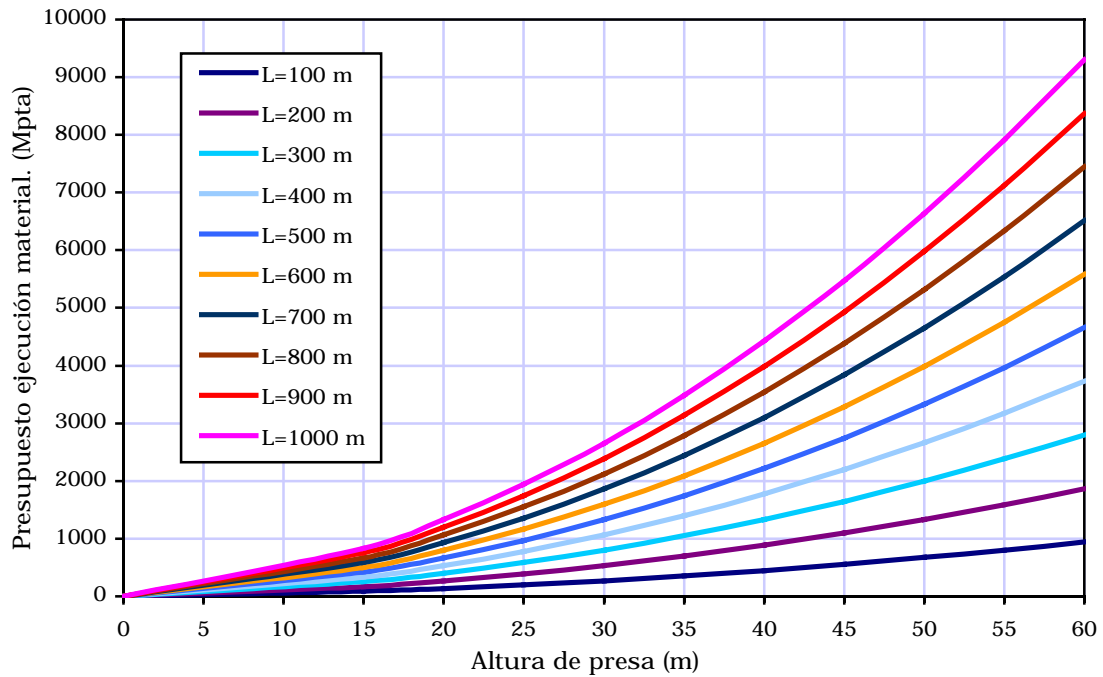


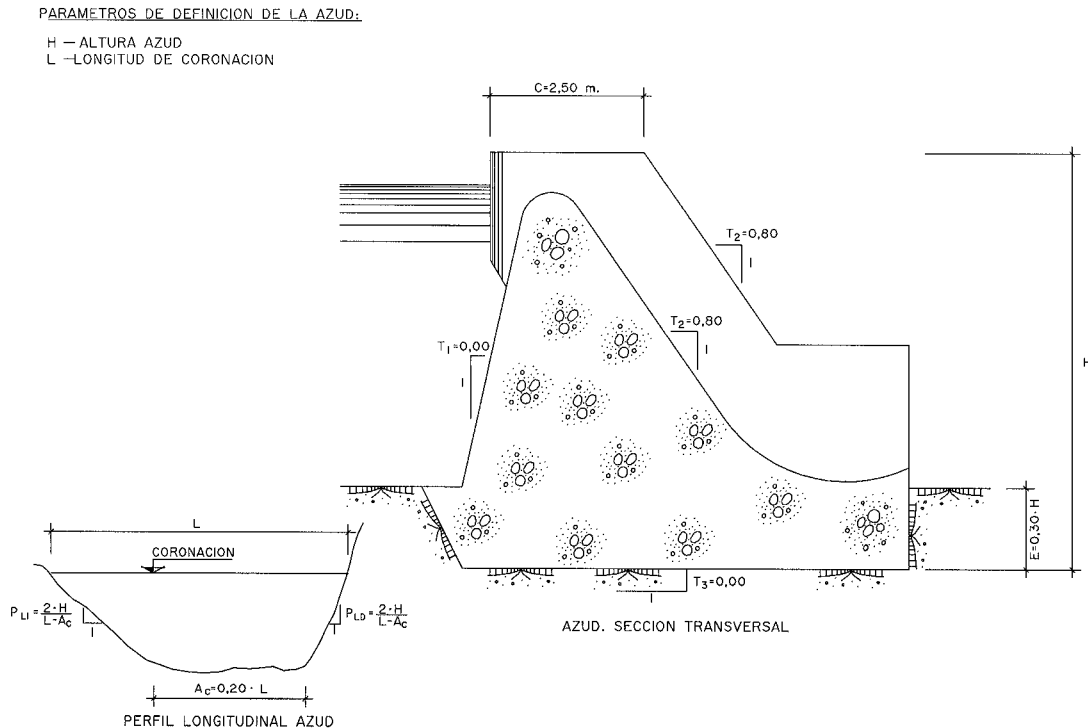
Figura 3. Presas de materiales sueltos. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.3. AZUDES DE DERIVACIÓN

De manera análoga a las presas, los parámetros de diseño necesarios para la valoración económica de los azudes de derivación son la altura del azud y su longitud de coronación

En el modelo empleado para su valoración, la parte de la presa susceptible de ser tipificada mediante un Diseño Tipo es el propio cuerpo del azud, el cual queda definido por los parámetros de diseño que se indican a continuación, además de los ya indicados altura de azud y longitud de coronación, conforme puede verse en la figura adjunta:

- Talud del azud aguas arriba: 1:0,00 (V:H)
- Talud del azud aguas abajo: 1:0,80 (V:H)
- Anchura de coronación: 2,50 m.
- Excavación de cimientos: 3,00 m.
- Anchura del cauce: 20% de la long. de coronación
- Laderas de la cerrada: Simétricas



La valoración del cuerpo del azud se realiza midiendo las unidades de obra siguientes, aplicándolas los correspondientes precios unitarios:

- Excavación en cimientos: 1.600 Pts./ m³
- Hormigón en cuerpo de azud: 9.000 Pts./ m³
- Encofrado plano: 3.500 Pts./ m²

Los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material del azud que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", son los siguientes:

- Otras unidades en el cuerpo de la presa 12%²
- Compuertas y válvulas 30%
- Desvío del río 1%
- Reposición servicios afectados 10%
- Instalación eléctrica 1%
- Auscultación 1%
- Inyecciones 1%
- Medidas correctoras impacto ambiental 2%

² Al igual que en las presas, este porcentaje se refiere al presupuesto de ejecución material del cuerpo del azud, mientras que los demás, como se ha indicado, son relativos al de la totalidad del azud.

- Seguridad y salud 2%
- Otras partidas 1%

Con todo ello, la valoración de los azudes de derivación quedaría representada en la figura que se adjunta, en función de la altura y la longitud de coronación de los mismos.

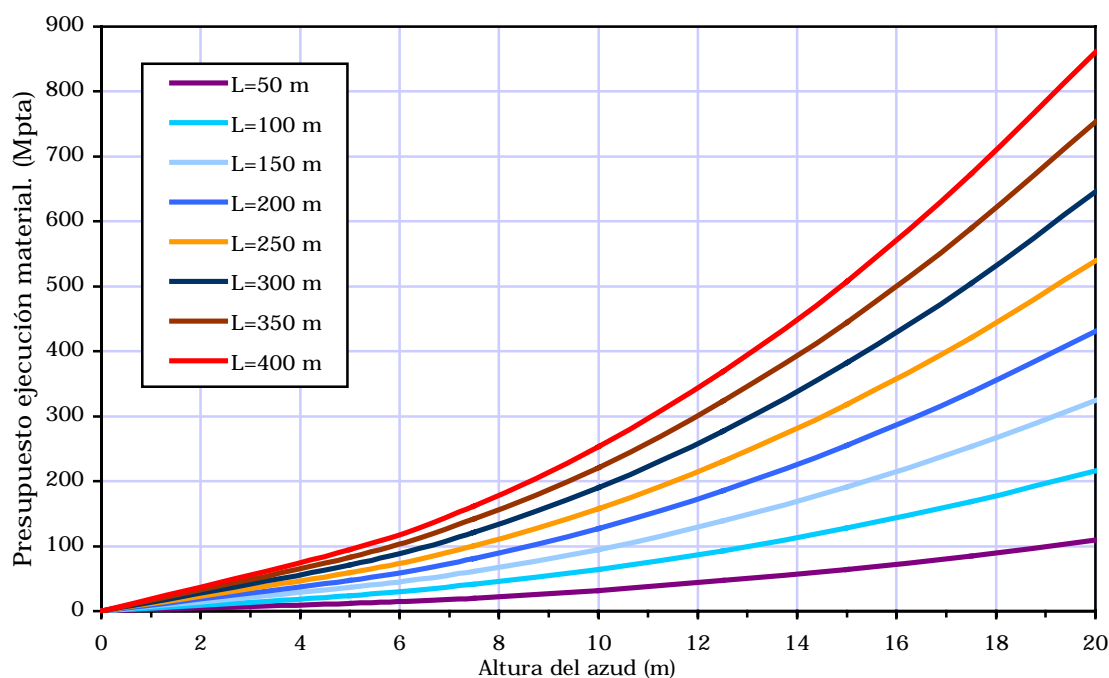


Figura 5. Azudes de derivación. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.4. OBRAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

3.2.1.4.1. Canales

La valoración de estas obras se realiza por metro lineal de canal, adoptándose como único parámetro de diseño a efectos de su valoración económica el caudal de diseño del mismo, y distinguiéndose si el canal discurre por suelos o por rocas. La parte "tipificable" del canal es la correspondiente a la sección tipo del mismo, para la cual se adopta el "Diseño Tipo" que se muestra en las dos figuras que se adjuntan. La aplicación de una u otra se realiza en función de que la pendiente del terreno supere o no el 50% (1:2), lo que en cada caso se relaciona con el tipo de terreno, según se indica a continuación.

En el primer caso -pendiente < 50%- se ha supuesto que el canal discurre mayoritariamente por suelos, adoptándose proporciones del 75% para las tierras y del 25% para la roca. La sección tipo diseñada se plantea para su ejecución de forma mecanizada, tanto la excavación como el revestimiento de hormigón en masa cuyo espesor es de 15 cm.

En el segundo caso -pendiente $> 50\%$ - se ha supuesto que el canal discurre mayoritariamente por terrenos rocosos, adoptándose proporciones del 75% para la roca y del 25% para las tierras. La sección tipo diseñada se plantea para su ejecución con escasa mecanización, y el revestimiento sería en este caso de hormigón armado, requiriendo para su ejecución un encofrado. Además, en este caso de fuerte pendiente y terreno rocoso se ha dispuesto, según se aprecia en la figura correspondiente, un muro de contención para el camino de servicio.

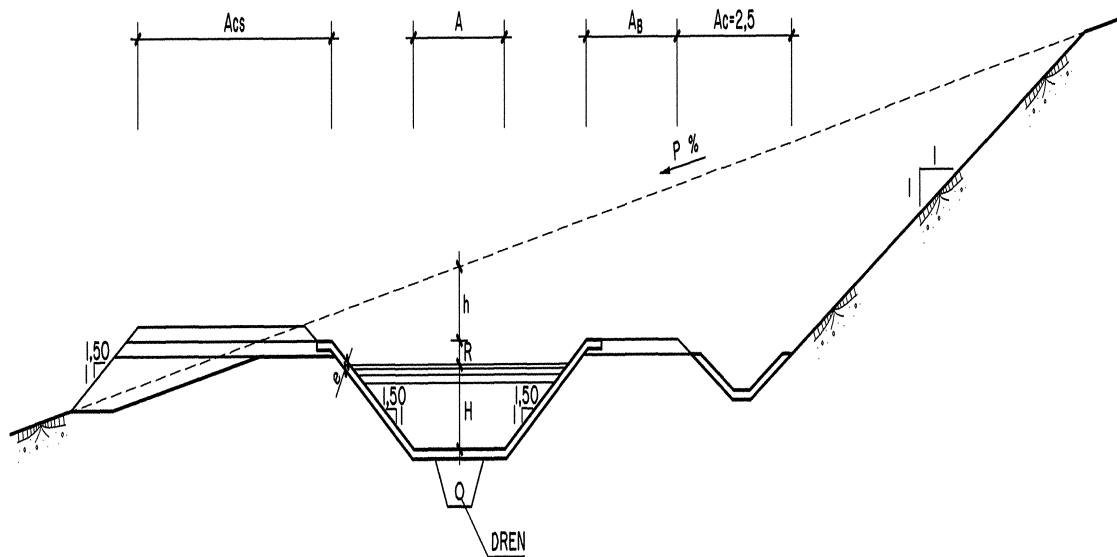


Figura 6. Canales en tierras. Sección tipo

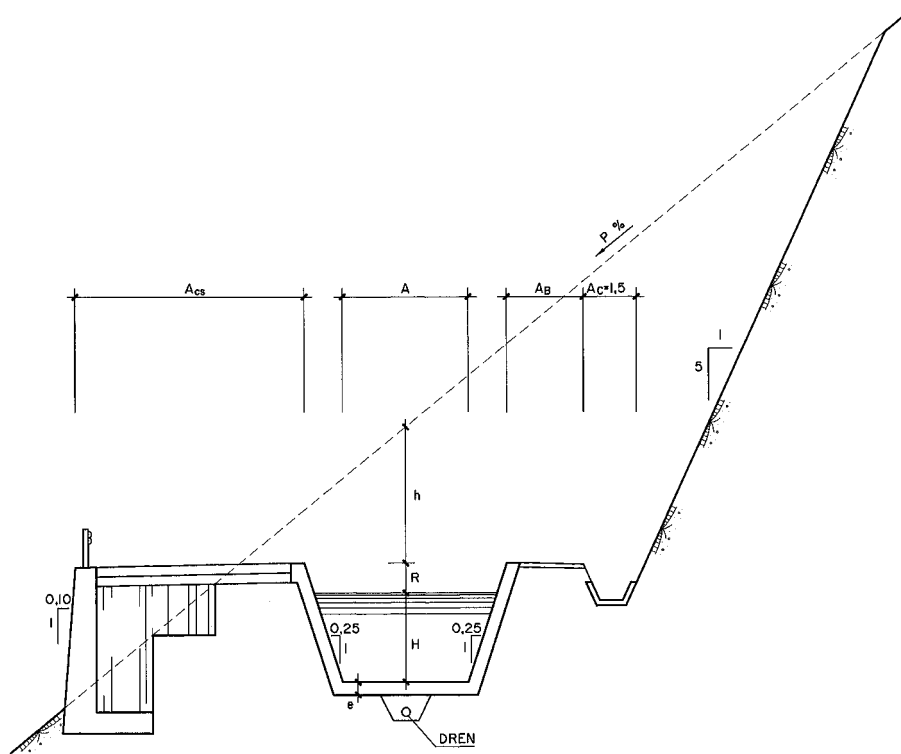


Figura 7. Canales en roca. Sección tipo

En cualquier caso, los parámetros de diseño que caracterizan las secciones tipo anteriores, además del caudal de diseño, son los que se indican en las tablas adjuntas:

	$0 < q < 10 \text{ m}^3/\text{s}$	$10 \text{ m}^3/\text{s} < q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$	$20 \text{ m}^3/\text{s} < q < 30 \text{ m}^3/\text{s}$
Pendiente del canal	0,0001	0,0001	0,0001
Anchura base canal (m)	2,5	2,5 a 3,5	3,5
Talud cajeros (H/V)	1,5	1,5	1,5
Espesor revestimiento (m)	0,15	0,15	0,15
Ancho camino servicio (m)	4,0 a 6,0	6,0	6,0
Ancho banqueta (m)	2,0	2,0 a 3,0	3,0
Ancho cuneta (m)	2,5	2,5	2,5
Resguardo (m)	0,2 a 0,3	0,3 a 0,5	0,5 a 0,65
Prof.enterramiento (m)	0,5 a 1,0	1,0 a 2,0	2,0 a 3,0
Pendiente ladera (%)	30	30	30
Talud desmonte (V/H)	1,00	1,00	1,00
Talud terraplén (H/V)	1,50	1,50	1,50

Tabla 2. Canales en tierras. Parámetros de diseño

	$0 < q < 10 \text{ m}^3/\text{s}$	$10 \text{ m}^3/\text{s} < q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$	$20 \text{ m}^3/\text{s} < q < 30 \text{ m}^3/\text{s}$
Pendiente del canal	0,0001	0,0001	0,0001
Anchura base canal (m)	2,0 a 2,6	2,6 a 3,8	3,8 a 5,0
Talud cajeros (H/V)	0,25	0,25	0,25
Espesor revestimiento (m)	0,25	0,25 a 0,45	0,45 a 0,65
Ancho camino servicio (m)	3,0	3,0 a 6,0	6,0
Ancho banquetta (m)	1,0	1,0 a 2,0	2,0
Ancho cuneta (m)	1,5	1,5	1,5
Resguardo (m)	0,2 a 0,3	0,3 a 0,5	0,5 a 0,65
Prof.enterramiento (m)	1,0 a 1,6	1,6 a 2,8	2,8 a 4,0
Pendiente ladera (%)	50	50	50
Talud desmonte (V/H)	6,00	6,00	6,00

Tabla 3. Canales en roca. Parámetros de diseño

La altura necesaria del canal la determina el modelo, una vez asignados todos los anteriores parámetros de definición, calculando el calado necesario por aplicación de la fórmula de Manning, con una rugosidad $n=0,0135$.

La valoración de la sección tipo del canal se realiza midiendo las unidades de obra siguientes, aplicándolas los correspondientes precios unitarios:

- Excavación en roca: 1.600 pts/m³
- Excavación en tierras: 260 pts/m³
- Terraplén: 250 pts/m³
- Hormigón en revestimiento H-200: 12.000 pts/m³
- Encofrado: 2.500 pts/m³
- Acero para armar: 115 pts/kg
- Camino de servicio: 1.300 pts/m²
- Dren longitudinal: 3.500 pts/m
- Cuneta revestida de hormigón: 5.000 pts/m

Los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material del canal que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", son los siguientes:

- Otras unidades del capítulo "movimiento de tierras": 4%³
- Otras unidades del capítulo "sección tipo": 6%³
- Otras unidades del capítulo "camino de servicio": 4%³

³ Estos porcentajes se refieren al presupuesto de ejecución material del correspondiente capítulo, mientras que los demás se refieren al Presupuesto de Ejecución Material del canal.

- Otras unidades del capítulo "drenaje longitudinal": 4%³
- Drenaje transversal: 5%
- Estructuras del canal: 6%
- Accesos y servicios afectados: 5%
- Medidas correctoras del impacto ambiental: 2%
- Seguridad y salud en el trabajo: 2%
- Otras partidas: 2%

Con todo ello, la valoración de los canales quedaría representada en la figura que se adjunta, en función del caudal de diseño y del tipo de terreno que atraviesen.

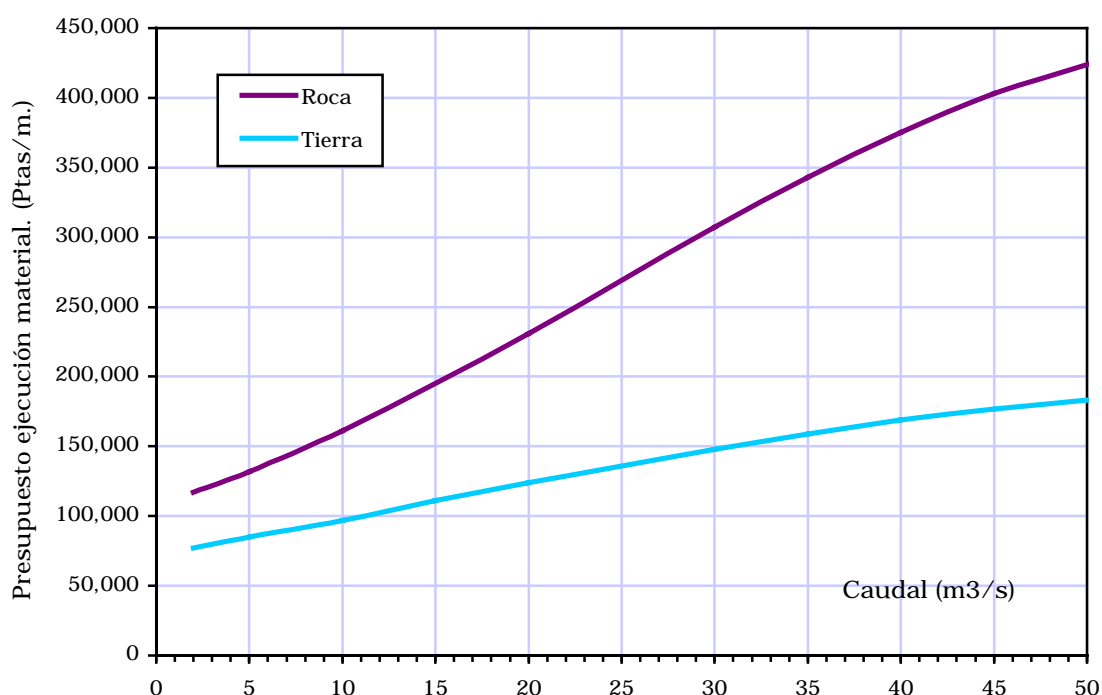


Figura 8. Canales. Presupuesto de ejecución material

En el caso de recrecimientos de canales existentes, la valoración de los mismos se ha supuesto estimativamente como la mitad del importe correspondiente a ejecutar el canal de nueva construcción. Este criterio es consecuencia de diversas experiencias del CEDEX en valoraciones de ampliaciones de canales.

3.2.1.4.2. Túneles

La valoración de estas obras se realiza por metro lineal de túnel, adoptándose como único parámetro de diseño a efectos de su valoración económica el caudal de diseño. En el modelo empleado para su valoración, la parte del túnel susceptible de ser tipificada mediante un Diseño Tipo es la propia sección tipo del túnel, la cual queda definida por los parámetros de diseño que se indican a continuación, además del ya indicado caudal de diseño, conforme puede verse en la figura adjunta.

- Espesor revestimiento de hormigón: 0,50 m.
- Pendiente longitudinal: 0,001

El diámetro del túnel lo determina el modelo, una vez asignados los anteriores parámetros de definición, por aplicación de la fórmula de Manning, con una rugosidad $n=0,0135$, suponiendo que funcione en régimen de lámina libre, con un porcentaje de llenado del 75%.

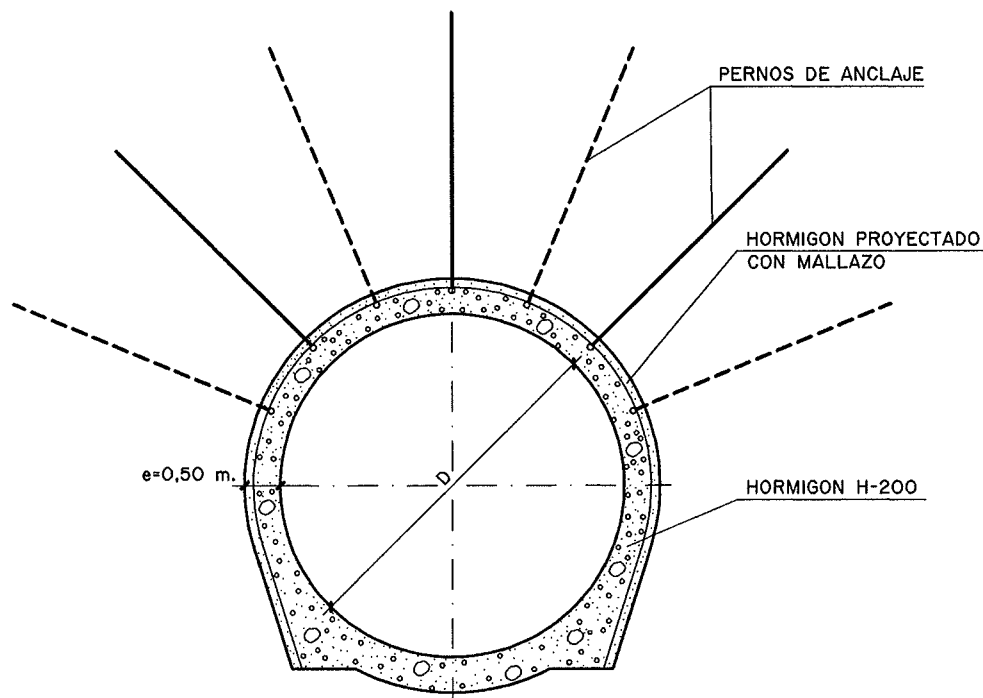


Figura 9. Túneles. Sección tipo

La valoración de la sección tipo del túnel se realiza midiendo las unidades de obra siguientes, aplicándolas los correspondientes precios unitarios:

- m^3 Excavación en roca con explosivos: 15.000 pts/ m^3
- m^3 Hormigón en revestimiento H-200: 16.000 pts/ m^3
- m^2 Encofrado: 2.500 pts/ m^2
- Kg Acero para armar: 115 pts/kg

Los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material del túnel que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", son los siguientes:

- Reconocimiento geológico y tratam. del terreno: 13%
- Seguridad y salud: 3%

- Medidas correctoras del impacto ambiental: 2%
- Otras partidas: 2%

Con todo ello, la valoración de los túneles quedaría representada en la figura que se adjunta, en función del caudal de diseño.

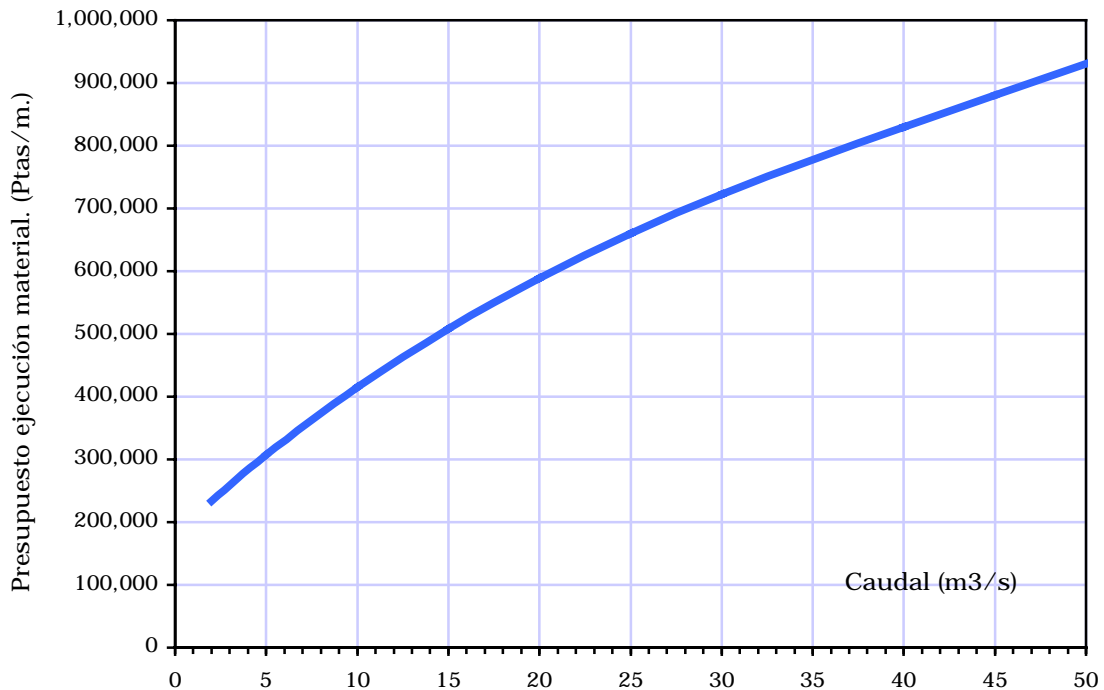


Figura 10. Túneles. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.4.3. Sifones

La valoración de estas obras se realiza por metro lineal de sifón, adoptándose como único parámetro de diseño a efectos de su valoración económica el caudal de diseño⁴. En el modelo empleado para su valoración, la parte del sifón susceptible de ser tipificada mediante un Diseño Tipo es la propia sección tipo del sifón, la cual queda definida por los parámetros de diseño que se indican a continuación, además del ya indicado caudal de diseño, conforme puede verse en la figura adjunta.

- Talud de la excavación (H/V): 0,33
- Material de la cama de apoyo: Hormigón en masa
- Espesor de la cama de apoyo: 0,30

⁴ En el estudio “Valoración general de obras hidráulicas para estudios de planificación y viabilidad” realizado por el CEDEX y que sirve de base para las valoraciones realizadas en el presente trabajo, el Modelo Simplificado para los sifones tomaba como parámetros de diseño tanto el caudal de diseño como el número de tubos de que constaba el mismo. Con vistas a una mayor sencillez del modelo, en el presente trabajo se ha determinado no tomar el número de tubos como un parámetro variable, sino calcularlo como más adelante se especifica

- Altura de la cama de apoyo: 25% del diámetro del sifón
- Recubrimiento superior: 1,50 m.
- Recubrimiento lateral (R_l): 1,00 m. si D > 2.000 mm.
D/2000 si D < 2.000 mm.
- Separación entre tuberías: 2 x R_l

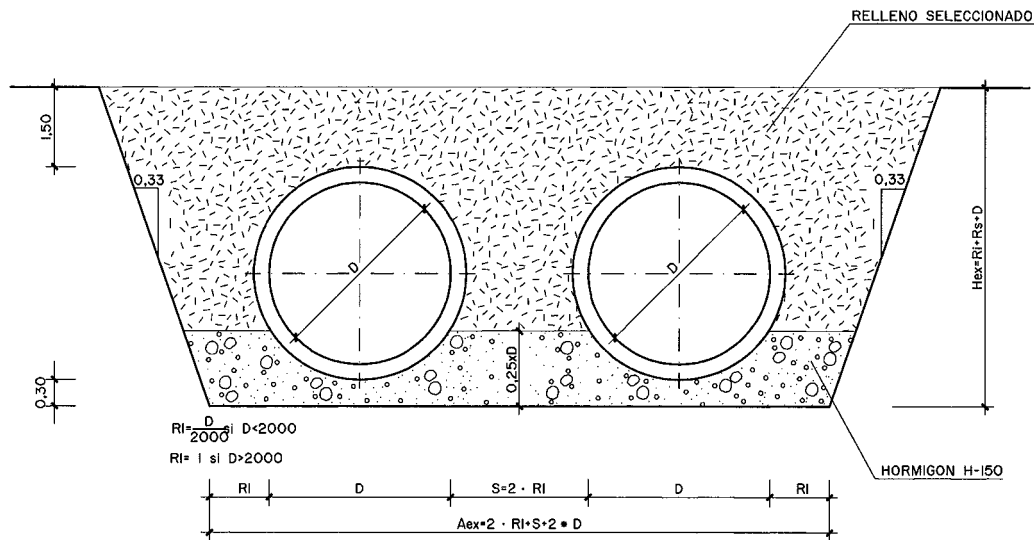


Figura 11. Sifones. Sección tipo

La valoración de la sección tipo del sifón se realiza midiendo las unidades de obra siguientes, aplicándolas los correspondientes precios unitarios:

- Excavación en cualquier terreno: 400 pts/m³
- Relleno seleccionado: 300 pts/m³
- Hormigón en cama de apoyo: 9.000 pts/m³

Las tuberías se han dimensionado suponiendo que son de hormigón armado con camisa de chapa con una presión de timbre de 10 atmósferas, con los siguientes precios por metro según diámetros:

- D = 800 mm. 25.000 Pts/m.
- D = 1000 mm. 38.000 Pts/m.
- D = 1200 mm. 54.000 Pts/m.
- D = 1400 mm. 70.000 Pts/m.
- D = 1500 mm. 77.000 Pts/m.
- D = 1600 mm. 85.000 Pts/m.
- D = 1800 mm. 98.000 Pts/m.

- D = 2000 mm. 119.000 Pts/m.
- D = 2300 mm. 155.000 Pts/m.
- D = 2500 mm. 180.000 Pts/m.
- D = 3000 mm. 258.000 Pts/m.

Los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material del sifón que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", son los siguientes:

- Estructuras: 10%
- Camino de servicio: 5%
- Accesos y reposición de servicios afectados: 4%
- Medidas correctoras del impacto ambiental: 2%
- Seguridad y Salud: 2%
- Otras partidas: 2%

Para la valoración del sifón definido únicamente por su caudal de diseño es necesario determinar el número de tubos de que consta, lo que el modelo realiza de la siguiente manera:

- En primer lugar, la velocidad a la que se supone discurrirá como máximo el agua por el interior del tubo se calcula mediante la expresión siguiente, con lo que cada diámetro de tubo tiene acotado un valor máximo del caudal transportado:

$$v(m/s) = 1,5 \sqrt{0,05 + \frac{D(mm)}{1000}}$$

- A continuación, para cada valor del caudal se selecciona de entre las posibles combinaciones que existan para transportarlo, en cuanto a número de tuberías y diámetro, la que resulte más económica de todas.

Con todo ello, la valoración de los sifones quedaría representada en la figura que se adjunta en función del caudal de diseño.

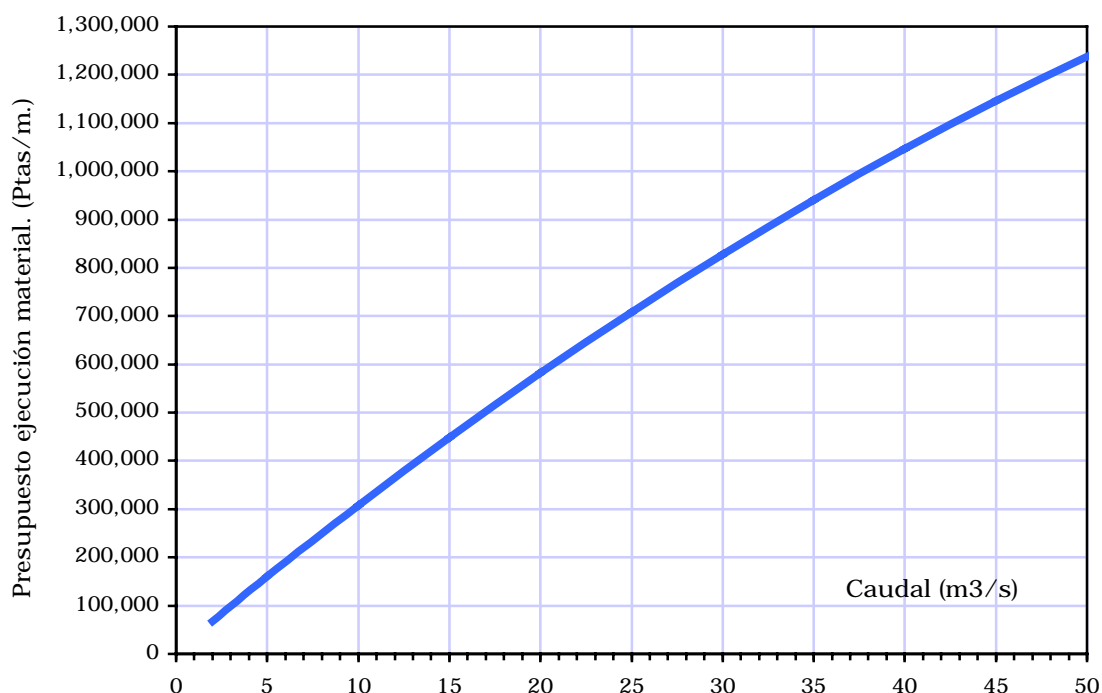


Figura 12. Sifones. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.4.4. Acueductos

La valoración de estas obras se realiza por metro de acueducto, adoptándose como único parámetro de diseño a efectos de su valoración económica el caudal de diseño⁵. En el modelo empleado para su valoración, la parte del acueducto susceptible de ser tipificada mediante un Diseño Tipo es la propia sección tipo del acueducto, la cual queda definida por los parámetros de diseño que se indican a continuación, además del ya indicado caudal de diseño, conforme puede verse en la figura adjunta.

- Pendiente del acueducto: 0,0005
- Resguardo: 0,5 m.
- Altura máxima de pilas: 20 m.
- Separación entre pilas 35 m.
- Anchura de la cubeta: 90% de la altura de la cubeta
- Talud cajeros (V/H): 4
- Espesor paredes cubeta: 0,40 m.

⁵ En el estudio “Valoración general de obras hidráulicas para estudios de planificación y viabilidad” realizado por el CEDEX y que sirve de base para las valoraciones realizadas en el presente trabajo, el Modelo Simplificado para los acueductos tomaba como parámetros de diseño tanto el caudal de diseño como la altura máxima de pilas. Como este último parámetro se ha observado no tiene excesiva repercusión en los resultados finales, y en aras a una mayor sencillez de las valoraciones, en el presente trabajo se ha determinado no tomarlo como un parámetro variable, sino fijarlo en el valor que más adelante se especifica.

- Diámetro de las pilas: 50% de la anchura de la cubeta
- Ancho de las zapatas: 210% de la anchura de la cubeta
- Alto de las zapatas: 50% del ancho de las zapatas.

La altura de la cubeta la determina el modelo, una vez asignados los anteriores parámetros de definición, por aplicación de la fórmula de Manning, con una rugosidad $n=0,0135$.

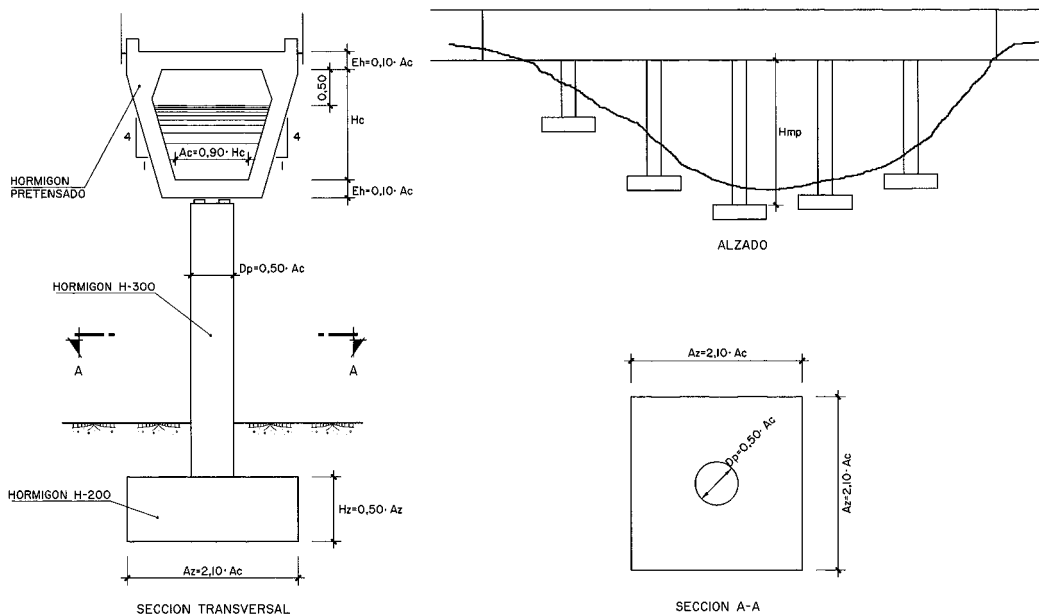


Figura 13. Acueductos. Sección tipo

La valoración de la sección tipo del acueducto se realiza midiendo las unidades de obra siguientes, aplicándolas los correspondientes precios unitarios:

- m^3 Hormigón para pretensar en cajeros: 23.000 Pts/ m^3
- m^3 Hormigón H-300 en pilas: 9.000 Pts/ m^3
- m^3 Hormigón H-200 en zapatas: 8.000 Pts/ m^3
- Kg Acero para pretensar: 200 Pts/kg
- Kg Acero para armar: 115 Pts/kg
- m^2 Encofrado plano: 2.500 Pts/ m^2
- m^2 Encofrado curvo en pilas: 2.500 Pts/ m^2

Los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material del acueducto que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", son los siguientes:

- Movimiento de tierras y cimentación: 18%
- Otras estructuras (transiciones, aliviaderos, etc): 10%
- Accesos y servicios afectados: 10%
- Medidas correctoras del impacto ambiental: 2%
- Seguridad y salud: 2%
- Otras partidas: 2%

Con todo ello, la valoración de los acueductos quedaría representada en la figura que se adjunta en función del caudal de diseño.

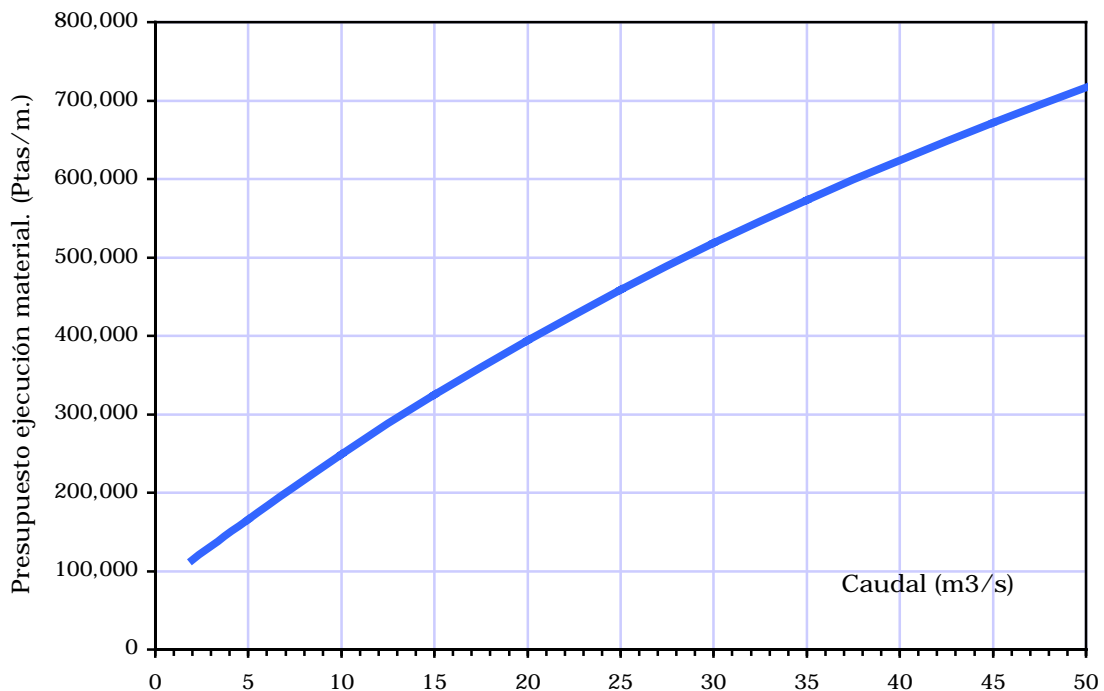


Figura 14. Acueductos. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.4.5. Tuberías a presión e impulsiones

Las valoraciones de las tuberías a presión y de las impulsiones se realizan con los mismos criterios que las de los sifones, siendo las únicas diferencias los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", los cuales, en este caso, son los siguientes:

- Valvulería, arquetas y macizos de anclaje: 4%
- Camino de servicio: 1%
- Reposición de servicios afectados: 1%
- Medidas correctoras del impacto ambiental: 2%

- Seguridad e Higiene: 2%
- Otras partidas: 1%

Con todo ello, la valoración de las impulsiones y/o de las tuberías a presión quedaría representada en la figura que se adjunta en función del caudal de diseño.

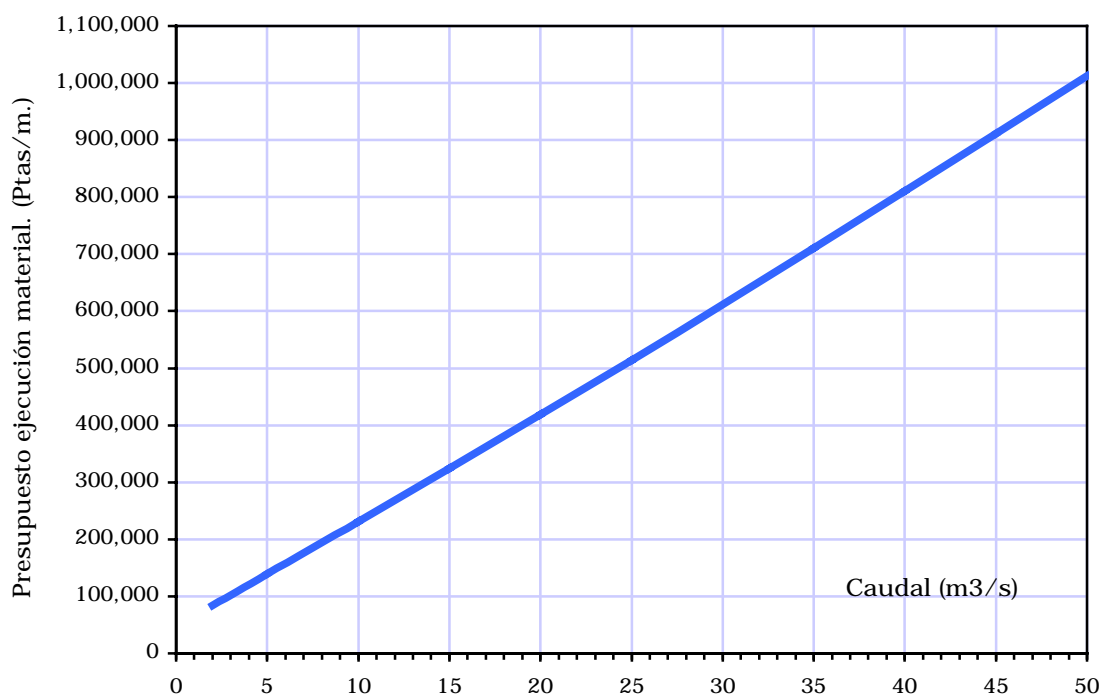


Figura 15. Impulsiones y/o tuberías a presión. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.5. BALSAS DE REGULACIÓN

La valoración de estas obras se realiza adoptándose como único parámetro de diseño el volumen total de la misma. En el modelo empleado para su valoración, la parte de la balsa susceptible de ser tipificada mediante un Diseño Tipo es la propia sección tipo, en la cual se ha supuesto a la balsa con una sección transversal cuadrada y que la altura sea una función lineal que cumpla con los valores especificados en la tabla adjunta. El resto de la sección tipo queda definido por los parámetros de diseño que se indican a continuación, además del ya indicado volumen de diseño, conforme puede verse en la figura adjunta.

Volumen de la balsa (m3)	Altura (m)
20.000	4,0
200.000	5,0
400.000	6,0

Tabla 4. Balsas de regulación. Alturas en función del volumen

- Resguardo: 1,00 m.
- Ancho dique de coronación: 5,0 m.
- Talud del dique y de la balsa (H/V): 2,5
- Altura del dique: 25% de la altura total

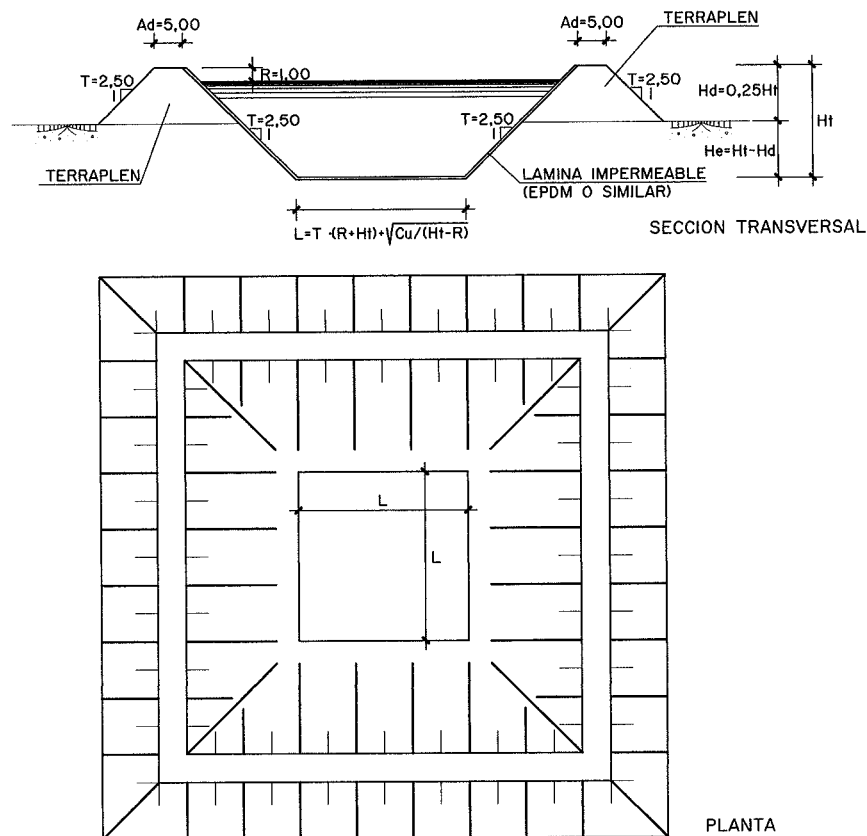


Figura 16. Balsas de regulación. Sección tipo

La valoración de la sección tipo de la balsa se realiza midiendo las unidades de obra siguientes, aplicándolas los correspondientes precios unitarios:

- m³ Excavación en cualquier terreno: 260 pts/m³
- m³ Terraplén: 250 pts/m³
- m² Lámina de impermeabilización (2 mm.): 2.100 pts/m³

Los porcentajes sobre el presupuesto de ejecución material de la balsa que se adoptan para la valoración de las partes de la obra "difícilmente tipificables", son los siguientes:

- Otras unidades en el “cuerpo de la balsa”: 5%⁶
- Estructuras: 28%
- Accesos balsa y reposición servicios afectados: 10%
- Medidas correctoras del impacto ambiental: 2%
- Seguridad y salud: 2%
- Otras partidas: 3%

Con todo ello, la valoración de las balsas quedaría representada en la figura que se adjunta en función del volumen de las mismas.

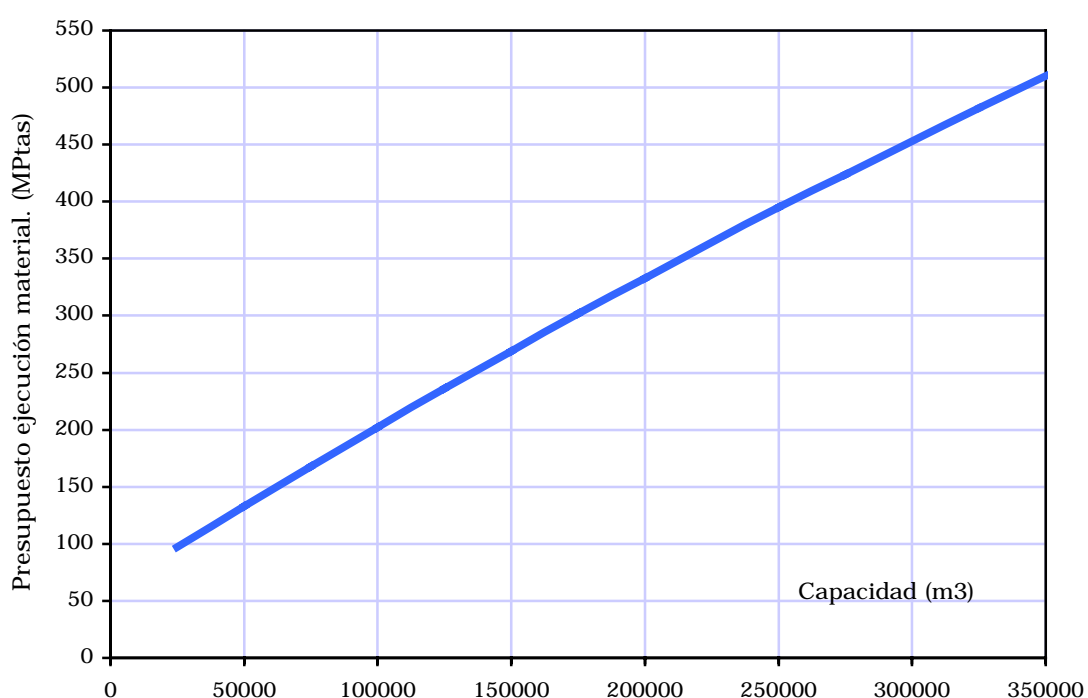


Figura 17. Balsas. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.6. ESTACIONES DE BOMBEO

El procedimiento seguido para la elaboración de los Modelos de Cálculo para las estaciones de bombeo y los aprovechamientos hidroeléctricos difiere en algunos aspectos respecto de las demás obras hidráulicas estudiadas en el presente trabajo.

En primer lugar, por la singularidad propia de estas obras, no ha lugar a un diseño tipo definible por sus principales parámetros para, con sus unidades de obra más significativas, proceder a la medición de las mismas y a su posterior valoración

⁶ Este porcentaje se refiere al presupuesto de ejecución material del capítulo “balsa”, mientras que los demás, como se ha indicado, son relativos a la totalidad del presupuesto.

según la base de precios de ejecución material adoptada. Por lo tanto, en las estaciones de bombeo, los dos capítulos básicos en los que se ha dividido su presupuesto, “edificio y obra civil” y “equipos electromecánicos”, se han valorado conforme a los precios que resultan de los ábacos expuestos en la adjunta, en función de la potencia instalada. Esta información procede de recientes estudios donde se han valorado tales infraestructuras.

La bondad de los resultados obtenidos con dichas gráficas fué convenientemente comprobada en el estudio original del CEDEX, resultando valores razonables, si bien correspondían a precios medios del año 1.996, por lo que en el Modelo desarrollado se actualizaron debidamente.

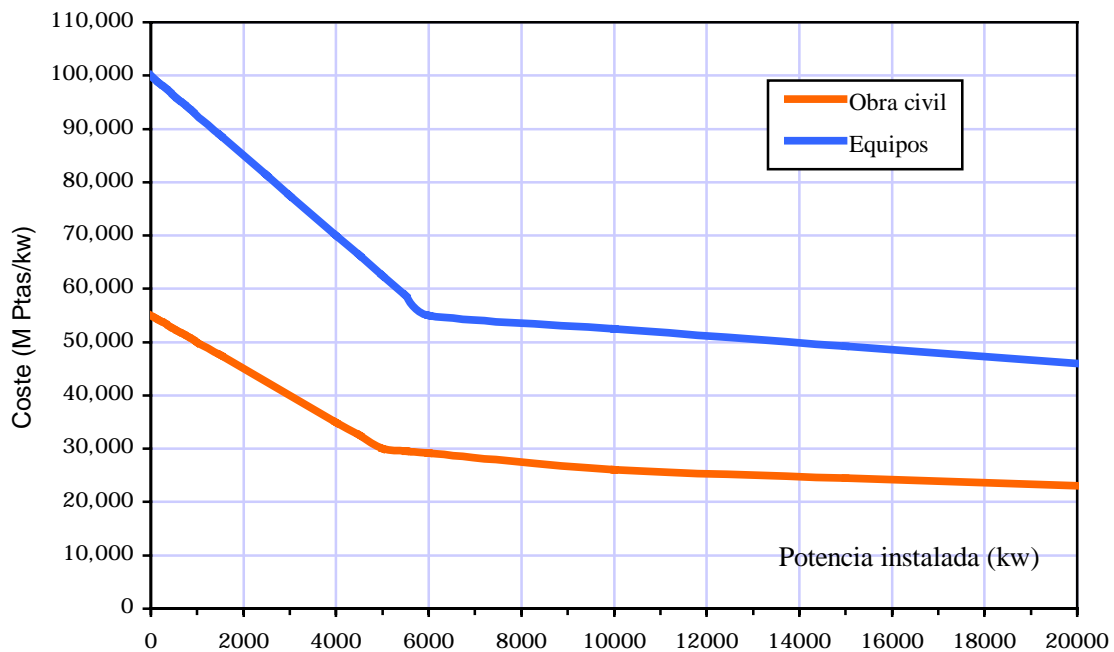


Figura 18. Estaciones de bombeo. Valoración del edificio de la central y de los equipos electromecánicos en función de la potencia instalada

Las restantes partidas de la estación de bombeo “difícilmente tipificables” se valoran, al igual que en las demás obras hidráulicas estudiadas, mediante un porcentaje sobre el presupuesto de ejecución material de la estación de bombeo, los cuales son los siguientes:

- Instalaciones de mando y control: 3%
- Instalaciones eléctricas: 20%
- Accesos y servicios afectados: 2%
- Medidas correct. de impacto ambiental: 2%
- Seguridad y salud: 2%
- Otras partidas: 10%

Conviene destacar que, en el Modelo de Cálculo desarrollado para las estaciones de bombeo, se valora únicamente la estación de bombeo propiamente dicha, no las demás obras auxiliares que requiere la estación, tales como tuberías de impulsión,

balsas de regulación, etc., las cuales pueden ser presupuestadas conforme a otros modelos desarrollados en el presente trabajo.

Con todo ello, la valoración de las estaciones de bombeo quedaría representada en la figura que se adjunta en función del caudal de diseño y del salto neto de la elevación.

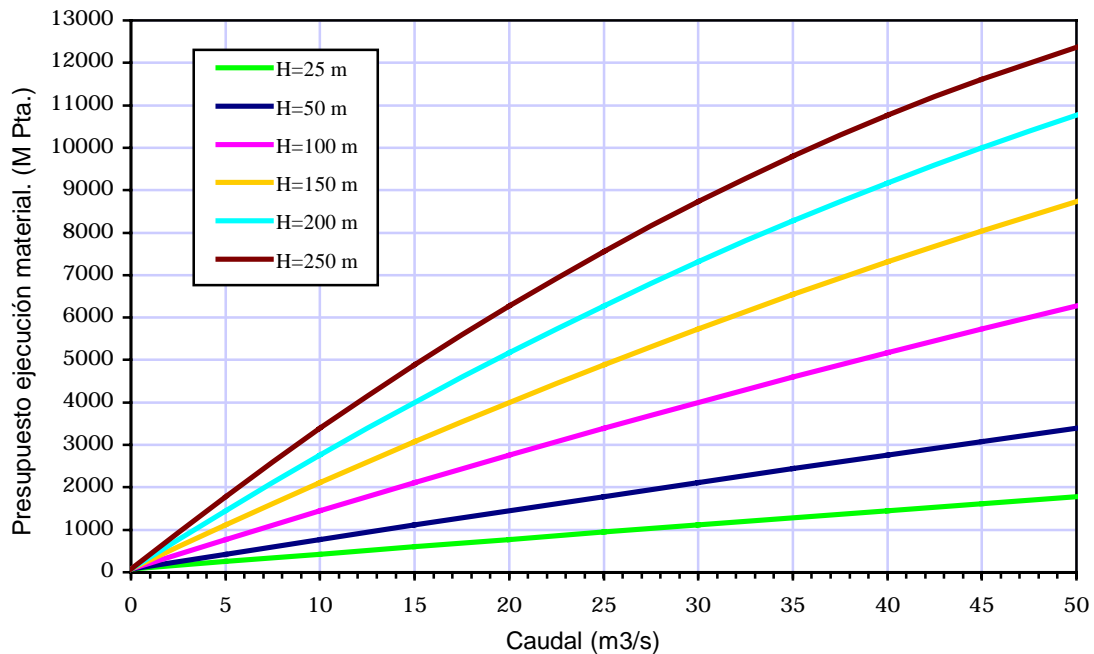


Figura 19. Estaciones de bombeo. Presupuesto de ejecución material

3.2.1.7. APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS

De manera análoga a las estaciones de bombeo, la metodología del Modelo de Cálculo desarrollado para los aprovechamientos hidroeléctricos es algo diferente al resto de las obras hidráulicas estudiadas en el presente trabajo.

Así, en este caso, no ha lugar tampoco a un diseño tipo definible por sus principales parámetros de definición para, con sus unidades de obra más significativas proceder a la medición de las mismas y a su posterior valoración según precios de ejecución material, por lo que el capítulo más importante de esta obra “equipos electromecánicos, instalaciones eléctricas y obra civil” se valora conforme a los precios que resultan de los ábacos de la figura adjunta en función del caudal de diseño y del salto neto.

Esta figura procede de los mismos estudios reseñados para las estaciones de bombeo. Las valoraciones resultantes de utilizar esta figura corresponden a precios medios del año 1.996, por lo que en el Modelo desarrollado en este trabajo se actualizan dichas valoraciones.

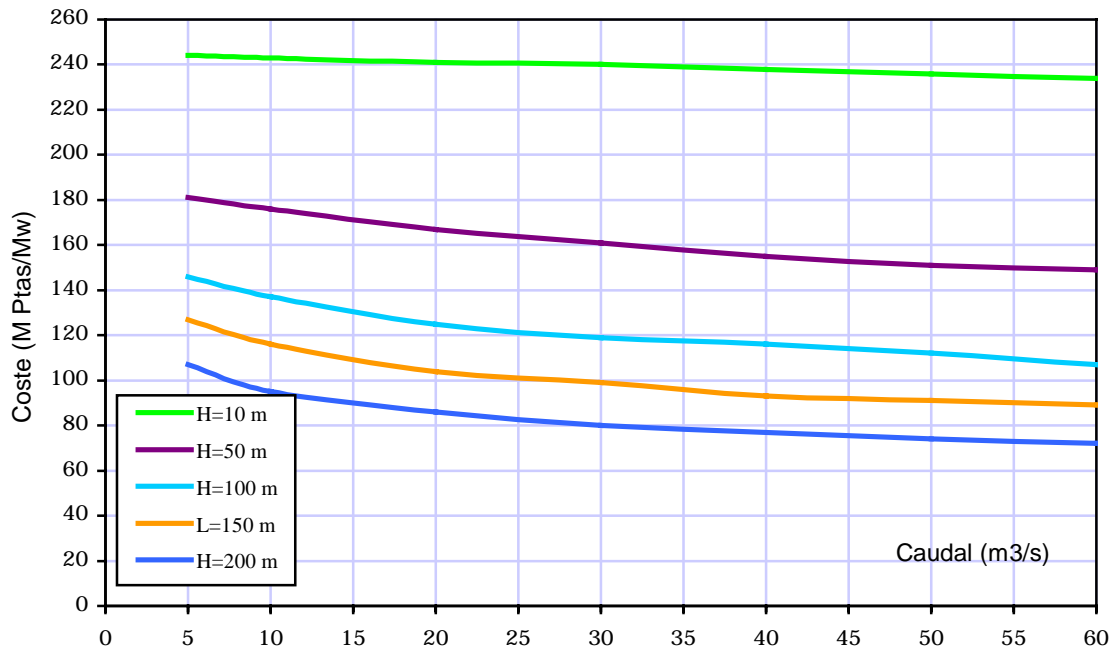


Figura 20. Aprovechamientos hidroeléctricos. Valoración de los equipos electromecánicos, instalaciones eléctricas y obra civil en función del caudal de diseño y del salto neto

Las partidas de la obra “difícilmente tipificables”, por su parte, se valoran, al igual que en las demás obras hidráulicas estudiadas, mediante un porcentaje sobre el presupuesto de ejecución material del aprovechamiento hidroeléctrico, los cuales son los siguientes:

- Accesos y servicios afectados: 2%
- Medidas correct. de impacto ambiental: 2%
- Seguridad y salud: 2%
- Otras partidas: 2%

Con el Modelo de Cálculo desarrollado para los aprovechamientos hidroeléctricos, al igual que en el caso de las estaciones de bombeo, se valora únicamente el aprovechamiento hidroeléctrico propiamente dicho, no las demás obras auxiliares que se requieran, tales como azudes de derivación, obras de transporte, tuberías a presión, etc., las cuales pueden ser presupuestadas conforme a otros modelos desarrollados en el presente trabajo.

Con todo ello, la valoración de los aprovechamientos hidroeléctricos quedaría representada en la figura que se adjunta en función del caudal de diseño y del salto neto.

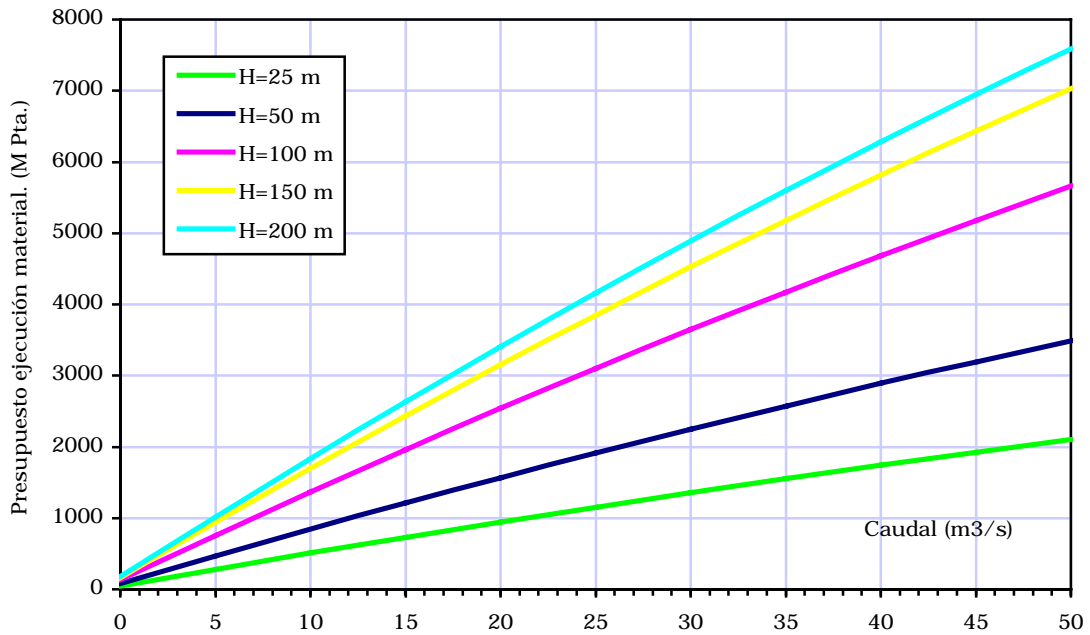


Figura 21. Aprovechamientos hidroeléctricos. Presupuesto de ejecución material

3.2.2. VALORACIÓN DE LOS COSTES DE OPERACIÓN ENERGÉTICOS

Los costes energéticos (en pts/m³) de cada una de las conducciones se determinan multiplicando la diferencia entre el consumo y la producción de energía (en kWh/m³) por el precio de la misma (en pts/kWh).

Dada la gran importancia de este concepto en la estructura final del coste de las transferencias, se ha procedido a su estudio con un cierto detalle, tal y como se muestra en los epígrafes que siguen.

3.2.2.1. CONSUMO DE ENERGÍA

Los consumos energéticos de cada una de las conducciones estudiadas se evalúan calculando para cada una de ellas su coeficiente energético CE (en kWh/m³), el cual representa la energía que hay que aportar al sistema por cada m³ de agua transportado. La determinación de estos coeficientes energéticos se realiza conforme al siguiente procedimiento:

- En primer lugar, se calcula la potencia instalada en el sistema mediante la expresión:

$$P(kw) = \frac{9,8 \times H_{neto} (m) \times q_1 (m^3 / s)}{\rho_{bombeos} (0,85)}$$

siendo q_1 el caudal que realmente circula por el bombeo, el cual depende del caudal continuo de la conducción (q) en función del número de horas al día (N_h) en que esté previsto funcione la elevación:

$$q_1 = q \times \frac{24}{N_h}$$

El salto neto se determina descontándole al bruto o geométrico las pérdidas de carga, calculadas éstas mediante la fórmula de Manning, con una rugosidad (n) de 0,0135:

$$H_{neto} = H_{bruto} - \frac{v^2 n^2}{R_H^{4/3}} \times L$$

- La energía consumida por la conducción anualmente depende del caudal continuo (q) que circule por la misma y del sistema de explotación utilizado, esto es, del número de horas al día (N_h) y del número de meses al año (N_m) que funcione:

$$E = \frac{9,8 \times q \times H_{neto} \times 24}{N_h \times \rho} \times N_h \times N_m \times 30$$

- Por último, el coeficiente energético se obtiene sin más que dividir la energía consumida al año, calculada anteriormente, por el volumen transportado en ese periodo de tiempo:

$$CE = \frac{\frac{9,8 \times q \times H_{neto} \times 24}{N_h \times \rho} \times N_h \times N_m \times 30}{q \times N_m \times 24 \times 30 \times 3600} = \frac{9,8 \times H_{neto}}{\rho \times 3600}$$

El coeficiente energético, al depender del salto neto y en consecuencia de las pérdidas de carga, puede variar sensiblemente con el caudal transportado en la conducción.

3.2.2.2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La producción de energía en cada una de las conducciones debida a las posibles centrales hidroeléctricas con que en cada caso cuenten, se evalúa de manera similar al cálculo del consumo de energía desarrollado anteriormente, determinando su coeficiente energético (en kWh/m³), con signo negativo en este caso, y con el rendimiento de las turbinas multiplicando y no dividiendo el resultado:

$$CE = \frac{\frac{9,8 \times q \times H_{neto} \times 24}{N_h \times \rho} \times N_h \times N_m \times 30}{q \times N_m \times 24 \times 30 \times 3600} = \frac{9,8 \times H_{neto}}{\rho \times 3600}$$

3.2.2.3. PRECIO DE LA ENERGÍA

3.2.2.3.1. Introducción

Como es sabido, en enero de 1998 se produjo un cambio sustancial del marco eléctrico nacional. La nueva situación se rige por la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, y sus normas de desarrollo, aún no completamente materializadas.

En lo que sigue, se determinarán los costes que, de acuerdo con el marco eléctrico actualmente vigente, pueden estimarse para la componente energética de las transferencias consideradas en este Plan Hidrológico. Tal concepto es especialmente importante pues, como ya se ha indicado, las transferencias requieren importantes consumos en bombeos, permiten generar energía en nuevos saltos a ellas asociados, y pueden ocasionar afecciones hidroeléctricas negativas o bien incrementos de producción en aprovechamientos hidroeléctricos existentes. En consecuencia, la influencia de la componente energética en el coste final es determinante. Se pretende aquí estimar el precio que debe adoptarse para la energía en los dos primeros supuestos, llegando a proponer un valor razonable lo más general posible, y quedando siempre el lado de la seguridad para no subestimar el coste del m³ transferido.

La Ley y sus normas complementarias regulan las actividades de producción, transporte, distribución, comercialización e intercambios internacionales de energía eléctrica. Salvo la última, todas tienen influencia en la valoración de los aspectos energéticos antes indicados, siendo predominantes las tres primeras, en especial la producción (mercado liberalizado), seguida del transporte y distribución (acceso a redes regulado mediante tarifa). Debido a su escasa importancia se prescindirá de la comercialización, centrándose los siguientes apartados en la producción y en el transporte y distribución en lo que a consumo se refiere.

3.2.2.3.2. El mercado de producción eléctrica

Constituye una de las novedades más significativas del nuevo marco eléctrico. Pretende liberalizar la compraventa de energía, que deja de ser un mercado regulado a tarifa para transformarse en un mercado libre en el que el precio viene fijado por la oferta y la demanda.

Se define una nueva figura, la de consumidor cualificado, como aquel que puede acceder directamente al mercado para adquirir la energía, bien hacerlo a través de un comercializador con el que establece libremente un contrato de suministro en las condiciones que ambos pacten libremente, o bien a través de un contrato bilateral físico con un productor en las condiciones establecidas por ambos.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley del Sector eléctrico, a partir del año 2007 todos los consumidores tendrán la condición de cualificados. Sin embargo, la posibilidad de adquisición de esta condición se ha ido acelerando mediante medidas legales posteriores, de manera que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6 del RD-Ley 6/1999 de 16 de abril de Medidas Urgentes de la Liberalización e incremento de la Competencia, todos los suministros realizados a tensiones

nominales superiores a 1000 v tendrán la condición de cualificados a partir del 1 de julio del 2000. Por otra parte, en el RD 2820/1998 de 23 de diciembre por el que se establecen tarifas de acceso a las redes, se dispone (art. 1.3) que tendrán la condición de cualificados a partir del 1 de octubre de 1999 todos aquellos cuyo consumo anual por punto de suministro sea igual o superior a 1 GWh. Teniendo en cuenta la magnitud de las potencias de las estaciones de bombeo integradas en las transferencias, las entidades que las exploten, cualquiera que sea su personalidad jurídica o forma organizativa, tendrán esta condición y deberán adquirir la energía por alguno de los procedimientos indicados en el párrafo anterior.

Es necesario, por tanto, estimar un precio del kWh en función de una experiencia de tan solo 16 meses (enero 1998-mayo 1999). La información disponible se refiere al precio resultante del mercado eléctrico, publicada por el operador del mercado, que refleja la adquisición de energía efectuada por consumidores cualificados, comercializadores y distribuidores. De todos ellos, el caso que interesa de cara a las transferencias es el primero. En todo caso, si el consumidor cualificado establece un contrato con un comercializador o con un productor, es de suponer que el precio del mercado será un tope máximo, puesto que de lo contrario le resultaría más ventajoso acogerse a él. Ello implica que analizando los precios resultantes del mercado se está del lado de la seguridad.

Se han analizado los informes mensuales publicados hasta el momento por el operador del mercado (el último disponible corresponde a mayo de 1999) La corta existencia del mercado reúne, además, las siguientes particularidades:

- El precio horario final del mercado de producción es la suma de varios componentes, de los cuales uno de ellos, el mercado intradiario, no se encontraba operativo hasta abril de 1998 (si bien su repercusión en el precio final es muy reducida, inferior al 1%). Este hecho indica la lógica provisionalidad de los resultados disponibles.
- Las reglas de funcionamiento del mercado de producción de energía eléctrica y el contrato de adhesión a las mismas fueron aprobados por Resolución de la Secretaría de Estado de Energía y recursos minerales el 30 de junio de 1998.
- La participación de los consumidores cualificados en el mercado de producción en 1998 fue prácticamente inexistente (3,38% del total de la energía contratada en diciembre de 1998). En cambio, a lo largo de 1999, su incorporación ha sido importante y creciente a ritmo rápido, de manera que en mayo de 1999 representó el 16,23% de la energía adquirida. La tasa de crecimiento desde la primera a la última semana del mes de mayo ha sido de un 400%.

Por todo lo expuesto es necesario tener presente que cualquier conclusión que se obtenga será necesariamente provisional y posiblemente sujeta a revisiones en el futuro debido a la escasa experiencia disponible, que ni siquiera alcanza a un año de funcionamiento totalmente reglado del mercado.

Teniendo en cuenta que cualquier transferencia será consumidor cualificado, parece más representativa la información relativa al año 1999 (sólo cinco meses con informe mensual publicado) que al año 1998, puesto que la participación de estos era entonces extremadamente reducida. De hecho, en los informes del operador del

mercado del año 1998 no se diferenciaba entre energía adquirida por consumidores cualificados y comercializadores y la adquirida por distribuidores e intercambios internacionales, apareciendo esta distinción por primera vez en 1999.

Por otra parte, los resultados obtenidos serán contrastados en un epígrafe posterior con la información, posteriormente disponible, del período junio-diciembre de 1999, con el fin de comprobar si es necesario introducir alguna modificación.

3.2.2.3.3. Consumo de energía en bombeo

3.2.2.3.3.1. Componentes del coste

La fórmula que permite calcular el precio final del kWh es la siguiente:

$$P = [(P_m + P_e)M + T_a]I_eI_v$$

donde:

- P = precio del kWh a satisfacer por el consumidor (pts/kWh)
- P_m = precio final horario adoptado resultante del mercado de producción (pts/kWh)
- P_e = repercusión final de las pérdidas de energía en el kWh consumido (pts/kWh)
- M = coeficiente correspondiente a la moratoria nuclear (1,0354 según el RD 2821/1998 de 23 de diciembre por el que se establece la tarifa eléctrica para 1999)
- T_a = repercusión de la tarifa de acceso a redes en el kWh consumido (pts/kWh)
- I_e = coeficiente correspondiente al impuesto de la electricidad (1,05113 según la Ley 66/1997 de 30 diciembre de Medidas fiscales, administrativas y del orden social)
- I_v = coeficiente correspondiente al impuesto sobre el valor añadido (1,16)

Como puede verse, hay dos componentes fundamentales: la correspondiente al mercado de producción, que se utiliza también para valorar las pérdidas de energía, y la correspondiente a las tarifas de acceso, sometidas a tarifa y que supone un peaje por el uso de las redes de distribución y transporte por parte del consumidor para poder recibir la energía contratada. A continuación se desarrollan todas ellas.

3.2.2.3.3.1.1. Precio del mercado de producción

Como ya se ha indicado al abordar el mercado de producción, todos los bombeos asociados a las transferencias tendrán la condición de consumidor cualificado y dispondrán de las opciones allí indicadas para contratar la energía. Para quedar del lado de la seguridad, se estimará el precio que resultaría si acudiesen directamente a contratar en el mercado (único que es posible estimar con la información disponible, puesto que las restantes modalidades responden a un pacto libre entre las partes).

El precio final horario de la energía en el mercado de producción dista mucho de ser constante, existiendo variaciones muy significativas de unas horas a otras. A título de ejemplo se incluyen a continuación los precios máximos, mínimos y medios horarios de cada día del mes de mayo de 1999. Puede apreciarse la importancia de elegir lo más adecuadamente posible las horas de funcionamiento para reducir el coste.

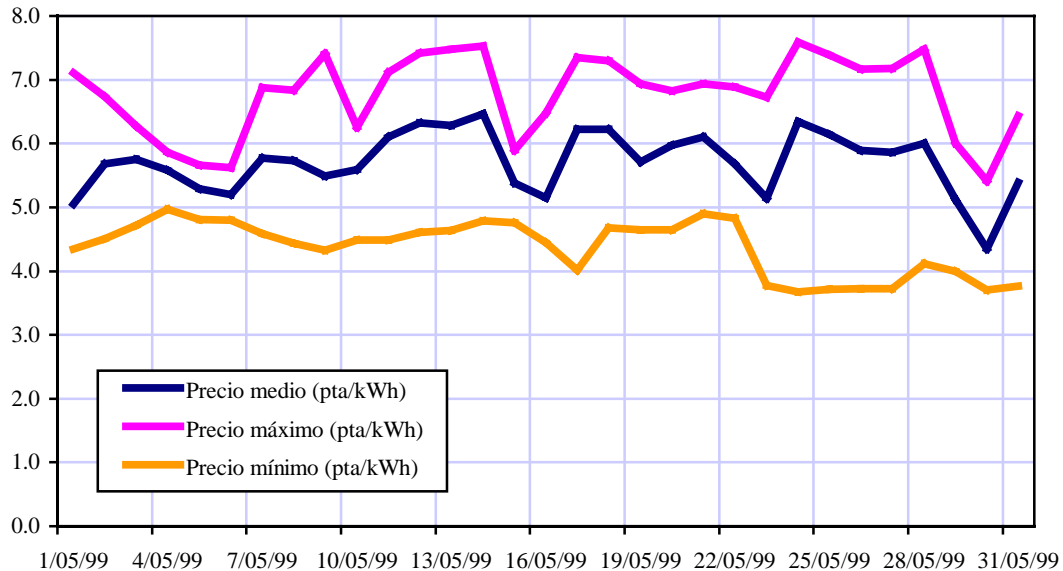


Figura 22. Precio horario final de la energía durante el mes de mayo de 1999

Por otra parte, hay que tener en cuenta que el bombeo debe realizarse de forma continua, es decir, no es posible, salvo que el número de horas diarias de funcionamiento sea muy reducido, elevar agua intermitentemente aprovechando solo las horas más baratas. Ello es debido a que no sería factible entonces elevar el volumen correspondiente al caudal continuo diario (24 horas) que transporta la conducción general de trasvase que parte del depósito de modulación en el que termina la tubería de la elevación. Recurrir a un bombeo intermitente implicaría aumentar de tal forma la potencia de las bombas, el diámetro de las impulsiones y la capacidad de las balsas, que la amortización de las obras podría llegar a equilibrar el ahorro conseguido en el consumo de energía. Con los períodos usuales de funcionamiento, que salvo excepciones serán superiores a 12 horas, el bombeo tendrá que efectuarse de manera continua.

El análisis de la distribución horaria de los precios indica que, generalmente, las ocho primeras horas del día, desde las cero hasta las 8 horas integran el período más barato. Considerando que, como se verá después, también constituyen el lapso más económico para las tarifas de acceso, es claro que siempre debe funcionar la instalación durante estas horas y prolongarse a partir de ellas el número que sea necesario. Las horas más caras son las del final del día y las de media mañana. Estas últimas quedan incluidas dentro del período de bombeo siempre que, como es habitual, este exceda de ocho horas.

El precio final horario a aplicar al kWh consumido, puesto que no se bombea durante todo el día y se prescinde de las horas finales del día, que tienen un precio superior a la media aritmética, salvo escasas excepciones, será inferior al medio aritmético. Por tanto, ya se dispondría de una cota superior. A continuación figuran los precios finales medios aritméticos desde enero de 1998 hasta mayo de 1999. En los meses correspondiente a 1999 se incluye la distinción entre distribuidores y consumidores cualificados, facilitada a partir de enero en los informes del operador del mercado.

Año	Mes	Precio final medio aritmético (pta/kWh)		
		Distribuidores	Consumidores cualificados	General
1998	Enero			5,702
	Febrero			5,281
	Marzo			5,476
	Abril			5,616
	Mayo			5,047
	Junio			5,025
	Julio			5,802
	Agosto			6,271
	Septiembre			5,406
	Octubre			5,380
	Noviembre			5,983
	Diciembre			5,724
Media			5,559	
1999	Enero	5,539	4,291	5,398
	Febrero	6,241	5,117	6,110
	Marzo	6,321	4,957	6,155
	Abril	5,995	4,523	5,731
	Mayo	5,937	4,442	5,633
Media	6,007	4,658	5,805	
Media			5,631	

Tabla 5. Precios finales horarios medios del mercado de producción

El precio medio final de los 17 meses del mercado general es de 5,6 pts/kWh, apreciándose un incremento en 1999 frente a 1998 (comparando el período enero-mayo en ambos, se pasa de 5,42 pts/kWh a 5,8 pts/kWh). Cabe destacar, sin embargo, que el precio medio de la energía adquirida por los consumidores cualificados y comercializadores fue de 4,658 pts/kWh, es decir 1,147 pts/kWh inferior a la media. En el informe del operador del mercado de mayo de 1999 se señala que con relación al período enero-mayo del año 1998 se ha producido un descenso del 12,93% dentro de este grupo en el precio medio ponderado, por lo que cabe suponer que lo mismo habrá ocurrido con el precio medio aritmético.

En definitiva, mientras que el precio medio del mercado general parece presentar una ligera tendencia ascendente, sucede lo contrario con el precio medio de los consumidores cualificados.

Se dispone también desde enero a mayo de 1999 del precio medio correspondiente al mercado general de las ocho primeras horas de cada día y de las dieciséis restantes que, aproximadamente, pueden asimilarse las primeras a las más baratas y las restantes, a las dieciséis más caras. Estos valores pueden ayudar también a centrar el valor a adoptar como precio medio del kWh consumido en bombeos y se recogen a continuación.

Mes	Precio medio 8 primeras h. de cada día (pts/kWh)	Precio medio 16 h restantes (pts/kWh)
Enero	4,46	5,849
Febrero	5,003	6,663
Marzo	5,386	6,540
Abril	5,227	5,983
Mayo	4,766	6,066
Media	4,968	6,2208

Tabla 6. Precios horarios finales medios del mercado (8 horas y 16 horas)

Con toda la información expuesta se está en condiciones de estimar un precio del kWh para los bombeos. Se tratará siempre de quedar del lado de la seguridad, estimando un precio al alza, debido que la escasa experiencia disponible del mercado dificulta estimar tendencias con fiabilidad.

Como se ha indicado, el precio medio del mercado general constituye un límite superior y parece mostrar una tendencia ascendente. La participación de los consumidores cualificados es creciente a ritmo muy rápido, como se señaló al hablar del mercado eléctrico a lo largo de 1999 y, previsiblemente los sea más en el futuro, por lo que se da mayor valor a la información de estos cinco meses que a la de todo 1998, debido a la escasísima participación de estos consumidores durante ese año. El precio medio de los consumidores cualificados tiende a descender y en el período indicado su valor es de 4,658 pts/kWh. Esto constituiría un nuevo límite superior. Sin embargo, este valor queda por encima del precio medio del mercado general para las ocho horas más baratas, por lo que no parece prudente aceptarlo, aunque corresponda a un mercado que se ha revelado como más caro que el de los consumidores cualificados.

A la vista de ello, y con el criterio de la seguridad, para no quedar por debajo de la media de las ocho horas más baratas, se propone adoptar un precio final horario medio de 5 pts/kWh (P_m de la fórmula indicada al inicio del epígrafe) para el consumo de los bombeos. Este precio debe incrementarse en la moratoria nuclear, impuesto sobre la electricidad e IVA, resultando un total de 6,31 pts/kWh.

3.2.2.3.3.1.2. Pérdidas de energía

Un consumidor no puede contratar exclusivamente la energía que requieren sus instalaciones, puesto que esa energía debe ser transportada a través de una red y en ese recorrido se producirán pérdidas como consecuencia de las características eléctricas de los conductores (impedancia). Por tanto, la energía que deberá abonar al precio resultante del mercado de producción y estimado en el apartado anterior, será la suma de sus necesidades estrictas junto con las pérdidas en la red de

transporte y distribución, cuyo procedimiento de cálculo está establecido en el RD 2821/1998 por el que se fijan las tarifas eléctricas para 1999.

El procedimiento consiste en estimar las pérdidas como un porcentaje de la energía consumida, variable en función del período tarifario en que se suministre (los períodos se establecen en el RD 2820/1998 de 23 de diciembre por el que determinan las tarifas de acceso a redes) y de la tensión de suministro. El porcentaje crece a medida que se reduce el nivel de tensión. Los porcentajes a aplicar pueden encontrarse en el Anexo V del RD mencionado en el párrafo anterior.

Para calcular la repercusión en el kWh consumido, se calcula la energía total que suponen las pérdidas y se divide por la energía consumida por la instalación estrictamente. La cantidad resultante (kWh pérdidas/kWh consumido), multiplicada por el precio del mercado de producción es la cantidad (P_e) que debe introducirse en la ecuación que permite calcular el precio final. Como orden de magnitud, si bien se trata de una cantidad variable, puede estimarse 0,2 pts/kWh (incluyendo la moratoria y los impuestos). Su influencia en el precio final no es considerable (menor del 3%).

3.2.2.3.3.1.3. Tarifa de acceso

Las tarifas de acceso representan los peajes que debe satisfacer un consumidor por el uso de las redes de transporte y distribución que le permiten recibir la energía contratada. Como ya se ha indicado, se trata de una actividad regulada y su régimen tarifario viene establecido en el RD 2820/1998 de 23 de diciembre.

En el caso de las transferencias son de aplicación las tarifas generales de acceso para alta tensión (suministro siempre a tensión superior a 1000 v). Tiene una estructura binomia, compuesta por los términos de potencia y energía. La suma de ambos constituye el precio máximo de estas tarifas, incluyendo todos los costes. Por tanto, a diferencia del precio resultante del mercado de producción, ya está incluida la moratoria nuclear. Únicamente deben añadirse los impuestos (impuesto de la electricidad e IVA).

El valor de los componentes citados es variable en función de la tensión de suministro y del período tarifario en que se realice éste. A estos efectos, las 8760 horas del año se encuentran divididas en seis períodos. La distribución de costes en ellos coincide, a grandes rasgos, con la resultante del mercado de producción, es decir, las horas más baratas del mercado de producción lo son también en la tarifa de acceso, salvo en el mes de agosto; en él la distribución horaria es indiferente en lo que a tarifa de acceso se refiere, puesto que todas las horas son de período 6 en cuanto a término de potencia. Puede suponerse, por tanto, que las horas más favorables para bombear resultantes del mercado de producción lo son también en cuanto a tarifas de acceso. A continuación se incluye la distribución de períodos tarifarios establecida en el RD 2820/1998.

Periodo tarifario	Tipo de día ⁷				Nº horas al año
	A	B	C	D	
1	De 16 a 22				483
2	De 8 a 16 y de 22 a 24				805
3		De 9 a 15			498
4		De 8 a 9 y de 15 a 24			830
5			De 8 a 24		984
6	De 0 a 8	De 0 a 8	De 0 a 8	De 0 a 24	5160
Total					8760

Tabla 7. Períodos tarifarios de las tarifas generales de alta tensión

Los valores de los términos de potencia (pts/kWh contratado) y energía (pts/kWh consumido) en función del período tarifario y del nivel de tensión pueden encontrarse en el Título IV del RD 2820/1998.

Para estimar las tarifas de acceso es necesario conocer la distribución de las horas de bombeo a lo largo del año entre los seis períodos y el nivel de tensión de suministro. La primera es función del tiempo de funcionamiento anual previsto para la instalación, habiéndose analizado algunas de las elevaciones previstas, que cubren toda la gama prevista, tanto de número de meses como de horas de funcionamiento diarias.

La tensión de suministro crece con la potencia de la instalación. Se ha realizado un análisis para determinar la potencia máxima que se puede transportar para cada uno de los valores de tensión que delimitan los escalones de términos de potencia y energía. Ello requiere suponer un conductor determinado como elemento de transporte. Los conductores empleados para cada tensión varían con la compañía eléctrica. Se han adoptado unos valores razonables a la vista de los estándares utilizados en zonas donde son previsibles demandas importantes. Tales valores son los siguientes:

Nivel de tensión (kV)	Conductor mínimo
$V \leq 72,5$ kV	LA-56
$72,5$ kV < $V \leq 145$ kV	LA-110

Tabla 8. Conductores en función del nivel de tensión

La potencia que pueden transportar se ha calculado atendiendo exclusivamente a la densidad de corriente sin tener en cuenta la caída de tensión, ya que que dependería de la longitud de las líneas, que es muy variable en función de cada instalación, y cuyo análisis supondría un grado de detalle que excede los objetivos de este Plan Hidrológico. En consecuencia, las potencias correspondientes a los escalones de tensión indicados en el RD son las siguientes:

⁷ Tipo de día

A : lunes a viernes no festivos de noviembre a febrero (aprox. 80,5 días)

B: lunes a viernes no festivos de marzo, abril, julio y octubre (aprox. 83 días)

C: lunes a viernes no festivos de mayo, junio y septiembre (aprox. 61,5 días)

D: sábados, domingos, festivos y todo agosto (aprox. 140 días)

Nivel de tensión (kV)	Potencia (MW)
$V \leq 36$	$P \leq 10$
$36 < V \leq 72,5$	$10 < P \leq 20$
$72,5 < V \leq 145$	$20 < P < 60$
$145 < V$	$60 < P$

Tabla 9. Relación entre tensión de suministro y potencia de la instalación

La mayor parte de las elevaciones previstas se encuentran en los dos escalones centrales, si bien existen algunas en el escalón superior. Se dispone así de una tramificación que permite estimar los términos de potencia y energía en función de la potencia instalada, dato habitualmente conocido.

Se ha supuesto que la potencia contratada es la misma en todos los períodos e igual a la nominal estimada. Por ello, el término de potencia es el resultado de sumar los valores correspondientes a cada uno de los períodos tarifarios, que habitualmente son los seis, por la potencia total. La repercusión sobre el kWh consumido se obtiene dividiendo el valor resultante por el total de la energía consumida. Es decir, dividiendo la suma de los términos de potencia por el número de horas de funcionamiento anual de la instalación.

Para potencias superiores a 15 MW existen descuentos importantes siempre que la utilización de la potencia durante cada período tarifario sea superior al 75% de la contratada para ese período. En el caso de las transferencias, se ha supuesto que durante todo el período de funcionamiento se está trabajando con el total de la instalación. Por tanto, esta condición se cumpliría siempre que el período de utilización fuese superior al 75% del año (9 meses), circunstancia que se da en buen número de las elevaciones planteadas. Ello puede suponer descuentos del 50% para aquellas que superen o iguales los 60 MW. Esto justifica que el término de potencia resulta sensiblemente menor para potencias muy elevadas que para reducidas. La tabla con los descuentos puede consultarse en el título IV del RD 2820/1998.

Para calcular la repercusión del término de energía en el kWh consumido es necesario multiplicar la totalidad de la energía consumida al año en cada período tarifario por el término correspondiente a ese período y dividirlo por el total de energía consumida. En definitiva, se trata de multiplicar el número de horas de cada período tarifario por el término de energía correspondiente a ese período y dividirlo por el número de horas de funcionamiento anual de la instalación. En este caso no existe descuento alguno.

Del análisis efectuado para toda la gama de elevaciones consideradas se deduce que, tanto para el término de potencia como para el de energía, resulta mayor la repercusión en el kWh consumido cuanto menor es la potencia contratada y el tiempo de funcionamiento, si bien es menor el rango de variación en el término de energía debido a que no existe la distorsión de los descuentos.

Como orden de magnitud, si bien depende de cada elevación, puede estimarse un total de 2 pts/kWh consumido para el total de las tarifas de acceso, que tras aplicar los impuestos correspondientes se transforma en 2,8. Es conveniente, no obstante, establecer una discriminación en función de la potencia para tener en cuenta la posibilidad de descuentos (potencia inferior a 15 MW y potencia superior o igual a 15 MW).

3.2.2.3.3.2. Precio final del kWh propuesto

De lo expuesto en los apartados anteriores, junto con el análisis detallado de casos concretos de elevaciones que cubren toda la gama de potencias y tiempos de funcionamiento, se deduce la siguiente propuesta de precio final a aplicar al kWh consumido:

Potencia (MW)	Precio total (PTS/kWh)
≤ 15 MW	9
> 15 MW	8

Tabla 10. Precios totales propuestos para la energía consumida en bombeos

En todo caso cabe destacar que la oscilación del precio final no es muy alta, variando entre 7,96 pts/kWh en el caso más barato de los analizados y 9,4 pts/kWh en el más caro. Si, debido al tiempo de funcionamiento anual no fuesen aplicables descuentos por utilización de más del 75% de la potencia contratada en todos los períodos tarifarios (tiempo de funcionamiento menor de 9 meses/año), sería más adecuado considerar para todos los casos un precio de 9 pts/kWh.

Se ha efectuado también un análisis de sensibilidad variando la modulación del bombeo para analizar la influencia de este factor en el precio. Hasta ahora se ha supuesto que durante todos los días de funcionamiento el caudal y el volumen elevado es el mismo. Sin embargo esto sólo es posible si existe una cierta regulación tanto en demanda como en destino.

La mayor diferencia con respecto a esta hipótesis consistiría en tener que adaptar el bombeo a la demanda de riegos en destino, que es la más variable. Si se toma la distribución media de la demanda de riego en las cuencas del Júcar o del Segura, destinatarias principales de los trasvases, el volumen a elevar varía entre un 16% en el mes de máxima demanda y un 4% del total en el mes de mínimo consumo. La máxima demanda es superior a la demanda uniforme, por lo que es necesario incrementar la potencia de la instalación con respecto al caso inicial. Sin embargo, este incremento tiene lugar en los meses de verano, que son los más baratos en cuanto a término de potencia. En los meses más caros, en cambio, se reduce considerablemente el número de horas de bombeo, pudiendo limitarse prácticamente al período tarifario más barato. Por ello, el término de potencia se abarataría o se mantendría igual, debido a que no sería posible la consideración de descuentos, al utilizarse el total de la potencia contratada durante un tiempo muy reducido.

El término de energía también se abarataría, pues la energía consumida sería la misma pero la distribución en períodos sería más favorable. Lo mismo sucedería con las pérdidas.

Por tanto, la tarifa de acceso se mantendría igual o se abarataría.

En cuanto al mercado de producción, la mayor parte de los meses del año podría ajustarse mejor el consumo a las horas más baratas, puesto que salvo en los meses punta se dispondría de potencia sobrada para concentrar la producción en menos horas. Se añade, sin embargo, un consumo elevado en los meses de julio y agosto,

que en 1998 fueron caros (agosto fue el más caro). Puede suponerse que el precio final del mercado de producción sería sensiblemente coincidente con el adoptado.

Por tanto, puede concluirse que una alteración sustancial del régimen de funcionamiento de la instalación no tiene repercusiones significativas en el precio propuesto y, en todo caso, serían a la baja.

3.2.2.3.4. Producción de energía en nuevos saltos asociados a las transferencias

A lo largo de las conducciones del trasvase, siempre que el trazado lo permite, se disponen centrales hidroeléctricas con el fin de recuperar la mayor parte posible de la energía consumida en los bombeos.

La cuantificación de la energía producida es, en este caso, inmediata, puesto que se conocen la altura disponible y el volumen a turbinar a lo largo del año.

La determinación del precio de venta del kWh producido es algo más compleja, puesto que depende de la potencia de las nuevas centrales.

De acuerdo con lo establecido en la Ley del Sector Eléctrico (art. 23.1) las instalaciones cuya potencia sea superior a 50 MW están obligadas a presentar oferta al operador del mercado para cada período de programación, contemplando unas excepciones que no afectan a los aprovechamientos vinculados a las transferencias de agua. Por lo tanto, parece claro que a los saltos cuya potencia sea superior a este valor se les debe aplicar el precio derivado del mercado de producción, al que concurrirán como un agente más.

Sin embargo, para potencias inferiores o iguales a 50 MW, el RD 2818/1998 de 23 de diciembre sobre Producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, establece una nueva posibilidad en cuanto a retribución de la energía producida diferente de la incorporación al mercado, el denominado régimen especial, enmarcado dentro del fomento de las energías renovables.

En el RD mencionado se dividen las centrales hidroeléctricas en dos categorías atendiendo a su potencia (P):

- $P \leq 10\text{MW}$
- $10\text{ MW} < P \leq 50\text{ MW}$

Cada salto puede acogerse al régimen especial o bien formular ofertas al mercado mayorista. En el primer caso pueden vender la energía al precio final horario medio del mercado de producción de energía eléctrica complementado, en su caso, por una prima o incentivo cuyos valores se detallan en apartados posteriores. La retribución de la producción depende del escalón en que se encuentre englobado cada salto (art 23, 24 y 28 del RD2818/1998).

En cualquier caso, los precios resultantes del régimen especial habrá que incrementarlos en el 16% de IVA y el 5,113% del impuesto sobre la electricidad. Es conveniente tener presente que el régimen especial establece un sistema de primas para el fomento de la generación mediante energías renovables, persiguiendo satisfacer mediante estas fuentes el 12% de la demanda energética nacional en el

2010. Caso de alcanzarse este objetivo es razonable dudar del mantenimiento de estas primas, lo que puede suponer una variación muy significativa de todo lo expuesto a continuación y requerir un nuevo análisis. De hecho, en el propio RD se prevé la actualización anual de las primas en función del precio medio del mercado, así como la revisión de las primas fijadas cada cuatro años.

3.2.2.3.4.1. Centrales de potencia igual o inferior a 10 MW

De acuerdo con el RD existen dos posibilidades, además de ofertar al operador del mercado. La primera es percibir un precio fijo de 11,2 pts/kWh sea cual sea el momento en el que tenga lugar la generación. La segunda consiste en un precio de venta variable en función de la hora del día en que tenga lugar la generación. Dicho precio se obtiene añadiendo la prima que corresponda (en este caso 5,45 pts/kWh), a un precio medio del mercado calculado para dos períodos distintos: las ocho primeras horas del día y las dieciséis restantes. La energía producida en las ocho primeras horas del día toma como precio medio del mercado el precio medio aritmético correspondiente al conjunto de precios horarios de las ocho primeras horas de los días del mes de facturación. La energía generada en el segundo período toma como precio de mercado el precio medio aritmético correspondiente a las dieciséis horas restantes de todos los días del mes. Estos precios deben ser publicados mensualmente por el operador del mercado.

A continuación se analiza cuál de todas las posibilidades puede ser más interesante. La banda más alta de los precios horarios finales máximos en 1998 fue del orden de las 9,5 pts/kWh, situándose la media de los máximos en el entorno de las 8 pts/kWh. En el período de vigencia del RD que regula el régimen especial, enero-mayo de 1999, la media de los precios horarios finales máximos de cada mes ha sido de 8,3 pts/kWh, mientras que la media de los máximos horarios diarios ha ascendido a 7,2 pts/kWh.

A la vista de los valores indicados, es claro que ninguno supera las 11,2 pts/kWh que posibilita como precio fijo lo dispuesto en el RD. Por tanto, siempre que la potencia a caudal continuo sea inferior a 10 MW es seguro que no interesa ofertar al operador de mercado, ni aún en el caso de concentrar la producción en la banda de precios horarios máximos, lo que supondría además, incrementar el coste de la infraestructura necesaria y, por tanto, la anualidad de amortización.

En cuanto a la posibilidad de acogerse a la discriminación en dos períodos, los precios resultantes en el período enero-mayo de 1999 son los siguientes:

Mes	P. _{medio} 8 horas (pts/kWh)	P. _{medio} 16 horas (pts/kWh)	Prima (pts/kWh)	P. _{final} 8 horas (pts/kWh)	P. _{final} 16 horas (pts/kWh)	P. _{equivalente} (pts/kWh)
Enero	4,46	5,85	5,45	9,91	11,3	10,84
Febrero	5,00	6,66	5,45	10,45	12,11	11,56
Marzo	5,39	6,54	5,45	10,84	11,99	11,60
Abril	5,22	5,98	5,45	10,68	11,43	11,18
Mayo	4,77	6,07	5,45	10,22	11,52	11,08
Media	4,97	6,22	5,45	10,42	11,67	11,25

Tabla 11. Precios del régimen especial con discriminación horaria ($P \leq 10$ MW)

Como puede apreciarse, el precio horario equivalente de los cinco meses coincide prácticamente con el precio fijo estipulado en el RD, luego no parece que sea interesante acogerse a la discriminación en los dos periodos en el caso de turbinar en caudal continuo. Tampoco parece demasiado ventajoso incrementar la potencia, siempre que se mantenga por debajo de los 10 MW para concentrar la producción en las 16 horas más caras, puesto que el incremento de precio medio sería de solo 0,46 pts/kWh, que puede ser prácticamente equivalente al incremento de amortización originado por las inversiones adicionales requeridas para aumentar el caudal del salto (balsas de regulación a la entrada y a la salida y mayor coste de los equipos).

En definitiva, siempre que se trate de saltos con potencia inferior o igual a 10 MW se aplicará el precio fijo de 11,2 pts/kWh, que debe incrementarse en el impuesto sobre la electricidad y el IVA correspondiente, resultando un total de 13,66 pts/kWh.

3.2.2.3.4.2. Centrales de potencia superior a 10 MW e igual o inferior a 50 MW

Las dos únicas posibilidades existentes son ofertar al mercado mayorista o bien acogerse al régimen especial. En este segundo caso, la retribución del kWh producido se obtendría mediante la fórmula siguiente:

$$R = P_m + P_r + ER$$

Donde

- R= retribución en pts/kWh
- P_m = precio final horario medio de mercado
- P_r = prima
- ER = complemento por energía reactiva.

A su vez, la prima se calcula de la siguiente manera:

$$P_r = \frac{b(50 - P)}{40}$$

Donde

- b= prima para las instalaciones de potencia \leq 10 MW. (5,45 pts/kWh)
- P = potencia de la instalación en MW

Por tanto, en cualquier caso, acogerse al régimen especial supone que se va a percibir un precio horario final superior al medio aritmético del mercado. Es decir, siempre que se vaya a funcionar las 24 horas del día, indudablemente, interesará acogerse a esta posibilidad. En función de la potencia instalada el valor de la prima varía entre el máximo de 5,45 pts/kWh para 10 MW y 0 para 50 MW.

Otra posibilidad sería concentrar la producción en un número de horas inferior a 24 y acudir al mercado buscando unos precios superiores a los del régimen especial. Desde el 1 de enero de 1999 la evolución de los precios máximos ha sido la siguiente:

Mes	Precio horario final máximo del mes (pts/kWh)	Media de los precios horarios finales máximo diarios (pts/kWh)
Enero	8,91	7,00
Febrero	8,96	7,86
Marzo	8,28	7,43
Abril	7,86	6,88
Mayo	7,59	6,78
Media	8,32	7,19

Tabla 12. Precios horarios finales máximos del mercado de producción 1999

Por tanto, en el caso de concentrar la turbinación en la banda más alta de los precios máximos, el límite superior del precio de mercado sería de 7,19 pts/kWh. La potencia a partir de la cual interesará concentrar la producción será aquella para la que el precio resultante de la fórmula de régimen especial iguale a este máximo del mercado. El precio horario medio del mercado desde la entrada en vigor del RD del régimen especial es de 5,8 pts/kWh. La ecuación a resolver es:

$$7,189 = 5,80 + \frac{5,45(50 - P)}{40}$$

De donde la potencia resultante es 40 MW. Ahora bien, salvo que los costes de primera inversión se incrementen de forma inadmisiblemente, como mínimo será necesario turbinar durante ocho horas. Por ello, el precio a aplicar no será la media de los máximos diarios, sino un precio ligeramente inferior. Si se supone una reducción del 10% en el precio a aplicar, la potencia resultante es de 45 MW, es decir, prácticamente coincidente con los 50 MW. La diferencia de precio sería además tan reducida, que difícilmente compensaría el incremento de amortización causado por el aumento del coste de la inversión adicional necesaria para concentrar la producción.

Como consecuencia de todo lo expuesto, se estima que para potencias superiores a 10 MW e iguales o inferiores a 50 MW se adopta siempre la fórmula de cálculo del precio correspondiente al régimen especial. Este precio deberá incrementarse con los impuestos correspondientes (electricidad e IVA, es decir, multiplicar por 1,219).

El complemento por energía reactiva depende del valor del $\cos\phi$ de la instalación. Si es superior a 0,9 supone una bonificación, incrementando el precio del kWh hasta un máximo de un 4% y si es inferior una penalización. Lo habitual será que las nuevas instalaciones reúnan las condiciones para tener la máxima bonificación. No obstante, por quedar del lado de la seguridad, se supondrá que el complemento por reactiva es nulo.

3.2.2.3.4.3. Centrales de potencia superior a 50 MW

Los saltos mayores de 50 MW deben ofertar al operador del mercado, por lo que si turbinan durante las 24 horas del día se tomará el precio medio aritmético horario final, que es, en el período enero-mayo de 1999, de 5,8 pts/kWh. Si la producción se concentra en un número más reducido de horas, se propone la siguiente distribución:

- Tiempo de funcionamiento de 16 horas: 6,2 pts/kWh
- Tiempo de funcionamiento de 8 horas: 7 pts/kWh

Al igual que en los casos anteriores, estos precios deberán incrementarse con los impuestos de al electricidad y el IVA (multiplicar por 1,219).

3.2.2.3.5. Actualización del precio de la energía

Los costes energéticos propuestos en los epígrafes anteriores se basan en la información disponible en esta materia a fecha de junio de 1999, tanto en lo que se refiere al mercado de producción como a las disposiciones que regulaban las actividades aún sometidas a tarifa y la producción en régimen especial.

En este apartado se actualiza la información hasta diciembre de 1999, analizando si, de acuerdo con los objetivos perseguidos a nivel de planificación, esta actualización obliga a modificar los valores adoptados tanto par el consumo de energía en bombeos como para la producción en nuevos saltos.

3.2.2.3.5.1. Consumo de energía en bombeos

A continuación se analiza cada uno de los componentes del coste que, como ya se ha indicado, son el mercado de producción, las pérdidas de energía, ambos afectados por la moratoria nuclear y las tarifas de acceso a redes. Todos ellos deben incrementarse en el impuesto sobre la electricidad y el IVA.

Los porcentajes correspondientes a la moratoria nuclear, impuesto sobre la electricidad e IVA no han sufrido variación. Precio

3.2.2.3.5.1.1. Precio del mercado de producción

Si se considera el año 1999 completo, el precio final horario medio aritmético de todo el mercado es de 5,716 pts/kWh, frente a las 5,805 pts/kWh resultantes en el período enero-mayo.

En cuanto a los consumidores cualificados, considerando todo el año se obtiene un precio medio aritmético de 4,679 pts/kWh frente a las 4,658 pts/kWh en los cinco primeros meses del año. Las variaciones son, como puede apreciarse, muy reducidas.

En la tabla siguiente se recogen los valores publicados en el mes de diciembre de 1999 en el informe de del Operador del mercado de la electricidad (existen muy pequeñas discrepancias entre esta información y la correspondiente a los informes del primer trimestre del año).

Año	Mes	Precio final medio aritmético (pta/kWh)		
		Distribuidores	Consumidores cualificados	General
1998	Enero			5,702
	Febrero			5,281
	Marzo			5,476
	Abril			5,616
	Mayo			5,047
	Junio			5,025
	Julio			5,802
	Agosto			6,271
	Septiembre			5,406
	Octubre			5,380
	Noviembre			5,983
	Diciembre			5,724
Media			5,559	
1999	Enero	5,496	4,725	5,369
	Febrero	6,234	5,355	6,095
	Marzo	6,331	5,091	6,145
	Abril	5,995	4,523	5,731
	Mayo	5,937	4,442	5,633
	Junio	5,934	4,497	5,663
	Julio	6,129	4,690	5,823
	Agosto	5,919	4,241	5,550
	Septiembre	6,177	4,643	5,766
	Octubre	5,792	4,221	5,328
	Noviembre	6,078	4,897	5,759
	Diciembre	6,060	4,818	5,727
Media	6,007	4,679	5,716	
Media			5,637	

Tabla 13. Precios finales horarios medios del mercado de producción

Considerando todo el año 1999, el precio medio aritmético de las ocho primeras horas de cada día (las más baratas prácticamente) es de 4,577 pts/kWh, un 8% inferior al correspondiente al periodo enero mayo, que es de 4,968 pts/kWh. Las cifras se recogen en la siguiente tabla.

Mes	Precio medio 8 primeras h. de cada día (pts/kWh)	Precio medio 16 h restantes (pts/kWh)
Enero	4,46	5,849
Febrero	5,003	6,663
Marzo	5,386	6,540
abril	5,227	5,983
mayo	4,766	6,066
Junio	4,652	6,169
julio	4,778	6,346
Agosto	4,459	6,095
Septiembre	4,111	6,594
Octubre	3,905	6,035
Noviembre	4,140	6,569
Diciembre	4,040	6,570
Media	4,577	6,290

Tabla 14. Precios horarios finales medios del mercado (8 horas y 16 horas)

El precio medio aritmético para consumidores cualificados en todo el año es de 4,679 pts/kWh. Es decir, con los datos de todo el año, el precio medio aritmético de las ocho horas más baratas del mercado general de producción es inferior al de los consumidores cualificados. En consecuencia, ahora puede tomarse con suficiente seguridad este último valor como precio final horario. Ello permite reducir el precio de 5 pts/kWh adoptado con la información hasta mayo de 1999 a 4,7 pts/kWh es decir un 6%. Por tanto, manteniendo el anterior se estaría del lado de la seguridad.

Aplicando los porcentajes de moratoria nuclear, impuesto de la electricidad e IVA resultaría un precio de 5,93 pts/kWh frente a las 6,31 pts/kWh adoptadas.

3.2.2.3.5.1.2. Pérdidas de energía

El RD 2066/1999 de 30 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para el año 2000, modifica los porcentajes de energía correspondientes a pérdidas en cada período tarifario y nivel de tensión de suministro respecto a los establecidos para 1999.

Estos coeficientes se reducen para todos los niveles de tensión y todos los periodos tarifarios, salvo en el 6, que es el que tiene precios de energía menores (8 horas nocturnas de todos los días del año y las 24 h de sábados, domingos, festivos y agosto). Lógicamente todas las elevaciones utilizarán este periodo, además de otros. La cuantía del incremento en él oscila desde cero hasta el 10%, dependiendo del escalón de tensión. El que previsiblemente puede ser más frecuente en los bombeos de las transferencias, 36 kV-72,5 kV no sufre incremento.

En el resto de los periodos, que también tendrán que ser utilizados por los bombeos la reducción del porcentaje es, en general superior al 10%, compensando así, parcial o totalmente el incremento del periodo 6. Por tanto, teniendo en cuenta además que el precio a aplicar a esta pérdida de energía se reduciría en un 6% si se considera todo el año 1999, en vez del periodo enero-mayo, puede afirmarse que la variación en la valoración de las pérdidas resultante de aplicar el nuevo RD, no será en absoluto representativa, máxime si se tiene en cuenta que este concepto representa menos del 3% del precio final resultante para el kWh.

En definitiva, pueden mantenerse las 0,2 pts/kWh adoptadas correspondientes al concepto de pérdidas, incluyendo moratoria e impuestos, adoptadas en función de la información disponible hasta mayo de 1999.

3.2.2.3.5.1.3. Tarifas de acceso a redes

El Real Decreto 2066/1999 de 30 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para el 2000, establece en su única disposición adicional que antes del 1 de abril de 2000 se efectuará una propuesta de actualización de precios de las tarifas de acceso establecidas en el RD 2820/1998, adaptándose al nuevo marco de liberalización del suministro a partir del 1 de julio de 2000. Esta propuesta aún no ha sido aprobada en la fecha de redacción de este texto, por lo que siguen vigentes las tarifas consideradas y, por tanto, mantiene su validez la repercusión en pts/kWh por este concepto.

3.2.2.3.5.1.4. Precio final del kWh propuesto

De acuerdo con lo expuesto en los tres apartados precedentes, se considera que se queda del lado de la seguridad manteniendo el precio del kWh consumido en los bombeos adoptado con la información disponible hasta mayo de 1999, pudiendo estimarse que con la información disponible hasta diciembre de 1999, podría reducirse en un 6%.

3.2.2.3.5.2. Producción de energía en nuevos saltos asociados a las transferencias

El RD 2066/1999 por el que se establece la tarifa eléctrica para el año 2000 actualiza las primas correspondientes a la producción en régimen especial de acuerdo con lo ya anunciado en el artículo 30.2 del RD 2818/1998, que regula la producción de energía por este tipo de instalaciones. Esta actualización se lleva a cabo teniendo en cuenta una variación interanual del tipo de interés del -9,46% y del precio medio de la electricidad de -5,48%, es decir, se trata de una reducción con respecto a 1998.

3.2.2.3.5.2.1. Centrales de potencia igual o inferior a 10 MW

El RD 2066/1999 fija el precio fijo para el kWh producido en estas centrales en 10,59 pts/kWh. Considerando todo el año 1999, la media de los precios horarios finales máximos de cada mes ha sido de 8,71 pts/kWh y la media de los precios horarios finales máximos diarios ha ascendido a 7,2 pts/kWh. Puesto que ninguno de ellos supera las 10,59 pts/kWh sigue siendo válido que para potencias iguales o inferiores a 10 MW a caudal continuo no interesa ofertar al mercado de producción, siendo lo más interesante vender al precio fijo.

Seguidamente se analiza el interés de acogerse a la discriminación en dos períodos tarifarios a lo largo del día. Si se considera todo el año 99, la media aritmética de las 8 primeras horas se reduce a 4,58 pts/kWh y de las 16 horas restantes asciende a 6,29 pts/kWh. Las cifras se recogen en la tabla adjunta.

Mes	P.medio 8 horas (pts/kWh)	P.medio 16 horas (pts/kWh)	Prima (pts/kWh)	P.final 8 horas (pts/kWh)	P.final 16 horas (pts/kWh)	P.equivalente (pts/kWh)
Enero	4,46	5,85	4,97	9,43	10,82	10,36
Febr.	5,00	6,66	4,97	9,97	11,63	11,08
Marzo	5,39	6,54	4,97	10,36	11,51	11,13
Abril	5,22	5,98	4,97	10,19	10,95	10,70
Mayo	4,77	6,07	4,97	9,74	11,04	10,61
Junio	4,65	6,17	4,97	9,62	11,14	10,63
Julio	4,78	6,35	4,97	9,75	11,34	10,81
Agosto	4,46	6,09	4,97	9,43	11,06	10,52
Sept.	4,11	6,59	4,97	9,08	11,56	10,73
Oct.	3,90	6,03	4,97	8,87	11,00	10,29
Nov.	4,14	6,57	4,97	9,11	11,54	10,73
Dic.	4,04	6,57	4,97	9,01	11,54	10,70
Media	4,58	6,29	4,97	9,55	11,26	10,69

Tabla 15. Precios del régimen especial con discriminación horaria ($P \leq 10$ MW)

La prima establecida en el RD 2066/1999 para el año 2000 es de 4,97 pts/kWh, por lo que el precio final para 8 horas será de 9,55 pts/kWh y para las 16 horas restantes de 11,26 pts/kWh. El precio horario equivalente sería de 10,69 pts/kWh, es decir, 0,1 pts (1%) superior al precio fijo. Por tanto, para producir a caudal continuo se mantiene la conclusión de que no reporta ventajas sustanciales acogerse a la discriminación en dos periodos. En cuanto a la posibilidad de concentrar la producción en las 16 horas más caras, el precio aplicable considerando todo el 99 y la prima vigente para el 2000 sería de 11,26 pts/kWh, es decir, 0,67 pts/kWh (6,3%) superior al precio fijo. Puede verse que el incremento es notablemente superior al que tenía lugar con el régimen establecido en 1999, que era de 0,46 pts/kWh.

Este nuevo incremento, debido a las pequeñas dimensiones de los equipos, puede considerarse más que suficiente para compensar el aumento de amortización ocasionado por el aumento de coste de la infraestructura. Por ello, parece adecuado, teniendo en cuenta los precios de 1999 y la prima fijada para el 2000, modificar el criterio inicialmente establecido y concentrar la producción en 16 horas, adoptando un precio de 11,2 pts/kWh, siempre que con ello no se supere la potencia instalada de 10 MW. Sin embargo, este precio coincide con el adoptado con la información disponible hasta mayo de 1999, puesto que lo que entonces se consideraba más conveniente era turbinar siempre a caudal continuo y retribuir el kWh al precio fijo vigente para 1999, que era, precisamente de 11,2 pts/kWh. En definitiva, el precio final a recibir por cada kWh generado sería el mismo, si bien la distribución horaria sería diferente, circunstancia que no afecta a la valoración de la energía producida. Por tanto, no es necesario modificar los cálculos del anejo de coste para estas centrales.

3.2.2.3.5.2.2. Centrales de potencia superior a 10 MW e igual o inferior a 50 MW

En estas centrales es claro que interesa acogerse al régimen especial siempre que se turbine a caudal continuo, puesto que en todo caso el precio que se percibe es superior al medio de mercado. Se analiza a continuación si compensa aumentar la potencia para concentrar la producción en las horas más caras del día. Si se considera todo el año 1999 y las primas vigentes para el año 2000, la media de los precios horarios finales máximos de cada mes es de 8,71 pts/kWh y la media de los máximos diarios es de 7,2 pts/kWh, es decir, coincidente con la del periodo enero-mayo. Las cifras se recogen en la tabla adjunta.

Mes	Precio horario final máximo del mes (pts/kWh)	Media de los precios horarios finales máximo diarios (pts/kWh)
Enero	8,91	7,00
Febrero	8,96	7,86
Marzo	8,28	7,43
Abril	7,86	6,88
Mayo	7,59	6,78
Junio	7,42	6,73
Julio	8,25	6,98
Agosto	7,72	6,78
Septiembre	8,51	7,33
Octubre	8,65	6,86
Noviembre	9,35	7,65
Diciembre	13,03	8,09
Media	8,71	7,20

Tabla 16. Precios horarios finales máximos del mercado de producción 1999

El precio horario final medio del mercado en el año 1999 es de 5,716 pts/kWh y la base para el cálculo de la prima en el año 2000 según el RD 2066/1999 pasa de 5,45 a 4,97 pts/kWh. Por tanto, la ecuación a resolver sería:

$$7,2 = 5,72 + \frac{4,97(50 - P)}{40}$$

De donde la potencia resultante es 38 MW. Por tanto, aplicando los mismos razonamientos anteriores, cabe ratificar la conclusión allí obtenida, aplicar la fórmula de cálculo de régimen especial para potencias superiores a 10 MW e iguales o inferiores a 50 MW.

Sin embargo, debido a que la prima se ha reducido para el año 2000, si se mantienen los precios calculados con la prima vigente para el 99 podría pensarse que se queda del lado de la inseguridad, al suponer un beneficio mayor que el real. La reducción en el precio de venta del kWh producido es siempre inferior al 5% tomando la prima vigente para el 2000.

No obstante, hay que tener en cuenta que en los precios obtenidos con la información disponible hasta mayo de 1999, se había permitido del complemento por energía reactiva, que puede incrementar el precio del kWh hasta un máximo del 4% (lo habitual, al tratarse de nuevas instalaciones sería este porcentaje). Por ello, si se considera la bonificación por reactiva, el porcentaje que representa e prácticamente equivalente a la disminución del precio de venta de la energía (4% frente a 5%), por lo que puede considerarse válida la aplicación de los precios inicialmente fijados.

3.2.2.3.5.2.3. Centrales de potencia superior a 50 MW

Puesto que estos saltos deben ofertar al operador del mercado y los precios medios aritméticos del mercado general, tanto para 24 horas (5,63 pts/kWh y 5,72 pts/kWh), como para las 16 horas más caras (6,22 pts/kWh y 6,29 pts/kWh), como para la media de los precios horarios máximos (7,19 pts/kWh y 7,2 pts/kWh), no sufren variación apreciable según se considera el período enero-mayo de 1999 o el año completo, siguen siendo válidos los precios inicialmente adoptados.

3.2.2.3.5.3. Conclusiones

El análisis de la información disponible correspondiente al período junio-diciembre de 1999, permite concluir que pueden mantenerse los valores adoptados inicialmente sin que los resultados se vean alterados.

El precio del kWh consumido en bombeos podría reducirse en un 6% aproximadamente, de acuerdo con la evolución del mercado de producción considerando todo el año 1999. En cambio, la retribución de la energía producida en nuevos saltos acogida al régimen especial (potencia igual o inferior a 50 MW) debería reducirse en un 5%, para potencias superiores a 10 MW e iguales o inferiores a 50 MW, de acuerdo con las disposiciones vigentes en el año 2000 (si bien no sería necesario teniendo en cuenta la bonificación por reactiva).

Teniendo en cuenta que la energía consumida es, en conjunto, notablemente superior a la generada, puede deducirse que manteniendo la valoración inicial (información del mercado sólo hasta mayo de 1999 y disposiciones legales vigentes en 1999) se queda del lado de la seguridad.

3.2.3. VALORACIÓN DE OTROS COSTES DE OPERACIÓN

Además de los anteriores costes energéticos, pueden existir otros costes varios de operación, tales como alquileres que haya que pagar por el uso de instalaciones existentes o, sobre todo, los derivados de la utilización de centrales de bombeo en funcionamiento.

Son, en cualquier caso, unos costes unitarios vinculados al transporte (se expresan en pts/m³), en los que necesariamente hay que incurrir para poder transportar el agua desde origen a destino.

3.2.4. COSTES TOTALES DE OPERACIÓN

Los costes totales de operación serán la suma de los costes energéticos y de los varios expresados anteriormente.

En el presente análisis, estos costes de operación totales se han representado en cada caso por el coeficiente energético total de la conducción o coeficiente de flujo (en kWh/m³) y por un “precio de la energía equivalente” (en pts/kWh), tal que multiplicado por el anterior coeficiente energético resulten los costes totales de operación (suma de los energéticos y de los anteriores varios).

Como puede verse, es un procedimiento que mantiene la analogía con el clásico coeficiente energético, pero permite incorporar otras componentes no estrictamente hidroeléctricas.

3.2.5. VALORACIÓN DE COSTES DE MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN

3.2.5.1. INTRODUCCIÓN

En los costes de operación, mantenimiento, reposición y administración se han considerado los conceptos siguientes:

- a) Costes de la operación y explotación del sistema, excluidos los vinculados al consumo y/o producción energética
- b) Costes relativos a trabajos de conservación y mantenimiento
- c) Costes de reparación y reposición de instalaciones
- d) Gastos de administración y costes indirectos del organismo gestor

Los valores que habitualmente se adoptan para valorar dichos costes son el 0,75 % del valor de la inversión inicial para los trabajos de operación, reposición y mantenimiento (a, b, c) y el 0,15 % para costes indirectos y de administración (d).

En el presente trabajo, se ha elaborado un contraste de estos valores con datos obtenidos en explotaciones reales, a fin de poder cuantificar de un modo más certero los costes de operación, mantenimiento y reposición de las obras. Dicho contraste se ha basado en el “Estudio sobre costes de operación, mantenimiento y reposición en obras de regulación y canales de riego” realizado por el CEDEX en 1.997, en el que se estudiaron los valores reales de dichos costes en diversas zonas regables, tal y como se describe seguidamente.

3.2.5.2. METODOLOGÍA

Para determinar los gastos reales de operación, mantenimiento y explotación, se han tomado como referencia los valores indicados en varias propuestas de tarifas de utilización de agua. Las cuencas consideradas son las del Tajo, Guadiana y Ebro, incluyendo también datos del acueducto Tajo-Segura y del Postravase Tajo-Segura. En total se han analizado los costes de funcionamiento de unas 26 zonas regables con una superficie regada de 630.000 hectáreas.

Los conceptos diferenciados en las propuestas de tarifas son los gastos de funcionamiento y conservación, los gastos de administración y la aportación al coste de las obras. Con el fin de poder identificar los conceptos buscados, se han realizado una serie de correcciones de los valores de partida. Por ejemplo los importes de aportación al coste de las obras se han revisado con el objetivo de considerar solamente aquella parte de los costes que corresponde a trabajos de funcionamiento y conservación.

En el caso del Acueducto Tajo-Segura y el Postravase Tajo-Segura no se disponen de datos que diferencien entre costes de funcionamiento y gastos de administración, por lo cual se excluyen los valores correspondientes a estos conceptos. Asimismo, en la cuenca del Guadiana no ha sido posible determinar los costes de funcionamiento correspondientes a las diferentes zonas regables, por lo cual sólo se indican los valores de la cuenca en su conjunto.

Los grupos de costes que se han diferenciado son los siguientes:

- Gastos de funcionamiento (operación, mantenimiento y reposición)
- Gastos de administración y costes indirectos

Por otra parte, la valoración de la inversión se basa en los datos recogidos del “Programa de modernización y mejora de zonas regables”, realizado por la Dirección General de Obras Hidráulicas (1992). En este informe se ofrecen dos procedimientos para determinar el valor de la inversión realizada en las diferentes zonas regables:

- una valoración de las obras del primer establecimiento, actualizadas según las fórmulas oficiales de revisión, y
- una valoración de la infraestructura existente tomando como referencia mediciones y precios unitarios.

Como en términos generales los valores obtenidos mediante los dos procedimientos coinciden, el presente análisis se ha realizado tomando como referencia los valores calculados a partir de mediciones. Todas las comparaciones se han realizado en pesetas del año 1997, actualizando los importes correspondientes a otros ejercicios mediante los coeficientes de inflación pertinentes.

3.2.5.3. RESULTADOS OBTENIDOS

La siguiente tabla recoge de forma resumida los resultados obtenidos en el estudio realizado. Todos los importes se indican en millones de pesetas (año 1997). Los porcentajes se refieren al cociente entre costes de funcionamiento y valor de la inversión.

Zona regable	Superficie regada (ha)	Inversión (MPta) (A)	Gastos de funcion. (MPta) (B)	Gastos de administr. (MPta) (C)	Gasto total (MPta) (D)	B/A	C/A	D/A
<i>Tajo</i>								
Riegos del Arrago	8 952	6 109	42	3	46	0,7%	0,1%	0,7%
Riegos del Alagón	33 830	29 916	329	37	366	1,1%	0,1%	1,2%
Riegos de Estremera	2 290	3 036	55	3	58	1,8%	0,1%	1,9%
R.Aranjuez (Az.Real Tajo)	7 075	7 260	83	11	95	1,1%	0,2%	1,3%
Riegos del Jarama	9 970	5 535	250	27	277	4,5%	0,5%	5,0%
Riegos del Henares	7 877	4 384	14	0	14	0,3%	0,0%	0,3%
Riegos del Tietar	13 754	10 266	138	11	149	1,3%	0,1%	1,5%
R. Alberche	9 996	7 200	109	7	116	1,5%	0,1%	1,6%
Riegos de Azután	480	267	2	0	2	0,9%	0,0%	0,9%
Riegos Castrejón M.D.	1 806	538	11	1	12	2,1%	0,2%	2,3%
Riegos Castrejón M.I.	3 586	2 180	22	0	22	1,0%	0,0%	1,0%
Subtotal Tajo	99 616	76 691	1 057	100	1 157	1,4%	0,1%	1,5%
<i>Guadiana</i>								
Gasset	996	1 613						
Peñarroya	7 842	5 037						
Torre Abraham	5 551	10 456						
Vicario	4 783	9 792						
Orellana	55 617	55 574						
Zújar	16 062	26 350						
Montijo-Lobón	42 701	30 398						
Proserpina, Cornalbo	146	0						
Chanza, Piedras	5 000	5 411						
Machos, Corumbel	917	0						
Subtotal Guadiana	139 615	144 630	1 528	447	1 975	1,1%	0,3%	1,4%
<i>Ebro</i>								
Alto Aragón	101 671	99 373	863	53	915	0,9%	0,1%	0,9%
Canal de Las Bardenas	65 472	61 957	238	20	258	0,4%	0,0%	0,4%
Canal de Aragón y Cataluña	98 402	38 378	489	43	533	1,3%	0,1%	1,4%
Canal Imperial de Aragón	26 402	8 983	276	29	305	3,1%	0,3%	3,4%
Canal de Lodosa	31 430	19 985	216	18	234	1,1%	0,1%	1,2%
Subtotal Ebro	323 377	228 675	2 082	164	2 246	0,9%	0,1%	1,0%
<i>ATS+Postrasvase</i>								
ATS		62 792			637			1,0%
Postrasvase		40 698			441			1,1%
Subtotal ATS+Postrasvase	67 000	103 490			1 078			1,0%
Total	629 608	661 188			6 455			1,0%
Total sin ATS/Postrasvase	562 608	449 995	4 667	711	5 377	1,0%	0,2%	1,2%

Tabla 17. Costes reales de funcionamiento en diversas zonas regables

A pesar de la lógica variación observada entre diferentes zonas regables, parece que hay una cierta congruencia entre los datos al nivel de cuencas hidrográficas. Los costes de operación y mantenimiento resultan ser del orden de 1,0% del valor de la inversión, cifra ligeramente superior al valor usual de referencia de 0,75%. Del mismo modo, los costes relativos a la gestión y a la administración se estiman en un 0,2%, también superiores al valor de partida de 0,15%. Por lo tanto, los costes de funcionamiento se valoran en el presente trabajo como un 1,2% del valor de la inversión, como puede verse en la tabla adjunta

Concepto	Valor de referencia	Valor propuesto
Costes de operación, mantenimiento y conservación	0,75 %	1,0 %
Gastos de administración y costes indirectos	0,25 %	0,2 %
Costes totales de funcionamiento	1,0 %	1,2 %

Tabla 18. Costes de funcionamiento. Valores adoptados

3.2.6. COSTES Y BENEFICIOS SECUNDARIOS

3.2.6.1. COSTES POR AFECCIONES HIDROELÉCTRICAS

Cuando las transferencias derivan caudal aguas arriba de saltos existentes, la detracción puede suponer una pérdida de beneficio en estas instalaciones que supone un coste para el trasvase. Se trata aquí de valorar este perjuicio desde el punto de vista del productor afectado, lo que requiere estimar tanto la cuantía de la energía que se deja de producir, como un precio al que valorar el kWh perdido.

3.2.6.1.1. Estimación de la energía de afección

En primer lugar, debe ponerse de manifiesto que es discutible que el volumen derivado aguas arriba de un salto pueda ser turbinado en todo caso y, en consecuencia, genere una pérdida económica. Por ejemplo, podría darse la circunstancia de que por falta de capacidad de regulación o de déficit de potencia instalada no toda la aportación pudiera turbinarse en todo momento. Igualmente, la energía producida depende de la cota de la lamina existente en el embalse, caso de ser una central no fluyente. Evaluar todos estos factores requeriría un análisis específico de las condiciones físicas y concesionales de cada salto, que supera el objetivo de este estudio.

Además, aunque el agua pudiese ser físicamente turbinada, ello no significa obligadamente que su derivación conlleve el derecho a indemnización económica, pues ello depende de las condiciones concesionales existentes en cada caso concreto.

Para obviar todas estas incertidumbres y quedar, en una primera aproximación, del lado de la seguridad, se adopta como energía producible por un m³ de agua derivada el coeficiente energético (kWh/m³) establecido por UNESA para los saltos afectados con potencia instalada superior a 5 MW.⁸ . Igualmente se ha estimado, a partir de las características de los saltos, un coeficiente energético para centrales de potencia instalada inferior o igual a 5 MW asociadas a infraestructuras con capacidad de regulación, es decir, a grandes presas. Únicamente se han considerado los saltos nacionales, puesto que la ejecución de las transferencias debe respetar el cumplimiento de los acuerdos sobre ríos transfronterizos y, por tanto, no inducirán afecciones no previstas en ellos sobre saltos extranjeros.

Las centrales de potencia inferior a 5 MW sin capacidad de regulación no es previsible que se vean afectadas por la detracción de caudales, puesto que serán normalmente fluyentes. En efecto, las derivaciones se efectúan habitualmente en tramos de río con caudales base significativos la mayor parte del año, que permiten la instalación de potencias superiores a 5 MW. Cabe suponer entonces que la limitación de la potencia obedeció en su momento no a razones hidrológicas sino a condicionantes económicos determinados por el régimen tarifario tan favorable al que podían acogerse las minicentrales, cuya potencia estaba limitada a 5 MW. En definitiva, estas centrales, caso de existir en los cauces afectados por las transferencias, previsiblemente, podrían turbinar una caudal muy inferior al base del río, por lo que no es razonable suponer que vayan a verse afectadas significativamente por el trasvase.

En los casos en que existan dos centrales que derivan del mismo embalse, bien a pie de presa o bien mediante una tubería forzada o canal varios km aguas abajo (casos de Talarn o Saucelle, por ejemplo), sólo se afectará a una de las dos centrales, ya que el volumen detraído para trasvase solo puede ser turbinado en una de ellas, no en las dos simultáneamente. Si las dos centrales tienen el mismo equivalente energético, esté será el que se adopte para calcular la cantidad de energía producible por un m³. Si los equivalentes son diferentes se considerará que la afección recae sobre el salto que tenga mayor salto asociado. Así se está del lado de la seguridad en el caso de que la detracción se produzca aguas abajo del embalse y únicamente se obligue a modificar el régimen de turbinación pero no el volumen turbinado, pues en principio, parece lógico pensar que la generación se realizaría con la central de mayor salto.

⁸ Coeficientes energéticos tomados del documento “Evaluación energética de las detracciones de aguas superficiales para planes de regadíos oficiales” (UNESA, diciembre 1987), con alguna información adicional proporcionada directamente por UNESA en 1996 que actualiza la anterior. Se incluyen todas las centrales de UNESA con potencia superior a 5 MW.

3.2.6.1.2. Valoración de la energía de afección

Para la valoración económica del kWh que se deja de producir, caben varias posibilidades. La primera es adoptar el precio final horario medio del mercado de producción. Este precio puede ser el medio ponderado o el medio aritmético. El medio ponderado en 1998 fue de 5,81 pts/kWh, mientras que el aritmético fue de 5,56 pts/kWh. En el período enero-mayo de 1999, el medio ponderado del mercado general ha sido de 5,9 pts/kWh y el aritmético de 5,8 pts/kWh. (en el período equivalente de 1998 el medio aritmético fue de 5,42 pts/kWh).

Esta es la cifra que el hidroeléctrico debiera recibir si se admite que coincide con los beneficios que dejaría de percibir. Sin embargo, este precio incluye, además del beneficio empresarial, elementos variables del coste asociados directamente a la unidad de energía producida y, por tanto, evitables si no se produce. Por tanto, este precio debe tomarse como cota superior de esta opción, que puede adecuarse a las centrales fluyentes.

Una segunda opción deriva de las especiales circunstancias de las centrales hidroeléctricas, siendo esta tecnología la que fija los precios horarios máximos con relativa frecuencia. Esto es consecuencia de que, debido a su flexibilidad, puede ser utilizada para satisfacer la demanda aquellas horas en que ésta alcanza sus valores máximos. Los datos disponibles indican que en 1998, en primera aproximación, la media de los precios horarios finales máximos se situó en torno a las 8 pts/kWh mientras que en el período enero-mayo de 1999 lo hizo en 7,2 pts/kWh. Puesto que no es la energía hidráulica la que fija todos los días los precios horarios máximos, estos valores constituirían una cota superior de esta segunda opción, que es representativa de las centrales hidroeléctricas con capacidad de regulación, que son las que presentan mayores equivalentes energéticos habitualmente.

Se considera suficientemente conservador, a la vista de las consideraciones expuestas, adoptar un precio de 7 pts/kWh para valorar la energía que se deja de producir por derivaciones aguas arriba de saltos existentes. En esta cifra, dado el margen de seguridad existente, se considera incluido el porcentaje correspondiente a la moratoria nuclear, que representa el 3,54% del precio final del mercado de producción (art. 3.2 del RD 2821/1998 de 23 de diciembre por el que se establece la tarifa eléctrica para 1999), puesto que este porcentaje es una compensación que recibe el productor dentro de cada kWh generado.

Existen casos en los que la derivación se realiza inmediatamente aguas abajo de un salto, de manera que no se deja de turbinar el volumen trasvasado, sino que únicamente se modifica el régimen de explotación, obligando a turbinar en el momento en que se bombea, que es, dentro de lo posible, el de menor coste de la energía. Por ello, el kWh afectado se “retribuye” en este caso a un precio menor que en el anterior, resultante de la diferencia entre la media de la banda superior de los precios de cada día (alrededor de 9,5 pts/kWh en 1998 y de 8,3 pts/kWh en el período enero-mayo de 1999) y las 7 pts antes establecidas. Por tanto, quedando nuevamente del lado de la seguridad, el precio sería de 2,5 pts/kWh.

Si se considera también la información del período junio-diciembre de 1999, parece que puede mantenerse la estimación inicial del precio del kWh de afección en 7 pts/kWh, debido a la prácticamente nula variación de las medias de los precios máximos. En efecto, la media de los precios horarios máximos diarios en el período enero-mayo de 1999 fue de 7,19 pts/kWh y considerando todo el año, de 7,2 pts/kWh. La media de los máximos horarios mensuales en el período enero-mayo 1999 es de 8,32 pts/kWh, mientras que considerando el año completo es de 8,71 pts/kWh.

En cuanto a la afección por modificación del régimen de turbinación exclusivamente, manteniendo 2,5 pts/kWh se queda muy del lado de la seguridad. Esto es debido a que la diferencia entre la media de los máximos horarios mensuales a lo largo de todo el año 1999 y el valor asignado al kWh afectado por detración de caudales es de 1,71 pts, inferior al de 1998.

En resumen, puede concluirse que manteniendo la valoración de la energía de afección ya calculada, y considerando la información de todo el año 1999, se queda muy del lado de la seguridad.

3.2.6.2. BENEFICIOS POR INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN APROVECHAMIENTOS EXISTENTES

Los volúmenes trasvasados pueden ser objeto, a su vez, de aprovechamiento energético en las instalaciones existentes por las que discurran a lo largo de la cuenca receptora, aguas abajo de los puntos de suministro de la demanda, o bien a lo largo de tramos de ríos que formen parte, como conducciones naturales, de las transferencias planteadas.

El problema es el mismo que en el caso de la afecciones negativas por detracciones de caudal aguas arriba de saltos existentes, cuantificar el incremento de energía que puede producirse y determinar un precio a aplicar al kWh generado.

3.2.6.2.1. Estimación del incremento de producción

Cabe proponer que los criterios sean los mismos empleados para cuantificar y estimar los perjuicios causados por las detracciones. Nada hay que objetar, en principio, a emplear el mismo procedimiento (coeficiente energético -kWh/m³) para cuantificar la energía producible con ese incremento de aportación. Se han seguido los mismos criterios para determinarlos saltos que debían considerarse que en el caso de afecciones por detración de caudal.

3.2.6.2.2. Valoración del incremento de producción

En cuanto a la valoración del kWh, si se aplicara el mismo valor que en la afección originada por la detración de caudales, podría objetarse el hecho de que es un beneficio no buscado por el receptor, lo que aconseja aplicar un coeficiente reductor al precio adoptado finalmente para la afección negativa (incluso, en el caso extremo de que no desease recibirlos, el beneficio a computar sería nulo; igualmente, la potencia instalada en el salto podría no permitir aprovechar todo el caudal aportado o bien requerir una variación en el régimen de explotación para

conseguirlo, todo lo cual podría traducirse en un menor valor para el productor del kWh producido).

Por todo lo expuesto, se valora el kWh producible por el incremento de caudal en saltos existentes en 6 pts/kWh, una peseta inferior al valor estimado para las afecciones. Este valor es, además, muy próximo al precio medio aritmético horario final del mercado de producción en el período enero-mayo de 1999, que ascendió a 5,8 pts/kWh, y puede reflejar la aparente tendencia ascendente con relación al mismo período del año anterior, en que fue de 5,42 pts/kWh.

Si se tiene en cuenta la información del año 1999 completo, se considera adecuado mantener el valor de 6 pts/kWh, inferior a la energía de afección y del mismo orden que el precio medio aritmético del mercado de producción a lo largo de todo el año (5,7 pts/kWh).

3.2.6.3. OTROS COSTES. COSTES TOTALES DE DETRACCIÓN

Además de los costes energéticos expuestos, otros costes indirectos asociados a la explotación de las transferencias son los relacionados con posibles tratamientos de calidad del agua, o incluso otros costes asociados a reposiciones o afecciones sociales como consecuencia de las infraestructuras de toma (en el caso, p.e., de que se requiera la construcción de embalses en origen).

La tabla adjunta resume los valores obtenidos en otros epígrafes de este Plan Hidrológico, y ofrece las cuantías totales que se propone considerar en el análisis.

Origen	Afección energ.	Tratamiento en origen	Otras afecc. y costes sociales	TOTAL Coste detracción
Alto Duero	4.9	0	20	25
Bajo Duero	4.6	0	1	6
Jarama	4.3	25	0	30
Tajo en Toledo	4.3	20	0	25
Tajo en Azután	3.8	20	0	24
Tiétar	2.6	0	0	3
Bajo Ebro	0	0	1	1
Segre	4.8	0	0	5
Ródano	0	0	0	0

Tabla 19. Costes totales de detracción (pts/m³)

Ha de notarse que algunas de estas cuantías pueden verse modificadas en estudios de mayor detalle. Es el caso, por ejemplo, de las opciones del Duero y Tajo, que podrían tener costes adicionales de detracción por otras afecciones ahora no identificadas y superpuestas a los umbrales de flujo establecidos en el Convenio de Albufeira.

3.2.7. COSTES DE COMPENSACIÓN

Los fundamentos conceptuales de este coste ya han sido expuestos en sus correspondientes epígrafes anteriores.

Su valoración económica resulta muy compleja, pues requiere realizar una valoración monetaria de bienes naturales ambientales o territoriales, para la que no existen referencias de mercado directamente utilizables. Por ello, es necesario acudir

a procedimientos indirectos, para los que se han desarrollado distintas metodologías (valoración contingente, precios hedónicos, coste de viaje, etc), y cuyos resultados plantean algunas incertidumbres y problemas conceptuales que no pueden ser plenamente eliminados.

Por otra parte, la búsqueda de situaciones similares en las que se hayan realizado tales valoraciones ambientales, de forma que sea posible realizar una extrapolación o transferencia de beneficios ambientales, no ha arrojado resultados positivos y concluyentes, pese a ser un procedimiento empleado desde antiguo para estimar beneficios asociados a los proyectos hidráulicos, sobre todo de tipo recreativo.

Ante estas dificultades, y con objeto de dar un valor práctico indicativo, cabe adoptar la misma valoración de los costes de compensación territorial que actualmente se aplican al trasvase Tajo-Segura, que es la actuación más parecida a las que se plantean en este Plan Hidrológico Nacional. Tales costes alcanzan un valor actual del orden de 4 pts/m³ trasvasado, por lo que, como referencia inicial, se propone fijar en 5 pts/m³ el coste de compensación asociado a las nuevas posibles transferencias.

Si existiese, además, algún compromiso concreto de adquisición contractual de caudales en la zona de origen, como puede ser el caso del trasvase desde el Ródano, tal coste de compra debe asimismo incluirse en este concepto compensatorio. Por el momento, y a efectos comparativos, supondremos que el coste de compensación aplicable a este origen es el mismo que los demás.

3.3. OPTIMIZACIÓN DE LAS TRANSFERENCIAS

Establecidos en secciones previas los fundamentos conceptuales del análisis económico, procede ahora aplicar estos conceptos al caso concreto de las transferencias intercuenas consideradas en este Plan Hidrológico Nacional.

Para ello se abordará, en primer lugar, la determinación de la red óptima de suministro o solución óptima de los posibles trasvases planteados. Tras ello, se analizará con detalle la estructura del coste de esta solución óptima propuesta, conforme a los conceptos teóricos enunciados en anteriores epígrafes.

Tras el estudio de costes, y con los mismos fundamentos conceptuales expuestos, se abordará el de beneficios asociados a las transferencias. Todo ello permitirá concluir una evaluación económica del proyecto, que arroje luz sobre su eficiencia económica y los órdenes de magnitud involucrados.

Hay que repetir una vez más que el objetivo de este análisis no es determinar con entera precisión el flujo de caja del proyecto y sus ratios económico-financieros resultantes. El objetivo es proporcionar una primera y encajada estimación de su racionalidad económica desde el punto de vista de los intereses nacionales.

3.3.1. LA RED DE TRANSFERENCIAS PLANTEADAS

Revisando los antecedentes y alternativas disponibles mostrados en Documentos específicos, y expresando toda la combinatoria de soluciones mediante un diagrama esquemático de flujos, se obtiene la representación simbólica mostrada en la figura, en la que se incluyen todas las fuentes identificadas y todos los destinos finalmente considerados. Esta representación es, matemáticamente, la de una red de flujo en la que hay fuentes, sumideros y elementos de transporte, todos ellos con costes asociados, y para la que se plantea un problema de optimización de flujo a coste mínimo.

La solución de este problema permite obtener la combinación óptima de orígenes de recursos y conducciones de transporte, entendiendo por tal combinación óptima aquella que consigue servir a todas las demandas de la red sus cantidades requeridas, con un coste total global mínimo. En definitiva, permite obtener la solución de trasvase (orígenes del agua y conducciones de transporte) óptima, de entre todas las infinitas combinaciones posibles.

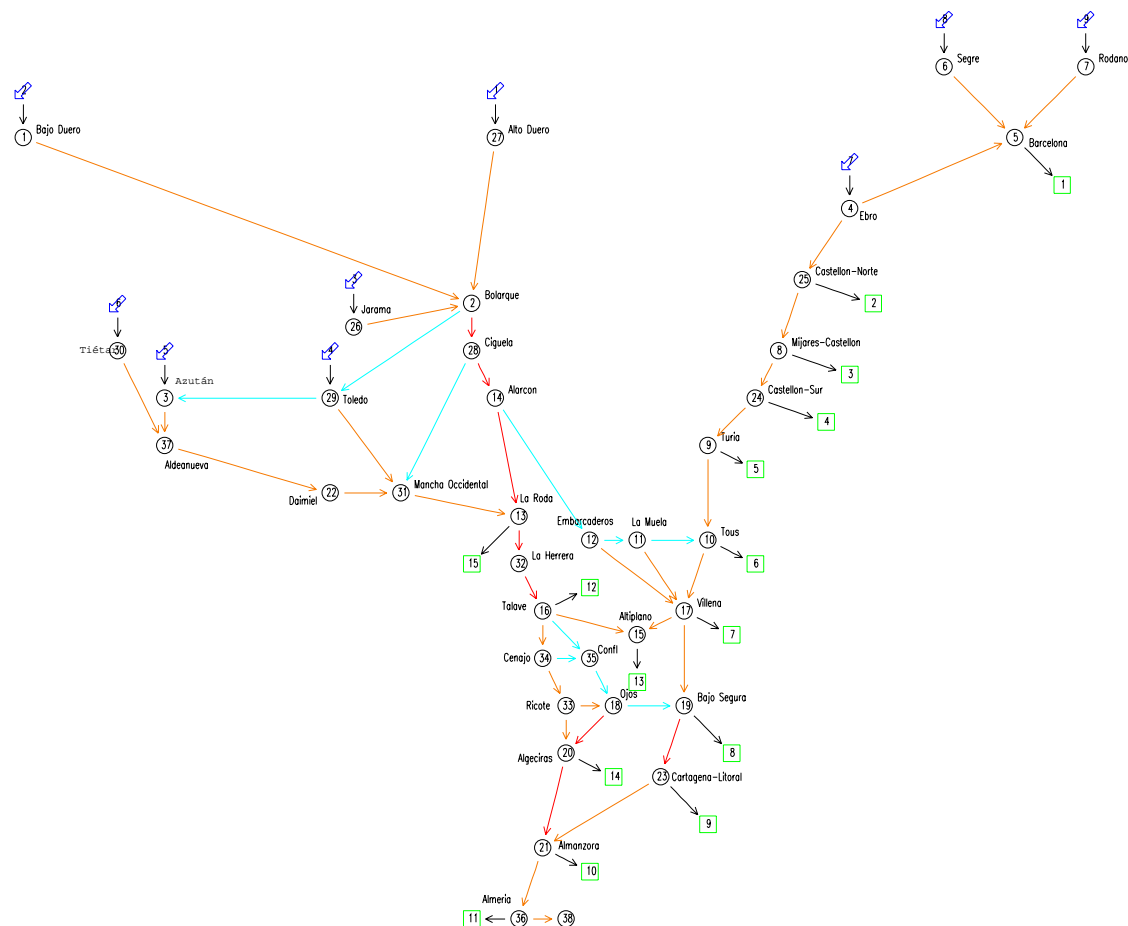


Figura 23. Red de flujo de las posibles transferencias consideradas

Nótese que esta representación conceptual –este modelo– permite sintetizar y abstraer las diferentes posibilidades de solución al problema de decisión de los trasvases óptimos mediante un mecanismo formal, matemático, que incorpora la información económica pertinente para la optimización, y resuelve el problema sin tanteos estimativos, de forma directa y rigurosa.

Desarrollando este modelo conceptual, un *origen* o *fuentes de recursos* es un nudo de la red (representado por una flecha gruesa azul) en el que se puede producir un aporte de agua. Cada fuente se caracteriza por una cuantía máxima derivable (obtenida en los análisis hidrológicos de los sistemas hidráulicos identificados como posibles cedentes) y un coste unitario asociado a la posible derivación. Este coste es el correspondiente a posibles afecciones (como la pérdida de producción en centrales hidroeléctricas existentes aguas abajo), a eventuales tratamientos requeridos por el agua en su toma, a costes ambientales de la detracción, o a posibles compensaciones económicas a las zonas de origen.. Asimismo, una *demanda* o *sumidero* es un nudo de la red (representado por un cuadrado verde) en el que hay un consumo de agua que satisfacer. Cada demanda se caracteriza por su cuantía requerida (ahora no máxima, como en las fuentes, sino fija y obligada), un coste unitario asociado al aporte de recursos en ese punto (usualmente beneficio por posibles turbinaciones complementarias aguas abajo de la entrega), y un coste total asociado a la distribución de caudales tras la entrega en este punto (como se indicó, sería el concepto de coste asociado requerido para, una vez materializada la entrega, poder emplear el agua para los usos previstos en la zona receptora).

Por último, un *tramo* es una conducción entre nudos (representada por una flecha) que permite el transporte de agua entre ellos. Los tramos pueden ser naturales (tramos fluviales representados con flechas azules), o artificiales (flechas rojas si son ya existentes, como el ATS, o naranjas si son no existentes y de hipotética nueva realización). Cada tramo ha sido previamente analizado, optimizado y definido en los documentos de Antecedentes y Análisis de transferencias, y puede constar de numerosos elementos constructivos (acueductos, túneles, sifones, impulsiones, centrales, tuberías, etc.), tal y como se indica en los referidos documentos y en el Anejo de Costes Básicos de este análisis económico de las transferencias. Cada tramo se caracteriza por un coeficiente de dimensionamiento (ratio entre el caudal punta máximo circulante y el medio anual, deducido en los análisis de los sistemas de explotación), un coeficiente de flujo o coste fijo unitario por el paso de caudales (que incluye el coste energético final balanceando bombeos y turbinaciones, más posibles costes singulares de alquileres a terceros, etc.), un caudal circulante actual (en el caso de que sea una conducción ya existente), y una función no lineal de coste que muestra, para cada posible caudal de diseño de todo el tramo, el coste de ejecución resultante del conjunto de infraestructuras que integran el tramo, y que permitirían la circulación de este caudal de diseño.

Nótese que esta no linealidad de los costes es la dificultad básica del problema. Si los costes fuesen lineales –o al menos convexos- el problema sería relativamente sencillo al existir numerosos y depurados algoritmos de flujo en redes que lo podrían resolver de forma directa. Puede afirmarse que así como la técnica de resolución de redes lineales está muy desarrollada y ha alcanzado ya la madurez, la resolución de redes no lineales se encuentra aún en su primera infancia.

En el Anejo de costes básicos se describen las distintas componentes de coste enunciadas, y se obtienen sus valores para cada elemento específico, con lo que puede construirse un fichero de especificaciones de la red, tal y como el mostrado en

la tabla adjunta. Este es el fichero de datos de la red que lee directamente el algoritmo de optimización.

Nudo	NombreAportacion	NT	ApMax	CDetr	CComp								
NA01	'AP.Alto Duero'	27	57.	20.0	5.0								
NA02	'AP.Bajo Duero'	1	785.	5.0	5.0								
NA03	'AP.Jarama'	26	300.	27.0	5.0								
NA04	'AP.Toledo'	29	200.	25.0	5.0								
NA05	'AP.Azutan'	3	300.	24.0	5.0								
NA06	'AP.Tietar'	30	200.	3.0	5.0								
NA07	'AP.Ebro'	4	1200.	1.0	5.0								
NA08	'AP.Segre'	6	250.	5.0	5.0								
NA09	'AP.Rodano'	7	1200.	0.0	5.0								
Nudo	NombreDemanda	NT	DemAn	BAfec	VMxBAfec	CDist							
ND01	'DT.Barcelona'	5	189.	0.0	0.	1000.							
ND02	'DT.Castellon-Norte'	25	21.	0.0	0.	1000.							
ND03	'DT.Mijares-Castellon'	8	42.	0.0	0.	1000.							
ND04	'DT.Castellon-Sur'	24	21.	0.0	0.	1000.							
ND05	'DT.Turia'	9	0.	0.0	0.	1000.							
ND06	'DT.Tous'	10	63.	0.0	0.	1000.							
ND07	'DT.Vinalopo-Marinas'	17	168.	0.0	0.	1000.							
ND08	'DT.Bajo Segura'	19	341.	0.0	0.	1000.							
ND09	'DT.Cartag.-Litoral'	23	53.	0.0	0.	1000.							
ND10	'DT.Almanzora'	21	32.	0.0	0.	1000.							
ND11	'DT.Almeria'	40	79.	0.0	0.	1000.							
ND12	'DT.Alto Segura'	16	0.	-5	50.	1000.							
ND13	'DT.Altiplano'	15	42.	0.0	0.	10000.							
ND14	'DT.Guadalentin'	20	0.	0.0	0.	1000.							
ND15	'DT.Albacete'	13	0.	0.0	0.	1000.							
1	NombreTramo	NIni	NFin	CDim	CFlu	QAct	qu(m3/s)	//	cqu (Mpts)	40.0	45.0	55.0	65.0
	'CL01 Bol-Cig'	NT02	NT28	1.8	5.8	26.0	0.0	33.0	35.0	40.0	45.0	55.0	65.0
2	'CL02 Tol-MOc'	NT29	NT31	6.0	9.2	0.0	0.0	2.5	5.5	7.5	10.0	20.0	35.0
3	'CL03 Cig-Ala'	NT28	NT14	1.8	-1.2	26.0	0.0	26032.	40183.	43920.	66847.	101361.	133478.
4	'CL04 Ala-Emb'	NT14	NT12	1.0	-2.6	0.0	0.0	0.	8079.	8373.	12227.	21426.	25318.
5	'CL05 Emb-Mue'	NT12	NT11	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	35.0	70.0
6	'CL06 Mue-Tou'	NT11	NT10	1.0	-1.2	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	1.
7	'CL07 Vil-Bse'	NT17	NT19	1.8	-8.0	0.0	0.0	5.0	10.0	25.0	35.0	45.0	50.0
8	'CL08 Tal-Cen'	NT16	NT38	1.8	-2.3	0.0	0.0	20695.	28508.	51229.	65067.	77333.	82701.
9	'CL09 Cen-Ric'	NT38	NT37	1.8	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	20.0	25.0	30.0	35.0
10	'CL10 Ric-Alg'	NT37	NT20	1.8	0.0	0.0	0.0	13366.	16677.	23249.	26290.	29199.	31898.
11	'CL11 Ojo-Bse'	NT18	NT19	1.0	0.0	0.0	0.0	6775.	8822.	12831.	14652.	16406.	18055.
12	'CR ADu-Bol'	NT27	NT02	1.8	1.0	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	1.
13	'CR Ala-LaR'	NT14	NT13	1.8	-2.0	23.0	0.0	44628.	63659.	82030.	99915.	117029.	130306.
14	'CR Ald-Dai'	NT41	NT22	1.8	10.0	0.0	0.0	10.0	23.0	25.0	33.0	35.0	65.0
15	'CR Alg-Amz'	NT20	NT21	1.8	3.0	10.0	0.0	0.	0.	3976.	7051.	21963.	36243.
16	'CR Amz-Alm'	NT21	NT40	1.8	0.0	0.0	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	20.0	35.0
17	'CR Azu-Ald'	NT03	NT41	4.1	0.8	0.0	0.0	45802.	58652.	70725.	82387.	124562.	170234.
18	'CR BDU-Bol'	NT01	NT02	2.0	12.0	0.0	0.0	10.0	12.0	15.0	20.0	30.0	45.0
19	'CR BSe-CLi'	NT19	NT23	1.8	0.0	20.0	0.0	519.	906.	1099.	1292.	1484.	2804.
20	'CR Bol-Tol'	NT02	NT29	1.0	-9	0.0	0.0	6.0	12.0	18.0	24.0	30.0	35.0
21	'CR CLi-Amz'	NT23	NT21	1.8	4.0	0.0	0.0	127155.	177050.	227075.	274020.	317478.	351556.
22	'CR CNo-Mij'	NT25	NT08	1.8	2.8	0.0	0.0	20.0	22.0	25.0	35.0	45.0	55.0
23	'CR CSu-Tur'	NT24	NT09	1.8	0.0	0.0	0.0	0.	7032.	7510.	9802.	11333.	12536.
24	'CR Cen-Cfl'	NT38	NT39	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	35.0	70.0
25	'CR Cfl-Ojo'	NT39	NT18	1.0	-6	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
26	'CR Cig-MOc'	NT28	NT31	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	34.0	35.0
27	'CR Dai-MOc'	NT22	NT31	1.8	0.8	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	1.
28	'CR Ebr-Bar'	NT04	NT05	1.8	6.8	0.0	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	20.0	35.0
29	'CR Ebr-CNo'	NT04	NT25	1.8	5.2	0.0	0.0	7244.	8393.	9449.	10490.	14704.	20279.
							0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	35.0
							0.0	48571.	68326.	88201.	107732.	126911.	162615.
							0.0	5.0	10.0	25.0	35.0	45.0	50.0
							0.0	23579.	32012.	58629.	75053.	88920.	94494.

30	'CR Emb-Vil'	NT12	NT17	1.8	6.4	0.0	0.0	5.0	10.0	20.0	25.0	30.0	35.0
							0.0	25577.0	38270.0	62025.0	72809.0	82646.0	91354.0
31	'CR Final'	NT40	NT42	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.0	7.0	10.0	35.0
							0.0	0.0	999999.0	999999.0	999999.0	999999.0	999999.0
32	'CR Jar-Bol'	NT26	NT02	2.8	6.0	0.0	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	20.0	35.0
							0.0	16714.0	19960.0	23047.0	26092.0	38308.0	54584.0
33	'CR LaH-Tal'	NT33	NT16	1.8	-2.5	26.0	0.0	10.0	34.0	35.0	45.0	55.0	65.0
							0.0	0.0	0.0	55383.0	64346.0	73389.0	83072.0
34	'CR LaR-LaH'	NT13	NT33	1.8	0.0	26.0	0.0	10.0	33.0	35.0	37.0	55.0	65.0
							0.0	0.0	0.0	3343.0	3427.0	4205.0	4528.0
35	'CR MOC-LaR'	NT31	NT13	1.8	4.4	0.0	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	20.0	35.0
							0.0	20094.0	23990.0	27638.0	31261.0	46048.0	66600.0
36	'CR Mij-CSu'	NT08	NT24	1.8	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	25.0	35.0	45.0	50.0
							0.0	7389.0	10469.0	19278.0	24508.0	28973.0	30842.0
37	'CR Mue-Vil'	NT11	NT17	1.8	14.0	0.0	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	35.0
							0.0	39336.0	44821.0	53722.0	62269.0	70495.0	85663.0
38	'CR Ojo-Alg'	NT18	NT20	1.8	3.5	10.0	0.0	10.0	12.0	15.0	24.0	25.0	45.0
							0.0	0.0	2947.0	5060.0	8569.0	21530.0	36626.0
39	'CR Ric-Ojo'	NT37	NT18	1.8	-5.0	0.0	0.0	5.0	10.0	20.0	25.0	30.0	35.0
							0.0	2101.0	4219.0	7893.0	9632.0	11300.0	12906.0
40	'CR Rod-Bar'	NT07	NT05	1.2	8.0	0.0	0.0	5.0	7.5	10.0	15.0	25.0	35.0
							0.0	90541.0	126232.0	169776.0	234917.0	346166.0	483516.0
41	'CR Seg-Bar'	NT06	NT05	1.8	-1.0	0.0	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	35.0
							0.0	35923.0	51696.0	66619.0	80686.0	93965.0	117846.0
42	'CR Tal-Alt'	NT16	NT15	1.8	4.8	0.0	0.0	2.0	5.0	8.0	15.0	25.0	35.0
							0.0	13413.0	20260.0	27000.0	42715.0	65456.0	88692.0
43	'CR Tal-Cfl'	NT16	NT39	1.0	-.5	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	35.0	70.0
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
44	'CR Tie-Ald'	NT30	NT41	3.0	1.1	0.0	0.0	5.0	10.0	12.5	15.0	17.5	35.0
							0.0	12272.0	15113.0	16629.0	18177.0	19620.0	29509.0
45	'CR Tol-Azu'	NT29	NT03	1.0	-.4	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	35.0	70.0
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
46	'CR Tou-Vil'	NT10	NT17	1.8	11.0	0.0	0.0	5.0	10.0	25.0	35.0	45.0	50.0
							0.0	27003.0	40842.0	77450.0	97599.0	114238.0	121159.0
47	'CR Tur-Tou'	NT09	NT10	1.8	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	25.0	35.0	45.0	50.0
							0.0	17038.0	22958.0	40048.0	50198.0	58779.0	62301.0
48	'CR Vil-Alt'	NT17	NT15	1.8	4.6	0.0	0.0	2.0	5.0	8.0	15.0	25.0	35.0
							0.0	8743.0	11876.0	14980.0	22158.0	32373.0	42635.0

Tabla 20. Fichero de especificaciones de la red de flujo

Además de estas especificaciones singulares de la red de flujo, y de forma global para todo el análisis, cabe definir unos costes anuales de mantenimiento, explotación –excluida la energía- y administración, expresados como porcentaje de los costes de ejecución de las obras, así como el conjunto de parámetros básicos del análisis económico integrado por un coeficiente de no repercusión de las obras a tarifa –que permite introducir subvenciones parciales a las obras-, la tasa de descuento y periodo de análisis deseado, y un porcentaje indicativo del valor residual de las instalaciones al final del periodo útil. Para todos estos parámetros se adoptan, en principio, los valores propuestos en los epígrafes conceptuales anteriores.

Este conjunto de información –especificaciones de la red y parámetros económicos- constituye la totalidad de datos requeridos para la optimización de la red de transferencias, y, una vez optimizada, para el análisis económico de los costes resultantes para la solución óptima obtenida.

La optimización matemática se lleva a cabo mediante un complejo programa de cálculo de redes no lineales, desarrollado específicamente para este Plan Hidrológico, cuya concepción, diseño, estructura algorítmica y codificación no procede exponer aquí y, en consecuencia, se omiten. El carácter no lineal del problema y los algoritmos empleados hacen que las soluciones obtenidas puedan tener pequeños errores de aproximación y redondeos. Se ha comprobado que el efecto práctico de estas perturbaciones numéricas sobre los resultados finales es, en todo caso, despreciable.

Los resultados de la optimización son los descritos seguidamente.

3.3.2. FLUJO ÓPTIMO. SOLUCIONES PROPUESTAS

Como se comprobó al analizar los antecedentes históricos y los distintos sistemas de explotación, existen dos grandes familias de soluciones al problema de transferencias intercuenas, que son, simplifadamente, las originadas en el Duero o Tajo (solución interior), y las originadas en el Ebro (solución litoral o costera). Ambas tipologías pueden dar lugar a distintas agregaciones conceptuales de las demandas hídricas, tal y como se puso de manifiesto en el estudio del Júcar y el Segura.

A su vez, la solución interior admite dos variantes, consistentes en permitir que se tome del Ebro todo lo que se desee, o limitar la toma del Ebro al mínimo topológicamente obligado (área de Castellón), de forma que se capte el máximo posible desde el Duero o Tajo. Denominaremos a estas opciones Intermedia e Interior respectivamente, queriendo indicar que la solución Intermedia admite combinaciones completamente libres de flujo Litoral e Interior, según la optimización económica, mientras la solución Interior se centra en desarrollar la línea Duero-Tajo, optimizando esa línea mientras reduce el Ebro al mínimo imprescindible.

El primer análisis que procede desarrollar es, pues, el cálculo de los tres tipos de soluciones de forma que se realice un primer filtrado de tipos óptimos.

Los resultados obtenidos muestran que el coste del agua es de 52 pts/m³ en el caso de flujo litoral (anualidad de 54'8 miles de Mpts), de 66 pts/m³ en el caso de circulación intermedia (anualidad de 69'3 miles de Mpts), y de 69 pts/m³ en el caso de circulación interior (anualidad de 72'4 miles de Mpts).

Como se observa, resulta mejor solución la circulación litoral, con origen en el Ebro. Además, se constata que la solución intermedia no elude la necesidad de derivación desde este río al mínimo obligado, pues se mantiene un flujo desde el bajo Ebro de 458 hm³/año, lo que supone que todas las demandas topológicamente dominadas por esta fuente siguen surtiéndose de ella a pesar de activarse preferentemente la otra dirección de flujo. La alimentación óptima al área de Barcelona se produce siempre desde el ámbito del Ebro (189 hm³/año).

Ante este comportamiento, la elección adecuada es la del esquema único de circulación litoral, con origen en ámbito del Ebro, y servicio hasta el poniente almeriense, en la cuenca del Sur.

Con esta solución de flujo óptimo –imputación de demandas agregadas-, pueden estudiarse los resultados económicos del coste de transferencias, tal y como se muestra en el siguiente epígrafe.

3.4. RESULTADOS OBTENIDOS

Como se ha indicado, la solución óptima es aquella que toma aguas desde el bajo Ebro hacia el sur (Júcar, Segura y Sur), y desde el ámbito del Ebro hacia las Cuencas Internas de Cataluña.

Esta opción tiene un coste anual total de 54854 Mpts, e implica un precio medio total del agua de 52 pts/m³ (reducible, como se vió, hasta un mínimo de 24 pts/m³ con

subvención del 100%). La estructura de este coste, completamente detallada, es la ofrecida en la tabla adjunta, mostrada tal y como se genera por el programa de optimización económica.

En ella, la primera columna es indicativa de la conducción considerada, siendo las 9 primeras filas las 9 fuentes identificadas, las 15 siguientes las 15 demandas servidas, y las 48 siguientes, los 48 tramos de que consta la red de flujo. Las variables mostradas son:

vc = volumen anual que circula por la conducción ($hm^3/año$)

qeq = caudal equivalente a este volumen (m^3/s)

qd = caudal de diseño, que es el equivalente afectado por los coeficientes de dimensionamiento (m^3/s)

$ccon$ = coste de construcción del tramo (Mpts)

$crep$ = coste repercutible, o fracción del coste que se repercute a la tarifa del agua (Mpts)

$camort$ = anualidad de amortización requerida para recuperar totalmente el coste repercutible en las condiciones estándar del 4% de descuento, 50 años de amortización, y valor residual nulo (Mpts/año)

tc = componente c de la tarifa, debida a los gastos de amortización de las obras (pts/m^3)

tam = componente a de la tarifa, debida a mantenimientos y reposiciones (pts/m^3)

tb = componente b de la tarifa, debida a gastos de administración (pts/m^3)

tae = componente a de la tarifa debida a consumos de energía (pts/m^3)

$tord$ = tarifa ordinaria total (pts/m^3)

$tafec$ = tarifa de afecciones (pts/m^3)

$tcom$ = tarifa de compensación (pts/m^3)

$tbafe$ = tarifa de beneficios por afección positiva (pts/m^3)

$ttot$ = tarifa total del agua trasvasada (pts/m^3)

$ctot$ = pago total anual por el flujo en el tramo (Mpts/año)

La última fila ofrece los totales de coste y de anualidades correspondientes a los distintos conceptos considerados.

ic	vc	qeq	qdl	ccon	crep	camort	tc	tam	tb	tae	tord	tafec	tcom	tbafe	ttot	ctot
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	861	27.3	27.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	6	5167
8	189	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	10	1885
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	189	6	6	1000	1000	47	0.25	0.05	0.01	0	0.31	0	0	0	0.31	59
2	21	0.7	0.7	1000	1000	47	2.22	0.48	0.1	0	2.79	0	0	0	2.79	59
3	42	1.3	1.3	1000	1000	47	1.11	0.24	0.05	0	1.39	0	0	0	1.39	59
4	21	0.7	0.7	1000	1000	47	2.22	0.48	0.1	0	2.79	0	0	0	2.79	59
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	63	2	2	1000	1000	47	0.74	0.16	0.03	0	0.93	0	0	0	0.93	59
7	168	5.3	5.3	1000	1000	47	0.28	0.06	0.01	0	0.35	0	0	0	0.35	59
8	341	10.8	10.8	1000	1000	47	0.14	0.03	0.01	0	0.17	0	0	0	0.17	59
9	53	1.7	1.7	1000	1000	47	0.88	0.19	0.04	0	1.1	0	0	0	1.1	59
10	32	1	1	1000	1000	47	1.45	0.31	0.06	0	1.83	0	0	0	1.83	59
11	79	2.5	2.5	1000	1000	47	0.59	0.13	0.03	0	0.74	0	0	0	0.74	59
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	42	1.3	1.3	10000	10000	466	11.08	2.38	0.48	0	13.94	0	0	0	13.94	586
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	504	16	28.8	56448	56448	2628	5.21	1.12	0.22	-7.99	-1.43	0	0	0	-1.43	-727
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	79	2.5	4.5	17458	17458	813	10.29	2.21	0.44	0	12.94	0	0	0	12.94	1022
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	163	5.2	29.3	8497	8497	396	2.43	0.52	0.1	0	3.05	0	0	0	3.05	498
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	110	3.5	6.3	32537	32537	1515	13.76	2.96	0.59	4	21.31	0	0	0	21.31	2345
22	840	26.6	47.9	82377	82377	3835	4.57	0.98	0.2	2.8	8.54	0	0	0	8.54	7175
23	777	24.6	44.3	58444	58444	2721	3.5	0.75	0.15	0	4.4	0	0	0	4.4	3422
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	861	27.3	49.1	93532	93532	4354	5.06	1.09	0.22	5.2	11.56	0	0	0	11.56	9953
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	798	25.3	45.5	29175	29175	1358	1.7	0.37	0.07	0	2.14	0	0	0	2.14	1708
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	189	6	10.8	53966	53966	2512	13.33	2.86	0.57	-0.99	15.76	0	0	0	15.76	2971
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	714	22.6	40.7	107161	107161	4988	6.99	1.5	0.3	11	19.79	0	0	0	19.79	14127
47	777	24.6	44.3	58215	58215	2710	3.49	0.75	0.15	0	4.39	0	0	0	4.39	3409
48	42	1.3	2.4	9147	9147	426	10.18	2.19	0.44	4.6	17.41	0	0	0	17.41	728
				626958	626958	29185	29185	6270	1254	11093	47801	1804	5249	0	54854	54854

Tabla 21. Estructura de costes de la circulación óptima

Como puede verse, el coste total de ejecución de la infraestructura de transferencia es de unos 0'627 billones de pesetas, lo que supone una anualidad total de 54854 Mpts/año, de los que 29185 corresponden a amortización de las obras, y los 25669 restantes a los costes anuales de explotación, administración y mantenimiento. El valor actual de todos los costes asciende a 1'154 Mpts.

Asimismo, puede verse que de los 25669 Mpts de coste total anual (explotación, administración y mantenimiento), 11093 Mpts/año corresponden a coste energético (consumo anual de 15316 Mpts y producción anual de 4223 Mpts), 7524 Mpts/año corresponden a costes de mantenimiento y administración, 1804 Mpts/año corresponden a afecciones, y 5249 Mpts/año corresponden a compensaciones.

Tal y como se indicó en el la exposición conceptual, para la evaluación económica los costes no deben incluir los impuestos, ya que estos retornan al tesoro público y no generan un coste neto. En consecuencia, para un coste de ejecución sin IVA de 540481 Mpts se obtiene una anualidad de amortización de las obras de 25160 Mpts/año, resultando una anualidad global equivalente, en términos de evaluación económica, de 50829 Mpts/año, sin considerar otros impuestos que gravan los costes anuales de operación (como los eléctricos), y de los que se prescinde en este primer cálculo.

La figura adjunta muestra gráficamente la corriente temporal (flujo de caja) de los distintos costes enunciados.

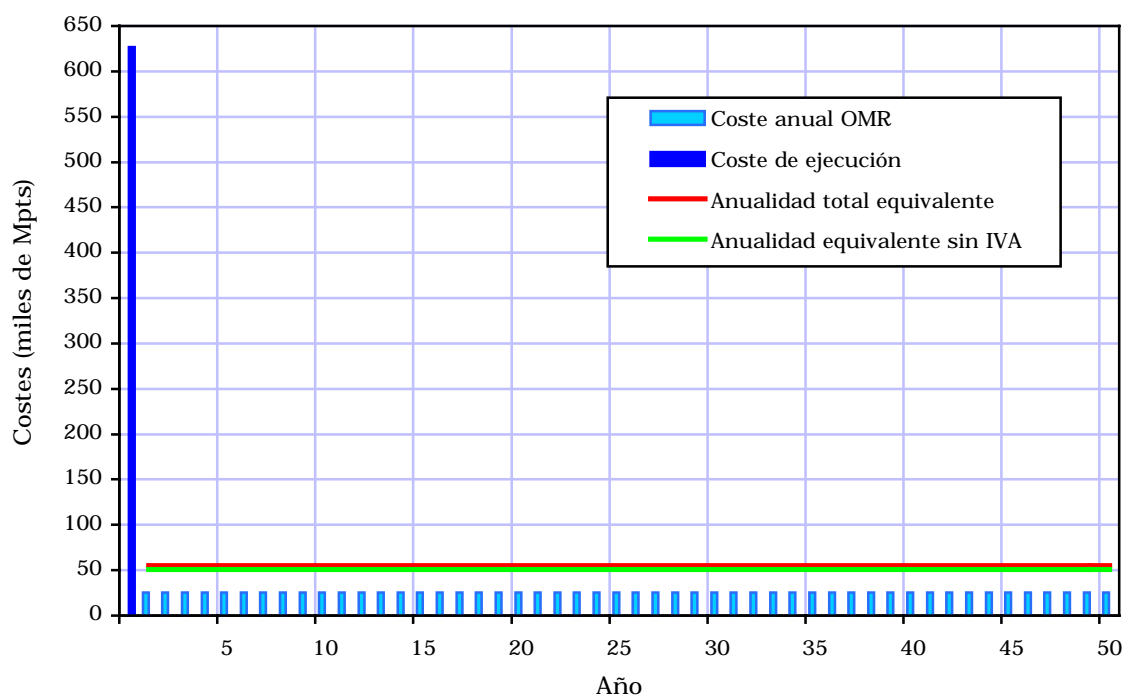


Figura 24. Flujo de caja de los costes resultantes para la circulación óptima

Una verificación complementaria sería la de comprobar el efecto sobre las anualidades y precios resultantes de una distribución temporal más ajustada, en la que se tenga en cuenta el periodo plurianual de ejecución de las obras.

En el supuesto de una ejecución programada a 7 años, con ritmos porcentuales estimativos del 3,5,10,22,30,20,10 %, el flujo de caja es el mostrado en la figura.

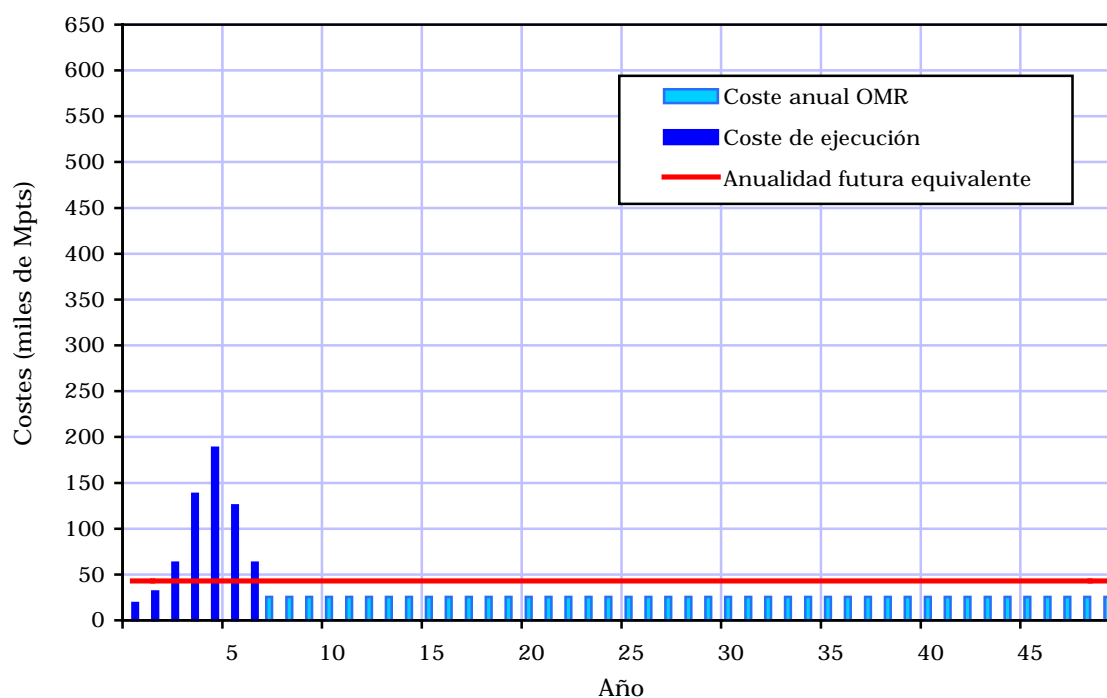


Figura 25. Flujo de caja de los costes resultantes para la circulación óptima con ejecución plurianual

Bajo este supuesto, el coste total anual actualizado a origen sería de 0'919 billones de pts, equivalentes a una anualidad de 42796 Mpts. Las diferencias con el supuesto básico de cálculo son del orden del 20%, por lo que cabe aceptar, de forma conservadora y reteniendo los órdenes de magnitud señalados, este supuesto básico. Consideraciones más detalladas como el efecto de intereses intercalares o de la puesta en marcha progresiva de las obras, no son necesarias ahora, a los efectos de este Plan Hidrológico.

Debe recordarse que, como se ha expuesto reiteradamente, el precio real final del agua trasvasada dependerá de diversos factores no predeterminables en estos momentos, tales como la cuota de subvención que se estime oportuno aplicar con cargo a fondos propios o comunitarios, la participación de las Comunidades Autónomas, la asignación de costes, la forma jurídica y organizativa de desarrollo del proyecto, el modelo financiero empleado, etc. Todo ello deberá estudiarse, en su caso, en fases posteriores, limitándonos por el momento a ofrecer unas primeras estimaciones de costes medios, y a obtener datos encajados para verificar la racionalidad o irracionalidad económica del trasvase propuesto.

3.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Además de estas cifras medias, se ha realizado un análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos frente a variaciones de los parámetros económicos básicos. Así, la figura adjunta muestra la variación de los precios medios del agua trasvasada en función de la tasa de descuento y el periodo de amortización que se aplique.

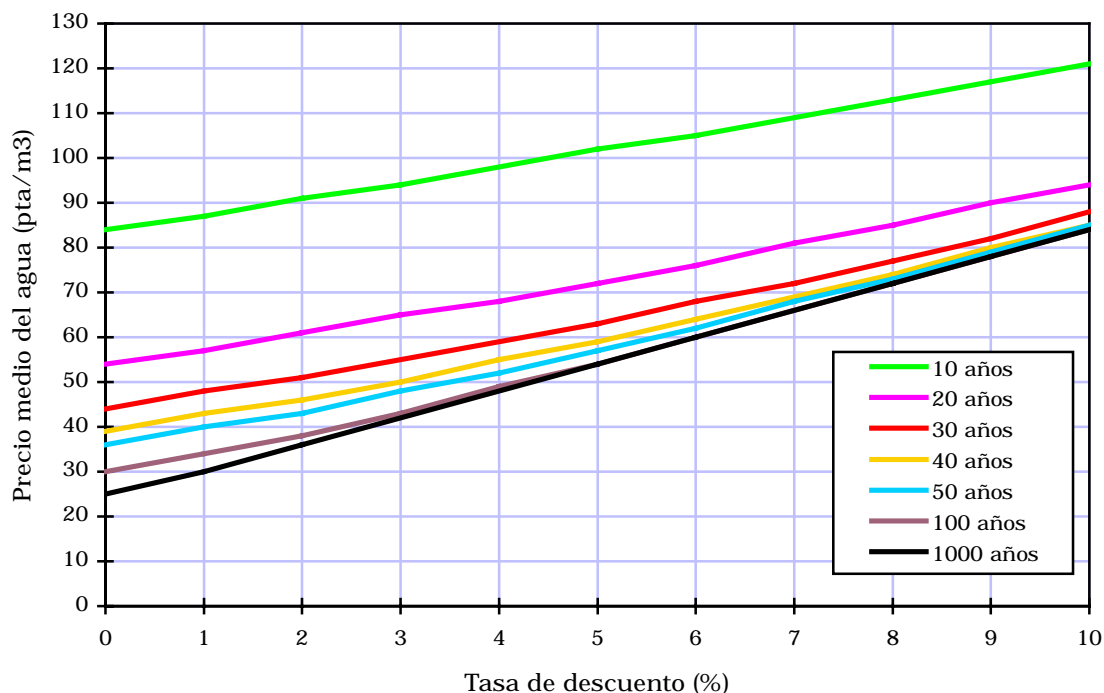


Figura 26. Precios medios del agua trasvasada según tasa de descuento y periodo de amortización empleado

Como puede verse, el periodo de amortización elegido no tiene una influencia muy grande en el precio del agua, salvo que se empleen periodos muy reducidos, inferiores a unos 20 años. Para periodos muy largos apenas hay diferencias en el precio del agua, confundiéndose con el valor asintótico de periodo infinito, en el que se produce una situación de reintegro permanente de intereses sin devolución de capital (como si se tratase de un alquiler de las obras e instalaciones).

El precio obtenido sí resulta ser sensible a la tasa de descuento, aunque con variaciones moderadas, del orden del 20% para 2 puntos de diferencia.

Otra verificación de interés es la de la sensibilidad del precio del agua frente a cambios en los costes de construcción de las obras o de la energía necesaria para la circulación de caudales. Ambos efectos pueden expresarse respectivamente, de forma muy encajada, mediante los coeficientes de coste y de flujo, cuya influencia sobre el precio final puede verse en la figura adjunta.

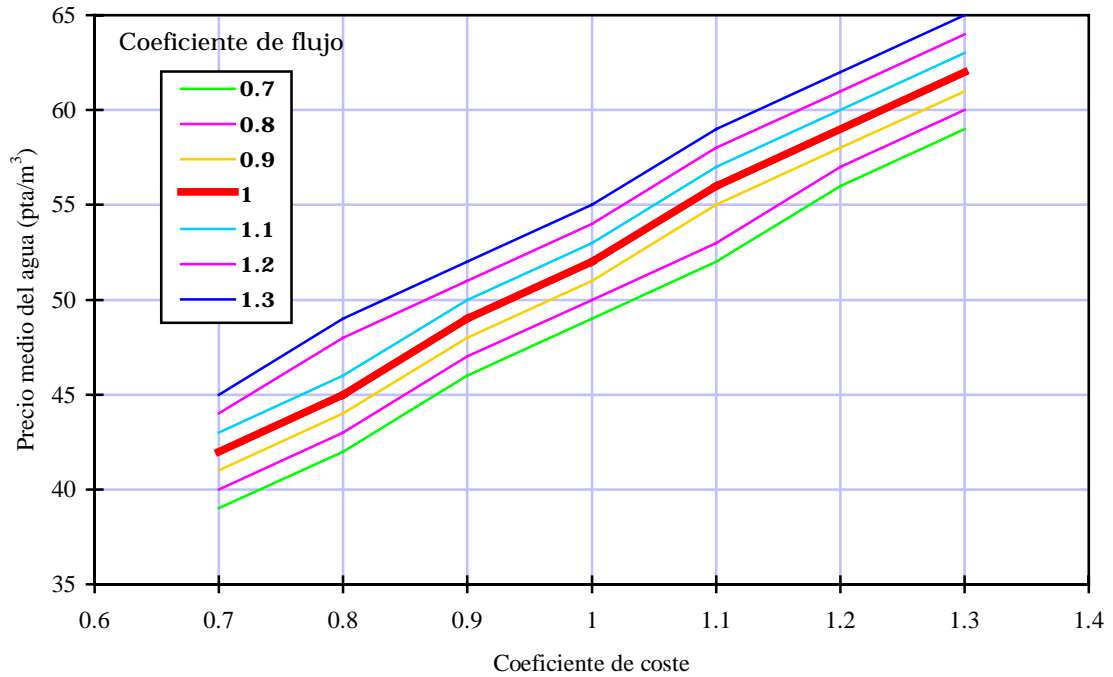


Figura 27. Precios medios del agua trasvasada según coeficientes de flujo y de coste

Puede verse que variaciones del coste de las obras de hasta un 30% elevarían el precio del agua en un 20%, mientras que variaciones en el precio de la energía de hasta un 30% elevarían el precio del agua solo en un 6%. Ello muestra una relativa insensibilidad de precios frente al coste energético, y una respuesta más nítida, aunque moderada, frente al coste de las obras. Todo ello confirma, en definitiva, la relativa robustez de la estimación realizada frente a cambios coyunturales de los costes de implantación.

4. LOS BENEFICIOS DE LAS TRANSFERENCIAS

4.1. INTRODUCCIÓN

Así como el cálculo de costes suele resultar, como se ha visto anteriormente, muy prolijo en su elaboración pero relativamente simple en su concepto, por existir en la mayoría de los casos –salvo para bienes ambientales- precios de mercado que reflejan el coste de oportunidad del empleo de los recursos, el cálculo de los beneficios suele presentar, como se indicó, dificultades propias añadidas, por no existir con frecuencia tales valoraciones directas de mercado.

Por otra parte, así como el cálculo de costes es básico para una correcta estimación del precio del agua resultante de las transferencias, el cálculo de los beneficios solo es útil a los efectos de la evaluación económica del proyecto, desde el punto de vista de los intereses públicos, y no se requiere para la evaluación financiera de la obra, supuesto que existe demanda solvente –capacidad de pago por el agua- dispuesta a absorber los costes resultantes.

En los epígrafes que siguen se procederá a la estimación de los beneficios asociados a las transferencias, con el objeto de contrastarlos con los costes y proceder a la evaluación económica. El análisis de la capacidad de pago se llevará a cabo en secciones posteriores.

4.2. ABASTECIMIENTOS

4.2.1. VOLÚMENES AFECTADOS

Los volúmenes movilizados por las transferencias y afectos a este uso de abastecimiento urbano-industrial son aquellos a los que procede aplicar la estimación de beneficios económicos. Su cuantificación pormenorizada resulta compleja, pero puede realizarse una primera estimación global, en la seguridad de que las cifras obtenidas están suficientemente encajadas a los efectos perseguidos en este análisis.

En definitiva, el problema se centra en identificar, de entre los aportes externos totales requeridos obtenidos en los análisis de los distintos sistemas, las fracciones imputables a este uso específico.

Para ello, se evalúan los incrementos de abastecimientos en las distintas áreas afectadas por las transferencias, pues estos incrementos son los que, de acuerdo a los principios básicos de este Plan Hidrológico, han de ser atendidos con cargo a las aguas trasvasadas.

En la cuenca del Júcar, la demanda urbana actual es de 563 hm³/año, y la futura prevista de 686 hm³/año, mientras que la demanda industrial actual es de 80 hm³/año, y la futura prevista de 116. Ello supone incrementos de 123 y 36 hm³/año respectivamente, lo que forma un total para este uso de 159 hm³/año.

Si los aportes netos requeridos en este ámbito son de 300 hm³/año, el uso de abastecimiento urbano-industrial supone un 53% de este total, correspondiendo el 47% restante (141 hm³/año) al incremento de garantía en regadíos y eliminación de la sobreexplotación de acuíferos.

En la cuenca del Segura, la demanda urbana actual es de 217 hm³/año, y la futura prevista de 260 hm³/año, mientras que la demanda industrial actual es de 23 hm³/año, y la futura prevista de 38. Ello supone incrementos de 43 y 15 hm³/año respectivamente, lo que forma un total para este uso de 58 hm³/año. Si se considera el actual déficit latente de la MCT, satisfecho básicamente con las menores pérdidas del trasvase y de forma precaria, y la situación de la zona almeriense –levante y poniente-, el déficit total para abastecimientos urbano-industriales en este ámbito del Segura-Almería puede evaluarse por encima de los 100 hm³/año, es decir, del orden del 20% del total de los 520 de transferencia neta prevista. Los 420 restantes serían destinados al incremento de garantía en regadíos y eliminación de la sobreexplotación de acuíferos.

Por último, la transferencia neta de 180 hm³/año a las Cuencas Internas de Cataluña puede suponerse íntegramente dedicada a abastecimientos urbano-industriales.

En síntesis, del total de 1000 hm³/año netos suma de todas las transferencias externas previstas en este Plan Hidrológico Nacional, unos 440 hm³/año (el 44%) estarían destinados a satisfacer las necesidades del abastecimiento urbano-industrial en las cuencas receptoras.

4.2.2. BENEFICIOS ECONÓMICOS

Como se indicó anteriormente, en la exposición conceptual, los costes del agua desalada, y situada en los puntos de distribución, proporcionan una razonable estimación indirecta del beneficio económico asociado al suministro de agua para el abastecimiento urbano-industrial.

En el Libro Blanco del Agua se realizó un análisis específico de los costes de este recurso, cuyos resultados básicos se resumen en el mapa adjunto. Este mapa muestra los costes totales de producción y transporte de agua marina desalada a cualquier punto del territorio.

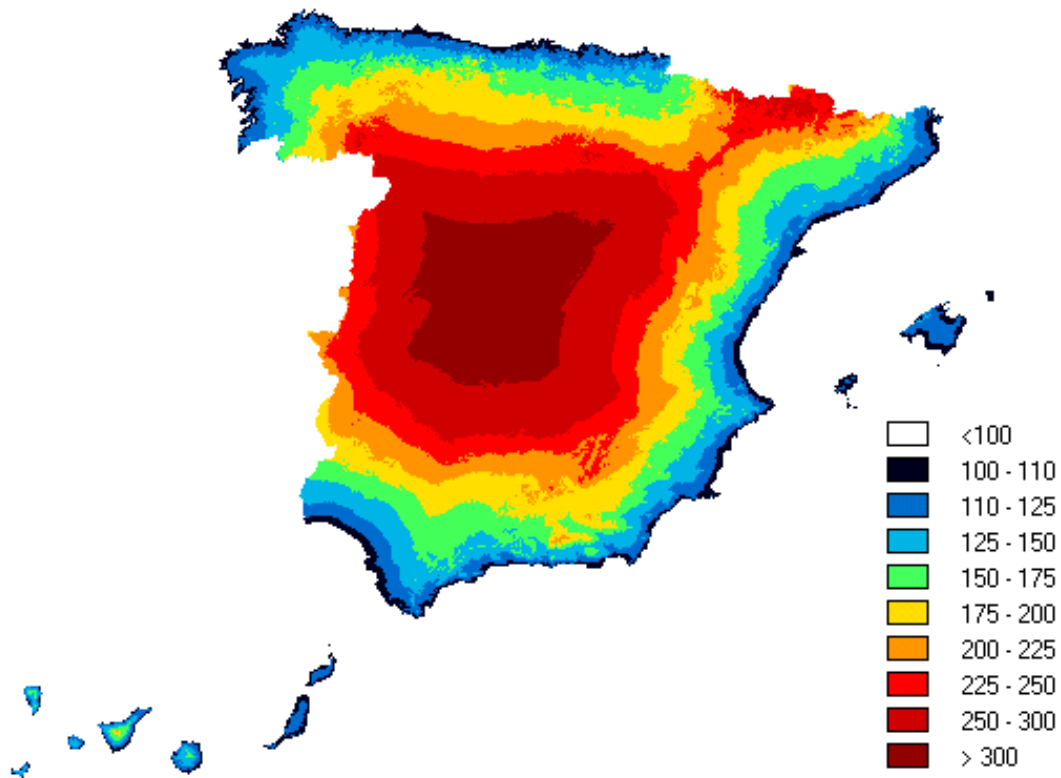


Figura 28. Mapa de costes totales de suministro (producción y transporte) de agua marina desalada (pta/m³)

Como se observa, el mapa obtenido está fuertemente relacionado con el de las distancias al mar, pero controlado por efectos debidos al relieve. Es evidente que estos resultados son simplificados y meramente indicativos, pero, pese a su simplificación, proporcionan una primera idea aproximada de lo que supondría, en términos económicos, satisfacer las necesidades de una población mediante agua del mar desalada. Como puede verse, y con carácter general, sólo las poblaciones relativamente próximas a la costa -a menos de unos 50 kms- podrían tener costes inferiores a las 150 pta/m³, mientras que a partir de los 150 kms los costes se elevan, superando las 200 pta/m³.

Para obtener el precio total del agua para abastecimiento, a estos costes en alta habría que añadir todos los correspondientes a la distribución en baja propiamente dicha, así como, en su caso, los otros conceptos que suelen incluirse en las tarifas del abastecimiento urbano. Considerando que los costes actuales en alta suelen oscilar entre unas 10 y 40 pts/m³, su sustitución por aguas marinas desaladas implicaría aumentar este coste muy sustancialmente, en varios órdenes de magnitud. No obstante, dado que el objetivo perseguido en nuestro análisis es el contraste con la situación de suministro alternativo mediante transferencia externa, no se incluirán estos costes de distribución en los beneficios del abastecimiento urbano, asumiendo que los puntos de entrega del agua son los mismos que en el caso de las posibles transferencias.

Analizando los valores del mapa en estos puntos de suministro, se obtienen costes totales que oscilan entre las 110 y las 160 pts/m³, con un valor medio representativo ponderado del orden de 135 pts/m³. Considerando las incertidumbres de tales

estimaciones, este valor medio ponderado se considera suficientemente robusto para los objetivos de nuestro análisis, estableciéndose, en conclusión, que los beneficios por el suministro de agua trasvasada para abastecimiento urbano pueden cifrarse en 135 pts/m³.

Hay que indicar que la estimación ofrecida no incluye posibles costes adicionales como los requeridos para la evacuación de salmueras en el caso de áreas costeras sensibles, que requieran de largos emisarios para salvar praderas de algas que deban protegerse de excesivas concentraciones salinas. Tal circunstancia se ha planteado ya en alguna de las iniciativas en marcha en el litoral de Alicante y Murcia.

En aras a la simplicidad del análisis, y quedando del lado de la seguridad, no se han incluido tales costes en la estimación de beneficios económicos del suministro urbano. Ello podría asimismo compensar, en alguna medida, la estimación del beneficio económico considerando posibles aportes puntuales de recursos de distinto origen y que tuviesen costes unitarios inferiores.

4.3. REGADÍOS

Conforme a los conceptos teóricos expuestos en epígrafes anteriores, procederemos ahora a evaluar los beneficios económicos del regadío desde la perspectiva del balance nacional.

Debe indicarse que este beneficio no es en realidad tal, sino la eliminación de un coste futuro debido a la escasez de agua en las zonas receptoras de las transferencias. El supuesto de incremento de superficies de riego está descartado en este Plan Hidrológico Nacional, debiendo destinarse las transferencias al estricto mantenimiento y garantía de las superficies ya existentes. En consecuencia, los beneficios que se evalúan corresponden a tal reducción de daños, contrastando los dos escenarios de futuro correspondientes al aporte o no de los recursos hídricos requeridos para ello.

Para proceder al análisis, se revisan en primer lugar los conceptos básicos subyacentes, se estiman sus cuantías actuales, y se computan los dos tipos de beneficios identificados. Por último, se hará una referencia expresa a los beneficios indirectos, sin perjuicio de su inclusión o no en la evaluación económica.

4.3.1. SUPERFICIES AFECTADAS

Como se dedujo en el análisis de los volúmenes afectos al abastecimiento urbano-industrial, los volúmenes transferidos destinados a suprimir la sobreexplotación y aumentar la garantía de los regadíos se pueden estimar en 141 hm³/año para el ámbito del Júcar, y 420 hm³/año para el ámbito del Segura-Almería, lo que forma un total, para todas las áreas receptoras de transferencias, del orden de 561 hm³/año.

Considerando una dotación media global actual de 6168 m³/ha/año (Júcar y Segura), las hectáreas totales afectadas pueden estimarse aproximadamente en unas 91.000. Ha de indicarse que ésta es una estimación conservadora, pues la dotación media de los regadíos afectados por sobreexplotación e infradotación, máxime

considerando Almería, es inferior a la media global de las cuencas. Una estimación más encajada sería la obtenida considerando dotaciones medias del orden de los 5500 m³/ha/año, cifra obtenida contrastando las reducciones observadas en la dotación bruta de agua subterránea con respecto a las medias globales, debido a su usualmente mayor eficiencia. Ello hace que la superficie realmente afectada sea del orden de las 102.000 ha.

Como se ha indicado, estas superficies de regadío se encuentran afectadas por un doble concepto. Así, una fracción de ellas se encuentra a expensas de sobreexplotación de aguas subterráneas, con horizontes de agotamiento - desaparición del riego- más o menos próximos, y ello sin perjuicio de su declaración formal de sobreexplotación. Otra fracción no tiene en principio problemas de sostenibilidad futura por desaparición de recursos hídricos, pero se encuentra sometida a precariedad, infradotación y falta de garantía de suministro.

Como es obvio, la separación entre ambas clases no es enteramente nítida, y existen amplias franjas de superposición. No obstante, procederemos a evaluar unas cuantías relativas aproximadas de ambos tipos, suficientes a los efectos del análisis que se realiza.

Para ello, la tabla adjunta muestra una síntesis del estado de las unidades hidrogeológicas sobreexplotadas en las áreas del Júcar, Segura y Almería, según distintas fuentes consultadas. La información ofrecida es la siguiente:

RV = Reserva vaciada en el periodo 1980-95 (hm³), según MIMAM (1997)

VA = Tasa de vaciado anual de reservas (hm³/año), obtenido a partir del dato anterior

DEF = Déficit de recursos (hm³/año), según MOPTMA-MINER (1995)

DC = Déficit de cálculo (hm³/año), que es por defecto el DEF ofrecido por MOPTMA-MINER, salvo que no exista dato en esta fuente, en cuyo caso se adopta VA

RT = Reservas totales (hm³) según datos de la Confederación Hidrográfica del Segura

RM = Reservas (hm³) según MOPTMA-MINER (1995)

RU = Reservas útiles (hm³) según datos de la Confederación Hidrográfica del Segura

RC = Reservas de cálculo (hm³), que son por defecto las RU, salvo que no haya dato en cuyo caso se adopta el RM, salvo que no haya dato, en cuyo caso se adopta el RT, salvo que no haya dato, en cuyo caso se supone de 9999 hm³.

A este valor de referencia se aplica un coeficiente reductor (fijado estimativamente en 0'8) para tener en cuenta los efectos de inutilización del agua por razones de calidad, antes del completo agotamiento físico del recurso. Ello equivale a suponer que el último 20% de la reserva no resulta aprovechable por efectos de intrusión, salinización y degradación de la

calidad (en algunos acuíferos donde se ha podido constatar este efecto, los valores obtenidos estaban en torno al 20-30%).

TA = Tiempo estimado de agotamiento (años), obtenido a partir de RC y DC

Denominación	RV	VA	DEF	DC	RT	RM	RU	RC	TA
Campo de Dalías	700	43.8	51	51.0		700	600	480	9
Ballaboba-S ^a Lisbona	20	1.3	4.2	4.2		90	50	40	10
El Saltador	25	1.6		1.6			100	80	50
Campo de Nijar	40	2.5	3	3.0		248	200	160	53
Bédar-Alcornia	5	0.3	2.6	2.6		22	10	8	3
Huércal-Overa	6	0.4		0.4			38	30	76
Andarax-Almería	25	1.6	8	8.0			88	70	9
Ascoy-Sopalmo	531	33.2	50	50.0	3600	1076	640	512	10
Sierra de Carrascoy	88	5.5	4.5	4.5	300	67		54	12
Sierra del Gallo			2.2	2.2		50		40	18
Campo de Cartagena		25	42.5	42.5		2000	1200	960	23
Mazarrón	161	10.1	16	16.0	185	98		78	5
Aguilas			8.6	8.6				9999	1163
Valle Guadalentín(Alto)	887	55.4		55.4	3350		600	480	9
Valle Guadalentín(Bajo)	100	6.3		6.3	2450		1100	880	140
Yéchar	10	0.6	3.2	3.2	50	151		121	38
Hellín-Tobarra(Conejeros-Albatana)	24	1.5	4.2	4.2	470	709		567	135
Hellín-Tobarra (Sinclinal de la Higuera)	29	1.8		1.8	2000			1600	889
El Molar	19	1.2	3.7	3.7	2250	2080	2250	1800	486
Cuchillos-Cabras (Cingla-Cuchillo)	22	1.4	9.5	9.5	1600			1280	135
Sierra Espuña(Bosque)	11	0.7	1.5	1.5	905	644		515	343
Peñarrubia	50	3.1	7	7.0		200	176	141	20
Sierra del Cid (Sierra Larga)	15	0.9	5.5	5.5		200	180	144	26
Plana de Sagunto			20	20.0		125		100	5
Oropesa-Torreblanca			5	5.0				9999	2000
Plana de Gandía-Denia (Ondara-Denia)	99	6.2		6.2			194	155	25
Peñon-Montgó-Bernia-Benisa (Montgó)	12	0.8		0.8			400	320	400
Algueña-Maigmo			3	3.0		562		450	150
Orcheta			5	5.0		240		192	38
Yecla-Villena-Benejama			7	7.0		1950		1560	223
Sierra de Crevillente	200	12.5	13	13.0	850	176	147	118	9
Serral-Salinas	104	6.5	11.9	11.9	1400	1025	675	540	45
Quibas	55	3.4	10.5	10.5	2100	200	1460	1168	111
Jumilla-Villena	172	10.8	31	31.0	3200	1920	1600	1280	41

Tabla 22. Sobreexplotación de acuíferos en las áreas afectadas

La superposición de todos estos efectos de extracción y agotamiento de las unidades sobreexplotadas da lugar a una curva global conjunta de evolución futura de volúmenes extraídos, que es la ofrecida en la figura adjunta, y que, sin perjuicio de sus incertidumbres asociadas, proporciona una visión sintética y aproximada del proceso previsible. Las fechas de determinación de los datos de la tabla hace que esta curva pueda estar desplazada con respecto al año origen, pese a lo cual, y de forma conservadora, la adoptaremos sin modificación, suponiendo que la fecha de referencia es el momento actual.

En la misma figura se ofrece también la evolución de superficies afectadas, suponiendo la misma dotación media antes expuesta.

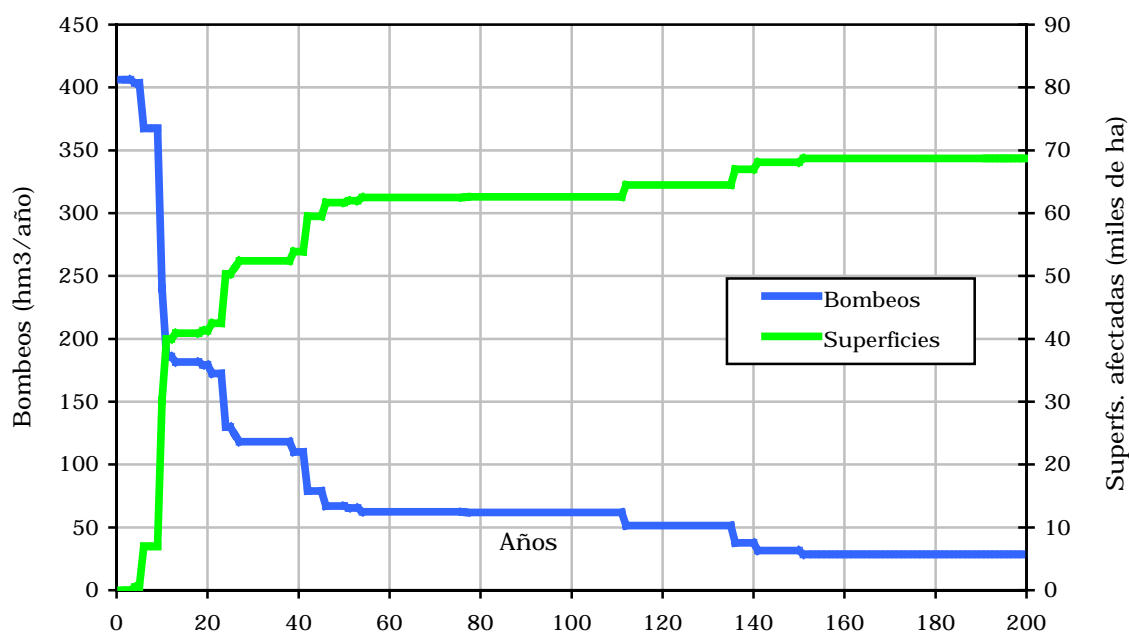


Figura 29. Evolución de bombeos y superficies afectadas por la sobreexplotación

Como puede verse, se prevé una situación muy desfavorable a medio plazo, con importantes caídas del volumen bombeado. A largo plazo, los 400 hm³/año actuales se verían reducidos a unos 50, lo que supone afectar a más de 50.000 has regadas. Considerando el periodo de referencia de 50 años, la disminución total de bombeos por causa de la sobreexplotación sería de unos 339 hm³/año (406-67).

Recordando que la previsión total de transferencias con destino al efecto conjunto de sobreexplotación y mejora de la garantía es de 561 hm³/año, el volumen total imputable a mejorar la garantía de regadíos existentes y paliar su infradotación y precariedad actual puede estimarse en unos 222 hm³/año (40.364 hectáreas equivalentes con la dotación media antedicha).

4.3.2. RENTA NETA

Como se indicó en los epígrafes de análisis conceptual, el estudio de la renta neta agraria proporciona una buena estimación del beneficio debido al regadío desde el punto de vista de la evaluación económica de los proyectos hidráulicos.

En consecuencia, bajo este epígrafe procederemos a estimar tal renta neta de la agricultura en las zonas afectadas por las transferencias. Para ello se emplearán distintas aproximaciones, tal y como se expone seguidamente.

4.3.2.1. ESTIMACIÓN A PARTIR DE LAS MACROMAGNITUDES AGRARIAS

El origen de las cuentas económicas del agua de regadío es la producción bruta, obtenida en la mayoría de los casos por producto de cantidad y precio.

Sin considerar la silvicultura, la producción final de la agricultura puede descomponerse en producción vegetal final, producción animal final y nuevas plantaciones. Los porcentajes relativos de estas magnitudes fueron, aproximadamente, del 60, 39 y 1% en el año de referencia 1990, del que se dispone de datos desagregados, habiéndose mantenido muy estables en torno a estas cuantías en todo el periodo 1985-98. Con datos de 1990 y en pesetas corrientes de ese año, la producción final fue de 3'492 billones de pesetas, de los que 2'090 correspondieron a producción vegetal.

Descontados de los 3'492 Bpts de producción final los consumos intermedios, el VABp.m. es de 2'030 Billones de pesetas, y considerando impuestos y subvenciones, el VABc.f. es de 2'145 Bpts. Deducidas las amortizaciones, el VANc.f. o Renta Agraria resultó ser de 1'859 Bpts. Deduciendo, a su vez, la remuneración de asalariados, y considerando alquileres e intereses, la Renta Neta agraria es de 1'515 Bpts. De los 1'859 Bpts de Renta agraria total en 1990, 0'202 y 0'106 Bpts (el 10'9 y el 5'7 %) correspondieron a la Comunidad Valenciana y Región de Murcia respectivamente. Con datos de 1991, estos porcentajes se modifican al 11'7 y 5'1%. Estos porcentajes nos permiten situar el orden de magnitud de la contribución regional de estas zonas -receptoras básicas de las transferencias- a la renta nacional.

Así, en 1997 la Renta neta agraria nacional fue de 2'599 Bpts corrientes, por lo que, aplicando similares porcentajes, las rentas netas agrarias de la Comunidad Valenciana y Murcia pueden estimarse en unos 300.000 y 140.000 Mpts (renta neta agraria conjunta del orden 0'44 Bpts). Si a estas cifras se añade la correspondiente a Almería, es seguro que en las zonas deficitarias afectadas por las posibles transferencias, la renta neta agraria anual supera ampliamente el medio billón de pesetas anual.

Dada la especialización de estas zonas, una estimación muy conservadora de la renta neta debida a la agricultura puede obtenerse afectando estos valores del 60% medio global correspondiente a producción vegetal. Suponiendo, además, el valor económico despreciable de los secanos frente a las superficies regadas en estas zonas (con ratios medios del orden de 30:1), cabe inferir, conservadoramente, que la renta neta debida al regadío en las comunidades de Valencia y Murcia es de al menos 0'26 Bpts, o, equivalentemente, suponiendo un total del orden de las 500.000 has de regadío, 0'52 Mpts/ha regada.

Esta evaluación, claramente conservadora, se basa en los datos elaborados por el MAPA (1999) conforme a los procedimientos y normativas comunitarios establecidos por la Oficina Estadística de la Comunidad Europea EUROSTAT.

4.3.2.2. ESTIMACIÓN A PARTIR DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS DEL PNR

Otra posible estimación de la renta neta debida al regadío en estas zonas es la basada en los cálculos de indicadores económicos llevados a cabo por el MAPA en sus estudios de caracterización para la elaboración del Plan Nacional de Regadíos.

En el marco de tales estudios, se han elaborado mapas temáticos de productividades del regadío por comarcas, entre los que figuran uno de ingresos brutos (pts/m³ de

agua) y otro de beneficios (pts/m³). Con la terminología empleada en el PNR, el beneficio es el VAN o renta agraria, a la que se restan impuestos y Seguridad Social, retribuciones de los capitales ajenos, mano de obra asalariada, mano de obra familiar e intereses de los capitales propios. Cabe suponer, en consecuencia, que representa un concepto similar al de la renta neta, dado que la terminología económica empleada no siempre es coincidente en las distintas fuentes manejadas.

El análisis de estos indicadores en las comarcas afectadas por sobreexplotación de acuíferos en las zonas del Júcar, Segura y Almería arroja unos valores medios representativos de 350 pts/m³ de ingresos brutos, y 120 pts/m³ de beneficio. Ello supone una relación media beneficio/ingresos brutos del 35%. Con dotaciones representativas del orden de los 6500-7000 m³/ha/año, los beneficios anuales por hectárea pueden situarse ligeramente sobre los 0'8 Mpts.

El mismo análisis, pero extendido no solo a las anteriores, sino a todas las zonas afectadas por las transferencias, arroja unos valores medios globales representativos de 300 pts/m³ de ingresos brutos, y 90 pts/m³ de beneficio. Ello supone una relación media beneficio/ingresos brutos del 30%. Con dotaciones representativas del orden de los 6000-6500 m³/ha/año, los beneficios anuales por hectárea pueden situarse en torno a los 0'55 Mpts.

Hay que tener presente que en los mapas temáticos ofrecidos, elaborados por el MAPA, se consideran incluidas las ayudas PAC. Dado el carácter de subvenciones de estas ayudas, es necesario deducirlas del beneficio a los efectos de la evaluación económica.

Para ello, una sencilla estimación puede obtenerse considerando la cuantía relativa de estas ayudas en los distintos territorios con relación al VAB p.m. agrario. Dado que el valor medio de las subvenciones de explotación asciende al 24% de la renta agropecuaria nacional, mientras que en las comunidades de Valencia y Murcia, esta cuantía relativa es del 11'7% y 10'6 respectivamente (MAPA[1998]), y considerando que la renta neta media es del orden del 75% del VAB p.m., las ayudas vendrían a ser, aproximadamente, un 15% del beneficio.

Con ello, una estimación de la renta neta por hectárea sería del orden de 0'7 Mpts/ha en las zonas afectadas por sobreexplotación de acuíferos, y de 0'5 Mpts/ha en todas las zonas afectadas por las transferencias.

4.3.2.3. ESTIMACIÓN A PARTIR DE LAS UNIDADES DE DEMANDA E INDICADORES DEL PNR

Otra evaluación de la renta neta es la obtenida para la cuenca del Segura a partir de los beneficios unitarios del regadío elaborados por el MAPA en el PNR, y de las unidades de demanda agraria identificadas en el Plan Hidrológico de esa cuenca.

Para ello, a cada UDA se ha asignado un valor mínimo, medio y máximo del beneficio económico del agua de riego según la comarca agraria en que esté localizada. Ponderando estos valores con las dotaciones y superficies correspondientes se obtienen valores medios de beneficio económico unitario anual entre 60 y 100 pts/m³, con un valor medio del orden de 80 pts/m³.

Afectando este resultado con la dotación media de la cuenca se obtienen unos beneficios por hectárea (asimilables a renta neta) entre 0'37 y 0'63 Mpts/año, con un valor medio representativo de 0'5 Mpts/año.

Si el análisis se realiza considerando únicamente las UDAs afectadas por sobreexplotación, los valores medios de beneficio unitario anual oscilan entre 85 y 135 pts/m³, con una media de 110. En términos de superficie, afectando estos valores por la dotación media de las zonas afectadas, se obtienen unos beneficios por hectárea (asimilables a renta neta) entre 0'52 y 0'81 Mpts/año, con un valor medio representativo de 0'67 Mpts/año.

4.3.2.4. ESTIMACIÓN A PARTIR DEL PLAN HIDROLÓGICO Y LA ESTADÍSTICA AGRARIA

En el Plan Hidrológico de la cuenca del Segura se ofrecen unas cifras de uso agrícola representativas del valor medio en situación de suministro ordinario, sin déficit de suministro. La gran variabilidad interanual de disponibilidad de recursos incide, fundamentalmente, en el servicio de la demanda de regadío. El agricultor de la cuenca responde a la situación de escasez con la adopción de sistemas más eficientes en el empleo de agua (riego por goteo, cultivo forzado, etc.) y con la reducción de superficies o cambio de cultivos a alternativas menos consumidoras de agua. El resultado es una continua variación de los factores que determinan las necesidades hídricas anuales: superficie regada, dotación unitaria neta y eficiencia de riego, que hace muy difícil establecer valores representativos, y más en una coyuntura tan cambiante como la de los últimos años.

En consecuencia, no es inmediato poner en relación directa las cifras de una estimación de la producción final agrícola de regadío (producto de la superficie de los distintos cultivos por su rendimiento y por los precios percibidos) con un consumo real. No obstante, dado que se dispone de datos anuales de estadística agraria referidos a la región de Murcia, se partirá de la estimación de estos ratios al nivel regional, para avanzar posteriormente una estimación a nivel de cuenca, con los oportunos ajustes. Esta estimación de cuenca es a su vez un indicador representativo de todas las zonas receptoras de transferencias.

Las producciones obtenidas en el Avance del Plan Nacional de Regadíos de 1995, aprobado y vigente desde 1996, y que fue el manejado por el Plan del Segura, ofrecen un buen ajuste a nivel nacional, si bien con cierta desviación en relación a otras fuentes (tales como las macromagnitudes agrarias del MAPA) en el nivel regional. Las productividades unitarias comarcales del Avance pueden ser válidas a efectos comparativos, y en este sentido se emplean.

La demanda agrícola de la región de Murcia representa aproximadamente de un 60 a un 65% de la total de la cuenca. De los 1.250 hm³ de demanda agrícola servida en un año medio ordinario correspondería a Murcia un consumo de unos 780 hm³. Tomando como referencia la campaña 1.991/92 que generó una producción final agrícola a pesetas corrientes de 132.044 Mptas, y estimando en un 91,4% la aportación del regadío a la producción agrícola murciana (según el Avance del PNR) resultó una producción, en pesetas de 1995, de 170 pts/m³ consumido. Dado

que la superficie regada en ese año en Murcia era de 159.277 has, se obtuvo una productividad unitaria de 829.033 pts/ha.

Una extensión de estos ratios al nivel de toda la cuenca del Segura deberá tener en cuenta la producción relativa de los regadíos de Murcia en el contexto de la cuenca. Aplicando las producciones unitarias del Avance del PNR a las superficies y demandas de la cuenca, la productividad del regadío murciano resulta ser superior a la del conjunto de la cuenca, tanto en base superficial (16%) como de demanda hídrica (15%). Estas relaciones permiten una extrapolación más ajustada para el cálculo de la producción agrícola del regadío del Segura, tal y como se presenta esquemáticamente en el cuadro adjunto, también concordante con las cifras estimativas esquemáticas proporcionadas anteriormente (datos elaborados en 1995).

Cuenca del Segura	
Superficie regada (ha)	270.000
Uso del agua en agricultura (hm ³)	1.250
Producción agrícola en regadío (Mpts)	184.209
Producción (pts/m ³)	147
Producción (pts/ha)	682.255

Tabla 23. Magnitudes básicas de producción agrícola

Lógicamente, estos resultados deben ser contemplados con las debidas reservas, en tanto que integran datos y estimaciones de distinto origen, e implican la asunción de criterios sujetos a un apreciable grado de incertidumbre. La producción media por hectárea ha de ser considerada bajo la óptica de una situación de infradotación del 74% de la demanda ya que la dotación media aplicada resultó ser de 4.600 m³/ha/año mientras que la dotación media de demanda es de unos 6.200 m³/ha/año. La supresión de la infradotación elevaría las producciones medias en la cuenca hasta cuantías próximas al millón de ptas por hectárea y año.

De estas magnitudes destaca la elevada eficiencia media, en términos económicos, del empleo del agua en la cuenca, pero además, y preferentemente en las zonas meridionales y costeras específicamente afectadas por sobreexplotación, estas eficiencias son considerablemente superiores al millón de ptas/ha/año indicado como representativo, tal y como muestran algunos otros recientes estudios sectoriales.

Así, en el Valle del Guadalentín, y para el año 1.989, la producción agrícola media de las 40.258 hectáreas regadas de la comarca ha sido estimada en 1'3 Mpts/ha, con sólo 3.631 m³/ha/año de dotación, lo que equivale a la extraordinaria producción unitaria de 360 pts/m³. En las zonas regables del trasvase, la productividad media se ha cifrado también en 1'3 Mpts/ha y 226 pts/m³, alcanzando el pimiento de invernadero, con disponibilidad de agua de calidad, producciones por hectárea superiores a los 8 Mpts/año. Otras estimaciones más recientes arrojan producciones anuales de 6 Mpts/ha para el tomate en Mazarrón y Águilas, 8'1 Mpts/ha para la lechuga iceberg del litoral y Campo de Cartagena, 2'5 Mpts/ha para el melón extratemprano, 2'2 Mpts/ha para la alcachofa en la Vega Baja, o hasta 18 Mpts/ha para el pimiento lamuyo rojo de Almería (Morales Gil, 1997).

En definitiva, una estimación conservadora de la producción actual media por hectárea en la cuenca arrojaría cifras por encima de 1'5 Mpts/ha. Asimilando esta

producción a los ingresos brutos, y admitiendo el ratio beneficio/ingresos brutos de 0'35, los beneficios o renta neta por hectárea superan los 0'5 Mpts. La consideración específica de las zonas afectadas por sobreexplotación de acuíferos elevaría aún más esta cuantía media.

4.3.2.5. OTRAS ESTIMACIONES

Otra reciente estimación de la productividad del agua en regadío en las áreas afectadas por las transferencias es la mostrada en la tabla adjunta, elaborada a partir de IVE(1999) y las estadísticas del MAPA.

Área	Productividad (pts/m ³)
Almería	775
Comunidad Valenciana	332
Murcia	191
Media Alm+C.Val+Mur	318
Media nacional	137

Tabla 24. Productividad del agua

Como puede apreciarse, las zonas afectadas presentan una productividad muy elevada, del orden de 2'3 veces la media nacional. Destaca singularmente el caso de Almería, con valores que llegan a casi sextuplicar esta media.

Aplicando a estos valores volumétricos sus dotaciones medias se obtiene una productividad representativa de 2 Mpts/ha. Suponiendo que la renta neta es el 35% de esta productividad, su valor medio global estimado sería de 0'7 Mpts/ha.

Nótese que estos valores corresponden a todos los regadíos de estas áreas. Si se considerasen únicamente los afectados por las transferencias los valores obtenidos serían sin duda superiores.

Otra estimación es la elaborada con datos estadísticos de 1997, contrastando secano y regadío.

El valor de la producción en 1997 en los cultivos de regadío de las zonas afectadas ascendió a 1,029 billones de pesetas, con una superficie total de 550.375 ha. Ello supone producciones unitarias de 1'87 Mpts/ha. Esta cantidad, contrasta con el valor equivalente para las producciones de secano en las mismas zonas, que se eleva a 63.000 pts/ha. De esta forma, la proporción entre el rendimiento medio obtenido en regadío y en secano es aproximadamente de 30 a 1. Este resultado es expresivo de la alta necesidad de riego que presenta la agricultura del levante, y la inviabilidad de su transformación en producciones de secano. La siguiente tabla muestra los valores de cada una de áreas consideradas, entre las que destaca el caso de Almería, con producciones medias superiores a 4 Mpts/ha.

	Superf. (ha)		Produc.(Mpts 1997)		Prod. Mpts/ha		Rendim.
	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Reg/Sec
Almería	113.588	54.406	3.383	219.825	0'030	4'040	134'7
C. Valenciana	412.903	337.071	28.202	558.567	0'068	1'657	24'4
Murcia	315.842	158.898	21.815	250.877	0'069	1'579	22'9
Global	842.333	550.375	53.399	1.029.270	0'063	1'870	29'7

Tabla 25. Productividades de secano y regadío

Como se observa, los resultados son similares a los anteriormente ofrecidos.

Si se analizan las rentas agrarias expresadas mediante el valor añadido bruto a coste de factores, se observa que sus valores representan por término medio el 51% del valor de la producción, en el caso de los regadíos al aire libre, y del 44% si la explotación se realiza mediante la técnicas de invernadero. De esta forma, se obtiene un VAB c.f. medio en los regadíos afectados de 0'927 Mpts/ha, tal y como muestra la siguiente tabla.

Área	Renta 1997 (Mpts/ha)
Almería	1'858
Comunidad Valenciana	0'838
Murcia	0'796
Media Alm+C.Val+Mur	0'927

Tabla 26. Renta (VAB c.f.) de los regadíos afectados

Al igual que ocurría con relación a la producción, sobresale el muy alto nivel medio alcanzado por Almería.

Específicamente para esta provincia se dispone asimismo de información procedente del reciente e interesante inventario de regadíos de Andalucía (CAP-JA, 1999), que muestra productividades del agua en Almería superiores a las 600 pts/m³, con rendimientos medios de los invernaderos del orden de 6'6 Mpts/ha/año.

Centrando el análisis en los invernaderos –básicamente de las provincias de Alicante, Almería y Murcia- Morales Gil (1997) muestra valores de producción o beneficios brutos entre 2 y 18 Mpts/ha según cultivos, que se reducen a valores entre 0'7 y 10'6 Mpts/ha de rentabilidad media.

Finalmente, cabe reseñar que las estadísticas agrarias regionales más recientes disponibles parecen confirmar los órdenes de magnitud apuntados en las distintas áreas.

4.3.2.6. SÍNTESIS DE RESULTADOS

Considerando los resultados anteriormente expuestos, obtenidos por distintos autores y procedimientos, e integrándolos en una propuesta sintética única, cabe suponer una renta neta media debida al regadío, en las comarcas mediterráneas afectadas por escasez y sobreexplotación de aguas subterráneas, del orden de 0'7

Mpts/ha/año, valor ciertamente elevado, que da una idea de la alta eficiencia económica de esta actividad productiva.

Para el conjunto de todos los regadíos en las zonas afectadas por escasez, un valor representativo de la renta neta media sería del orden de 0'5 Mpts/ha.

4.3.3. VALOR DE LA TIERRA

Como se indicó en la introducción conceptual, una forma indirecta de valorar el rendimiento económico de unas tierras de riego es mediante el análisis de los precios de mercado de estas tierras, dado que este precio no refleja sino el valor actualizado neto de las rentas futuras esperadas generadas por el regadío.

La dispersión de valores observados es muy amplia incluso a escala comarcal o local, con valores que oscilan entre 1 Mpts/ha, y más de 20. Una cuantía media global aproximada del precio medio actual de mercado de estas tierras es del orden de los 8 Mpts/ha.

4.3.4. BENEFICIOS POR REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS O MEJORA DE GARANTÍA

Como se expuso, estos beneficios son los que se generan en tierras donde no se modifica el regadío con independencia de que se ejecute o no el plan, y su efecto se ciñe a aumentar la producción o reducir los costes. En nuestro caso, este es el concepto aplicable a aquellas situaciones donde las transferencias van a proporcionar a las demandas agrarias existentes una garantía de servicio y calidad de suministro hídrico traducible en mejores producciones agrícolas (cantidad y calidad de los productos). Si no se aportan los recursos complementarios, las zonas regables afectadas mantendrán sus cultivos y producciones, continuando la actual situación de infradotación y precariedad. Es, pues, el supuesto de eliminación de la infradotación y aumento de la garantía de suministro.

La cuantificación del impacto económico de la infradotación y precariedad de suministro es muy compleja, y engloba multitud de situaciones bien diferentes entre sí. En términos teóricos, su cálculo comportaría evaluar las pérdidas de producción y calidad debidas a un suministro variable y no garantizado de los recursos hídricos necesarios, y la traducción de esta peor producción a valores económicos.

Una posible aproximación al problema sería mediante el empleo de funciones de producción, que relacionan la producción del cultivo con las variables que inciden sobre la misma. Otra aproximación sería el contraste empírico de las producciones en situaciones de suministro hídrico ordinario y en situaciones de suministro

restringido. En los epígrafes siguientes se abordan ambos procedimientos para el caso que nos ocupa.

4.3.4.1. FUNCIONES DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

Como se ha indicado, las funciones de producción tienen como variables independientes los distintos factores que pueden afectar a la producción de un cultivo (parámetros climáticos, agua aplicada, nutrientes y fertilización, condiciones de siembra, etc.), y como variable dependiente la producción resultante.

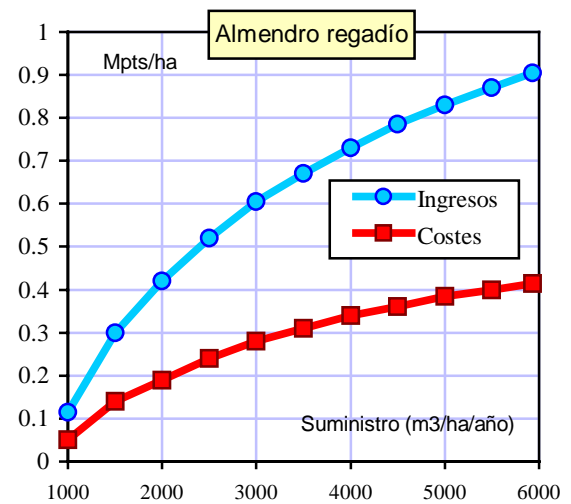
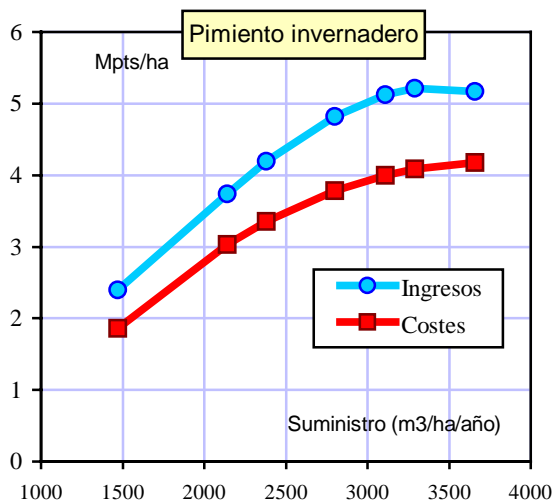
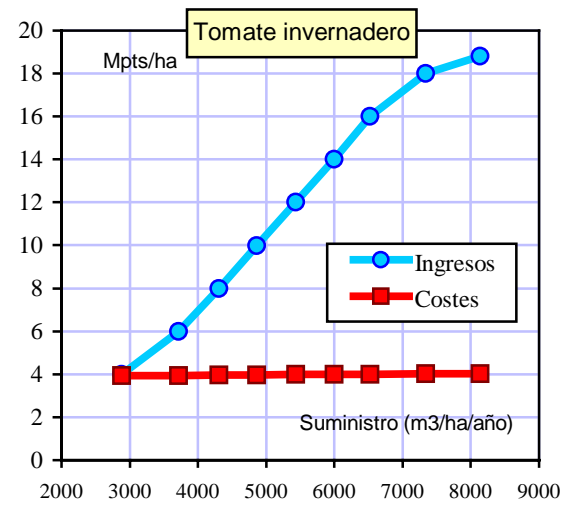
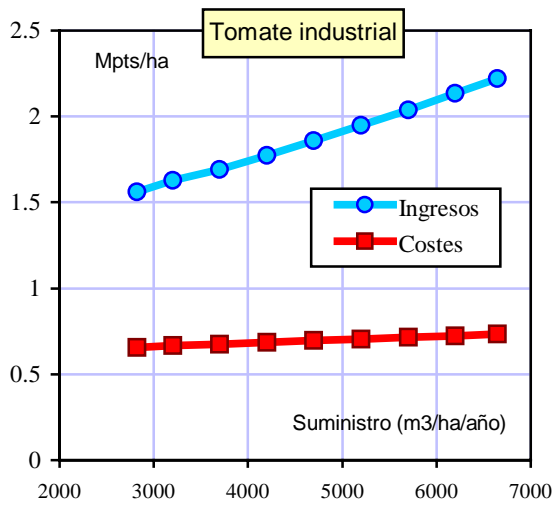
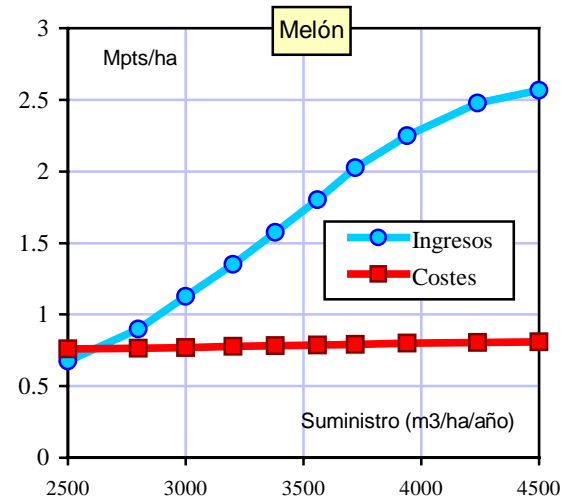
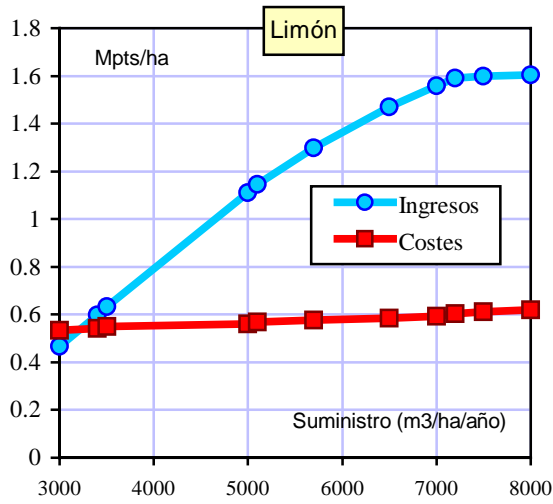
La complejidad del problema en su formulación teórica completa es de tal magnitud que la mayoría de las funciones estudiadas son simples, limitándose a obtener la respuesta de la producción frente a la variación de uno solo de los factores productivos, usualmente la cantidad de agua aplicada, y manteniendo constantes el resto de factores. Son mucho más escasos los estudios que consideran variables ambientales o de suelo.

En nuestro caso concreto, se han revisado algunas determinaciones de funciones de producción de regadío obtenidas por diferentes autores para algunos cultivos representativos en el área afectada por las transferencias (Comunidad Valenciana, Murcia, Almería). A los efectos perseguidos en este análisis, una vez obtenidas las producciones, es necesario además traducirlas a rendimiento económico. La hipótesis de linealidad puede ser en principio admisible, pero ha de tenerse en cuenta que los costes de producción pueden modificarse en función del agua aplicada.

Como es obvio, realizar una síntesis del valor y los costes de la producción de cualquier cultivo es una tarea complicada y sometida a cierto grado de incertidumbre, puesto que en cada finca se dan unas condiciones diferentes, no necesariamente iguales a las de las condiciones experimentales bajo las que se han obtenido las curvas. No obstante, los factores considerados son indicativos de situaciones medias y representativas de las condiciones del cultivo tipo en la zona de estudio, siendo el único factor variable considerado el de la cantidad de agua utilizada. Ello es así por haberse obtenido precisamente para estas zonas.

Una vez obtenidas las curvas disponibles de los distintos cultivos, pueden ponderarse estos resultados según su participación y representatividad en cada gran área estudiada, obteniéndose así una estimación global del valor medio de la producción y costes de cultivo en los regadíos para toda el área. Asimismo, pueden observarse los decrementos relativos de la producción económica frente a una reducción de dotaciones aplicadas.

La figura adjunta muestra tales funciones económicas, calculadas a partir de las funciones agronómicas de producciones físicas, con los ingresos por venta de productos a precios de mercado y los costes de producción, según el suministro anual de agua aplicada al cultivo.



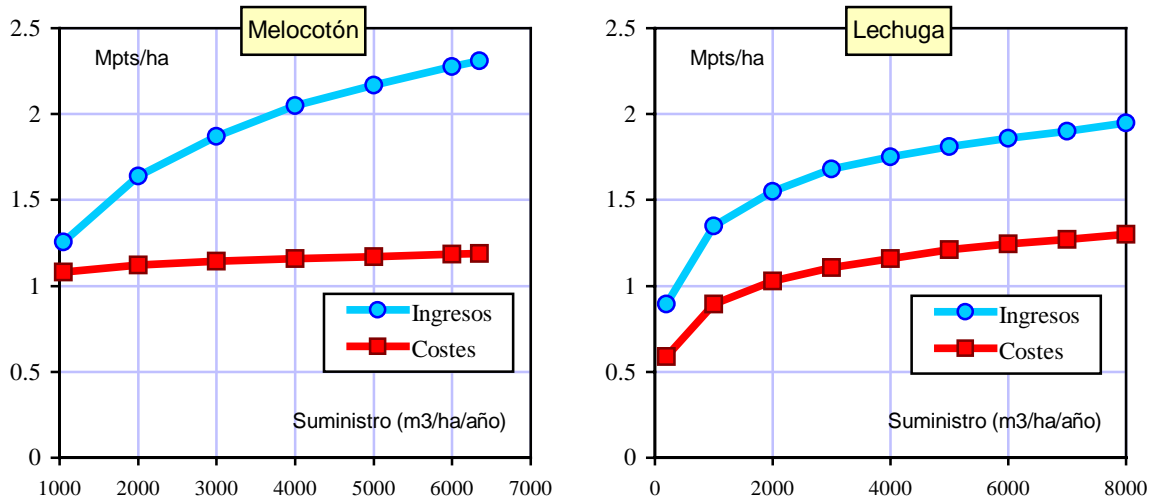


Figura 30. Funciones de producción

A partir de estas funciones, pueden calcularse las pérdidas de rendimiento económico debidas al déficit de suministro hídrico. Para ello se restan los costes de los ingresos y se representa la disminución porcentual de este beneficio en función de la disminución porcentual de aporte de agua con relación a los valores de referencia (mesetas de las funciones de producción), disminución porcentual ésta bien indicativa del déficit hídrico.

Los resultados obtenidos mediante este procedimiento son los mostrados en la figura adjunta.

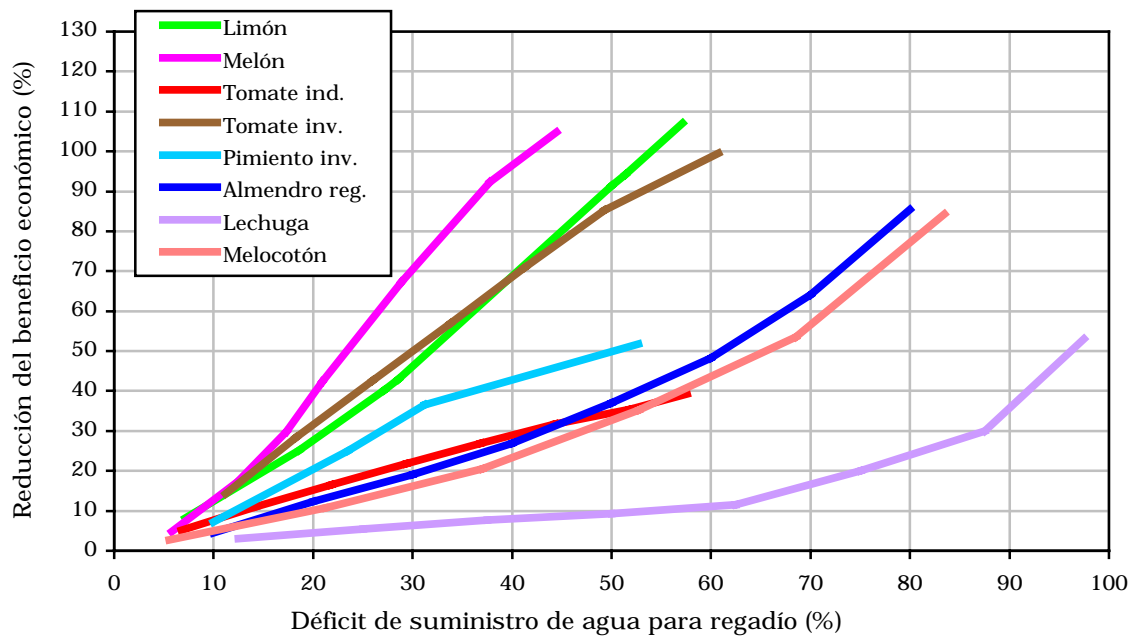


Figura 31. Pérdidas de rendimiento económico debidas al déficit hídrico

Como se observa, tales funciones son ciertamente distintas para los diferentes cultivos, pero todas presentan ciertos patrones comunes de interés. Así, puede verse que, aunque la relación de rendimientos no es lineal, el error cometido si se supone linealidad no resulta en general inadmisibile.

Además, se observa que 5 de los 8 cultivos considerados anulan su beneficio económico (acaba la curva) para valores de déficit en el entorno del 40-60%, mientras que los otros admiten valores algo mayores. Ello viene a confirmar el criterio estándar de garantía de suministro para regadíos empleado en este Plan Hidrológico, que supone un fallo de garantía cuando el servicio en un año es inferior al 50% de la demanda.

Considerando una distribución estimativa de estos cultivos en la hectárea tipo media de las zonas afectadas por las transferencias (porcentajes del 24, 9, 5, 5, 7, 22, 15, 12% respectivamente), el decremento porcentual del beneficio resulta ser del mismo orden de magnitud del decremento porcentual del suministro.

En definitiva, y sin perjuicio de las ya apuntadas limitaciones que presenta el método de las funciones de producción, y de la mayor o menor representatividad de estos cultivos para las zonas receptoras, cabe retener, como hipótesis preliminar, el resultado de respuesta lineal, con decremento relativo de beneficio aproximadamente igual a decremento relativo de aporte hídrico.

4.3.4.2. ANÁLISIS DE PRODUCCIONES HISTÓRICAS

Además de las examinadas funciones de producción, un procedimiento alternativo para evaluar el efecto sobre la renta neta agraria de un suministro insuficiente de agua puede ser el estudiar las series históricas de producciones del regadío en periodo de sequía, y contrastarlas con la producciones en situación de suministro adecuado.

Las diferencias entre ambas situaciones son un buen indicador del efecto buscado en el supuesto de ausencia de cambio tecnológico (la aparición de nuevas variedades o técnicas culturales no tiene influencia significativa sobre los rendimientos), y de que las diferencias entre campañas se deben básicamente al aporte hídrico, y no al resto de factores climáticos.

Para realizar este análisis se requiere tipificar las distintas campañas como de sequía o no-sequía, y calcular las producciones en cada uno de estos periodos.

Seguidamente se ofrecen algunos resultados obtenidos en distintas evaluaciones disponibles.

4.3.4.2.1.1. Evaluación del Plan Hidrológico del Segura (1995)

La escasez de agua incide en el descenso de las producciones por dos vías: la reducción de superficies regadas y la caída de rendimientos productivos. La simple aplicación de los ratios de productividad por hm³, equivaldría a asumir que la producción agrícola varía linealmente con el consumo hídrico o agua realmente aplicada. La aceptación de este supuesto permite estimar las pérdidas de producción de forma sencilla, aplicando principios de proporcionalidad al suministro hídrico.

Con objeto de evaluar, en lo posible, la aceptabilidad de este supuesto, en los estudios previos para el Plan Hidrológico del Segura se aproximó la participación relativa de los dos factores de reducción de la producción: disminución de superficies y disminución de rendimientos económicos. El análisis partió de las evoluciones de la producción final agrícola y de las superficies cultivadas en la Región de Murcia. Actualizadas las producciones del periodo 1.990/94 (periodo de progresiva escasez hídrica) a pesetas del 95, pueden obtenerse para cada año productividades medias por hectárea comparables.

Los resultados de este análisis apuntaron a una mayor contribución, y a la pérdida de producción en primera instancia, de los rendimientos productivos (pts/ha) que del abandono de superficies, con tendencia al equilibrio en años sucesivos. La caída de los rendimientos es drástica el primer año, lo que induce al agricultor a reducir la superficie regada al año siguiente. De mantenerse la escasez de agua, ambos componentes del descenso productivo tienden a equilibrarse en el medio plazo.

La reducida longitud de las series, la influencia de factores externos (como la devaluación de los años 93 y 94) y, sobre todo, la falta de datos estadísticos más desagregados y fiables en la agricultura, dificulta la adopción de criterios más ajustados. La variación lineal de la producción es, en principio, un supuesto aceptable en lo que afecta a reducción de superficies, asumiendo que no cambia la alternativa de cultivos, y obviando la posible influencia de los mercados.

Dado que la variación de rendimientos productivos en función del déficit hídrico parece adoptar, a medio plazo, un comportamiento similar al abandono, el supuesto de una relación lineal entre consumo hídrico y producción de regadío resultó ser globalmente admisible, con independencia de que el agricultor se decida por reducir superficie regada o por asumir una menor productividad de sus regadíos. Como se ha visto en el anterior análisis de las funciones de producción, el supuesto de linealidad en el caso de menor productividad es, efectivamente, admisible.

En cuanto a las pérdidas relacionadas con el sector de suministro de medios de producción, básicamente la industria productora de inputs agrícolas (agroquímicos, semillas, energía...), y los servicios de transporte y comercialización, están contenidas en las de producción agrícola, por lo que cabría asumir, en su caso, el mismo supuesto simple de disminución proporcional.

4.3.4.2.1.2. Evaluación del CESRM (1995)

Una evaluación disponible de las pérdidas de producción económica debidas a la sequía es la ofrecida por el Consejo Económico y Social de la Región de Murcia CESRM (1995), en el marco de un amplio estudio sobre los recursos hídricos en la Región de Murcia.

En este trabajo se obtuvo que la diferencia en valor de la producción económica del regadío al aire libre en Murcia el año 1993 fue un 8% inferior a la del periodo de referencia 1990-1992, mientras que en el año 1994 lo fue un 17%. Si se consideran los cultivos de regadío en invernadero, los anteriores porcentajes se reducen al 3 y 12% respectivamente.

A su vez, las medias globales para los principales cultivos de regadío resultaron ser del 6 y el 11% respectivamente.

4.3.4.2.1.3. Evaluaciones específicas para este Plan Hidrológico

Asimismo, se han realizado unos análogos análisis preliminares específicamente para este Plan Hidrológico Nacional, considerando un periodo más extendido, y estudiando la totalidad de zonas afectadas por las transferencias.

La tabla adjunta muestra la síntesis de los resultados obtenidos mediante esta metodología, a escala provincial, para el periodo 1982-1998. Los cultivos seleccionados representan más del 95% de la producción final vegetal (PFV), y para estimar las pérdidas de renta se ha supuesto una disminución del 10% (porcentaje medio de costes de recolección), con lo que la pérdida es aproximadamente igual a la pérdida de PVF disminuida en un punto porcentual.

	Alicante	Almería	Castellón	Murcia	Valencia	Total
PVF (Mpts)	90954	233125	62949	158504	176802	722334
Pérdidas PVF (Mpts)	14089	15513	1841	9490	7414	48347
Pérd. PVF relativa (%)	15	7	3	6	4	7
Pérd. renta (%)	14	6	2	5	3	6

Tabla 27. Pérdidas de producción vegetal final y renta

Como puede verse, los valores de pérdida de renta oscilan entre el 14% de Alicante y el 2% de Castellón, con una media global regional en torno al 6%. Estos valores resultan de similares órdenes de magnitud a los de la estimación anterior.

4.3.4.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS

Como se ha expuesto en epígrafes anteriores, el examen de las funciones de producción de cultivos en las áreas afectadas por las transferencias revela que, en estas zonas, es admisible suponer que un decremento porcentual de suministro hídrico implica un decremento porcentual de beneficio económico de similar orden de magnitud.

Por otra parte, el estudio de las series históricas de producciones confirma la hipótesis de proporcionalidad y muestra que la pérdida de renta en estas zonas como consecuencia del déficit hídrico alcanza valores medios globales, en el periodo 1982-1998, en torno al 6%, oscilando entre el 14% de Alicante y el 2% de Castellón.

Otros estudios muestran pérdidas medias globales para los principales cultivos de regadío de la cuenca del Segura del 6 y el 11% respectivamente para las campañas 1993 y 1994, frente al periodo de referencia 1990-92.

Relacionar estos porcentajes de pérdidas con los suministros hídricos que las generan es muy complejo. No obstante, intentaremos obtener un orden de magnitud de esta relación analizando el sistema hidráulico afectado con la perspectiva de determinar sus déficit de suministro en los últimos años, e intentar obtener alguna relación, siquiera en valores medios, con estos porcentajes de pérdidas.

En consecuencia, para cuantificar aisladamente el efecto sobre el sistema hidráulico de la precariedad y falta de garantía, se estudiará su comportamiento en una situación de aporte externo nulo, pero en la que ya se ha suprimido la sobreexplotación de acuíferos. Dado que la cuenca del Segura-Almería es bien representativa de esta situación, y los déficits de sobreexplotación se encuentran bien identificados, se elige este sistema de explotación como indicativo de las áreas receptoras de las transferencias.

A efectos de cómputo, y como ya se ha dicho, para evitar un empeoramiento ficticio de los resultados los déficits por sobreexplotación se deben suponer anulados, para lo que se reducen las demandas en el esquema del Segura-Almería un total de 174 hm³/año de bombeos no renovables considerados en el Segura (que asimilaremos a 40 del Altiplano, 50 del Guadalentín, 43 de M.I. y 41 de Mazarrón-Águilas), junto con un total de 70 hm³/año de sobreexplotación considerada en Almería. Además, es razonable -del lado de la seguridad- suprimir del análisis las demandas vinculadas a sostenimiento de humedales y los incrementos del abastecimiento futuro. Ello supone reducir en 41 hm³/año esta demanda (10 en Taibilla que acumulamos a los 6 en Sierra Espada, 3 en Campotéjar, 10 en Torrealta, 8 en Pedrera, 2 en Lorca, y 2 en Segura).

Con todo ello, la simulación del sistema -suponiendo nuevo aporte externo nulo- proporciona una idea razonablemente encajada del régimen de suministros servidos a las demandas de riego y, en consecuencia, permite visualizar cuantitativamente el efecto previsible de la infradotación y falta de garantía.

Los resultados obtenidos de este análisis muestran que la situación más desfavorable se produce en el bienio 1994-95, en el que se alcanza el 40% de déficit global agregado. El déficit medio en toda la serie resulta ser del orden del 15%.

Para poder contrastar estos resultados con los económicos, surge la dificultad del distinto periodo temporal empleado (años naturales frente a años hidrológicos). De forma aproximada, y a efectos del contraste, asimilaremos los años naturales a los hidrológicos con el mismo verano. Así, la diferencia relativa de suministros en los años 1992/93 y 1993/94 con el periodo 1989/90 - 1991/92 resulta ser del 15 y 21% respectivamente, lo que ha de contrastarse con los 6 y 11% de menores producciones. Ello arroja la regla práctica de que la disminución relativa de la producción económica es del orden de la mitad de la disminución relativa del suministro hídrico.

Con el análisis realizado a partir de comienzos de los 80, las diferencias relativas medias entre los periodos secos y los húmedos son del orden del 20%. Dado que las diferencias en PVF medias para la cuenca del Segura son próximas al 10%, se confirma la regla práctica anteriormente expuesta.

Por otra parte, existen estimaciones (Aranda et al., 1992) dan valores de rendimiento medio en Murcia de 210 pts/m³ de agua utilizado, con valores que oscilan entre las 312 para los riegos garantizados, y 149 para los lugares con insuficiencia. Ello indicaría una relación de producción de 2 a 1 como consecuencia de la garantía de suministro.

En definitiva, cabe resumir que, con las limitaciones y simplificaciones apuntadas, las metodologías de funciones de producción de cultivos y de análisis de producciones agrarias históricas confirman la hipótesis de linealidad de la respuesta de la producción económica del regadío frente al déficit de suministro hídrico, pero arrojan resultados ligeramente diferentes en cuanto a la magnitud de esta respuesta, conformando entre ambas una horquilla entre el 50 y el 100% de variación relativa.

A los efectos de este Plan Hidrológico Nacional se adoptará el supuesto más conservador y desfavorable, asumiendo reducciones de producción del orden de la mitad del déficit relativo de suministro, y fijando tentativamente el valor medio de merma de la renta neta en un 7%.

Asimilando la cuantía propuesta al beneficio económico por mejora de la garantía de servicio, los beneficios globales en las áreas receptoras serán el resultado de aplicar esta pérdida de renta a la superficie total de 40.364 has equivalentes afectadas. Con la renta neta media obtenida de 0'7 Mpts/ha, el beneficio anual por este concepto puede estimarse conservadoramente en unos 1.978 Mpts.

Debe reiterarse que estos resultados son solo indicativos, y tienen el carácter de una primera aproximación, suficiente a los efectos de este Plan Hidrológico, y mejorable con estudios futuros de mayor detalle

4.3.5. BENEFICIOS POR INTENSIFICACIÓN O NO ABANDONO

A diferencia de los anteriores, estos beneficios se generan en tierras donde cambian los cultivos existentes dependiendo de que se ejecute o no se ejecute el plan, es decir, corresponde a aquellas situaciones donde la llegada o no de las transferencias puede suponer el cambio y progresivo abandono a corto y medio plazo de las explotaciones, por desaparición física o degradación extrema de los recursos hídricos con que se atienden. Es el supuesto de eliminación de la sobreexplotación de aguas subterráneas.

El cómputo de estos efectos requiere conocer el ritmo de agotamiento de los recursos subterráneos sobreexplotados, su traducción en disminución de superficies afectadas, y la valoración económica de este fenómeno de abandono de tierras.

A partir de los resultados obtenidos en epígrafes anteriores, el beneficio económico por eliminación de la sobreexplotación y evitación del coste de abandono de tierras es el mostrado en el gráfico adjunto, obtenido por aplicación de una renta neta de 0'7 Mpts/ha/año a las superficies afectadas por la sobreexplotación de acuíferos.

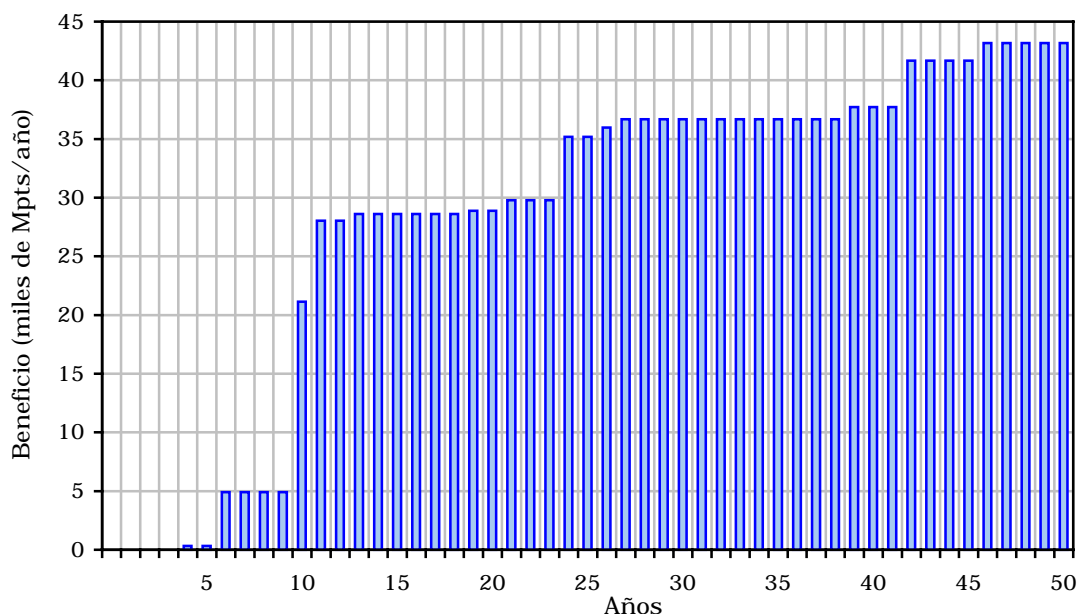


Figura 32. Evolución de beneficios por evitación de sobreexplotación

4.3.6. BENEFICIOS INDIRECTOS

En epígrafes anteriores se han expuesto los fundamentos conceptuales con que se contemplan los beneficios indirectos de las transferencias en este Plan Hidrológico.

Como se indicó, el criterio que se seguirá en esta evaluación es el estándar de no considerar tales beneficios indirectos, aunque ello resulta muy conservador desde el punto de vista de los resultados económicos del plan.

En efecto, aunque en el conjunto de la economía nacional, o en otras regiones de país, el efecto multiplicador del sector agrícola resulta ser muy reducido, y cabría asumir las condiciones teóricas de indiferencia sectorial, en las áreas afectadas por las transferencias objeto de este Plan, las interrelaciones sectoriales y la producción y empleo inducidos por el regadío en los otros sectores económicos son muy elevadas –mucho más que la media del país– como muestran diversos estudios realizados al respecto.

Así, y como ejemplo, análisis input-output de la economía regional murciana (Colino, 1994) muestran que un 29% del valor de la producción agraria de esta región se fundamenta en la compra de bienes intermedios de empresas asentadas en la zona. En el lado de las ventas del sector agrario, un 56% del producto agrario se vende a otras empresas regionales, lo que resulta una proporción muy elevada. Analizando el VABc.f. inducido en otros sectores por la actividad agraria, se concluyó que era, en 1987, de un 45% adicional al propio VAB agrario. En cuanto al empleo, las relaciones entre la agricultura y las empresas no agrarias de la región constituían la base de un 35% de empleos adicionales a los de la propia agricultura.

Si se consideran las intensas interrelaciones del sector con actividades similares en zonas próximas, como Alicante y Almería, la importancia relativa de estos vínculos intersectoriales de la agricultura podría ser aún mayor.

Otros análisis input-output de la economía murciana (Buendía Azorín, 1993), han mostrado asimismo la gran relevancia de estos efectos. Así, el sector agrícola resulta ser clave o estratégico en el sistema productivo murciano, con efectos de arrastre hacia delante y hacia atrás superiores a la unidad, y con una alta capacidad de generar tanto renta como empleo.

Análogamente, la tabla adjunta muestra los coeficientes técnicos de la rama agraria de la Comunidad Valenciana, según la tabla input-output de esta Comunidad, así como los empleos indirectos del sector agrario y la renta indirecta.

	Compras realizadas por el sector agrario	Empleos indirectos del sector agrario	Renta (VAN c.f.) indirecta Mpts/ha 1997
Total Sector Primario	0'0664	76.243	0'069
Energía	0'0339	38.925	0'035
Agua y vapor de agua	0'0201	23.079	0'021
Industria química	0'0912	104.719	0'095
Maquinaria, prod. metálicos y material de transporte	0'0136	15.616	0'014
Madera, muebles, papel y artes gráficas	0'0115	13.205	0'012
Construcción	0'0009	1.033	0'010
Comercio y reparación	0'0598	68.664	0'062
Restauración y hostelería	0'0006	689	0'001
Transporte	0'0101	11.597	0'011
Comunicaciones, crédito y seguro	0'0071	8.152	0'007
Promoción, venta y alquiler inmuebles	0'0003	344	0'000
Total	0'3155	362.267	0'329

Tabla 28. Resultados de análisis input-output en las áreas afectadas

Puede comprobarse que la suma de los coeficientes técnicos toma el valor de 0'3155, ciertamente elevado, lo que confirma que el sector presenta unos importantes efectos indirectos (por cada Mpts de producción agraria, se precisa comprar materias primas, fertilizantes, servicios, etc. por valor de 0'315 Mpts, y una caída de la producción agraria, se arrastraría en esta cuantía hacia otros muchos sectores de actividad, que verían reducidas sus ventas).

Por otra parte, el análisis de los flujos intersectoriales de las zonas afectadas permite estimar las rentas vinculadas al regadío de estas zonas y generadas en otros sectores en unos 0'329 Mpts/ha regada, tal y como muestra la tabla. De esta cantidad aproximadamente el 43% se corresponde con pérdidas de renta en las propias zonas, el 42% serían disminuciones de renta en el resto de España, y el restante 15% son pérdidas en el extranjero.

Debe aclararse que para realizar esta estimación se ha optado por tomar los valores de flujos intersectoriales o coeficientes técnicos de las Tablas Input-Output de la Comunidad Valenciana, que resultan algo más reducidos que los obtenidos para otras áreas afectadas (compárense, p.e., con los datos antes ofrecidos para la Región de Murcia). En consecuencia, la cantidad anterior puede estar, con bastante

probabilidad, infravalorada. En todo caso, estas magnitudes permiten hacerse una primera idea encajada de los flujos intersectoriales representativos en el área afectada por las transferencias.

Similares resultados, alertadores del posible estrangulamiento económico de las comunidades valenciana y murciana por causa del déficit hídrico, son los ofrecidos por Marco (1995), que examina la situación de distintos sectores productivos en estos territorios, concluyendo la interdependencia en que se encuentran tales sectores en relación con el factor agua, y advirtiendo los riesgos a que puede dar lugar su carencia.

Antes de concluir este epígrafe de efectos indirectos, es necesario hacer una mención expresa al papel clave que ejerce la existencia de una amplia oferta agraria autóctona sobre la industria agroalimentaria de la región. Efectivamente, la industria agroalimentaria se localiza en general en las zonas de aprovisionamiento para ahorrar costes de transporte y evitar el deterioro de las producciones, habiendo alcanzado, en las zonas afectadas, un muy elevado nivel de desarrollo. Así, las rentas generadas por este sector se elevaron a 363.000 millones de pesetas (1993) y los empleos directos ascienden a 72.073. En el caso de la Comunidad Valenciana, las Tablas Input-Output permiten apreciar que en el complejo agroalimentario de esa región, la agricultura local aporta a la industria de la alimentación anualmente casi la mitad (43,9%) del total de sus compras de materias primas.

Queda, por tanto, de manifiesto que una contracción en las disponibilidades de agua para el sistema agrario de regadío supondría una muy elevada pérdida de renta y de empleos, que además se localizaría en determinados municipios que en la actualidad no presentan otras actividades alternativas a la agraria, ante su muy elevado nivel de especialización y escasa diversificación.

Por último, cabe mencionar también el sector exterior o la circunstancia específica de la actividad exportadora, sin duda un aspecto de gran interés dada la fuerte vocación de exportación que presenta la agricultura de estas áreas.

Así, cada hectárea de regadío generó en 1998 unas exportaciones por valor de 1'175 Mptas, un valor muy superior al contabilizado para el conjunto nacional, que se eleva a 318.000 pesetas. La tabla adjunta muestra estos resultados.

	Mpts	Mpts/ha
Almería	156.287	2'873
C. Valenciana	313.177	0'929
Murcia	177.351	1'116
Total	646.815	1'175
Total España	951.928	0'318

Tabla 29. Exportaciones agrarias (1998)

Como se observa, la exportación de las áreas afectadas supuso casi el 70% del total nacional.

4.3.7. EFECTOS SOBRE EL EMPLEO

Aunque, como se expuso en el análisis conceptual, no se considerará explícitamente el empleo en la evaluación económica del Plan, su importancia socioeconómica es tal que requiere de consideración específica en este contexto.

Así, un impacto de las transferencias de fundamental importancia es el que se refiere a la pérdida de empleo directo. Las producciones hortofrutícolas que ocupan buena parte del regadío de las áreas deficitarias consideradas en este Plan Hidrológico son particularmente exigentes en mano de obra, fundamentalmente en las tareas de siembra o plantación y recolección, con porcentajes de ocupación en el sector superiores a la media nacional. Así, en 1.991 el sector agrario murciano empleaba a 43.883 personas, que representaban el 13,5% de la población ocupada en la región, porcentaje sensiblemente superior al nacional (9%). La mayor parte del empleo es asalariado.

En el Plan Hidrológico del Segura se realizaron algunas evaluaciones de este efecto, con los resultados que seguidamente se resumen.

Los estudios disponibles consultados ofrecen, en sus estimaciones, un amplio intervalo de variación en cuanto a los ratios de productividad por empleo, y empleos generados por hm³ de agua consumido. Estas disparidades se explican, en el primer caso por el carácter zonal de los estudios, y en el segundo, fundamentalmente por las distintas dotaciones netas (eficiencias) consideradas. Para la cuenca del Segura, los máximos se cifraron, respectivamente en 4'3 Mpts/empleo en la zona regable del trasvase, y 115 empleos/hm³ en el Valle del Guadalentín.

Adoptando las estimaciones del Avance 95 del PNR (única fuente que, al formular el Plan Hidrológico del Segura analizó el empleo agrícola en la globalidad de la cuenca), que calculó, en base superficial, el empleo en regadío en función de la alternativa de cultivos comarcal, y aplicando estos ratios a las superficies y consumos establecidos anteriormente, resultó una productividad media de 2'4 Mpts/empleo, y una generación de 61 empleos por hm³ utilizado en riego. Puede obtenerse así una aproximación a la pérdida o ganancia de empleo en los distintos escenarios de trasvases que se consideren, admitiendo una relación lineal entre empleo y consumo hídrico, tal y como muestra la tabla adjunta.

	Jornales en regadío (millones)	Empleos directos equivalentes	Variación de jornales (millones)	Variación de empleos equivalentes
Alternativa de trasvase futuro nulo	12.3	52.000	-5.1	-24.000
Situación ordinaria actual (sin sequía)	17.4	76.000	0	0
Alternativa de satisfacc. de demandas	25.8	102.000	+8.4	+26.000

Tabla 30. Empleo en el regadío en la cuenca del Segura (1995)

Las cifras de empleo equivalente son superiores a las referidas en los censos para población agraria ocupada, como era de esperar dada la práctica, muy extendida en la cuenca, de la agricultura a tiempo parcial como actividad secundaria, y el empleo de mano de obra eventual o inmigrante en época de recolección. Asimismo, debe subrayarse que la referencia actual ha de entenderse como la de una situación hidrológica media (sin sequía) y con el trasvase Tajo-Segura en funcionamiento ordinario para abastecimiento y riegos. Si se considerase una situación de sequía, como la de mediados de los 90, el balance resultaría mucho más desfavorable.

Los resultados muestran muy expresivamente las diferencias esperables en jornales de regadío y empleos equivalentes según la hipótesis de transferencias externas que se adopte. La extensión de estos resultados del Segura a todas las zonas consideradas deficitarias en el presente Plan Nacional aumentaría significativamente estas diferencias a cuantías que, a falta de estudios más precisos, pueden suponerse prácticamente duplicadas.

Otros análisis disponibles muestran que, en las áreas afectadas, el regadío generó en 1997 181.206 empleos directos, de tal forma que el número medio de empleos por hectárea de regadío ascendió ese año a 0'329. Este valor es muy superior al correspondiente para las explotaciones de secano en esta zona, que se eleva a 0'019. Por su parte, los mayores índices de empleo por hectárea se alcanzan en los invernaderos, que presentan un valor medio global de 1,233 empleos directos por hectárea. La tabla adjunta resume estos resultados.

	Empleos directos del regadío en 1997			Empleos directos del regadío por ha.		
	Aire libre	Protegido	Total	Aire libre	Protegido	Total
Almería	7074	33334	40408	0'269	1'185	0'743
C. Valenciana	90531	1921	92452	0'27	1'5	0'274
Murcia	42795	5551	48346	0'276	1'5	0'304
Total	140400	40806	181206	0'271	1'233	0'329

Tabla 31. Empleo en el regadío en la zonas afectadas (1997)

A su vez, los empleos indirectos generados en otros sectores vinculados a las explotaciones de regadío en las áreas afectadas se elevan a 0'0779, o dicho de otra forma, cada 12'8 hectáreas de regadío generan un empleo indirecto. Dado que para realizar esta estimación la base son las relaciones intersectoriales de la Tabla input-output de la Comunidad Valenciana, cabe hacer la aclaración del punto anterior, en el sentido de que los valores de empleos indirectos estimados pueden estar infravalorados.

La tabla adjunta resume estos resultados.

	Directos	Indirectos	Total
Almería	0'743	0'1684	0'9114
C. Valenciana	0'274	0'0691	0'3431
Murcia	0'304	0'0658	0'3698
Total	0'329	0'0779	0'4069

Tabla 32. Empleos directos e indirectos por regadío en la zonas afectadas (1997)

4.4. SÍNTESIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

Resumiendo los resultados obtenidos en los epígrafes anteriores, la figura adjunta muestra la corriente de ingresos o beneficios generados por las transferencias, para los tres distintos conceptos considerados, y sin tener en cuenta los efectos indirectos inducidos.

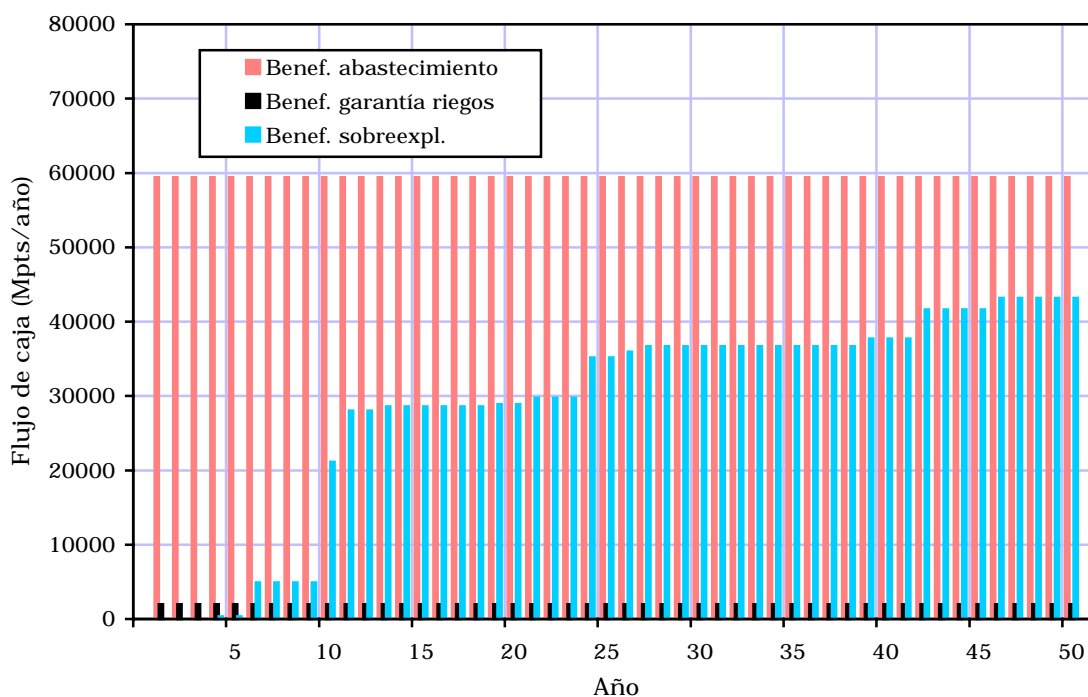


Figura 33. Flujo de caja de los beneficios de las transferencias

5. LA COMPARACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS

5.1. RESULTADOS BÁSICOS

Resumiendo los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, la figura adjunta muestra la corriente total de pagos e ingresos (flujo de caja) generado por las transferencias, para los distintos conceptos de coste y beneficio considerados. Se considera el supuesto más desfavorable de ejecución a un año y explotación inmediata.

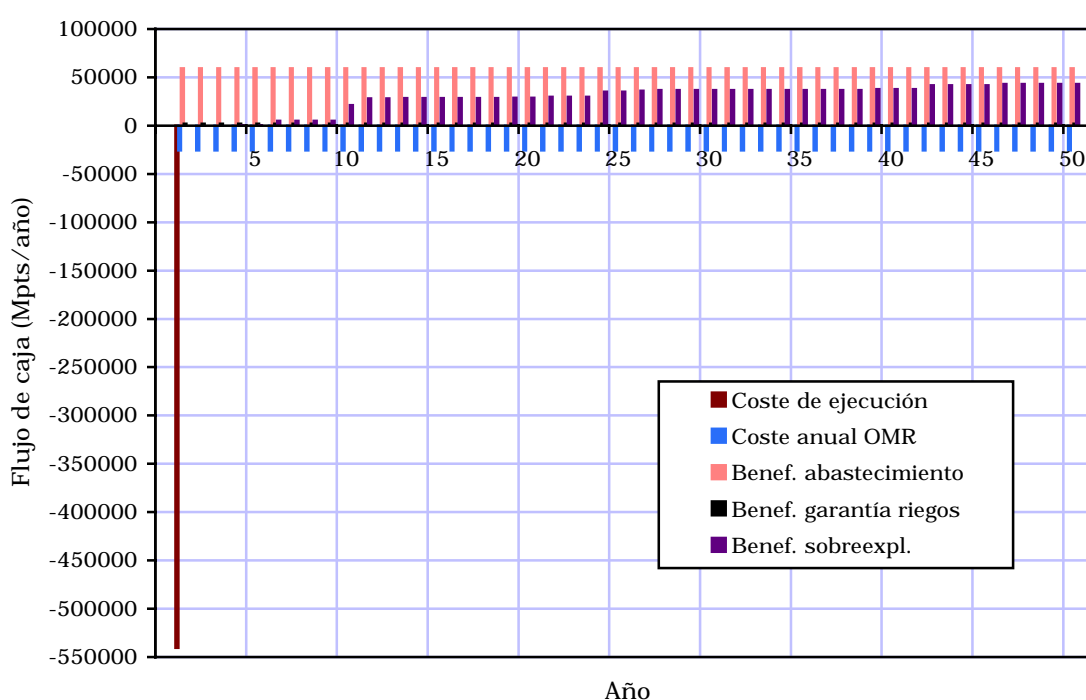


Figura 34. Flujo de caja de las transferencias

Este flujo de caja da lugar a una relación beneficio/coste de 1'67, un valor actual neto de 721.610 Mpts, y una tasa interna de retorno del 10.0%.

Tales resultados permiten afirmar sin duda la racionalidad económica de las transferencias propuestas, máxime considerando los supuestos conservadores asumidos en muchas de las determinaciones previas realizadas. La relajación y mejor acotación de estos supuestos arrojaría indicadores aún más favorables.

Debe reiterarse una vez más que el objetivo perseguido con estos análisis no es evaluar con precisión el rendimiento económico de las transferencias, sino obtener algunos indicadores estimativos que ilustren sobre su razonabilidad económica.

5.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Obtenidos los indicadores económicos básicos, procede estudiar su sensibilidad frente a modificaciones de algunos parámetros del cálculo.

Así, la figura adjunta muestra la evolución de indicadores según el periodo de tiempo que se emplee.

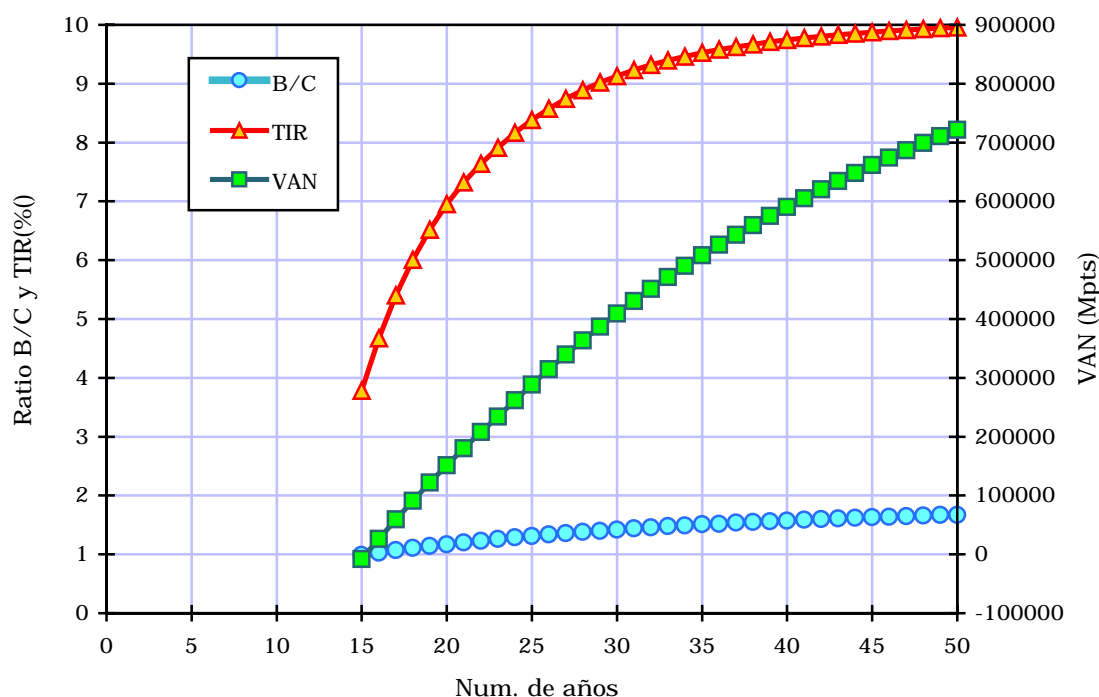


Figura 35. Indicadores económicos según periodo empleado

Como se observa, todos los indicadores son buenos para periodos superiores a unos 17 años, muy inferior al razonablemente propuesto.

Análogamente, se ha comprobado que ligeras modificaciones de la tasa de descuento no afectan decisivamente al VAN ni a la relación B/C.

Igual puede afirmarse de la TIR con relación a otras variables del problema como las rentas del regadío, o los costes del agua desalada. En ningún caso estas variables llegan a producir un cambio sensible en los indicadores económicos que, alcanzando umbrales más moderados, haga dudar de la razonabilidad apuntada. Un posible criterio a este respecto es el de la Comisión Europea (CEC, 1993), que propone tasas del 5% como umbral sobre el cual no es necesario realizar estudios de mayor detalle para la aceptación, rediseño o rechazo de grandes proyectos públicos.

6. DEMANDA Y OFERTA DEL AGUA

6.1. INTRODUCCIÓN

Una vez estudiados en otros documentos de este Plan Hidrológico las disponibilidades, demandas, y balances hídricos resultantes en las distintas cuencas involucradas en las transferencias, y expuestos en capítulos previos los fundamentos conceptuales, metodologías y resultados del análisis económico de las transferencias, se procede seguidamente a analizar la oferta y la demanda de agua en términos económicos, mediante la introducción de los precios del agua y el análisis de las condiciones de equilibrio económico.

Ello permitirá, en definitiva, arrojar luz sobre otro aspecto de la viabilidad de las transferencias previstas en la planificación hidrológica nacional (además de la viabilidad técnico-hidrológica y la viabilidad ambiental) que es el de la viabilidad financiera desde el punto de vista de la propensión y capacidad de pago de los beneficiados por las transferencias.

Ello completa los análisis anteriores, al verificarse el cumplimiento de algunas de las condiciones establecidas para los trasvases (como la opción de coste mínimo) y contrastar la demanda económica de agua en las zonas receptoras.

En los epígrafes que siguen se repasarán los conceptos económicos de la demanda de agua, sus precios actuales, su elasticidad según usos, curvas de demanda, y efectos del precio del agua sobre la renta. Tras ello, se caracterizará la oferta según distintos orígenes alternativos. Todo ello permite, como se ha dicho, una mejor comprensión y valoración del problema económico asociado a las transferencias intercuenas, desde el punto de vista de la capacidad de pago de sus beneficiarios.

6.2. LA DEMANDA DE AGUA

6.2.1. INTRODUCCIÓN

Como se indicó en el Libro Blanco del Agua en España, la demanda de agua en el sentido convencional -que es el recogido reglamentariamente y, en consecuencia, el que se ha empleado en la planificación hidrológica- hace referencia a la necesidad de agua para uno o varios usos, y es, por tanto, la que se manifiesta a los niveles de precio actuales. Tal y como allí se indicó, esta definición no coincide con el sentido económico original del término, según el cual la demanda sería la cantidad de agua que un agente económico estaría dispuesto a adquirir en un mercado a un determinado precio.

Ha de notarse que, en estos términos económicos, no cabe hablar nunca de déficit de recursos, puesto que si se requiere más agua no habría más que pagar lo necesario para tenerla (en el extremo, el coste de traerla desde el mar una vez desalada). El problema es que *lo necesario* para tenerla (su coste real) puede llegar a ser insoportable en términos económicos, con lo que se concluye que no es realmente necesaria (no hay déficit), y ya se ha alcanzado el punto óptimo de suministro.

Como se indicó en el Libro Blanco, los Planes Hidrológicos de cuenca aciertan al proponer las demandas a largo plazo como proyección del pasado e integración de planes sectoriales existentes, en el entendimiento de que estas demandas lo son en el sentido de una posibilidad máxima futura, sin la introducción de restricciones económicas. Es obvio que la introducción de tales restricciones operaría de forma limitativa, pues otros niveles de precio distintos de los actuales podrían alterar estas sensiblemente las demandas, y cabe pensar en expectativas insatisfechas en un territorio que desaparezcan al elevar el precio del agua aplicada.

Puesto que las necesidades de transferencias externas surgen de la escasez y agotamiento de los recursos propios, cabe esperar que los nuevos recursos de que pueda disponerse tendrán en todo caso costes marginales relativamente altos, lo que exacerba la necesidad de evaluar tales costes y contrastarlos con la capacidad de pago. Ello dará, en definitiva, una indicación de la *demanda solvente*, o, estrictamente, de la *demanda* en términos económicos.

Desde la perspectiva de este Plan Hidrológico Nacional tales hechos deben ser considerados de forma explícita, no considerando las demandas de los territorios como un dato fijo externo, y siendo necesario estimar la capacidad de pago de los sectores involucrados en las transferencias. De no ser así, podría estarse planteando una infraestructura compleja y costosa sin una evaluación afinada de su verdadera demanda de uso, y, en consecuencia, sin la expectativa de una razonable recuperación de costes.

Procederemos, pues, en este capítulo, a estimar la capacidad de pago en las zonas posibles receptoras de las transferencias, o en términos económicos, su verdadera *demanda* de agua.

Para ello se comenzará por evaluar los precios actuales del agua, y hasta que punto su aumento puede condicionar la demanda de recursos. En la medida en que existan desplazamientos entre precios y costes se estará introduciendo una ineficiencia económica en la forma de subvenciones no explícitas a los sectores consumidores, y en la medida en que sean similares se estará asignando el agua con mayor eficiencia económica.

Pese a que los estudios de los sistemas hidráulicos desaconsejan incluir al alto Guadiana y Guadalquivir como cuencas receptoras de las transferencias, los incluiremos en este análisis económico a efectos de su mejor conocimiento y caracterización.

6.2.2. PRECIOS ACTUALES DEL AGUA

Los precios actualmente pagados por el agua son extraordinariamente variados, y dependientes tanto de los usos a los que se aplica, como, dentro del mismo uso, de muy numerosas circunstancias y particularidades locales.

Desde el punto de vista de la Administración hidráulica, en el Libro Blanco se describió el régimen económico-financiero del agua, y se puso de manifiesto cómo, en general, la regulación legal del sistema es correcta, pero la aplicación práctica de los distintos conceptos que conforman este régimen está produciendo unos resultados económicos escasos, con cánones y tarifas reducidos, y dificultades en su gestión.

Desde el punto de vista privado, las transacciones económicas con las aguas de tal naturaleza privada alcanzan, por el contrario, valores elevados en las zonas donde hay escasez de recursos, y no es extraño que coexistan situaciones de precio completamente distintas en espacios muy próximos, o incluso en el mismo espacio.

Seguidamente se aportan algunos datos ofrecidos en la literatura sobre precios actuales del agua para abastecimientos y regadíos.

6.2.2.1. ABASTECIMIENTOS

En cuanto a los usos de abastecimiento a poblaciones, seguiremos la información elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 1998). Estos datos se refieren al año 1996, y son el primer resultado de las investigaciones estadísticas que el INE, a propuesta de EUROSTAT, ha abordado en relación con el Medio Ambiente.

El precio total medio actual en España del servicio de agua destinada al abastecimiento de los centros urbanos es de 229 pts/m³. Este precio es el resultado de considerar los costes unitarios de producción de todas las actividades que se realizan desde que el agua es captada en la naturaleza hasta que es devuelta al medio natural en condiciones óptimas. Incluye, por tanto, el abastecimiento y el saneamiento de las poblaciones.

Las actividades de captación y depuración del agua suponen el 17 % del precio total, la fase de distribución y suministro supone el 49 %, y la de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales el 34 %, por lo que este precio medio, en los términos estrictos de abastecimiento, y dejando aparte el coste de saneamiento, es de unas 152 pts/m³.

Las diferencias regionales respecto a esta media total global son muy importantes. Los precios más elevados corresponden a Canarias, con 406 pts/m³, seguida de Murcia, con 362, y Ceuta y Melilla con 323. En el otro extremo se sitúa Castilla y León con 88 pts/m³, y Galicia con 108.

Comunidad Autónoma	Pr. total (pts/m3)	Distribución del precio (%)			Precios medios (pts/m3)			
		Capt. + Depur.	Distr.	Saneam.	Capt. + Depurac.	Distr.	Capt. + Depur. + Distrib.	Saneam.
Andalucía	258	14.6	44.2	41.2	38	114	152	106
Aragón	135	15.0	45.6	39.4	20	62	82	53
Asturias	135	18.7	51.6	29.7	25	70	95	40
Baleares	289	17.1	28.8	54.1	49	83	133	156
Canarias	406	18.0	51.8	30.2	73	210	283	123
Cantabria	150	25.0	47.0	28.0	38	71	108	42
Castilla y León	88	22.5	62.3	15.2	20	55	75	13
Castilla-La Mancha	176	20.6	45.5	33.9	36	80	116	60
Cataluña	317	19.9	56.3	23.8	63	178	242	75
Comunidad Valenciana	283	18.1	52.0	29.9	51	147	198	85
Extremadura	195	21.3	38.1	40.6	42	74	116	79
Galicia	108	13.3	45.9	40.8	14	50	64	44
Madrid	227	10.3	48.1	41.6	23	109	133	94
Murcia	362	20.2	40.3	39.5	73	146	219	143
Navarra	129	14.3	48.3	37.4	18	62	81	48
País Vasco	173	26.1	32.2	41.7	45	56	101	72
Rioja	113	22.2	35.8	42.0	25	40	66	47
Ceuta y Melilla	323	13.1	55.1	31.8	42	178	220	103
Total España	229	17.3	48.9	33.8	40	112	152	77

Tabla 33. Precios medios del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas

Como puede verse, en la mayor parte de las comunidades autónomas, la fase de distribución del agua es la que más repercute en el precio. Sin embargo, en el caso de Baleares es el alcantarillado y tratamiento de aguas residuales la fase más costosa, con un 54 % del precio total. También ocurre, aunque algo menos, en Extremadura en donde esta fase de saneamiento representa casi el 41 % de dicho precio. La captación y distribución del agua resulta más costosa en el País Vasco que en otras comunidades, un 26 % del precio total. A continuación se sitúan La Rioja y Castilla y León, donde el 22 % del precio es imputable a esta primera fase del ciclo del agua.

La figura adjunta representa los datos anteriores ordenados de mayor a menor por costes de captación y depuración.

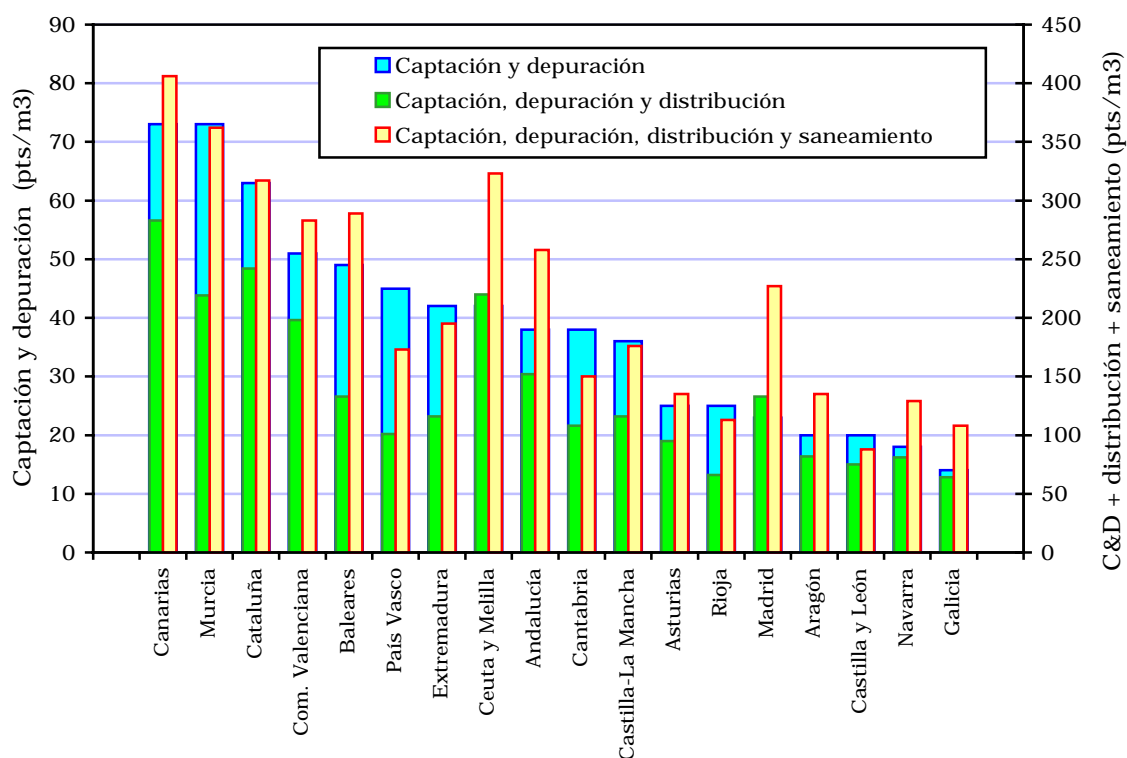


Figura 36. Costes del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas

La inspección de este gráfico muestra, en primer lugar, que las comunidades autónomas de Murcia, Cataluña y Valencia, que son posibles receptoras de transferencias, son las que tienen en estos momentos los precios de agua para abastecimiento más caros de la península, y solo son superados por Canarias. Estos precios son los más altos tanto en captación y depuración, como en la suma de captación, depuración y distribución. El dato resulta, sin duda, significativo, y está revelando una situación inicial de pagos elevados (más del doble que la media del resto). Una cuantía representativa del coste medio de captación en estas tres comunidades sería del orden de las 65 pts/m³.

Además de estos datos, el Libro Blanco del Agua en España informa sobre las dificultades de elaboración de tales estadísticas, y ofrece abundante información al respecto, de la que se extrae la siguiente tabla, complementaria de la anterior, referida al precio del agua en distintas capitales españolas.

Ciudad	Precio	Ciudad	Precio	Ciudad	Precio	Ciudad	Precio
Barcelona	211	Gerona	102	Lugo	72	Ciudad Real	55
Las Palmas	204	Bilbao	99	Lérida	72	Pontevedra	55
Murcia	191	Castellón	97	Albacete	71	Palencia	54
Alicante	132	Huelva	93	San Sebastián	71	La Coruña	53
Córdoba	127	Oviedo	92	Santander	71	León	50
Madrid	122	Pamplona	91	Orense	70	Segovia	48
Palma de M.	120	Badajoz	87	Salamanca	69	Jaén	39
Almería	119	Zamora	87	Logroño	66	Toledo	36
Cáceres	116	Zaragoza	86	Vitoria	61	Huesca	35
Ceuta	116	Guadalajara	80	Valladolid	61	Melilla	15
Valencia	114	Soria	76	Burgos	60		
Sevilla	112	Málaga	76	Ávila	60		
Tarragona	107	Cádiz	74	Granada	58		

Tabla 34. Precios del agua en distintas ciudades españolas

Como puede verse, y salvando los diferentes criterios y conceptos empleados en estas estimaciones (qué elementos del ciclo se incluyen en los precios, si son medios o deducidos de bloques, las fechas de obtención, etc.), los datos son análogos a los anteriores (captación, tratamiento y distribución), y reiteran a escala de las ciudades lo indicado para las Comunidades Autónomas: dentro de la península, Barcelona y Murcia tienen los mayores precios de España (del orden de las 200 pts/m³), con Alicante, Valencia, Córdoba, Sevilla, Almería y Castellón próximas o por encima de las 100 pts/m³.

Otros datos muy recientes (AEAS, 2000) sitúan el precio medio del agua urbana en España en 108 pts/m³, de los que los costes por consumo de explotación y personal suponen casi dos tercios del total.

6.2.2.2. REGADÍOS

En cuanto a los regadíos, la tabla adjunta muestra algunos datos ofrecidos en la literatura sobre precios actuales del agua para riego en cuencas identificadas como posibles receptoras de recursos. La preocupación estadística por estos datos es relativamente reciente, y aunque hay abundante información al respecto, ésta suele tener el carácter de los muestreos puntuales. En los últimos años se están produciendo interesantes estudios sistemáticos sobre la cuestión, aunque ceñidos a determinados territorios (vid p.e. Carles et al., 1998).

Las dificultades metodológicas para la estimación de los precios de abastecimientos se ven aquí exacerbadas, pues la diversidad de situaciones en las zonas regables o comarcas agrarias españolas es extraordinaria. Así, hay diferencias puntuales en tipologías de cultivos, prácticas y tecnologías de riego, costes de distribución y bombeo, costes diferentes para una misma zona según la fuente de suministro coyuntural que se emplee de entre las distintas posibles, costes distintos según la situación hidrológica de cada año, según el dato proceda de tarifas oficiales o sea encuestado, según se trate de un valor extremo coyuntural o medio sostenido, según sea un coste de disposición o de venta, etc.

Todo ello conduce, en definitiva, a que exista una gran variabilidad de precios, incluso entre zonas muy próximas, e incluso para la misma zona según el año y la fuente del dato, por lo que estas cifras han de considerarse como meramente indicativas, y sujetas a elevadas dispersiones. No obstante, y dejando a salvo estas cautelas, la información aportada permite hacerse una buena idea de la situación actual de los precios pagados por los agricultores por el agua consumida en el regadío.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
Global										
Reg. iniciativa pública	2									
Reg. con aguas subterr.	5-10									
Reg. con trasvase (Tajo-Segura)	23									
Riegos en California	2-6									
Guadiana										
Huelva (fresón)						10				
Mancha Occidental y C.de Montiel										15
Guadalquivir										
Genil-Cabra		8								
Fuente Palmera		14								
Fuente Palmera (1990-91)							9			
Bembézar M.I. (1990-92)							2-3			
El Viar		2								
Bajo Guadalquivir, S.B-XII		5								
Provincia de Granada (pr. medio)									3	
Sur										
Campo de Dalías				15					53	19
Almería (para pimiento rojo)						30				
Provincia de Almería (pr. medio)									7	
Costa de Granada									28	
Segura										
Riegos de Levante, M.I.		22								
Campo de Cartagena (ag. subterr.)					25-40	50			47	
Alto Guadalentín (ag. subterr.)					35-40					
Huerta de Murcia (extrac. ag. subt.)					3-6					
Regadío de Lorca (tarifa)					22					
Regadíes de Mula (tarifa)					8-16					
Mazarrón (extracción ag. subterr.)					25-30					
Águilas (venta ag. subterr.)					60-90					
Mazarrón-Aguilas (ag.subt. invern.)						50-60				
Vega Baja del Segura (alcachofa)						20-25				
Provincia de Murcia (pr. medio)									10	
Provincia de Alicante (pr. medio)									11	
Júcar										
Acequia Real del Júcar	6	1-3								
Canal cota 220, Onda		16								
C.U. de Novelda		28								
Vall de Uxó		25	49							
Bajo Maestrazgo									60	
Campo de Liria									28	
Cenia-Maestrazgo								10-19		
Mijares-Plana de Castellón								6-29		9-87

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
Palancia-Los Valles								15-27		
Turia								9-11		
Alarcón-Contreras								1-21		
La Safor										1-23
Serpis								7-57		
Marina Alta										6-85
Marina Baja								12-21		
Vinalopó-Alacanti-Vega Baja								18-65		
Alto Vinalopó										5-36
C.R. Novelda (1989)										31
SAT en el Vinalopó (1989)										3-40
Provincia de Valencia (pr. medio)									5	
Provincia de Castellón (pr. medio)									7	
Precio medio Com.Valenciana								19		
(a) Sumpsi et al. (1998), pag.70 (b) Sumpsi et al. (1998), pag.129 (c) Avellà et al. (1997), citado en Sumpsi et al. (1998), pag. 149 (d) Naredo et al. (1993), citado en Sumpsi et al. (1998), pag. 149 (e) Albacete y Peña (1995) (f) Morales Gil (1997) (g) Losada y Roldán (1998) (h) Carles et al. (1998) (i) MOPTMA (1995) (j) Caballer y Guadalajara (1998)										

Tabla 35. Algunos precios del agua para regadío (pts/m³)

Además de estos datos, existen en todas las cuencas zonas de riegos tradicionales, sujetas a cánones y tarifas cuyo monto medio es del orden de 1 ó 2 pts/m³, cifra que contrasta fuertemente con otras de las mismas áreas o próximas, mostradas en la tabla.

Puede verse como los precios pagados en algunas zonas alcanzan y excepcionalmente superan hasta las 50 pts/m³, y es frecuente encontrar precios del orden de las 20-30 pts/m³, especialmente en zonas costeras regadas con aguas subterráneas, y en todas las zonas afectadas por el trasvase Tajo-Segura. Estas cifras indican, en principio, una importante disposición al pago precisamente en aquellas áreas, sometidas a procesos de sobreexplotación, posibles receptoras de las transferencias hídricas.

6.2.3. CURVAS DE DEMANDA

6.2.3.1. INTRODUCCIÓN. ELASTICIDAD

Ofrecidos en el epígrafe anterior algunos datos sobre precios actuales del agua para abastecimientos y regadíos, procede contrastar estos precios con las demandas a que se aplican, y estudiar la posible influencia entre ambos. Ello remite, en definitiva, a la determinación de curvas de demanda de agua, o, equivalentemente, la *elasticidad* al precio de la demanda.

Elasticidad es la relación entre el cambio porcentual en el uso del agua inducido por un cambio porcentual de su precio.

Su valor es muy variable según el tipo de uso, el plazo temporal, y muy diferentes factores modificadores, tal y como se describe seguidamente.

6.2.3.2. USOS DE ABASTECIMIENTO

Para los abastecimientos urbanos, se ha sostenido tradicionalmente que no existe una relación clara entre los incrementos de precio y la disminución de consumos. No obstante, a medida que se va disponiendo de una base estadística más extensa y contrastada, el efecto del precio comienza a aparecer con claridad, y un gran número de estudios realizados en los últimos años concluyen sin ambigüedad que, al menos dentro de ciertos rangos, el precio efectivamente puede afectar a la demanda urbana (Baumann et al. 1998), con elasticidades muy variables dependientes de las circunstancias locales.

En nuestro país no son muy abundantes este tipo de estudios, pero existen algunos resultados tendentes a confirmar este supuesto. En el Libro Blanco del Agua se ofrecen distintas consideraciones al respecto, junto con una curva de demanda agregada de los abastecimientos domésticos –aquí reproducida– que, sin perjuicio de su simplificación, parece mostrar cierta elasticidad al precio, con valores del orden de $-0,57$, muy similar al observado en estudios realizados para ciudades del sur de California (Jové, 1993).

Los elevados precios de los tramos de bajo consumo corresponden, fundamentalmente, a viviendas secundarias con escaso grado de ocupación temporal, por lo que el coste del servicio, al referirse a pequeños consumos, da lugar a altos precios unitarios, no estrictamente homogéneos con el resto de datos.

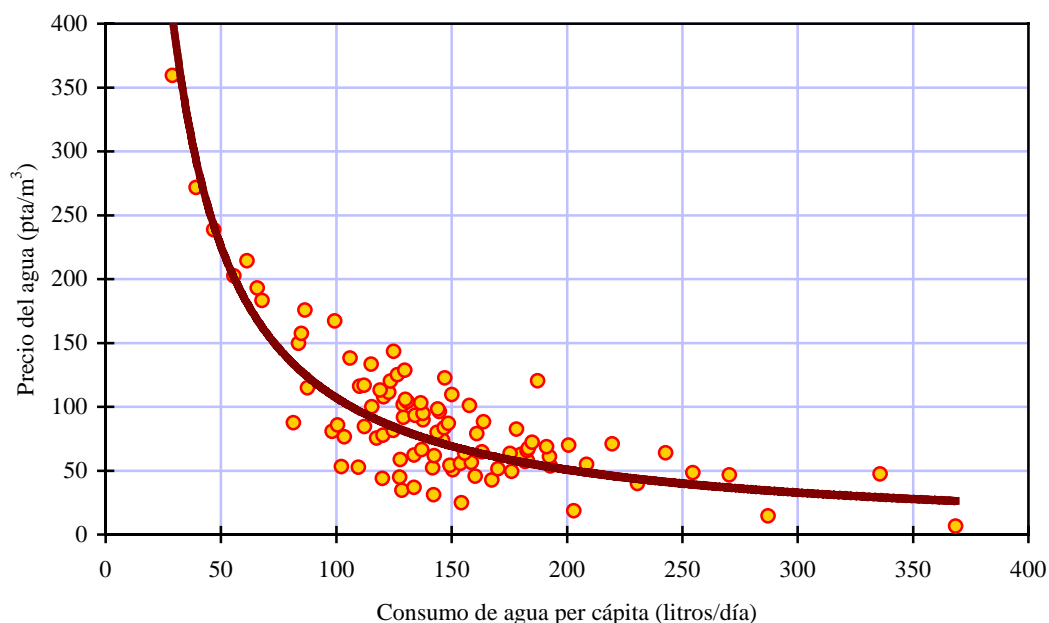


Figura 37. Curva de demanda agregada de agua en abastecimientos domésticos

Aunque estos resultados presentan una relativa dispersión, permiten en efecto apreciar una cierta respuesta de esta demanda frente al precio del agua. La rigidez resultante, al menos de acuerdo con las hipótesis realizadas en este análisis, podría no ser tan acusada como se pone de manifiesto en algunos de los numerosos trabajos realizados sobre esta materia, aunque hay que mostrar ciertas dudas respecto a que se trate en efecto de una respuesta elástica a los precios (curva de

demanda) o de una forma estructural de comportamiento vinculada más bien a los sistemas tarifarios y hábitos de vida (razón por la que el eje de abcisas se denomina de consumos –que son los observados-, y no de demandas).

Otra estimación de curvas de demanda para abastecimientos urbano-industriales es la del MOPTMA (1995), ofrecida en los gráficos adjuntos diferenciando los dos usos. Para cada nivel de precio, la curva ofrece el porcentaje del requerimiento hídrico o demanda ordinaria –en sentido no económico- que resulta admisible.

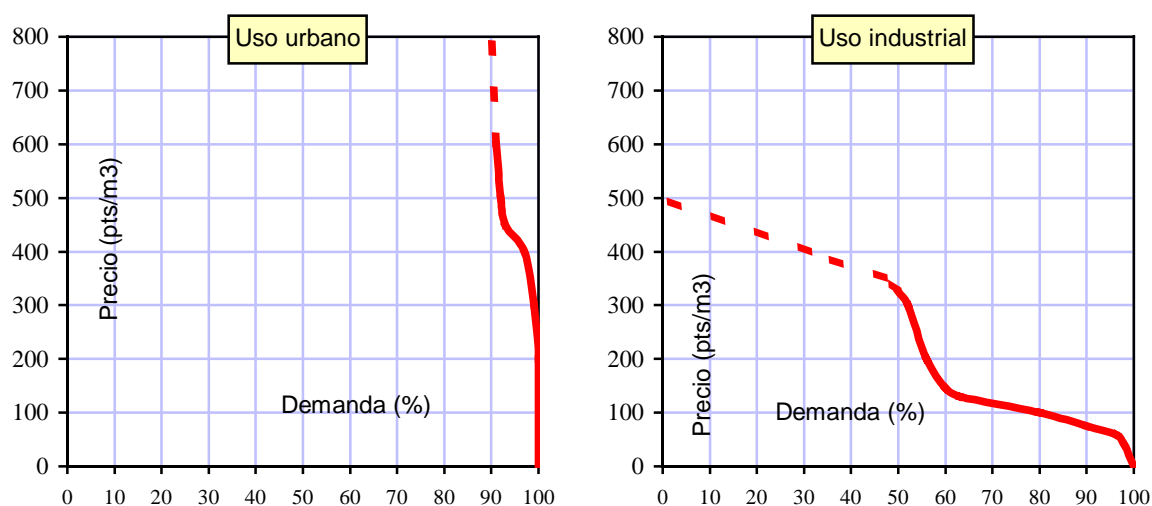


Figura 38. Curvas de demanda relativa en abastecimientos urbano-industriales

Como se observa, según estas determinaciones, la curva de usos urbanos (no solo domésticos) muestra un primer tramo de práctica rigidez hasta un precio del orden de las 200 pts/m³, a partir del cual se produce una ligera elasticidad de la demanda en relación al precio, y finalmente un tercer tramo de nueva rigidez correspondiente al volumen mínimo o de subsistencia representado en línea discontinua (reducciones del 10% de la demanda).

La curva de demanda industrial muestra un primer tramo correspondiente a las reducciones que pueden afrontarse por ahorro y mejora de procesos productivos. Tras este descenso relativamente rápido se llega a un nivel de volumen utilizado que puede considerarse el mínimo de permanencia en las condiciones tecnológicas existentes en ese momento. El precio a partir del cual se produce esta respuesta es muy variable, pero puede estimarse inicialmente en unas 300-500 pts/m³. Valores más elevados implicarían deslocalización o cese de la actividad.

En cualquier caso, y sea cual sea la forma precisa de estas curvas, parece claro que, a los actuales niveles de precio en las posibles zonas receptoras (en el entorno de 150-200 pts/m³), se estaría ya más cerca del tramo correspondiente a los consumos per cápita más ajustados, por lo que cabe esperar que aumentos significativos del precio no afectarán sensiblemente a la demanda doméstica, y ello sin considerar la capacidad de pago de los servicios urbanos. Las curvas urbana e industrial son concordantes con este resultado. Señales económicas en esta dirección son las iniciativas de desalación de agua del mar con destino a abastecimientos que se han planteado ya en algunas de estas zonas.

Es, pues, razonable suponer que no existirán limitaciones económicas a la posibilidad de transferencias de aguas para abastecimiento urbano, salvo que los costes de estas transferencias superasen a los de desalación del mar. Cualquier desarrollo de abastecimientos podría, en principio, soportar los costes de las aguas transferidas, y el precio del agua no será un impedimento para esta actividad. La incidencia del precio del agua en el presupuesto familiar es muy poco significativa (del orden del 2%), y en consecuencia, el precio que puede llegar a pagarse para este uso depende más de razones políticas o psicológicas que estrictamente económicas.

Si se considera la situación existente en otros países, tal y como se mostró en el Libro Blanco, no cabe sino reforzar la anterior afirmación.

6.2.3.3. USOS DE REGADÍO

Así como se han planteado dudas sobre la elasticidad de la demanda de abastecimientos urbanos, existen muchas menos dudas de que, en general, tal elasticidad al precio existe para el uso de regadío, aunque más moderada de lo que suele suponerse. Una ajustada estimación de la elasticidad media global de zonas de riego en los Estados Unidos es del orden de -0.2, lo que significa que si se aumenta un 10% el precio del agua, solo cabría esperar un 2% de disminución de su demanda (Bureau of Reclamation <http://ogee.do.usbr.gov/rwc/pricing/sec3.html>). Para el uso agrícola, la elasticidad a corto plazo es mucho menor que a largo plazo, ya que el agricultor tiene menos flexibilidad para ajustar el uso del agua en una campaña que en varias futuras. A largo plazo puede llegar a cambiarse el sistema de riego, mientras que a corto plazo apenas pueden reducirse dotaciones en cultivos que soporten estas reducciones, modificar alguna alternativa, o mejorar la distribución. Ello implica que el incentivo de precios debe concebirse, en su caso, siempre como una operación de efectos no inmediatos, sino a algunos años vista.

Otros factores que afectan la elasticidad son la disponibilidad de fuentes de agua alternativas (mayores alternativas implican mayor elasticidad), el valor de las cosechas (menor valor implica mayor elasticidad), los costes de producción (costes altos conllevan menor elasticidad), el agua aplicada (grandes aplicaciones implican mayor elasticidad), la diversificación de cultivos (mayor diversificación supone mayor elasticidad), el tamaño de las explotaciones (tamaños reducidos implican menor elasticidad), los aspectos institucionales y organizativos, etc.

Dada la enorme diversidad de estas circunstancias que se da en los regadíos españoles, no resulta sorprendente que sus elasticidades sean también muy variables.

En general, y buscando un modelo teórico ideal, que después precisaremos en casos concretos, puede pensarse que las curvas de demanda de los regadíos presentan 3 tramos diferentes. Uno primero inelástico, en el que ante un aumento de precio del agua el regante reacciona manteniendo la misma distribución inicial de cultivos, a costa de su renta; un segundo elástico, en el que se producen alteraciones en los planes de cultivo introduciendo progresivamente aquellos con menor consumo hídrico y mejorando eficiencias; y un tercer tramo de nuevo inelástico, en el que el nivel de precios obliga a la reducción de consumos y al abandono hacia el seco, en

una situación regresiva que puede llegar, en el extremo, a dejar por completo de regar.

Aunque estos comportamientos pueden mostrar significativas diferencias puntuales, a mayores escalas territoriales (tales como las demandas agregadas de los planes hidrológicos, las comarcas agrarias, o incluso las provincias) se suelen presentar ciertas similitudes, y ello permite realizar análisis a esas escalas, útiles para obtener cifras medias representativas.

En España se han realizado recientemente algunos trabajos tendentes a la caracterización de estas curvas de demanda de agua para riego en distintas zonas del país, y comienza a disponerse –sin perjuicio de las dificultades y limitaciones de este tipo de modelos- de interesante información al respecto.

Así, y con objeto de evaluar la respuesta de distintos regadíos españoles ante la aplicación de diferentes políticas económicas, Sumpsi et al. (1998) han empleado un modelo de funcionamiento de las explotaciones agrarias que procura maximizar un subrogado de la función de utilidad, sujeta a restricciones técnicas (disponibilidad de la tierra, dotaciones de agua, mano de obra, equipo, derechos de producción), financieras (disponibilidad de liquidez y recurso al préstamo), económicas (precios de inputs y productos, valor del dinero), y políticas (ayudas y limitaciones a la producción, subvenciones a la inversión). Las principales variables de decisión son las actividades de producción (cultivos y sus técnicas de producción y riego asociadas, en un determinado tipo de suelo) y las de inversión en tecnología de riegos. La agregación de explotaciones ponderada por superficies representativas permite obtener los resultados agregados al nivel de la comunidad de regantes, obteniéndose así unas nuevas tasas por consumo que, sumadas al pago actual en cada zona regable, daría las correspondientes curvas de demanda.

Una vez comprobado que el modelo produce resultados concordantes con la conducta de regantes representativos de cada zona, cabe esperar que los resultados que genera son verosímiles, y útiles para estimar, siquiera de forma tentativa, el efecto de distintas políticas de aguas sobre las variables clave de la actividad agrícola (consumo de agua, renta agraria, recaudación pública mediante tarifas, etc.). Por otra parte, y con similar objetivo, la Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España (1999) ha publicado los resultados de una investigación tendente a caracterizar el impacto de los precios en el regadío, empleando el criterio de la maximización del margen bruto, sujeto a distintas restricciones (superficie total, limitaciones PAC, sucesión y frecuencia de cultivos, limitaciones de mercado, etc.), y tomando como variables de decisión las superficies asignadas a cada cultivo.

Igualmente, la Dirección General de Obras Hidráulicas (1995) ha realizado también estimaciones de las curvas de demanda de agua para riego en distintas zonas del país, analizando los márgenes de explotación del regadío según los tipos de cultivos y superficies regables de distintas comarcas, los precios actuales del agua, la producción real y sus costes, y los márgenes finales resultantes.

Otros autores han elaborado asimismo curvas de demanda específicas para distintas comarcas, como la obtenida para el acuífero del Alto Guadalentín por Tobarra (1995), en el marco de los trabajos realizados por la Confederación Hidrográfica del

Segura para la ordenación de este acuífero, o la obtenida por Arrojo y Bernal (1997) para el valle del Ebro.

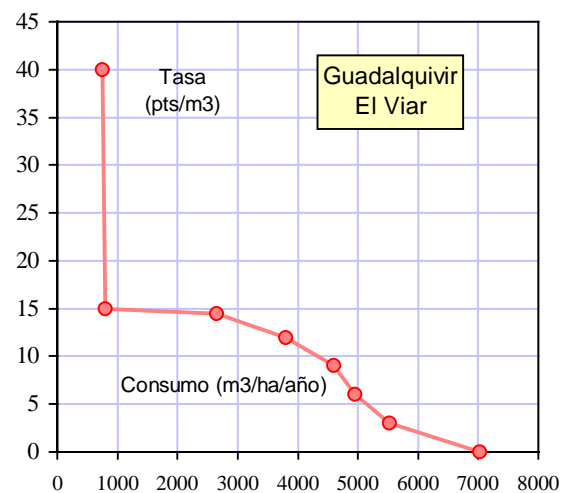
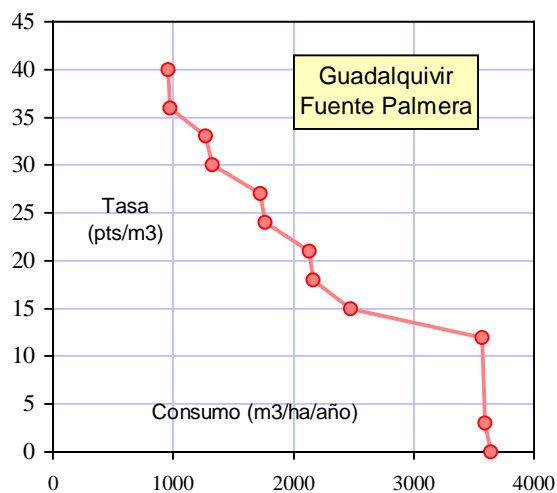
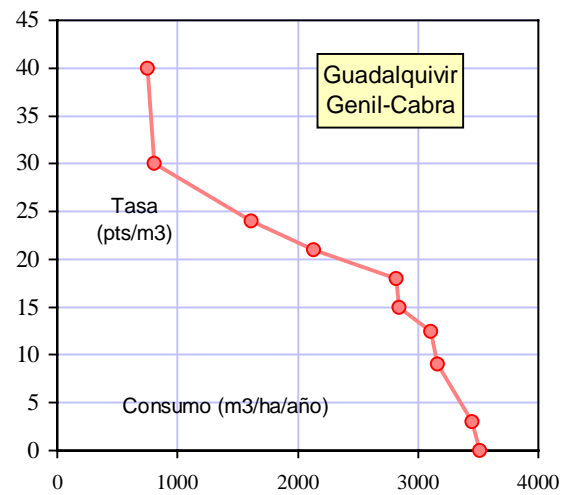
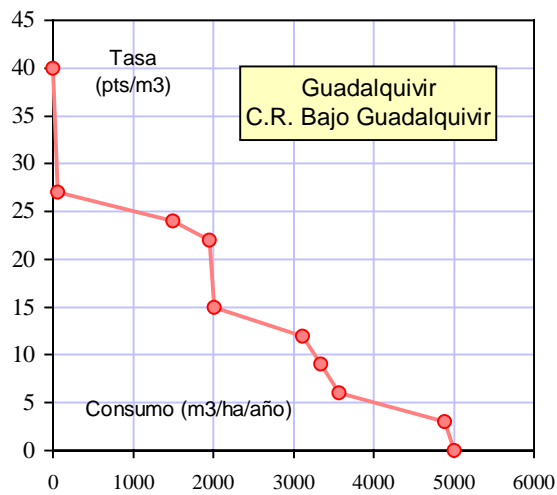
Además, algunos autores (Morales Gil, 1997) han estudiado recientemente la estructura del coste de producción y la rentabilidad de distintos cultivos hortícolas de ciclo forzado en España, lo que permite estimar un punto teórico de la curva de demanda de estas producciones calculando el precio resultante del agua para la situación descrita, e incluso el precio máximo admisible correspondiente a una moderada disminución de la rentabilidad media. La tabla adjunta resume tales cálculos y muestra los puntos de demanda obtenidos para los distintos cultivos en las provincias de Murcia, Almería y Alicante.

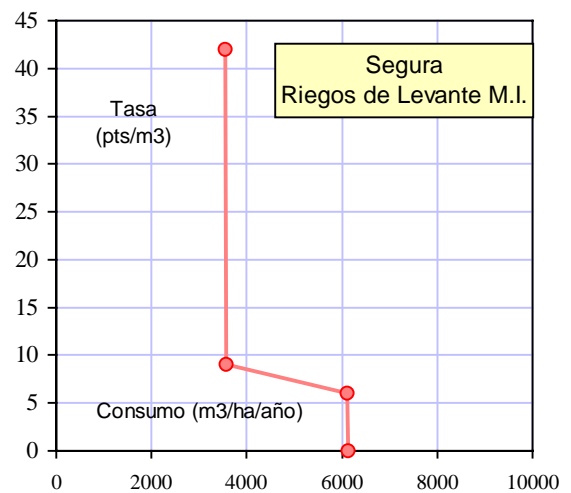
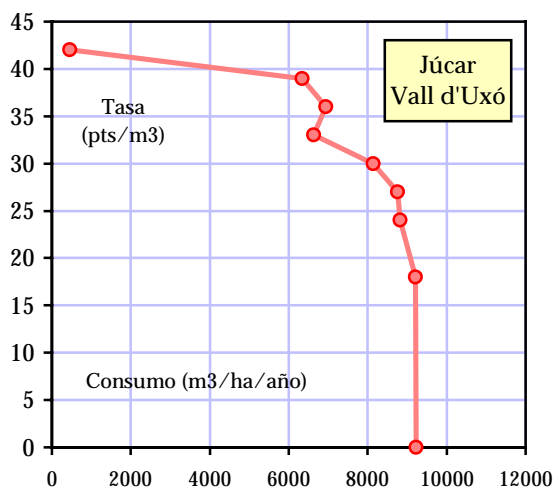
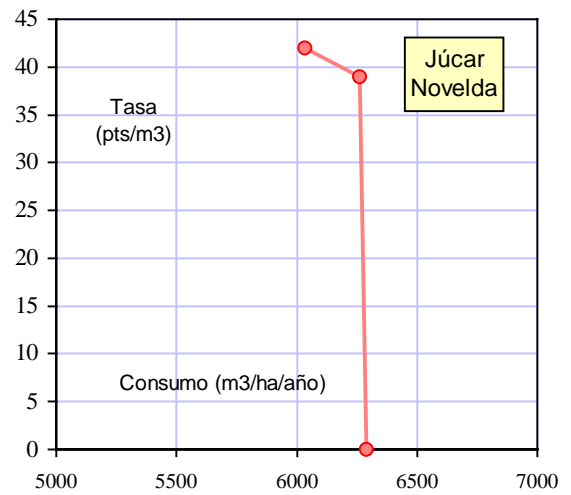
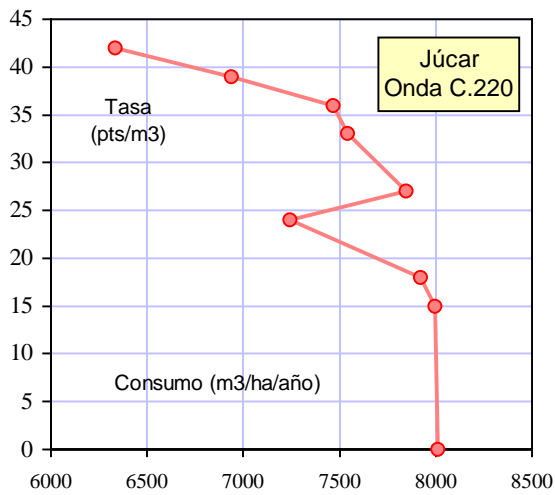
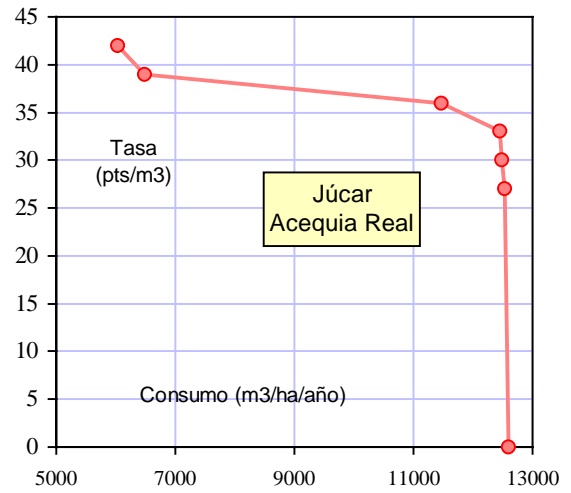
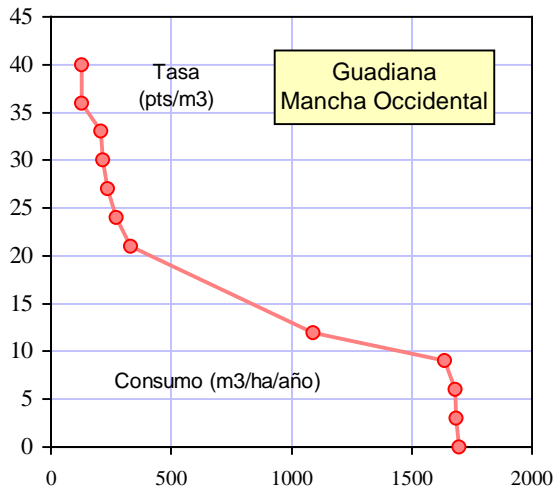
(datos de 1996)	Tomate	Lechuga	Melón	Alcachofa	Pimiento
Superficie en Murcia (ha)	4,323	11,233	5,314	6,645	1,272
Superficie en Almería (ha)	6,385	2,015	4,850		7,760
Superficie en Alicante (ha)	918	1,221	598	1,274	325
Materias primas (semillas, etc.)	350,000	200,000	100,000	26,000	650,000
Costes variables (instalac., maquin., prod., abonos, etc.)	270,000			600,000	950,000
Mano de obra	2,100,000	1,000,000	960,000	600,000	2,800,000
Arrendamiento de la tierra	100,000	100,000	50,000	65,000	
Otros costes (int. amort., imp., seguros, carburante, etc.)	300,000	338,000	200,000	75,000	2,800,000
Dotación de agua (m3/ha/año)	4,000	2,700	2,500	7,500	6,000
Precio del agua (pts/m3)	50	60	50	20	30
Coste total del agua	200,000	162,000	125,000	150,000	180,000
COSTES de producción (pts/ha)	3,320,000	1,800,000	1,435,000	1,510,000	7,375,000
Coste de recolección, manipulación, etc.		1,700,000			
Coste de transporte (mercados europeos)		1,000,000			
COSTES de manipulación y transporte (pts/ha)		2,700,000			
COSTES TOTALES (producc.+manip.+transp.) (pts/ha)	3,320,000	4,500,000	1,435,000	1,510,000	7,375,000
Producción media (kg/ha, o uds. lechuga)	100,000	54,000	42,000	28,000	90,000
Precio medio de venta (pts/kg)	60	150-200	60	80	200
BENEFICIO BRUTO o valor de la producción (pts/ha)	6,000,000	8,100,000	2,520,000	2,240,000	18,000,000
RENTABILIDAD MEDIA (pts/ha)	2,680,000	3,600,000	1,085,000	730,000	10,625,000
Dismin. 5% rentabilidad media (pts/ha)	134,000	180,000	54,250	36,500	531,250
Coste máximo total del agua (pts/ha)	334,000	342,000	179,250	186,500	711,250
Precio máximo del agua (pts/m3)	84	127	72	25	119
Volumen total (hm3/año)	47	39	27	59	56
Curva de demanda (5%) :					
Precio máximo (pts/m3)	127	119	94	72	25
Demanda (hm3/año)	39	95	142	169	228
Dismin. 3% rentabilidad media (pts/ha)	80,400	108,000	32,550	21,900	318,750
Coste máximo total del agua (pts/ha)	280,400	270,000	157,550	171,900	498,750
Precio máximo del agua (pts/m3)	70	100	63	23	83
Volumen total (hm3/año)	47	39	27	59	56
Curva de demanda (3%):					
Precio máximo (pts/m3)	100	83	70	63	23
Demanda (hm3/año)	39	95	142	169	228
Curva de demanda actual:					
Precio máximo (pts/m3)	60		50	30	20
Demanda (hm3/año)	39		112	169	228

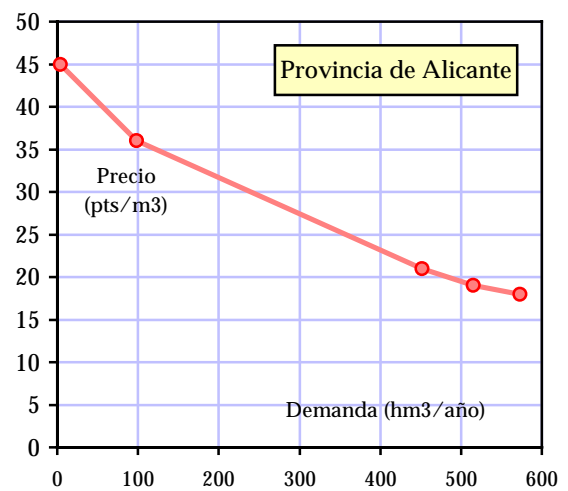
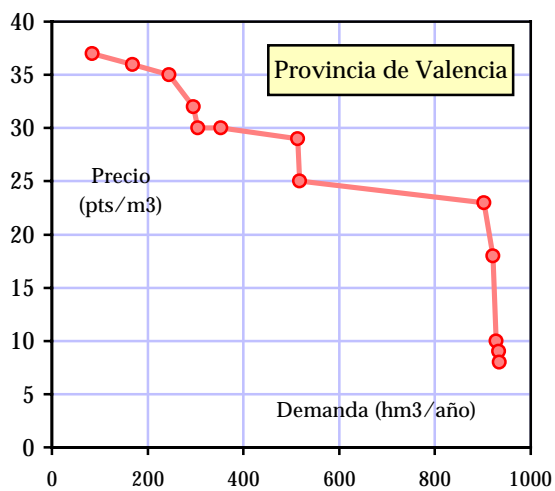
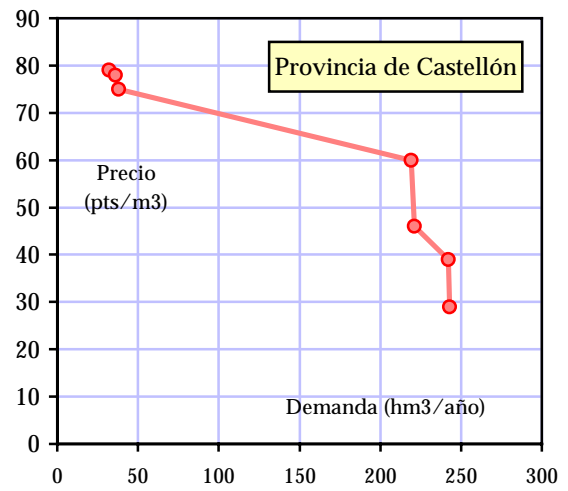
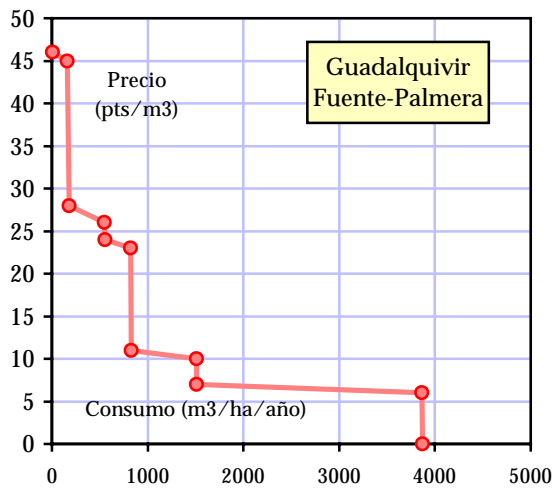
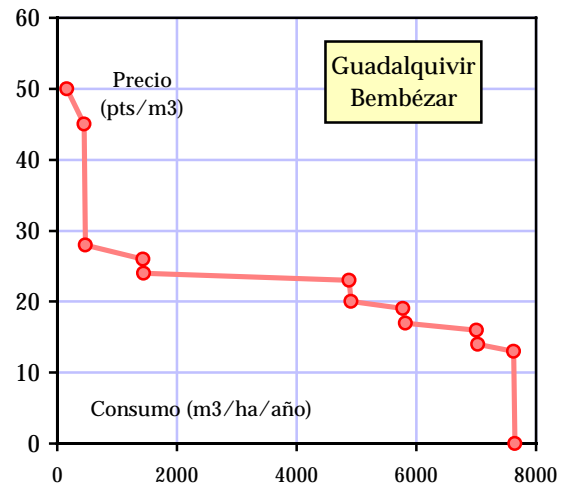
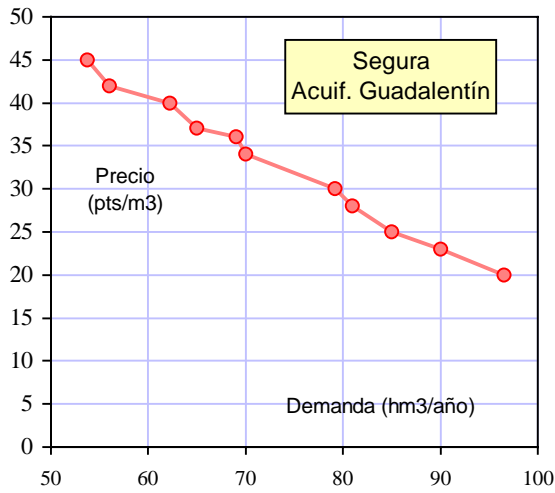
Tabla 36. Estructura de costes de algunos cultivos hortícolas de ciclo forzado

Los puntos así obtenidos corresponden a cultivos especializados de muy alta rentabilidad, por lo que acotan –de forma meramente teórica e indicativa- extremos de la cola izquierda de la curva de demanda, que es la que nos interesa a los efectos de este análisis.

Considerando, en definitiva, el conjunto de los distintos estudios comentados sobre curvas de demanda de agua para riego, seguidamente se presenta una síntesis de todos estos interesantes resultados, en la misma formulación de las fuentes originales, para aquellos regadíos situados en las cuencas identificadas como posibles receptoras de transferencias externas, junto con Guadalquivir y alto Guadiana.







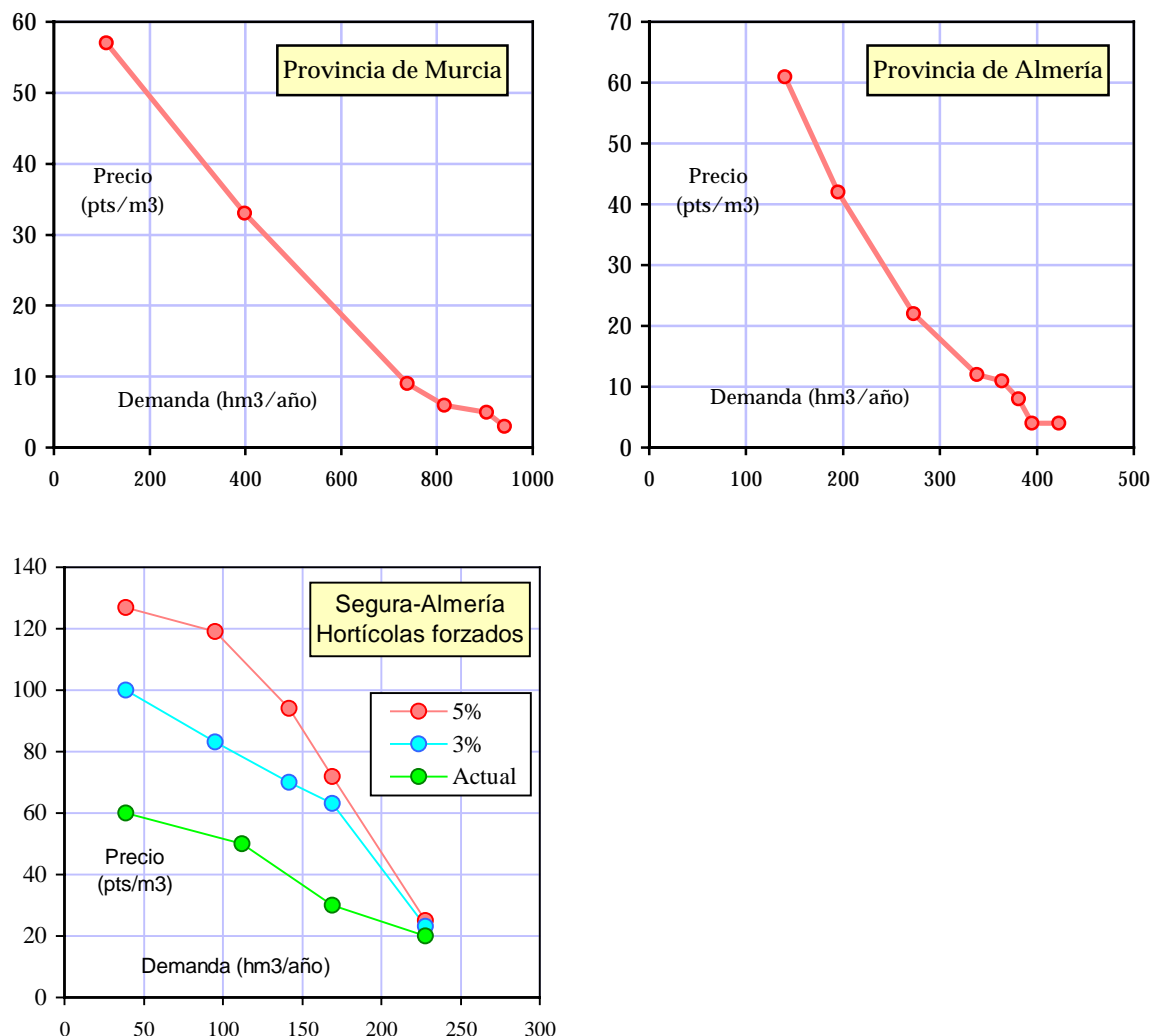


Figura 39. Curvas de demanda de agua para regadíos

La inspección de las curvas presentadas permite deducir, sin perjuicio de sus incertidumbres y limitaciones, interesantes resultados.

Así, puede verse que, en general, la cuenca del Guadalquivir permite una amplísima gama de cultivos, lo que se traduce en que sus curvas de demanda son, por lo común, más elásticas. Como ejemplo ilustrativo, la zona de Bembézar es representativa de los regadíos productivos tradicionales por gravedad, con buena rentabilidad. Pueden apreciarse los 3 tramos teóricos de la curva de demanda, pues hasta las 13 pts/m³ es un tramo inelástico en que no hay cambios y los cultivos dominantes son los típicos de rentabilidad media-alta como algodón, maíz u hortalizas, de 14 a 26 es un tramo elástico en que se van produciendo sustituciones de cultivos a variedades menos exigentes de agua, y de 27 pts/m³ hacia arriba, en que se sustituirían gran parte de los regadíos por secanos, buscando minimizar el consumo del agua. Fuente Palmera sería a su vez representativa de los nuevos regadíos a presión y con elevaciones.

La curva ofrecida del Guadiana es representativa de los riegos manchegos abastecidos con aguas subterráneas. El primer tramo inelástico alcanza las 10 pts/m³ de sobretasa, a partir de las cuales la demanda es muy elástica, reduciéndose mucho los consumos hasta las 20 pts/m³, a partir de la cual vuelve a ser muy inelástica.

En el Júcar y Segura, la especialización hacia monocultivos de alto valor añadido (cítricos en Castellón, o uva de mesa en Novelda), junto con el muy reducido tamaño de las explotaciones, hace que las curvas sean casi por completo inelásticas. No puede darse la sustitución entre cultivos de regadío, y resulta económicamente inviable el paso a seco. Sería posible soportar aumentos de precios muy altos sin apenas reducciones de consumo, aunque a costa de la renta agraria. La diversidad de cultivos del Alto Guadalentín permite un comportamiento elástico alrededor del dato contrastado en el Plan de ordenación del acuífero (bombeo de 69 hm³ en el año 1988, a un precio medio del agua de 36 pts/m³). Si se observan las curvas agregadas provinciales, el efecto del monocultivo queda más diluido, y se aprecian tramos elásticos que obedecen a la diversidad de alternativas de cultivos en estas zonas a escala regional.

Con objeto de integrar esta información de forma útil a los efectos de este Plan Nacional, se ha procedido a su elaboración y análisis, tal y como se muestra seguidamente. De entre todas las unidades de demanda del sistema global de transferencias, y atendiendo únicamente a las áreas con problemas de regadío por sobreexplotación de acuíferos o falta de garantía de suministro, se han identificado 5 grandes zonas diferenciadas, caracterizadas por una estructura productiva común, especializaciones de cultivos, similar estructura socioeconómica, etc. Son las de Castellón, Valencia, Sureste (incluyendo Alicante, Murcia y Almería), La Mancha, y Guadalquivir.

Cada una de estas grandes zonas se considera caracterizada por las curvas ofrecidas, en mayor o menor medida según la representatividad de la curva respecto a la zona, expresada por un coeficiente de participación que la pondera. Dadas las fechas recientes de los trabajos enunciados, no se ha considerado necesario actualizar a pesetas constantes salvo en el caso del Guadalentín (datos de 1988), donde sí se ha hecho. Además, y para tener precios totales, se han añadido los precios actuales a las nuevas tasas teóricas obtenidas. Tras ello, y dada la ausencia de formulaciones analíticas para las curvas de demanda, a los puntos disponibles y ponderados resultantes se ajusta una curva LOWESS no paramétrica, con objeto de revelar una estructura media subyacente a la diversidad de los datos.

Obviamente, este proceso no es plenamente riguroso, pues en el alisamiento realizado se pierde información de punta que puede resultar significativa. Además, la superposición de datos heterogéneos puede producir, pese a las diferentes ponderaciones, deslizamientos espurios en las curvas. No obstante, lo que se persigue no es la caracterización precisa de estos detalles de las curvas de demanda, sino su aspecto global, en trazo grueso, resultado de la integración de las diversas estimaciones disponibles, y enfocada a la descripción, casi cualitativa, del comportamiento medio de las áreas agregadas.

El resultado final de este proceso es el mostrado en las cinco curvas representativas ofrecidas en la figura adjunta, junto con, a efectos meramente ilustrativos, una sexta global agregada de todas.

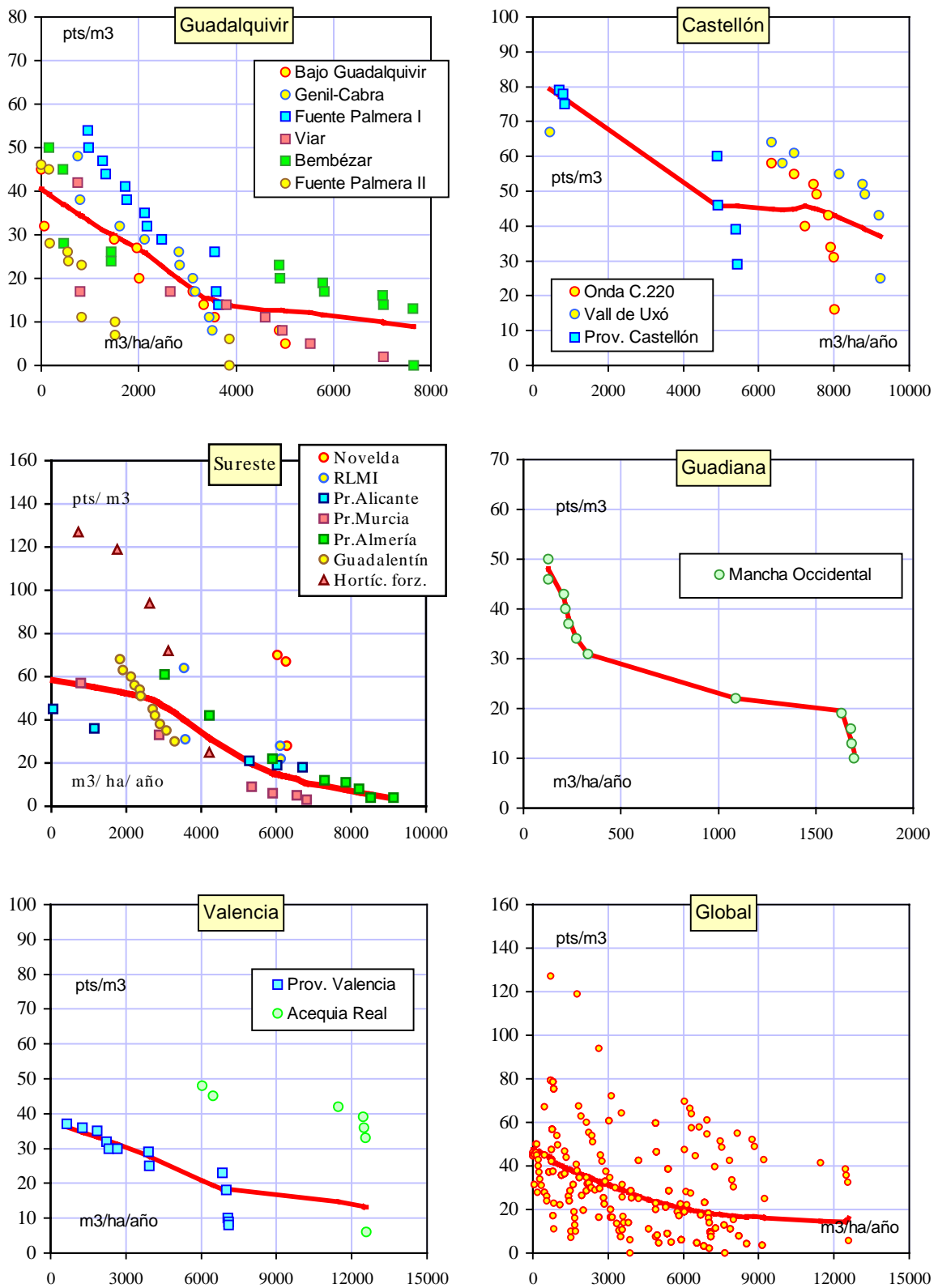


Figura 40. Curvas de demanda de agua para regadíos en las áreas agregadas de consumo

La transformación de las dotaciones unitarias de estas curvas en demandas volumétricas, considerando las superficies afectadas y los volúmenes máximos actualmente demandados en cada caso, da lugar a los resultados globales mostrados en el gráfico adjunto.

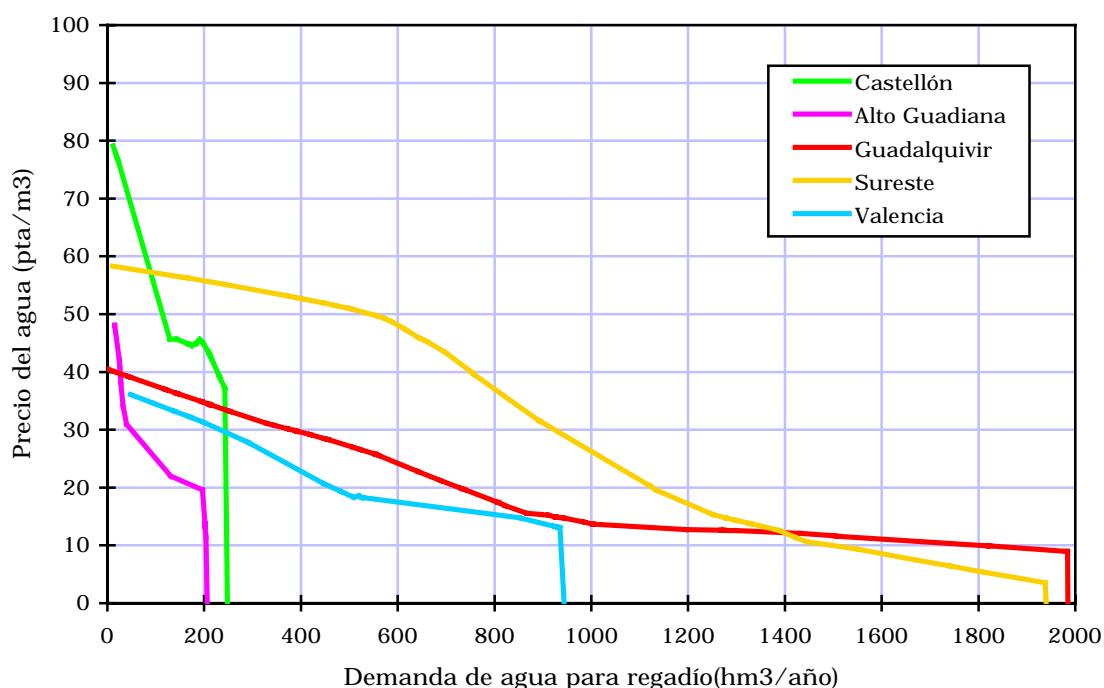


Figura 41. Curvas volumétricas de demanda de agua para regadíos en las áreas agregadas de consumo

Sin olvidar el ya indicado carácter indicativo y semicualitativo de estos gráficos, y que son curvas medias alisadas, que integran estimaciones heterogéneas filtrando los efectos de las puntas, cabe extraer de ellas algunas conclusiones básicas:

En el área de regulación general del Guadalquivir, existe una importante capacidad de pago hasta precios del agua entre 10 y 15 pts/m³. A partir de estos valores la demanda decae hasta el precio máximo admisible, que es del orden de las 40 pts/m³.

En la zona del alto Guadiana existe demanda solvente hasta unas 20 pts/m³, precio a partir del cual disminuye sensiblemente. Para precios superiores a 30 pts/m³, la demanda se reduce hasta casi desaparecer.

En Castellón se aprecia una agricultura con alta capacidad de pago. Valores de hasta 40 pts/m³ parecen viables en cuantías apreciables.

En Valencia la capacidad de pago es menor. Puede absorberse demanda hasta unas 15-20 pts/m³, y a partir de aquí disminuye hasta el máximo, en torno a las 40.

En el Sureste (Alicante, Murcia y Almería) existe una gran demanda solvente (más de 1000 hm³/año) hasta unas 20 pts/m³. A partir de aquí comienza a disminuir la demanda hasta alcanzar unas 50 pts/m³, pero aún con cuantías significativas, del orden de los 500 hm³/año. La línea media de demanda se agota en torno a las 60

pts/m³, sin perjuicio de situaciones puntuales y excepcionales que podrían, para unos 100 hm³/año, superar este precio (cultivos forzados de muy alta rentabilidad).

En síntesis, lo expuesto hasta aquí permite afirmar que, desde el punto de vista de los requerimientos de recursos para regadío en las zonas identificadas como deficitarias a los efectos del Plan Hidrológico Nacional, existe una muy importante demanda de agua -empleando el término en su sentido económico- capaz de soportar precios en torno a las 15-20 pts/m³ en todas las zonas. Si los precios se elevan hasta las 30-40 pts/m³, la demanda se contrae fuertemente en las zonas del Guadalquivir, Guadiana y Valencia, y se reduce, aunque sigue siendo importante, en Castellón y el Sureste. Precios de 50 pts/m³ reducen más la demanda en estas dos zonas, pero sigue manifestándose en cuantía significativa a escala global (unos 500 hm³/año). Si se superan las 60-70 pts/m³, estos precios los soportarían únicamente ciertos cultivos específicos en zonas muy localizadas del Sureste, con demandas totales de difícil predeterminación, pero que podrían alcanzar unos 100 hm³/año.

Estos datos dan una primera perspectiva del problema desde el punto de vista de las máximas demandas admisibles. Desde el punto de vista socioeconómico, estos resultados deben completarse con el análisis de las rentas agrarias, tal y como se muestra en el próximo epígrafe.

En definitiva, se constata que existe una importante demanda solvente en las áreas de regadío identificadas como posibles receptoras de recursos externos, que son en general las situadas en la cola izquierda de las curvas de demanda de las distintas zonas, es decir, las que ya están pagando los precios más altos.

Una medida obvia para paliar esta situación sería reequilibrar internamente los suministros y pagos mediante el deslizamiento de recursos hídricos de los segmentos menos solventes a los más solventes, ajustándose a la curva de demanda, y abonándose entre sí la correspondiente contraprestación económica. Dejando a salvo las dificultades sociopolíticas que tal intercambio puede generar, al aplicar al agua un puro concepto de bien de comercio, y los posibles efectos territoriales adversos por facilitar el abandono del regadío en las comarcas más desfavorecidas, es indudable la deseabilidad de incentivar, con los oportunos mecanismos de seguridad y control administrativo que impidan estos efectos adversos, tales instrumentos de eficiencia económica.

Sin embargo, desde el punto de vista jurídico tal transacción no ha sido viable hasta el momento, y solo ahora es posible realizarla, tras la reciente reforma de la Ley de Aguas, mediante los mecanismos de cesión temporal de derechos previstos en su art. 61 bis. La clave para la comprensión del problema está, en efecto, en el carácter fuertemente institucional de los precios y las asignaciones de agua.

No es posible anticipar la virtualidad efectiva de las nuevas medidas legales, pero cabe prever que, por razones sociológicas y culturales, los intercambios que se produzcan en las zonas históricamente deficitarias serán en verdad muy moderados, y en modo alguno capaces de cubrir el déficit existente y reestablecer el equilibrio perdido.

En las áreas de regadíos históricos y tradicionales el valor social del recurso impedirá cesiones masivas de volúmenes que, además, la planificación hidrológica aprobada ha ajustado a sus verdaderas necesidades, eliminando sustancialmente aquellas sobreasignaciones que pudieran haber sido objeto de cesión. En los modernos regadíos altamente productivos, la experiencia de zonas del sureste regadas básicamente con aguas subterráneas, en las que existe una alta capacidad de pago y tales transacciones de mercado se han realizado desde antiguo de forma espontánea, permite confirmar la hipótesis expuesta.

6.2.4. EFECTOS SOBRE LA RENTA

Para el abastecimiento de poblaciones, 200 pts/m³, que es, como se vió, una cantidad representativa de los precios más altos actualmente pagados en España, suponen del orden del 2% del presupuesto familiar. Su incidencia es, pues, muy poco significativa, y el precio que el usuario está dispuesto a pagar por este recurso depende más de razones psicológicas o sociológicas que estrictamente económicas.

El máximo económicamente soportable alcanzaría valores mucho más allá de estas cifras, pues 500 pts/m³ llegarían a ser únicamente un 5% del presupuesto familiar. Basta considerar que la fracción de consumo doméstico para bebida es frecuentemente sustituida en muchos hogares por agua mineral envasada, a pesar de que su precio puede llegar a ser, en muchos lugares, de 500 a 1000 veces mayor que la del grifo.

Puede afirmarse que, de forma general, y sin perjuicio de posibles situaciones singulares, un moderado incremento del precio del agua urbana no tendría impactos económicos reales en las economías domésticas. Aunque podrían incentivar el ahorro, no mermaría sensiblemente los consumos ni afectaría a las rentas familiares, y permitiría unos ingresos a las Administraciones públicas interesadas que podrían repercutirse en un mejor servicio del ciclo hidráulico (captación, tratamiento, distribución, saneamiento y depuración) para los usuarios urbanos.

En cuanto a los regadíos, y como muestran las curvas de demanda, estudiadas en el epígrafe anterior, los precios que podrían llegar a pagarse por las aguas trasvasadas son relativamente elevados y, en general, superiores a los que se pagan actualmente. Planteado como incentivo para el ahorro de agua, este posible incremento de precios supondría una mayor recaudación para la Administración hidráulica, y se haría, obviamente, a costa de una disminución en la renta de los agricultores, pero tal concepción carece de sentido en estos lugares en los que el recurso es escaso y el alto precio ya pagado incita a evitar su despilfarro.

El incremento de precios debe considerarse como el efecto seguro de la disponibilidad de caudales externos, cuyo coste repercutible, en términos clásicos del régimen económico-financiero de las obras hidráulicas, debe tender a ser soportado íntegramente por los beneficiarios. La recaudación de la Administración no tendría, en su caso, el carácter de un ingreso neto sino el de un retorno, por recuperación de costes, resultante de una operación financiera. Por el contrario, el deslizamiento por la curva de demanda no se realiza manteniendo constantes los

niveles de renta, y la disminución de la renta agraria sí que sería real, y afectaría de forma diferente a los regantes según la elasticidad de su demanda, la dotación inicial, y, en términos relativos, el peso parcial de los costes del agua sobre los costes globales de la producción agrícola.

Cuando se analiza la economía de los regadíos desde el punto de vista de las posibles transferencias externas, es importante considerar, conjuntamente con las curvas de demanda, este efecto de merma de rentas, pues es posible que precios muy elevados de la curva de demanda, teóricamente alcanzables, lo sean a costa de una pérdida de renta tal que se desincentive la actividad del sector.

Para acotar este efecto, las figuras adjuntas (Sumpsi et al., 1998) muestran los efectos sobre la renta agraria (miles de pts/ha) de imponer nuevas tasas del agua (pts/m³) en algunas zonas regables de las cuencas del Guadalquivir, Guadiana, Júcar y Segura.

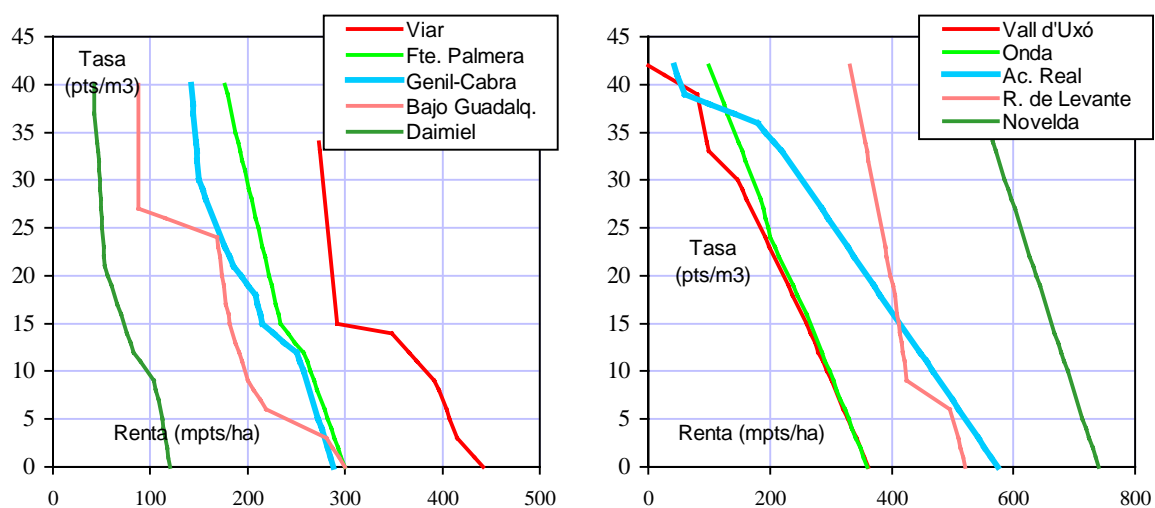


Figura 42. Efectos absolutos sobre la renta agraria del aumento de precios del agua en distintas zonas regables

Como puede verse, en los tramos inelásticos iniciales de las curvas del Guadalquivir, correspondientes a las tarifas más bajas, las menores pérdidas absolutas de renta (pts/ha) se producen en las zonas con menores dotaciones iniciales de agua (Genil-Cabra y Fuente-Palmera), lo que resulta lógico considerando que en estos tramos la pérdida de renta será función solo de la dotación inicial, al no haber estrategias para el ahorro de agua. Para tarifas más elevadas, la mayor elasticidad conduce a menores pérdidas de renta, a pesar de la mayor dotación inicial (caso del Viar).

La comunidad de Daimiel, en el Guadiana, presenta pérdidas absolutas de renta relativamente reducidas, lo que se explica por la muy pequeña dotación inicial e inelasticidad de la curva hasta unas 10 pts/m³.

En el Júcar y Segura, donde las curvas son muy inelásticas hasta tarifas elevadas, las mayores pérdidas de renta se producen en las zonas con mayor dotación inicial

(Acequia Real del Júcar), existiendo una relación directa entre esta dotación y la pérdida de renta.

Si el problema se analiza en términos de pérdida relativa, tales pérdidas serán menores en las zonas de cultivos con mayor valor añadido. La figura adjunta muestra la pérdida porcentual de renta agraria con respecto a la situación actual, correspondiente a sobretasa nula.

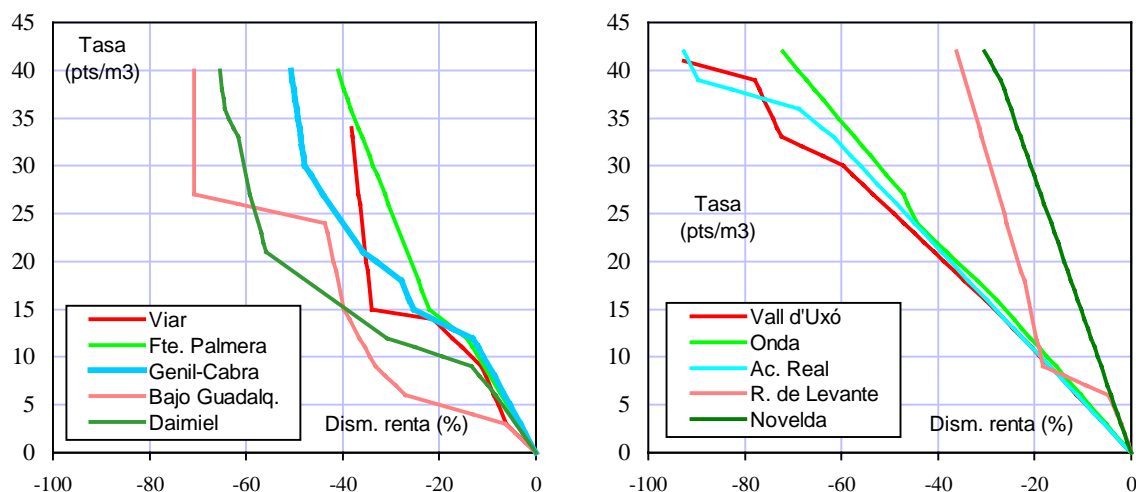


Figura 43. Efectos relativos sobre la renta agraria del aumento de precios del agua en distintas zonas regables

El examen de estos gráficos muestra que, en las zonas regables del Guadalquivir, sobretasas de 15 pts/m³ inducen pérdidas de renta del orden del 20%, mientras que 25 pts/m³ provocan pérdidas entre el 30 y el 40%. Esto da una cierta idea de los máximos precios que podrían soportarse para las aguas trasvasadas en la zona.

En el alto Guadiana, a partir de las 10 pts/m³ se acelera la pérdida relativa de renta, que casi alcanza el 60% para 20 pts/m³. Ello que muestra una limitada capacidad de pago de aguas externas, salvo que pudiesen generarse a costes muy bajos.

En Castellón y Valencia se observa un comportamiento lineal, muy parecido en las tres zonas estudiadas, y que supone pérdidas del 50% de renta para sobretasas de 25 pts/m³, y del 80% para 40 pts/m³. Ello indica que aunque existe demanda solvente de cierta entidad capaz de soportar estos precios, ello se haría a costa de una muy importante pérdida de la renta agraria.

Distinta es la situación en las dos zonas del Sureste, donde estas pérdidas relativas son más reducidas, del orden del 30% para 40 pts/m³ de tasa, lo que muestra una mayor capacidad de absorber agua a precios elevados.

En definitiva, los resultados expuestos en el análisis de las curvas de demanda de agua para regadío pueden matizarse en el sentido de que precios superiores a las 25 pts/m³ implican pérdidas de renta que podrían resultar desincentivadoras del

regadío en casi todas las zonas estudiadas del Guadalquivir, y en el alto Guadiana, Castellón y Valencia, mientras que en las zonas del Sureste es posible alcanzar cotas superiores, con pérdidas asumibles para 30 pts/m³ e incluso precios mayores. Todo ello con el carácter medio e indicial al que ya nos hemos referido con anterioridad.

6.2.5. CONCLUSIONES

De cuanto se ha expuesto en este epígrafe cabe inferir que es posible incrementar los precios del agua de abastecimiento de forma apreciable sin introducir deseconomías ni impactos significativos a las economías familiares.

Asimismo, existe una importante demanda agraria solvente, capaz de pagar altos precios por el agua de regadío, en distintas comarcas del país, pero que se concentra especialmente en el gran área geográfica del sureste, abarcando las provincias de Alicante, Murcia y Almería. Un precio medio admisible en estas áreas sería del orden de 20-50 pts/m³, aunque su aumento supone afectar en mayor medida a las rentas agrarias. En el resto de zonas estudiadas los niveles de precio admisible disminuyen sensiblemente.

Esta situación media descrita es evidentemente simplificada, y enmascara fuertes variabilidades puntuales. No obstante, es útil para componer un juicio global sencillo y fundado sobre el asunto.

6.3. LA OFERTA DE AGUA

Examinados los precios actuales del agua en términos de pagos reales efectuados por los agricultores, y la demanda en términos de capacidad de pago, es necesario un conocimiento del actual coste de la oferta de agua, o coste real del suministro de recursos. A los efectos de este Plan Nacional, tal estimación ha de ser de valores marginales, o incrementales de movilización de recursos adicionales con respecto a los actuales. Lógicamente, la estimación de estos costes se hará con gran detalle en el caso de las transferencias hídricas intercuenas, cuyo análisis constituye el principal objetivo de este Plan Hidrológico. Sin embargo, y preliminarmente a nuestras propias estimaciones, es conveniente disponer de un orden de magnitud previo de los costes marginales del agua, según las distintas fuentes de recursos alternativas.

Al igual que sucedía con las demandas hídricas, las posibles ofertas de agua presentan una enorme diversidad de situaciones singulares según las circunstancias y peculiaridades de los distintos territorios. La determinación de estos costes marginales presenta, pues, muchos problemas, ya que es muy variable según la localización geográfica, las condiciones socioeconómicas, el nivel de aprovechamiento de los recursos, la inclusión o no de los costes de transporte y distribución, la inclusión o no de costes sociales o ambientales, etc.

Reconociendo esta importante dificultad, se han realizado por distintos autores estimaciones de los costes marginales actuales del agua, o costes de provisión de recursos según distintos orígenes posibles de suministro. Hay que advertir que, al igual que sucedía con las demandas, los distintos procedimientos empleados pueden dar lugar a un conjunto heterogéneo de valores, no necesariamente comparable, y que debe ser tomado únicamente de forma indicativa.

La tabla adjunta resume algunas de estas estimaciones.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Incr.regulac.superficial	30 - 90	10 - 30		1 - 10			
Aguas subterráneas		10 - 30		0 - 15	3 - 25	20 - 35	3-90
Trasvases intercuencas		30 - 80			20 - 40	150 - 323	
Desalación del mar	102 - 113	150 - 300	72 - 85	100 - 280	120 - 140	115 - 270	
Desalación de salobres			21 - 24	30 - 120	40 - 80		
Medidas de ahorro	33 - 41	> 25		4 - 50	17 - 26	60 - 75	
Reutilización				40 - 85	1 - 9		
Mercado del agua	7 - 15						

(a) Sumpsi et al. (1998), pag.70

(b) Sumpsi et al. (1998), pag.129

(c) Avellà et al. (1997), citado en Sumpsi et al. (1998), pag. 149

(d) Naredo et al. (1993), citado en Sumpsi et al. (1998), pag. 149

(e) MOPTMA (1995)

(f) Aguilera (1996), (síntesis de datos de diversas fuentes)

(g) Albacete y Peña (1995)

Tabla 37. Costes del agua para regadío según orígenes (pts/m³)

Como puede verse, y aunque las dispersiones son muy apreciables y las fechas distintas, existen ciertos patrones que pueden darse por válidos de forma general.

Así, los costes de los recursos convencionales (incremento de regulación superficial y bombeo de aguas subterráneas) parecen -obviamente cuando existan- seguir siendo los más baratos. A continuación estarían los trasvases intercuencas y los posibles ahorros, seguidos por la reutilización y desalación de salobres. Por último, el agua más costosa sería la procedente de desalación de agua marina.

A los efectos de este Plan Hidrológico Nacional, resulta llamativa la enorme diferencia entre las estimaciones de costes de las aguas trasvasadas, que algunos autores sitúan en cuantías incluso superiores a las 300 pts/m³, muy fuera de los órdenes de magnitud de las otras estimaciones existentes. Dado que tal cuestión resulta capital para el análisis económico de las transferencias, en este Plan Hidrológico Nacional se ha procedido a una estimación precisa de tales costes, para todas las alternativas de flujo planteadas.

Los resultados de tales estimaciones, expuestas con todo detalle en sus correspondientes epígrafes, pueden resumirse en unos costes medios globales, para las transferencias inicialmente planteadas, del orden de las 50 pts/m³, algo más elevados que los de evaluaciones anteriores, lo que puede explicarse considerando, entre otros factores, el tiempo transcurrido desde aquellas, pero muy inferiores a las 300 pts/m³.

6.4. CONCLUSIONES

De cuanto se ha expuesto sobre demanda y oferta de agua, cabe resumir las siguientes ideas y conclusiones básicas.

- 1) Al estudiar posibles transferencias hidráulicas intercuenca es necesario estimar la capacidad de pago de los sectores involucrados en las transferencias. De no ser así, podría estarse planteando una infraestructura compleja y costosa sin una evaluación afinada de su verdadera demanda económica de uso, y, en consecuencia, sin la expectativa de una razonable recuperación de costes. Aunque es el análisis financiero el que finalmente puede dilucidar el complejo problema planteado, una primera estimación previa resulta inexcusable. A estos efectos, se han analizado las situaciones de pago actual y demanda económica de agua en las distintas zonas afectadas por este Plan Hidrológico. Debe advertirse que las evaluaciones realizadas son necesariamente crudas e inexactas, y se deben considerar como indicadores de valor, o que ilustran algunas características del valor, pero no como valores exactos.
- 2) El examen de los precios actualmente pagados por el agua de abastecimiento muestra que las mayores cuantías se alcanzan en las zonas deficitarias identificadas como posibles receptoras de recursos. Su elasticidad, incidencia en el presupuesto familiar, y participación en los servicios urbanos y turísticos, permite afirmar que no hay ninguna dificultad económica para soportar, por este sector, los costes de las transferencias.
- 3) En los regadíos, existe una enorme diferencia entre los precios pagados por el agua según zonas y orígenes del recurso. Por lo general, las áreas costeras de agricultura intensiva, sometidas a sobreexplotación y susceptibles de recibir recursos externos, son las que presentan los mayores precios actuales, con cuantías ordinarias entre 20 y 30 pts/m³, que ocasionalmente llegan a superar las 50 pts/m³.
- 4) La elasticidad-precio de la demanda de agua para regadíos muestra también una gran diversidad de comportamientos, pero permite vislumbrar la existencia, en las posibles zonas receptoras del levante y sureste, de una importante capacidad de pago del agua por el sector agrícola. Esta capacidad de pago acaso no pueda cubrir la totalidad de las demandas –en el sentido no económico de requerimientos- previstas en los planes hidrológicos, pero cubre un rango volumétrico que no puede en modo alguno considerarse despreciable. El balance final vendrá dado por los reequilibrios internos de la curva de demanda –posibilitados por la reforma de la Ley de Aguas- y los equilibrios externos con los costes resultantes para las aguas transferidas, tal y como se verá en el correspondiente epígrafe.
- 5) Conforme a los datos de costes marginales del agua según orígenes ofrecidos en la literatura reciente, y contrastándolos con las curvas de demanda obtenidas, puede afirmarse que, en general, existe una demanda solvente para los regadíos en las áreas susceptibles de recibir las transferencias (singularmente en el sureste, de Alicante a Almería), que pueden absorber volúmenes del orden de magnitud de los déficit planteados en los Planes Hidrológicos de las respectivas cuencas, si

podiesen disponer de recursos hídricos convencionales. Ello significa que si existiese la posibilidad de mayor regulación de aguas superficiales o de incremento de la explotación de las aguas subterráneas, el equilibrio del mercado hubiese ido por sí mismo a estas fuentes y las hubiese movilizadas sin ninguna necesidad de ayudas públicas. Igual sucede con otras fuentes no convencionales como la reutilización o la desalación de aguas salobres. De hecho, esto es lo que efectivamente ha sucedido en el área del sureste, en la que la intensa presión social por la disponibilidad del agua ha ido desarrollando de facto todas las fuentes de recursos disponibles hasta llegar a la situación actual de completo agotamiento e insostenibilidad.

Los costes de las aguas trasvasadas podrían, asimismo, ser soportados por una parte significativa de estas demandas, si están en el entorno de las 20-40 ptas/m³, y resultarían insoportables si este coste fuese de 300.

Los costes de la desalación de aguas marinas (en el entorno de las 80-100 pts/m³ a pie de planta) solo pueden ser soportados por una fracción muy reducida de la demanda agraria total planteada en los Planes Hidrológicos de cuenca.

- 6) Con los precios del agua procedente de las transferencias intercuenas, y considerando las curvas de demanda y el efecto sobre las rentas de los distintos usos del agua, la racionalidad económica general de las transferencias puede considerarse asegurada: Para costes medios estimados en torno a las 50 pts/m³, y añadiendo una compensación a las áreas cedentes, pueden sostenerse sin dificultad todos los abastecimientos, parcialmente los regadíos del sureste, y, en menor medida, los de Castellón. Los regadíos de La Mancha y Andalucía no podrían soportar tales costes más que en una fracción muy reducida de sus superficies. Si además se consideran los beneficios sociales y ambientales de las transferencias, los posibles costes no recuperables (p.e. de fondos europeos), y la distinta imputación de costes según los usos, que rebajaría el coste del regadío a costa del abastecimiento, parece posible cubrir una parte muy significativa de los déficit estructurales identificados con cargo a aguas trasvasadas. Sin entrar en otras consideraciones territoriales o estratégicas, la no irracionalidad económica del proyecto parece estar asegurada.

7. REFERENCIAS

- AEAS, *Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España (1998). VI Encuesta Nacional de Abastecimiento, Saneamiento y Depuración*. Publ. AEAS, 2000.
- Aguilera, F., (coord.) *Economía del agua*. MAPA, serie Estudios, nº 69. Madrid, 1992. (2ª ed. 1996).
- Aguilera, F., Economía de los trasvases de agua: Una aproximación al caso español, incl. como Anexo a la 2ª edición de F. Aguilera (coord.), *Economía del Agua*, 1996.
- Albacete, M. y M. Peña. Consideraciones sobre algunos aspectos económicos de la ordenación y las disponibilidades de agua para riego, incl. en *Agua y futuro en la Región de Murcia*. M. Senent y F. Cabezas (eds.). Asamblea Regional de Murcia, 1995.
- Aranda, J., A. Martínez, J. Rodríguez, *El agua, base del desarrollo de la Región de Murcia*, Ed. Consejo de Cámaras de Comercio, Industria y Navegación de Murcia, 1992.
- Arrojo, P. y E. Bernal. *El regadío en el valle del Ebro*. Incluido en López-Gálvez y Naredo, *La gestión del agua de riego*. Colección Economía y Naturaleza. Argenteria-Visor. Madrid. 1997.
- Baumann, D.D, J.J. Boland, W.Michael Hanemann. *Urban water demand management and planning*. McGraw-Hill, 1998.
- Buendía Azorín, J.D., Caracterización de la estructura productiva, incl. en *Estructura Económica de la Región de Murcia*, J. Colino (director). Ed. Civitas, Madrid, 1993.
- Caballer V., y N.Guadalajara. *Valoración económica del agua de riego*. Ed. Mundi-Prensa. 1998.
- CAP-JA, *Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 1999.
- Carles, J., L. Avellá, y M. García, Precios, costos y uso del agua en el regadío mediterráneo. incl. en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas*. pp. 231-256. Zaragoza, sep. 1998.
- CEC, *Guide to Cost Benefit Analysis of Major Projects In the context of the EC Regional Policies*, Commission of the European Communities, Directorate General for Regional Policies, Brussels, 1993.
- CEDEX, *Valoración general de obras hidráulicas para estudios de planificación y viabilidad*, 1998
- CEDEX, *Estudio sobre las inundaciones ocurridas el día 6 de noviembre de 1.997 en Badajoz, Valverde de Leganés y Mérida*, 1998.

- CESRM, *Recursos Hídricos y su importancia en el desarrollo de la Región de Murcia*, ed. Consejo Económico y Social de la Región de Murcia, Col. Estudios, num. 1, Murcia, 1995.
- Colino, J.(dir.), *Análisis de la Estructura Productiva del Sector Privado de la Economía de la Región de Murcia*, Universidad de Murcia, 1994.
- DGOH, *Programa de modernización y mejora de zonas regables*. Dirección General de Obras Hidráulicas, 1992.
- Embid Irujo, A. (Director). *Precios y mercados del agua*. Civitas. Madrid, 1996.
- Embid Irujo, A., Condicionamientos jurídicos de una política de precios del agua, incl. en A. Embid Irujo (Director), *Precios y Mercados del Agua*. Civitas. Madrid, 1996.
- González-Romero, A. y S.J.Rubio, El problema de la planificación hidrológica, *Revista de Economía Aplicada*, vol.1. Primavera 1993.
- INE, *Estadísticas ambientales. Precios del agua*. Instituto Nacional de Estadística, Madrid, 1998.
- IVE, *Anuari Estadístic Comunitat Valenciana*. Institut Valencia d'Estadística. Generalitat Valenciana, 1999.
- Izquierdo, R., *Gestión y financiación de las infraestructuras del transporte terrestre*. INECO-Asociación Española de la Carretera, Madrid, 1997.
- Jové, J.L., Financiación de las grandes infraestructuras del ciclo integral del agua, incl. en AGBAR *Simposium La economía del Agua*, 1993.
- Kindler, J. , C.S. Russell, eds. *Modeling water demands*. Academic Press, 1984.
- Kuiper, E., *Water Resources Project Economics*. Butterworths, London, 1971.
- MacDonnell, L. y C. Howe, Protección de la zona de origen en los trasvases entre las cuencas: Evaluación de métodos alternativos (1986), incl. en F. Aguilera (coord.), *Economía del Agua*, 1992.
- MAPA. Anuario de Estadística Agraria. 1999.
- MAPA. *Plan Nacional de Regadíos*, Borrador 1998.
- Marco, J.B., El agua como factor de estrangulamiento de la economía en las Comunidades Valenciana y Murciana, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, Vol. III, Num.105, otoño 1995.
- Martín-Retortillo, S., L. Martín Rebollo, J. Bermejo Vera, L. Martín-Retortillo, *Aspectos jurídicos del trasvase del Ebro*, Caja de Ahorros de La Inmaculada, Zaragoza, 1975.
- MIMAM. *Catálogo de acuíferos con problemas de sobreexplotación o salinización*. DGOHCA, 1997
- MOPTMA. *Medidas y actuaciones de racionalización del uso de la oferta del agua y su incidencia en balances hidráulicos en las cuencas del Sur, Segura, Júcar e Internas de Cataluña*. Informe interno. Madrid. 1995.

- MOPTMA-MINER. *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas*. DGOH-DGCA-ITGE. Madrid, 1995.
- MOPU-SGT. *Metodología general para la evaluación de proyectos de inversión pública*. Madrid, 1980.
- MOPU-SGT-DGOH. *Metodología para la evaluación de proyectos de inversión en regadíos*. Madrid, 1980a.
- MOPU-SGT-DGOH. *Metodología para la evaluación de proyectos de inversión en defensas contra las avenidas y en encauzamientos*. Madrid, 1980b.
- Morales Gil, A., *Aspectos geográficos de la agricultura de ciclo manipulado en España*. Universidad de Alicante. 1997.
- National Water Commission, *Water Policies for the Future*, 1973.
- Pearce, D.W., y R.K. Turner, *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*, Colegio de Economistas de Madrid-Celeste ediciones, 1995.
- Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M., Varela, C., Iglesias, E. *Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura*. MAPA-Mundiprensa. Madrid. 1998.
- Tobarra, P. *Estudio del Alto Guadalentín desde la perspectiva económica de la gestión del agua subterránea*. Ed. Caja de Ahorros del Mediterráneo. Murcia. 1995.

ANEJO

COSTES BÁSICOS

1. INTRODUCCIÓN

En este Anejo se describen los costes básicos de los distintos componentes de las transferencias, calculados conforme a los procedimientos y criterios expuestos en el texto.

En primer lugar se ofrece el detalle de costes de las conducciones consideradas en la red de transferencias. Tras ello, se ofrecen los costes de las detracciones en los ríos por efecto de las mermas de producción aguas abajo. Finalmente, se estiman los costes asociados a las entregas en los puntos de destino.

2. COSTES DE LAS CONDUCCIONES

Como se ha indicado, una vez expuestos los criterios metodológicos y procedimientos sugeridos para el cálculo de costes, seguidamente se muestra el completo detalle de la estructura de costes resultante para todos los tramos o conducciones consideradas en el esquema global de flujos, así como diversos esquemas descriptores de estos tramos de transporte.

Los costes de construcción se expresan de forma paramétrica en función del caudal de diseño de la conducción (Mpts), mientras que los costes de flujo (concepto general que incluye los consumos y/o producción energética, el uso de instalaciones existentes, etc.) se expresan de forma unitaria (pts/m³ circulado).

2.1. CONDUCCIÓN EBRO-BARCELONA

La función de costes de este tramo (Presupuesto para Conocimiento de la Administración según el caudal continuo circulante de diseño) es la que se muestra en la figura adjunta, obtenida a partir de la valoración detallada de la conducción realizada conforme a la metodología expuesta anteriormente.

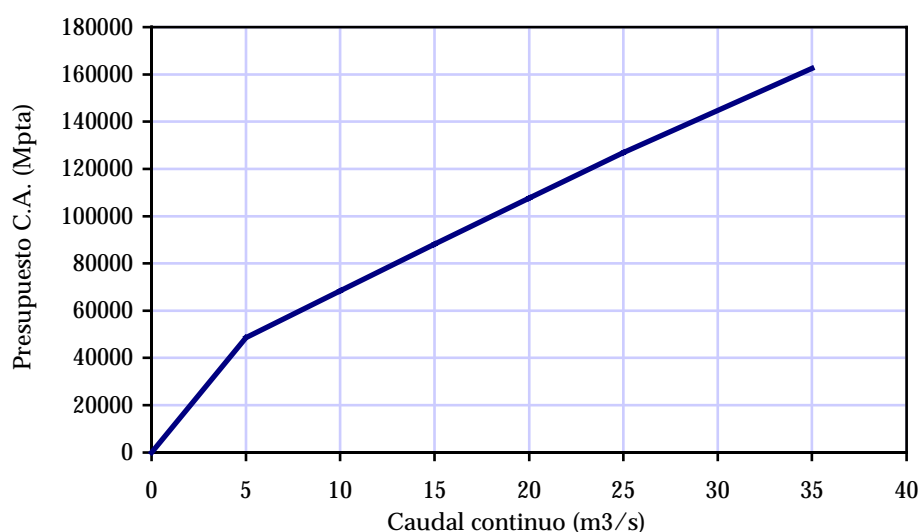


Figura 44. Conducción Ebro – Barcelona. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, únicamente habría que considerar los debidos a las dos impulsiones previstas en la conducción, resultando un coeficiente energético en el tramo de 0,8 kWh/m³ a un precio de 8 pts/kWh, lo que supone unos costes de 6,5 pts/m³, tal y como puede verse en las tablas adjuntas.

Como ya se ha señalado en el Anejo de descripción de transferencias, el embalse de San Jaime constituye el punto de llegada en los estudios derivados del anteproyecto de Ley de PHN de 1993. Desde él habría que conectar con la planta de tratamiento de aguas de Abrera, integrada en la red de abastecimiento de Barcelona y su área

metropolitana. En la valoración de esta alternativa solo se ha incluido el embalse, considerando la conexión como un coste de distribución.

Por otra parte, los análisis de la explotación realizados en el Anejo dedicado a las Cuencas Internas de Cataluña, permiten concluir que no es imprescindible disponer de regulación en destino. Por tanto, puede prescindirse de este embalse y sustituirlo por una balsa en cola o bien conectar directamente con la ETAP de Abrera, a orillas del Llobregat. Estas posibilidades eliminarían además la incertidumbre que en cuanto a calidad del agua puede suponer la mezcla del volumen trasvasado con el caudal del Noya, por lo que sería conveniente analizarlas en fases posteriores, no siendo previsibles, en principio, variaciones significativas del coste de la conducción principal con respecto a la valoración que se incluye a continuación.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	16	3	1100	2,6	3247	246,0	22,9	268,9	23,3	0,9	8,0
10,0	16	3	1500	2,8	3247	246,0	17,5	263,5	45,6	0,8	8,0
15,0	16	3	1900	2,6	3247	246,0	11,2	257,2	66,7	0,8	8,0
20,0	16	3	2200	2,6	3247	246,0	9,1	255,1	88,2	0,8	8,0
25,0	16	3	2500	2,5	3247	246,0	7,2	253,2	109,5	0,8	8,0
35,0	16	3	2900	2,6	3247	246,0	6,4	252,4	152,8	0,8	8,0

Tabla 38. Conducción Ebro – Barcelona. Coeficiente energético de las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/m ³)
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	
5,0	0,0	0,0	0,9	8,0	0,0	0,9	8,0	6,9
10,0	0,0	0,0	0,8	8,0	0,0	0,8	8,0	6,8
15,0	0,0	0,0	0,8	8,0	0,0	0,8	8,0	6,6
20,0	0,0	0,0	0,8	8,0	0,0	0,8	8,0	6,5
25,0	0,0	0,0	0,8	8,0	0,0	0,8	8,0	6,5
35,0	0,0	0,0	0,8	8,0	0,0	0,8	8,0	6,5

Tabla 39. Conducción Ebro – Barcelona. Costes de operación

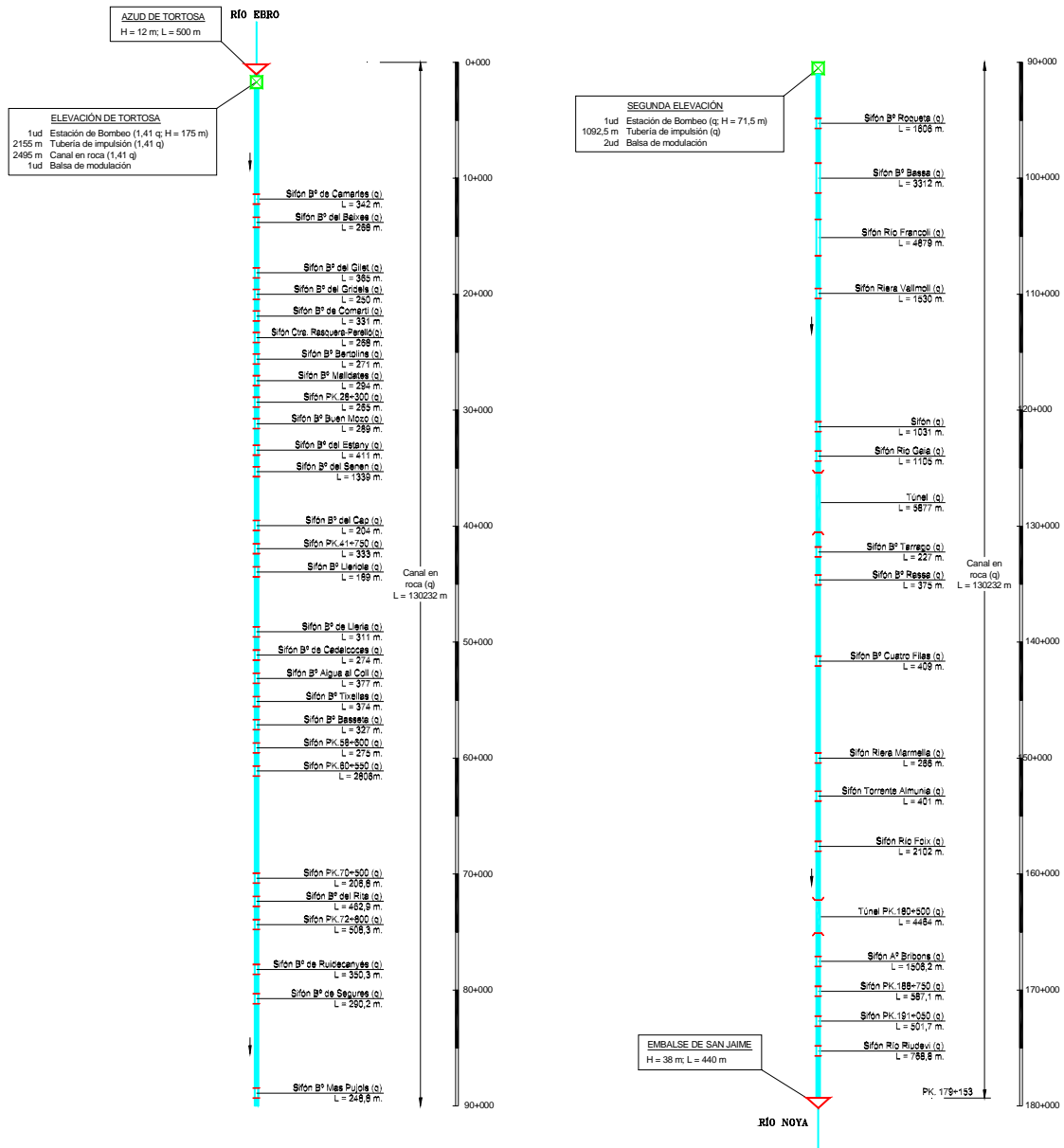


Figura 45. Conducción Ebro – Barcelona. Esquema en planta

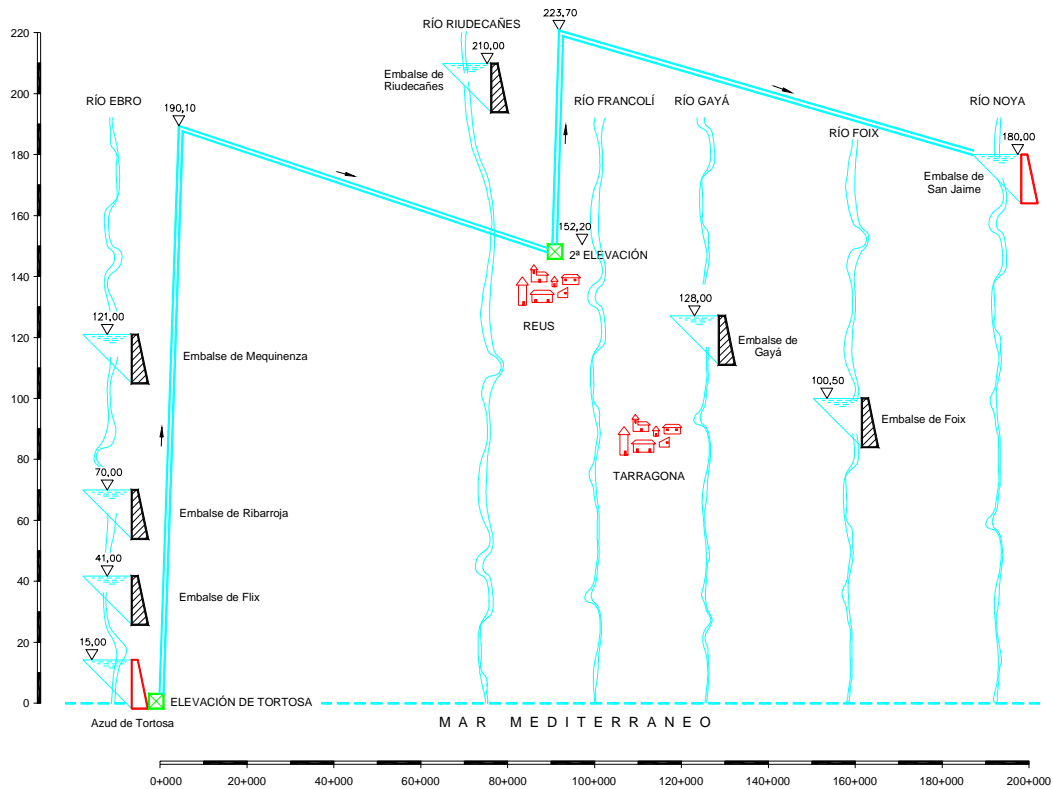


Figura 46. Conducción Ebro – Barcelona. Esquema en alzado

2.2. CONDUCCIÓN SEGRE-BARCELONA

La función de costes de este tramo es la que se muestra en la figura adjunta, obtenida, como antes, a partir de la valoración detallada y parametrizada de los distintos elementos estructurales que integran la conducción.

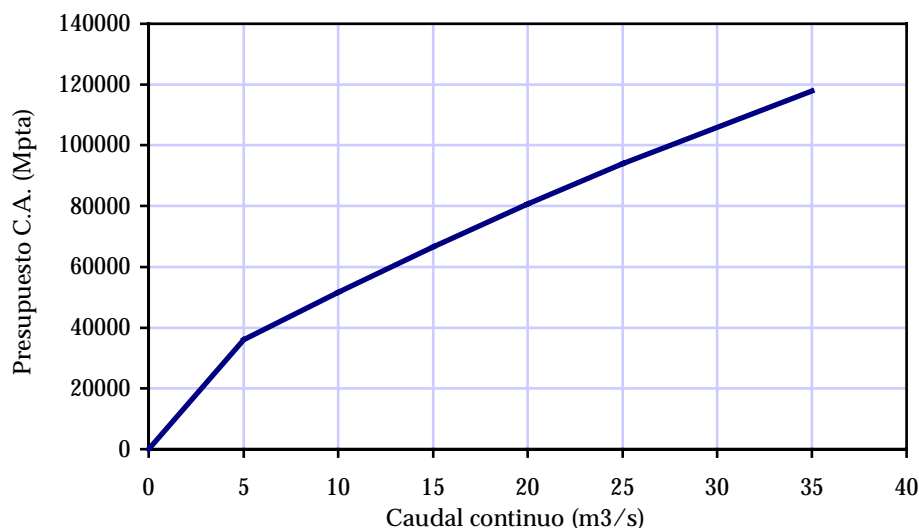


Figura 47. Conducción Segre – Barcelona. Función de coste

Respecto a los costes de circulación del tramo, habría que considerar tanto el consumo energético debido a la impulsión de Talarn, como el beneficio obtenido en la turbinación de Noya I, resultando un coeficiente energético global de $0,1 \text{ kWh/m}^3$ a un precio variable entre 9 y -12 pts/kWh (suponiendo que por el tramo circulen 35 ó $10 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente), habiéndose adoptado un precio medio.

Esta gran variabilidad en el precio de la energía según el caudal de diseño de la conducción es debida al escalonamiento de la tarifa eléctrica adoptada, que, como se indicó en el correspondiente epígrafe de este Anejo, varía en función de la potencia de la instalación y, en consecuencia, del caudal circulante por el tramo. No obstante, la incidencia final real es mucho más pequeña puesto que las diferencias en los costes de operación oscilan entre $0,9$ y $-1,2 \text{ pts/m}^3$. Todo ello puede verse reflejado en las tablas que se adjunta.

Respecto al embalse de San Jaime cabe hacer las mismas consideraciones que en la conducción Ebro-Barcelona, por lo que se remite a dicho apartado. .

Q	h_{func}	Nº	D	v	L	H_{bruto}	$H_{\text{rozam.}}$	H_{neto}	Potencia	CE	Precio
(m^3/s)	(nº)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/ m^3)	(Pts/kWh)
5,0	24	2	1000	3,2	825	168,3	9,7	158,6	6,99	-0,4	13,7
10,0	24	2	1400	3,2	825	168,3	6,4	161,9	14,28	-0,4	13,0
15,0	24	2	1700	3,3	825	168,3	5,1	163,2	21,59	-0,4	11,8
20,0	24	2	2000	3,2	825	168,3	3,8	164,5	29,01	-0,4	10,6
25,0	24	2	2300	3,0	825	168,3	2,8	165,4	36,48	-0,4	9,3
35,0	24	2	2700	3,1	825	168,3	2,4	165,9	51,22	-0,4	7,6

Tabla 41. Conducción Segre – Barcelona. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q	h_{func}	n	D	v	L	H_{bruto}	$H_{rozam.}$	H_{neto}	Potencia	CE	Precio
(m ³ /s)	(n°)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)
5,0	16	2	1300	2,8	1210	149,0	7,9	156,9	13,6	0,5	9,0
10,0	16	2	1900	2,6	1210	150,0	4,2	154,2	26,7	0,5	8,0
15,0	16	2	2300	2,7	1210	151,0	3,4	154,4	40,0	0,5	8,0
20,0	16	2	2700	2,6	1210	152,0	2,6	154,6	53,5	0,5	8,0
25,0	16	2	3000	2,7	1210	153,0	2,3	155,3	67,1	0,5	8,0
35,0	16	2	3600	2,6	1210	154,0	1,7	155,7	94,2	0,5	8,0

Tabla 42. Conducción Segre – Barcelona. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE	Precio	CE	Precio	Precio	CE	Precio	operación
(m ³ /s)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)
5,0	-0,4	13,7	0,5	9,0	0,0	0,1	-6,9	-0,8
10,0	-0,4	13,0	0,5	8,0	0,0	0,1	-12,4	-1,2
15,0	-0,4	11,8	0,5	8,0	0,0	0,1	-8,0	-0,8
20,0	-0,4	10,6	0,5	8,0	0,0	0,1	-3,2	-0,3
25,0	-0,4	9,3	0,5	8,0	0,0	0,1	2,2	0,2
35,0	-0,4	7,6	0,5	8,0	0,0	0,1	9,9	0,9

Tabla 43. Conducción Segre – Barcelona. Costes totales de operación

	A (m)	L (m)	V (m ³)	H (m)	Medición	q (m ³ /s)											
						5		10		15		20		25		35	
						Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)
1.- ELEVACION DE TALARN.						2.779	4.671	6.511	8.276	9.949	12.933						
Ud Estación de bombeo (1,33 q)				149	1	1.474	1.474	2.779	2.779	4.014	4.014	5.179	5.179	6.275	6.275	8.263	8.263
m Tubería de impulsión (1,33 q)					622	0.169	105	0.292	182	0.418	260	0.545	339	0.675	420	0.942	586
m Canal roca (1,33q)					6127	0.141	864	0.183	1.121	0.231	1.415	0.281	1.722	0.330	2.022	0.410	2.512
m Sifón (1,33 q)					588	0.209	123	0.401	236	0.581	342	0.748	440	0.903	531	1.175	691
Ud Balsa de modulación			21600 q		1	213	213	353	353	481	481	596	596	701	701	881	881
2.- TURBINACION DE NOYA I						1.087	1.951	2.795	3.620	4.423	5.971						
Ud Central de turbinación (q)				168	1	972	972	1.761	1.761	2.528	2.528	3.274	3.274	3.999	3.999	5.385	5.385
m Tubería forzada (q)					825	0.139	115	0.231	191	0.324	267	0.419	346	0.514	424	0.710	586
3.- PRESA DE SAN JAIME						1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779
Ud Presa de materiales sueltos	38	440			1	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779	1.779
4.- CANAL						42.267	5.579	6.805	8.242	9.764	11.370	14.498					
m Canal en roca (q)					42267	0.132	5.579	0.161	6.805	0.195	8.242	0.231	9.764	0.269	11.370	0.343	14.498
5.- TUNELES						38.531	11.829	15.990	19.574	22.695	25.430	29.977					
m Túnel PK 20 (q)					10184	0.307	3.126	0.415	4.226	0.508	5.173	0.589	5.998	0.660	6.721	0.778	7.923
m Túnel PK 39 (q)					1543	0.307	474	0.415	640	0.508	784	0.589	909	0.660	1.018	0.778	1.200
m Túnel PK 42 (q)					1472	0.307	452	0.415	611	0.508	748	0.589	867	0.660	972	0.778	1.145
m Túnel PK 52 (q)					1544	0.307	474	0.415	641	0.508	784	0.589	909	0.660	1.019	0.778	1.201
m Túnel PK 57 (q)					5686	0.307	1.746	0.415	2.360	0.508	2.888	0.589	3.349	0.660	3.753	0.778	4.424
m Túnel PK 66 (q)					3231	0.307	992	0.415	1.341	0.508	1.641	0.589	1.903	0.660	2.132	0.778	2.514
m Túnel PK 74 (q)					947	0.307	291	0.415	393	0.508	481	0.589	558	0.660	625	0.778	737
m Túnel PK 85 (q)					13924	0.307	4.275	0.415	5.778	0.508	7.073	0.589	8.201	0.660	9.190	0.778	10.833
6.- SIFONES						15.413	2.466	4.747	6.905	8.970	10.928	14.504					
m Sifón Río Abellá (q)					2109	0.160	337	0.308	650	0.448	945	0.582	1.227	0.709	1.495	0.941	1.985
m Sifón PK 17 (q)					605	0.160	97	0.308	186	0.448	271	0.582	352	0.709	429	0.941	569
m Sifón PK 32 (q)					336	0.160	54	0.308	103	0.448	151	0.582	196	0.709	238	0.941	316
m Sifón PK 33 (q)					459	0.160	73	0.308	141	0.448	206	0.582	267	0.709	325	0.941	432
m Sifón PK34 (q)					386	0.160	62	0.308	119	0.448	173	0.582	225	0.709	274	0.941	363
m Sifón Río Rialp (q)					732	0.160	117	0.308	225	0.448	328	0.582	426	0.709	519	0.941	689
m Sifón PK 39 (q)					286	0.160	46	0.308	88	0.448	128	0.582	166	0.709	203	0.941	269
m Sifón PK 45.1 (q)					271	0.160	43	0.308	83	0.448	121	0.582	158	0.709	192	0.941	255
m Sifón PK 45.7 (q)					257	0.160	41	0.308	79	0.448	115	0.582	150	0.709	182	0.941	242
m Sifón Río Segre (q)					2970	0.160	475	0.308	915	0.448	1.331	0.582	1.729	0.709	2.106	0.941	2.795
m Sifón PK 56 (q)					499	0.160	80	0.308	154	0.448	224	0.582	290	0.709	354	0.941	470
m Sifón PK 63 (q)					875	0.160	140	0.308	270	0.448	392	0.582	509	0.709	620	0.941	823
m Sifón PK 65 (q)					341	0.160	55	0.308	105	0.448	153	0.582	198	0.709	242	0.941	321
m Sifón PK 69 (q)					644	0.160	103	0.308	198	0.448	289	0.582	375	0.709	457	0.941	606
m Sifón PK 76 (q)					574	0.160	92	0.308	177	0.448	257	0.582	334	0.709	407	0.941	540
m Sifón PK 78 (q)					959	0.160	153	0.308	295	0.448	430	0.582	558	0.709	680	0.941	902
m Sifón PK 83 (q)					685	0.160	110	0.308	211	0.448	307	0.582	399	0.709	486	0.941	645
m Sifón PK 99 (q)					229	0.160	37	0.308	71	0.448	103	0.582	133	0.709	162	0.941	215
m Sifón PK 101 (q)					224	0.160	36	0.308	69	0.448	100	0.582	130	0.709	159	0.941	211
m Sifón PK 103 (q)					777	0.160	124	0.308	239	0.448	348	0.582	452	0.709	551	0.941	731
m Sifón PK 105 (q)					1195	0.160	191	0.308	368	0.448	535	0.582	695	0.709	847	0.941	1.124
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						23.741	34.165	44.027	53.324	62.100	77.883						
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						5.460	7.858	10.126	12.265	14.283	17.913						
TOTAL (m Pts.):						29.201	42.023	54.154	65.589	76.383	95.796						
I.V.A. (16%) (M Pts.):						4.672	6.724	8.665	10.494	12.221	15.327						
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						33.873	48.747	62.818	76.083	88.605	111.123						
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						35.923	51.696	66.619	80.686	93.965	117.846						

Tabla 44. Conducción Segre – Barcelona. Valoración detallada

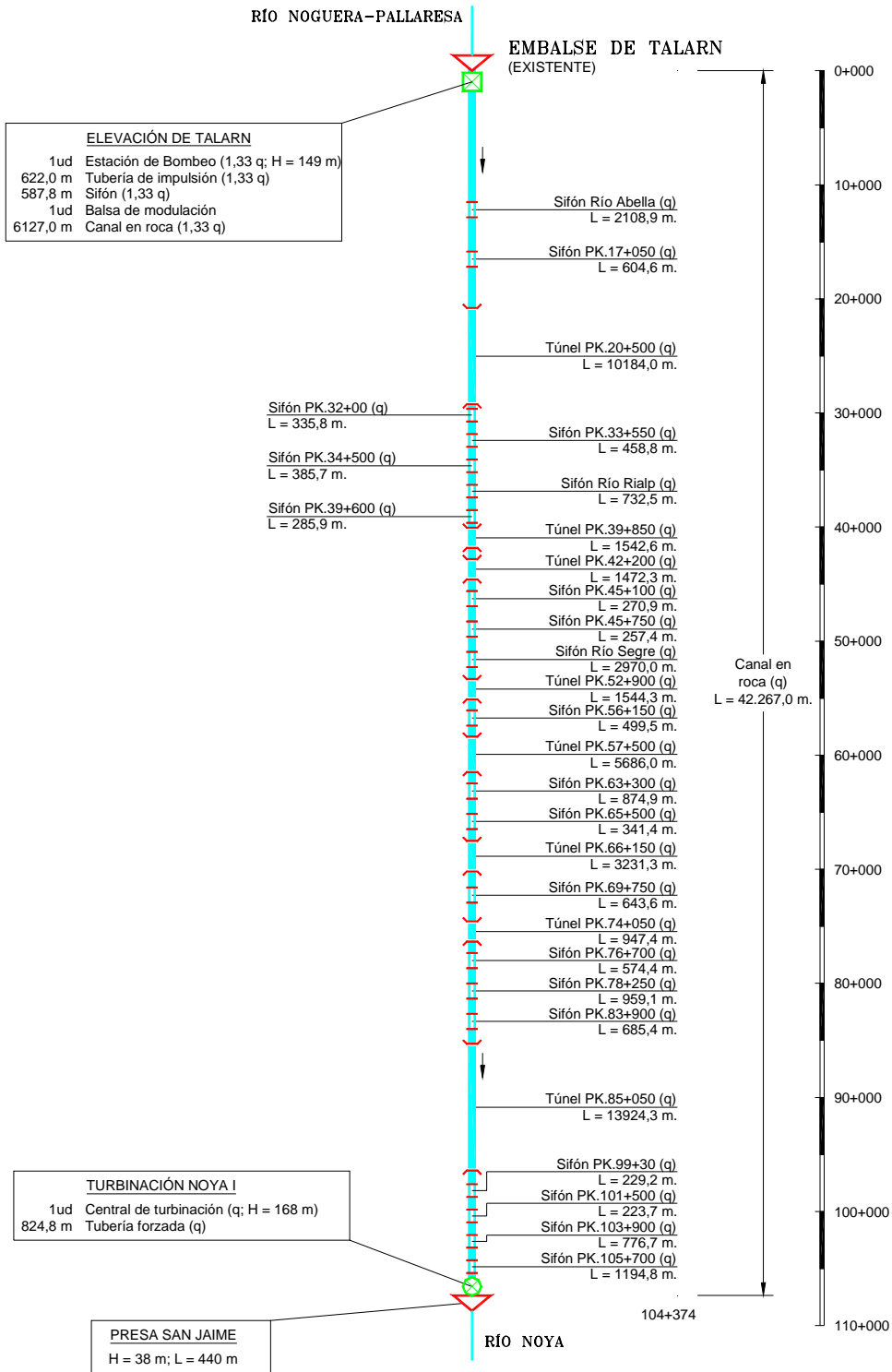


Figura 48. Conducción Segre – Barcelona. Esquema en planta

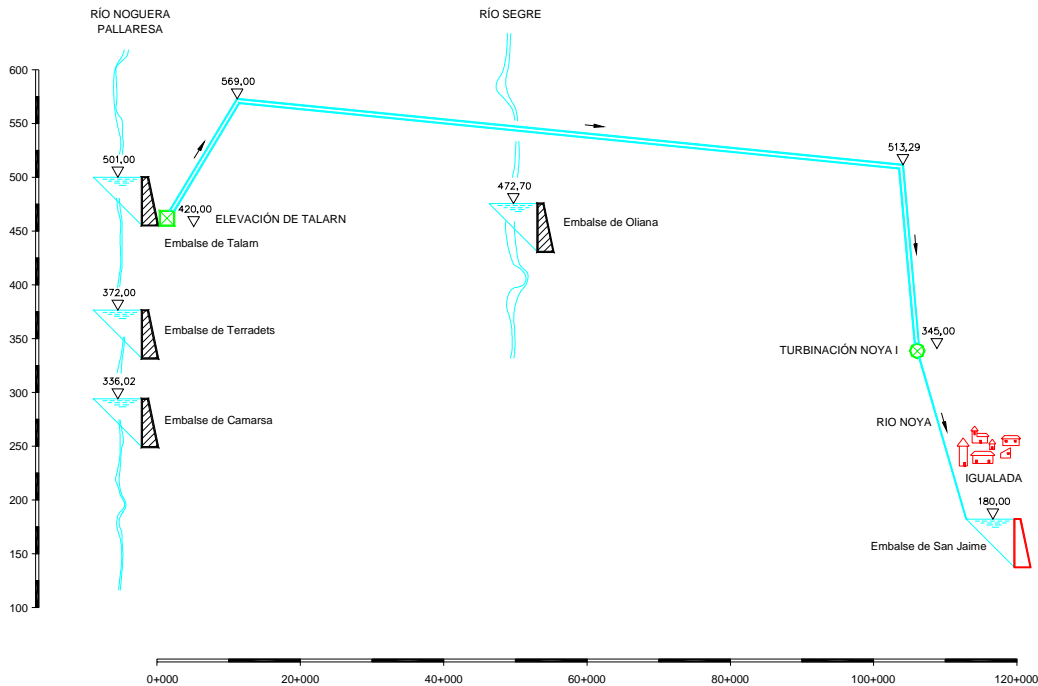


Figura 49. Conducción Segre – Barcelona. Esquema en alzado

2.3. CONDUCCIÓN RÓDANO-BARCELONA

La conducción Ródano-Barcelona consta, básicamente, de dos tramos: el primero (tramo I, en territorio francés) consiste en una impulsión de 192 kilómetros de longitud y cinco estaciones de bombeo, mientras que en el segundo (tramo II, en territorio español) el agua discurre por una conducción de 139 kilómetros de longitud con una sola elevación intermedia (116 de tubería a presión, 23 de túnel, también a presión y una estación de bombeo). Además, se prevé un depósito de regulación.

Para el dimensionamiento y valoración de esta conducción no puede utilizarse el mismo procedimiento que en las anteriores, ya que dicha metodología dimensiona las conducciones a presión directamente a partir de la velocidad (supuesta en torno a 2-3 m/s), lo que en el caso de impulsiones cortas supone unas pérdidas de carga admisibles. En el caso de impulsiones muy largas (como es el caso de esta conducción, de más de 300 km de longitud), las pérdidas de carga pueden ser determinantes en los costes energéticos, por lo que se hace necesario realizar previamente un estudio de optimización ya que cuánto mayor sea el diámetro de la conducción mayor será la inversión, pero menores las pérdidas de carga y, en consecuencia, menores los costes de operación (energéticos), por lo que existirá un diámetro que haga óptima la suma de ambos costes.

El procedimiento seguido en dicho estudio de optimización para determinar los diámetros óptimos ha sido el siguiente:

- Valoración de cada uno de los tramos I y II en las hipótesis de que la impulsión se dimensione con diversos diámetros para cada uno de los caudales para los que se ha estudiado la conducción (5; 7,5; 10; 15; 25 y 35 m³/s). Dicha valoración, como se ha indicado, no puede realizarse mediante el procedimiento general empleado en el resto de las conducciones (ya que mediante éste, la valoración se realiza para un diámetro fijo para cada valor del caudal, de manera que la velocidad del agua sea de 2-3 m/s, sin atender a criterios de optimización), por lo que se ha realizado sobre la base de los precios de ejecución material de los tubos mostrados en la tabla

DN (mm)	P.E.M. (pts/m)
1000	38.870
1200	53.907
1400	70.035
1500	76.855
1600	85.790
1800	95.088
2000	120.000
2500	180.000
3000	260.000

Tabla 45. Precios de ejecución material de tuberías

La valoración de la conducción se ha realizado en la hipótesis de que el precio del tubo sea el 70% del total del presupuesto, lo que supone la misma proporción que en la valoración mediante el procedimiento general.

Las estaciones de bombeo se han valorado mediante el procedimiento general, en función del caudal continuo de la conducción y la altura de bombeo (geométrica más pérdidas por rozamiento, las cuales son variables en función del diámetro y del caudal y se calculan simplifícadamente mediante la fórmula de Manning).

- Con todo lo anterior, se obtiene la inversión total de la conducción en cada uno de los tramos I y II, Presupuesto para Conocimiento de la Administración, para diversos caudales y para diferentes diámetros de la impulsión, la cual, suponiendo se amortice a 50 años y con una tasa de descuento del 6%, equivale a una anualidad de amortización del 4% de la inversión total.
- Respecto a los costes de mantenimiento y reposición, se han considerado constantes, con una anualidad de valor el 0,75% del total de la inversión. Para la estimación de los costes energéticos, para cada caudal de diseño de la conducción y diámetro seleccionado se ha calculado su coeficiente energético (en kWh/m³) el cuál multiplicado por un precio medio de la energía (8 pts/kWh) y

por el volumen transportado anualmente (en m³/año) supone el coste energético anual (en Mpts/año).

- Sumando las anteriores partidas de amortización anual de las inversiones, costes de mantenimiento y reposición y costes energéticos, se obtiene el coste total anual de la conducción, el cual, para cada caudal estudiado, presenta un mínimo para un valor determinado del diámetro, valor éste que es el que hace óptima la inversión.

Todo este procedimiento se resume en las tablas que se adjuntan, obteniéndose de ellas la función de coste de la conducción representada en la figura.

q (m ³ /s)	n° tubos	DN (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Valoración tramo I (PCA)						CE (kwh/m ³)	Costes anuales (M Pts.)					
								Impulsión		Bombeos					Total	Amortiz. Conservac. Energía			Total	
								Precio (M Pts.)	P.C.A. (M Pts.)	EB1 (M Pts.)	EB2 (M Pts.)	EB3 (M Pts.)	EB4 (M Pts.)		EB5 (M Pts.)	(PCA) (M Pts.)	Amortiz.	Conservac.	Energía	Total
5	1	1000	6.37	192000	190	9005	9195	38870	15972	8.722	21.133	21.166	11.830	4.105	82.928	29.4	3.317	622	3817	7756
5	1	1200	4.42	192000	190	3406	3596	53907	22151	3.651	11.502	11.842	5.214	2.204	56.565	11.5	2.263	424	15581	18268
5	1	1400	3.25	192000	190	1497	1687	70035	28779	1.734	5.658	6.174	2.577	1.534	46.456	5.4	1.858	348	7309	9516
5	1	1500	2.83	192000	190	1036	1226	76855	31581	1.257	4.052	4.616	1.912	1.371	44.789	3.9	1.792	336	5312	7440
5	1	1600	2.49	192000	190	734	924	85790	35253	941	2.959	3.557	1.470	1.263	45.443	3.0	1.818	341	4005	6164
5	1	1800	1.96	192000	190	392	582	95088	39073	580	1.679	2.315	963	1.141	45.752	1.9	1.830	343	2521	4694
5	1	2000	1.59	192000	190	223	413	120000	49310	402	1.034	1.690	711	1.081	54.228	1.3	2.169	407	1791	4367
5	1	2500	1.02	192000	190	68	258	180000	73965	236	430	1.104	477	1.025	77.238	0.8	3.090	579	1118	4787
5	1	3000	0.71	192000	190	26	216	260000	106839	191	265	943	413	1.010	109.661	0.7	4.386	822	935	6144
7.5	1	1200	6.63	192000	190	7663	7853	53907	22151	10.729	21.814	21.796	14.314	5.313	96.117	25.1	3.845	721	51041	55607
7.5	1	1400	4.87	192000	190	3368	3558	70035	28779	5.250	15.510	15.908	7.440	3.192	76.078	11.4	3.043	571	23124	26738
7.5	1	1500	4.24	192000	190	2331	2521	76855	31581	3.764	11.766	12.326	5.450	2.660	67.547	8.1	2.702	507	16386	19594
7.5	1	1600	3.73	192000	190	1652	1842	85790	35253	2.757	8.846	9.526	4.077	2.309	62.767	5.9	2.511	471	11974	14955
7.5	1	1800	2.95	192000	190	882	1072	95088	39073	1.580	5.082	5.912	2.452	1.905	56.003	3.4	2.240	420	6965	9625
7.5	1	2000	2.39	192000	190	503	693	120000	49310	988	3.055	3.964	1.627	1.705	60.649	2.2	2.426	455	4502	7382
7.5	1	2500	1.53	192000	190	153	343	180000	73965	434	1.083	2.067	850	1.520	79.920	1.1	3.197	599	2229	6025
7.5	1	3000	1.06	192000	190	58	248	260000	106839	283	530	1.535	636	1.470	111.292	0.8	4.452	835	1611	6897
10	1	1400	6.50	192000	190	5987	6177	70035	28779	11.112	21.688	21.621	14.813	5.854	103.866	19.8	4.155	779	53533	58466
10	1	1500	5.66	192000	190	4144	4334	76855	31581	8.160	20.538	20.752	11.261	4.675	96.968	13.9	3.879	727	37559	42165
10	1	1600	4.97	192000	190	2937	3127	85790	35253	6.033	17.154	17.627	8.544	3.881	88.492	10.0	3.540	664	27101	31304
10	1	1800	3.93	192000	190	1567	1757	95088	39073	3.433	10.789	11.627	5.084	2.957	72.964	5.6	2.919	547	15228	18694
10	1	2000	3.18	192000	190	893	1083	120000	49310	2.082	6.674	7.721	3.236	2.494	71.518	3.5	2.861	536	9390	12787
10	1	2500	2.04	192000	190	272	462	180000	73965	793	2.302	3.556	1.445	2.063	84.124	1.5	3.365	631	4002	7998
10	1	3000	1.41	192000	190	103	293	260000	106839	435	1.018	2.331	944	1.944	113.511	0.9	4.540	851	2537	7929
15	2	1200	6.63	192000	190	7663	7853	53907	44303	17.823	-3.872	-4.714	21.168	9.805	84.512	25.1	3.380	634	102083	106097
15	2	1400	4.87	192000	190	3368	3558	70035	57557	9.698	21.716	21.810	13.267	6.037	130.086	11.4	5.203	976	46249	52428
15	2	1500	4.24	192000	190	2331	2521	76855	63162	7.082	19.000	19.573	10.038	5.051	123.906	8.1	4.956	929	32771	38657
15	2	1600	3.73	192000	190	1652	1842	85790	70505	5.231	15.350	16.289	7.644	4.389	119.408	5.9	4.776	896	23947	29619
15	2	1800	2.95	192000	190	882	1072	95088	78147	2.997	9.408	10.814	4.660	3.622	109.648	3.4	4.386	822	13929	19138
15	2	2000	2.39	192000	190	503	693	120000	98620	1.847	5.786	7.441	3.088	3.239	120.022	2.2	4.801	900	9003	14704
15	2	2500	1.53	192000	190	153	343	180000	147931	756	2.033	3.931	1.576	2.882	159.109	1.1	6.364	1193	4457	12015
15	2	3000	1.06	192000	190	58	248	260000	213678	454	945	2.910	1.155	2.784	221.927	0.8	8.877	1664	3222	13763
25	2	1800	4.91	192000	190	2449	2639	95088	78147	11.424	21.563	21.158	15.481	8.163	155.935	8.5	6.237	1170	57169	64576
25	2	2000	3.98	192000	190	1396	1586	120000	98620	7.158	19.021	20.014	10.410	6.591	161.813	5.1	6.473	1214	34363	42049
25	2	2500	2.55	192000	190	425	615	180000	147931	2.574	7.890	10.423	4.424	5.065	178.305	2.0	7.132	1337	13317	21787
25	2	3000	1.77	192000	190	161	351	260000	213678	1.220	3.406	6.399	2.580	4.637	231.920	1.1	9.277	1739	7596	18612
35	3	1800	4.58	192000	190	2133	2323	95088	117220	5.262	15.322	15.850	7.500	2.750	163.904	7.4	6.556	1229	70464	78249
35	3	2000	3.71	192000	190	1216	1406	120000	147931	3.205	9.852	11.520	4.650	2.050	179.208	4.5	7.168	1344	42650	51162
35	3	2500	2.38	192000	190	370	560	180000	221896	1.250	3.520	4.750	2.050	1.250	234.716	1.8	9.389	1760	16984	28133
35	3	3000	1.65	192000	190	140	330	260000	320516	625	1.520	3.010	1.250	1.050	327.971	1.1	13.119	2460	10007	25585

Tabla 46. Conducción Ródano-Barcelona. Valoración tramo I

Valoración tramo II (PCA)																
q (m ³ /s)	nº tubos	DN (mm)	v (m/s)	L (m)	H (m)	Impulsión		Túnel		Bombeos	Total	CE (kwh/m ³)	Costes anuales (M Pts.)			
						Precio tubo	Total (M Pts.)	Precio unitario	Total (M Pts.)	(M Pts.)	(M Pts.)		Amortiz.	Conservac.	Energía	Total
5	1	1500	2.83	120794	652	74059	15986	322400	6427	6.011	28.425	1.93	1.137	213	2608	3958
5	1	1800	1.96	120794	246	100151	21618	388035	7736	2.140	31.494	0.63	1.260	236	851	2347
5	1	2000	1.59	120794	141	120515	26014	434440	8661	1.058	35.733	0.29	1.429	268	392	2090
5	1	2200	1.32	120794	85	143255	30923	482962	9628	475	41.026	0.11	1.641	308	150	2098
5	1	2400	1.11	120794	53	168372	36344	533602	10638	144	47.126	0.01	1.885	353	14	2252
5	1	2500	1.02	120794	43	181821	39247	559716	11159	0	50.406	0.00	2.016	378	0	2394
5	2	1500	1.41	120794	163	74059	31972	463621	9243	1.289	42.504	0.36	1.700	319	489	2508
5	2	1600	1.24	120794	115	82162	35470	498620	9940	798	46.209	0.21	1.848	347	284	2479
5	2	1800	0.98	120794	62	100151	43236	571796	11399	234	54.869	0.04	2.195	412	50	2657
7.5	1	1800	2.95	120794	555	100151	21618	388035	7736	7.381	36.735	1.62	1.469	276	3280	5025
7.5	1	2400	1.66	120794	120	168372	36344	533602	10638	1.201	48.183	0.22	1.927	361	452	2741
7.5	1	2500	1.53	120794	96	181821	39247	559716	11159	838	51.243	0.15	2.050	384	300	2734
7.5	1	2600	1.41	120794	78	195864	42279	586360	11690	553	54.522	0.09	2.181	409	182	2772
7.5	1	3000	1.06	120794	36	257977	55686	698231	13920	0	69.606	0.00	2.784	522	0	3306
7.5	2	1500	2.12	120794	367	74059	31972	463621	9243	4.845	46.060	1.01	1.842	345	2058	4246
7.5	2	1800	1.47	120794	139	100151	43236	571796	11399	1.495	56.130	0.28	2.245	421	576	3242
7.5	1	2000	2.39	120794	316	120515	26014	434440	8661	4.130	38.805	0.85	1.552	291	1730	3573
10	1	2500	2.04	120794	171	181821	39247	559716	11159	2.595	53.001	0.39	2.120	398	1049	3566
10	1	2800	1.62	120794	93	225733	48726	641236	12784	1.020	62.529	0.14	2.501	469	376	3346
10	1	3000	1.41	120794	65	257977	55686	698231	13920	420	70.026	0.05	2.801	525	127	3453
10	1	3500	1.04	120794	28	348983	75330	849982	16945	0	92.275	0.00	3.691	692	0	4383
10	2	2000	1.59	120794	141	120515	52028	649208	12943	1.984	66.955	0.29	2.678	502	785	3965
10	2	2200	1.32	120794	85	143255	61845	730856	14570	835	77.251	0.11	3.090	579	299	3969
10	2	2400	1.11	120794	53	168372	72688	816740	16283	177	89.148	0.01	3.566	669	27	4262
15	1	2500	3.06	120794	385	181821	39247	559716	11159	9.437	59.842	1.07	2.394	449	4351	7194
15	1	3000	2.12	120794	145	257977	55686	698231	13920	3.036	72.642	0.31	2.906	545	1241	4692
15	1	3500	1.56	120794	64	348983	75330	849982	16945	551	92.827	0.04	3.713	696	181	4591
15	2	2200	1.97	120794	190	143255	61845	730856	14570	4.332	80.748	0.45	3.230	606	1822	5658
15	2	2500	1.53	120794	96	181821	78494	861271	17170	1.552	97.217	0.15	3.889	729	600	5218
15	2	2600	1.41	120794	78	195864	84557	906861	18079	991	103.627	0.09	4.145	777	364	5287
15	2	2500	1.53	120794	96	181821	78494	861271	17170	1.552	97.217	0.15	3.889	729	600	5218
15	2	3000	1.06	120794	36	257977	111372	1099809	21926	0	133.298	0.00	5.332	1000	0	6332
25	2	2500	2.55	120794	267	181821	78494	861271	17170	10.081	105.746	0.70	4.230	793	4705	9728
25	2	3000	1.77	120794	101	257977	111372	1099809	21926	2.727	136.024	0.16	5.441	1020	1106	7567
25	2	3500	1.30	120794	44	348983	150660	1364822	27209	0	177.869	0.00	7.115	1334	0	8449
25	3	2200	2.19	120794	235	143255	92768	950887	18957	8.787	120.512	0.59	4.820	904	4004	9728
25	3	1800	3.27	120794	685	100151	64854	732759	14608	20.725	100.188	2.03	4.008	751	13751	18510
35	2	2200	4.60	120794	1035	143255	61845	730856	14570	11.859	88.275	3.16	3.531	662	29891	34084
35	3	2000	3.71	120794	765	120515	78042	838646	16719	20.826	115.587	2.29	4.623	867	21690	27180
35	3	2500	2.38	120794	233	181821	117742	1131162	22551	11.538	151.830	0.59	6.073	1139	5543	12755
35	3	3300	1.36	120794	53	310799	201263	1681790	33528	328	235.120	0.01	9.405	1763	89	11257
35	3	3500	1.21	120794	39	348983	225991	1835333	36589	0	262.580	0.00	10.503	1969	0	12473

Tabla 47. Conducción Ródano-Barcelona. Valoración tramo II

Q (m ³ /s)	Tramo I (M Pts)	Tramo II (M Pts)	Total (M Pts.)
5	54.228	35.733	89.961
7,5	79.920	51.243	131.163
10	113.511	62.529	176.040
15	159.109	97.217	256.326
25	231.920	136.024	367.944
35	327.971	235.120	563.091

Tabla 48. Conducción Ródano-Barcelona. Costes totales de la conducción

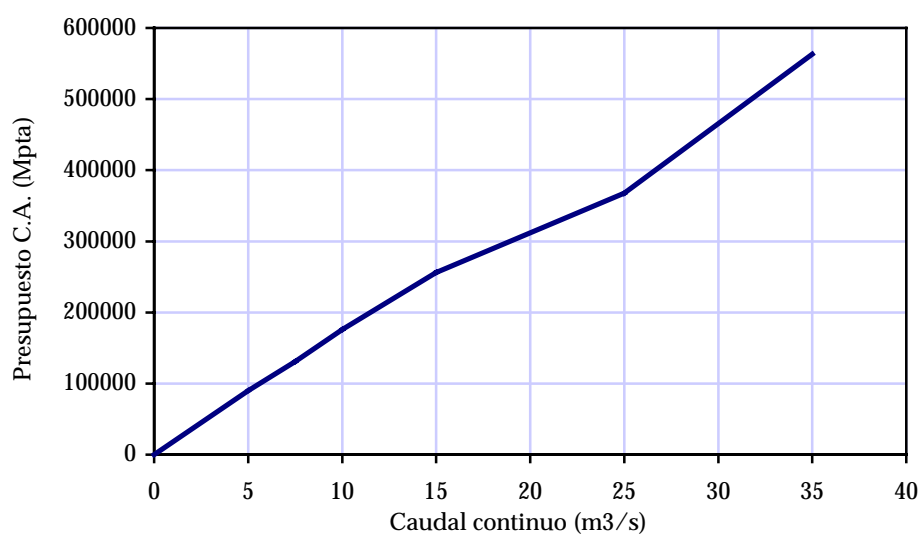


Figura 50. Conducción Ródano-Barcelona. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en las seis elevaciones de la conducción, lo que supone un coeficiente energético medio de 1,25 kWh/m³ con el precio de la energía 8,0 pts/kWh, ello implica unos costes totales de flujo de unas 10,0 pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de tales estimaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (n ^o)	N ^o tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	24	1	2000	1,6	312.794	240,0	363,9	504,0	29,1	1,61	8,0
7,5	24	1	2500	1,5	312.794	240,0	249,1	389,0	33,6	1,25	8,0
10,0	24	1	3000	1,4	312.794	240,0	167,4	336,0	38,7	1,08	8,0
15,0	24	2	2500	1,5	312.794	240,0	249,1	389,0	67,3	1,25	8,0
25,0	24	2	3000	1,8	312.794	240,0	261,6	402,0	115,9	1,29	8,0
35,0	24	3	3000	1,7	312.794	240,0	227,9	368,0	148,5	1,18	8,0

Tabla 49. Conducción Ródano-Barcelona. Coeficientes energéticos en los bombeos

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Operación (Pts/m ³)
5,0	0,0	0,0	1,6	8,0	0,0	1,6	8,0	12,9
10,0	0,0	0,0	1,2	8,0	0,0	1,2	8,0	10,0
15,0	0,0	0,0	1,1	8,0	0,0	1,1	8,0	8,6
20,0	0,0	0,0	1,2	8,0	0,0	1,2	8,0	10,0
25,0	0,0	0,0	1,3	8,0	0,0	1,3	8,0	10,3
35,0	0,0	0,0	1,2	8,0	0,0	1,2	8,0	9,4

Tabla 50. Conducción Ródano-Barcelona. Costes totales de circulación

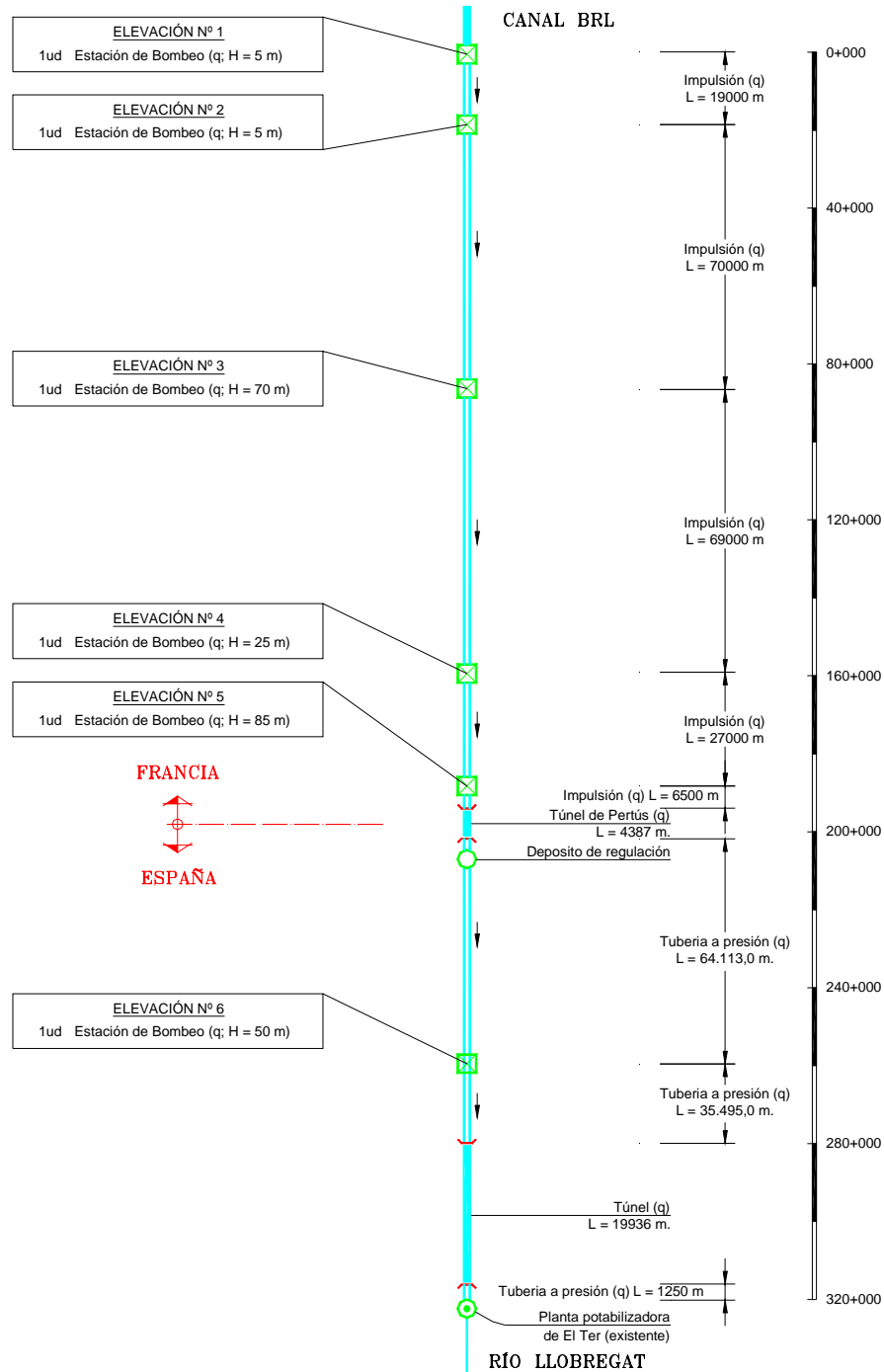


Figura 51. Conducci3n R3dano - Barcelona. Esquema en planta

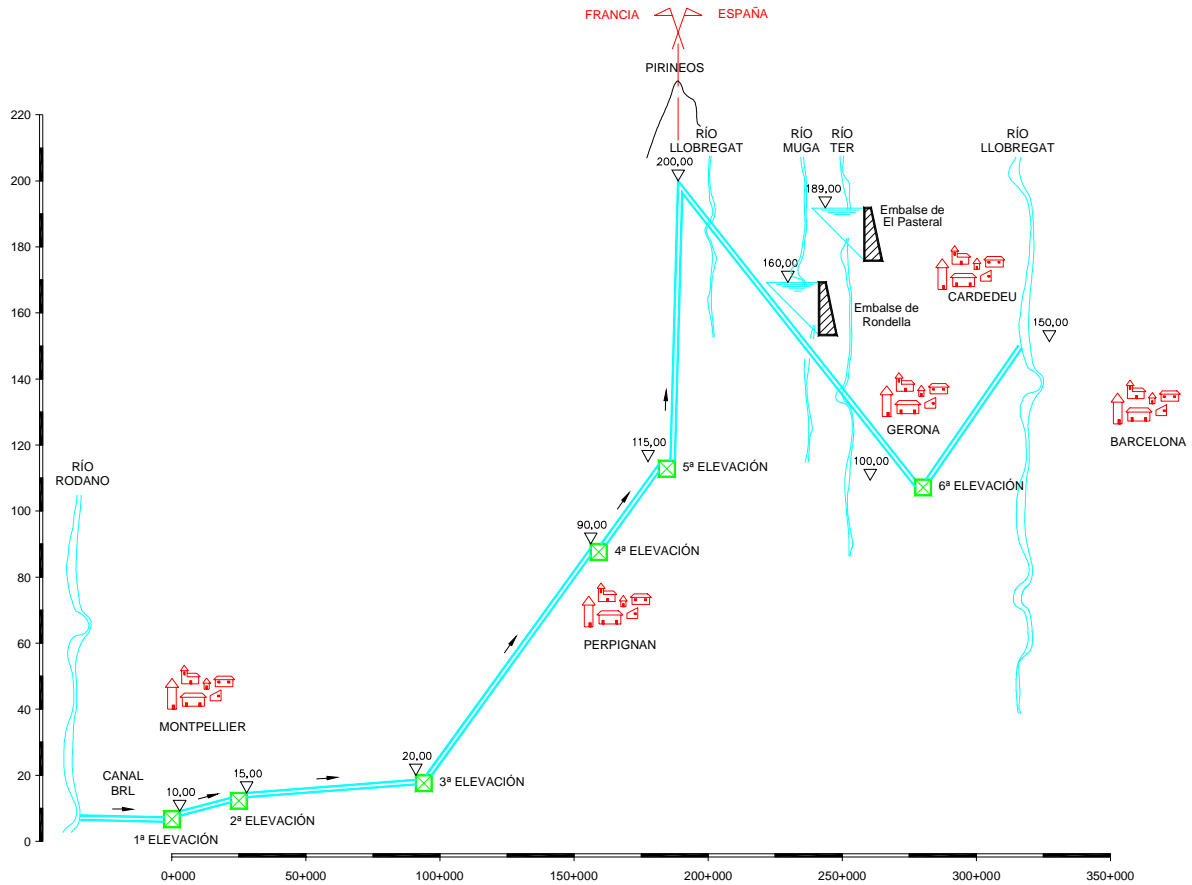


Figura 52. Conducción Ródano – Barcelona. Esquema en alzado

2.4. CONDUCCIÓN EBRO-CASTELLÓN NORTE

La función de costes de este tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

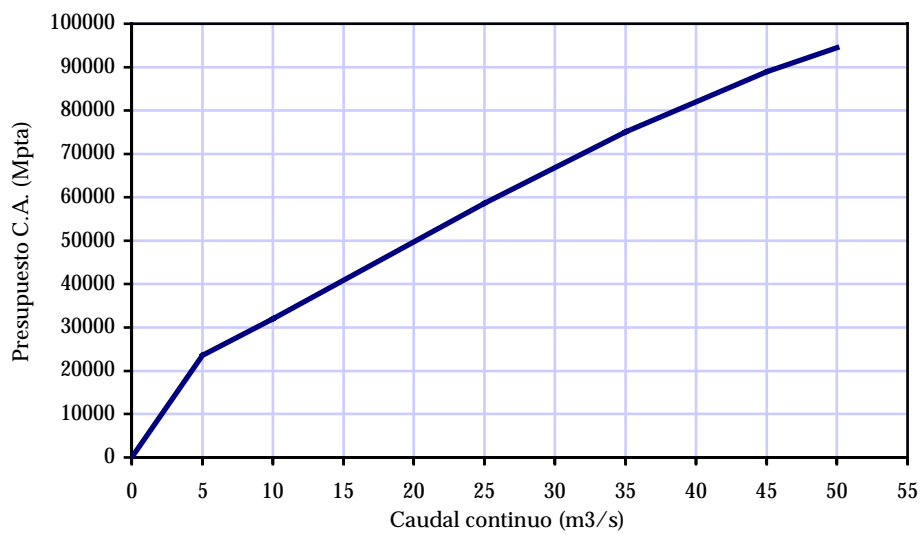


Figura 53. Conducción Ebro-Castellón Norte. Función de costes

Respecto a los costes de circulación, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en la elevación de Cherta-Valdeinfierno, con lo que resulta un coeficiente energético variable entre 0,6 y 0,7 kWh/m³ y un precio de la energía de 8 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de operación de 5 a 5,7 pts/m³. Todo ello puede verse debidamente justificado en las tablas adjuntas.

Q (m ³ /s)	h _{finc} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	18	4	900	2,6	3473	190,0	31,7	221,7	17,0	0,7	8,0
10,0	18	4	1300	2,5	3473	190,0	17,9	207,9	32,0	0,7	8,0
25,0	18	4	2000	2,7	3473	190,0	11,2	201,2	77,3	0,6	8,0
35,0	18	4	2400	2,6	3473	190,0	8,3	198,3	106,7	0,6	8,0
45,0	18	4	2700	2,6	3473	190,0	7,3	197,3	136,5	0,6	8,0
50,0	18	4	2900	2,5	3473	190,0	6,2	196,2	150,8	0,6	8,0

Tabla 51. Conducción Ebro-Castellón Norte. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/m ³)
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	
5,0	0,0	0,0	0,7	8,0	0,0	0,7	8,0	5,7
10,0	0,0	0,0	0,7	8,0	0,0	0,7	8,0	5,3
25,0	0,0	0,0	0,6	8,0	0,0	0,6	8,0	5,2
35,0	0,0	0,0	0,6	8,0	0,0	0,6	8,0	5,1
45,0	0,0	0,0	0,6	8,0	0,0	0,6	8,0	5,1
50,0	0,0	0,0	0,6	8,0	0,0	0,6	8,0	5,0

Tabla 52. Conducción Ebro-Castellón Norte. Costes totales de circulación

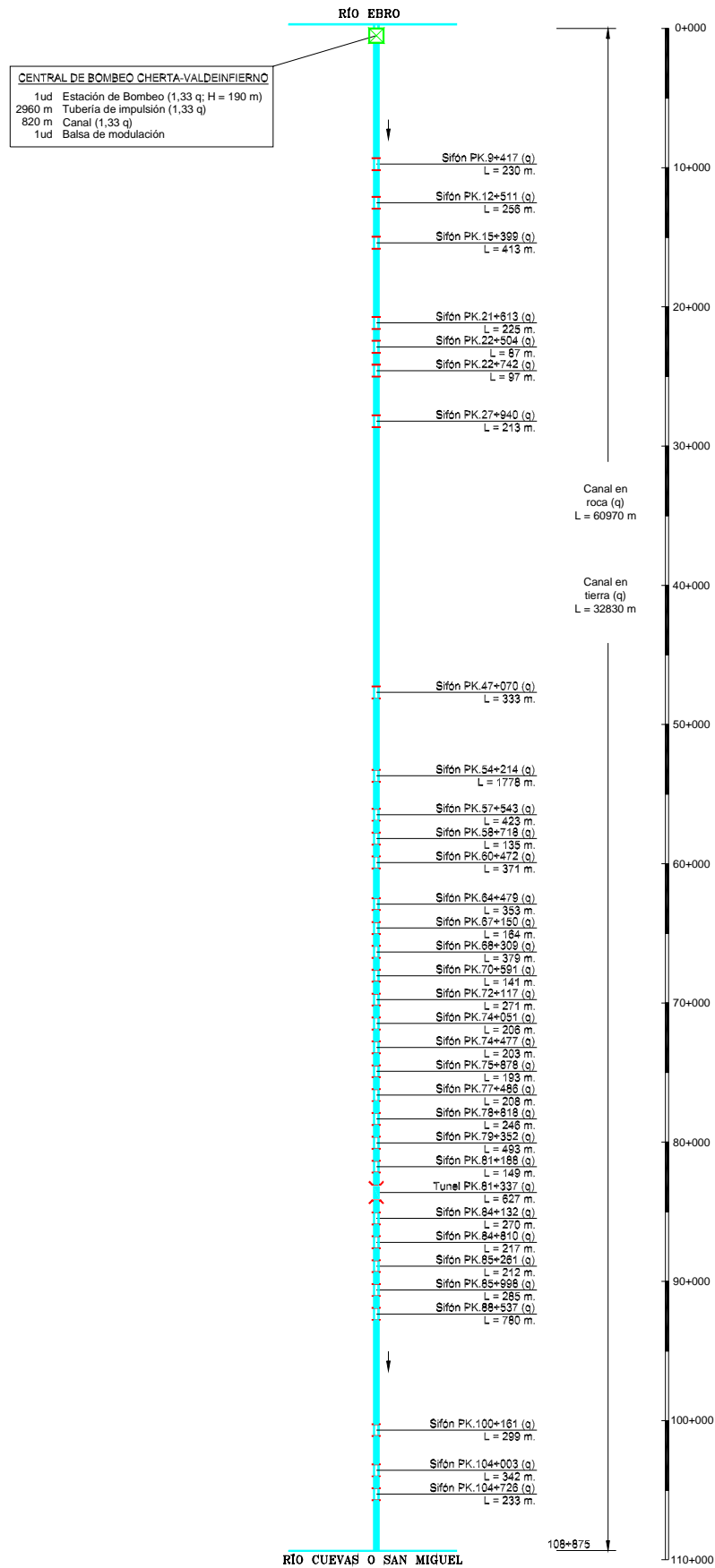


Figura 54. Conducción Ebro-Castellón Norte. Esquema en planta

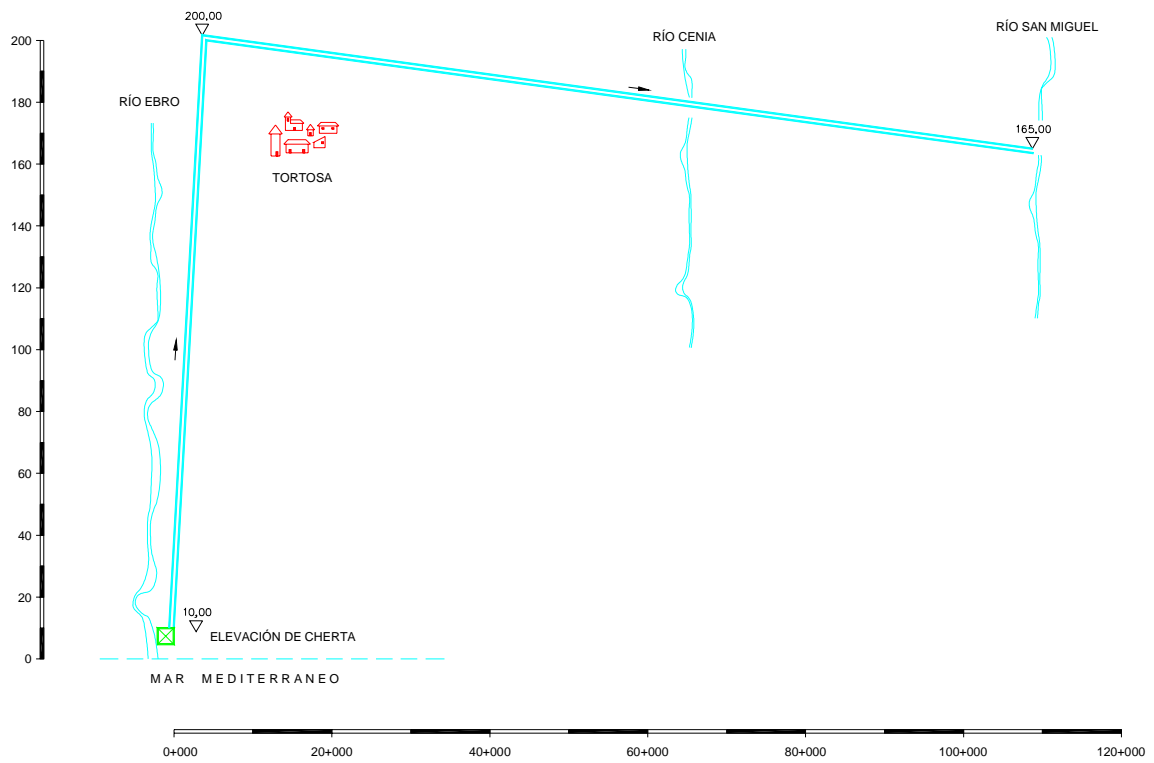


Figura 55. Conducción Ebro-Castellón Norte. Esquema en alzado

2.5. CONDUCCIÓN CASTELLÓN NORTE-MIJARES

La función de costes de este tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

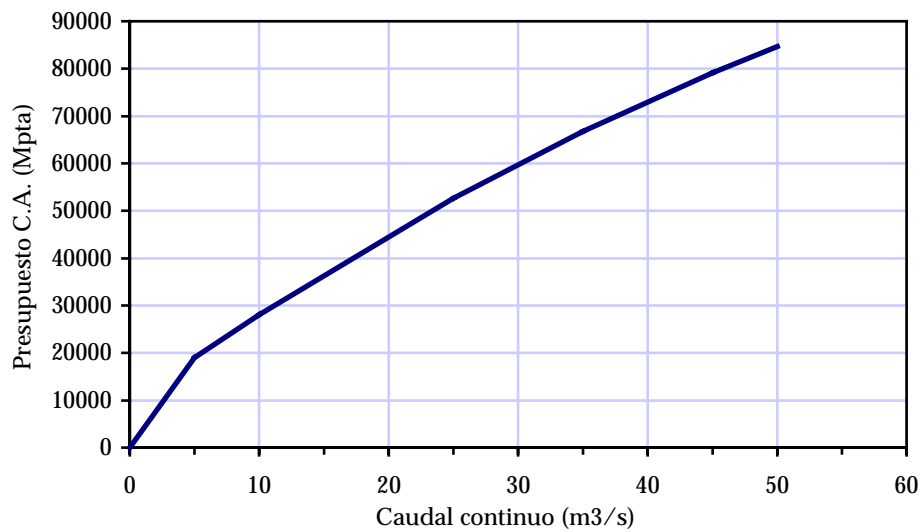


Figura 56. Conducción Castellón Norte - Mijares. Función de coste

Respecto a los costes de circulación, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en la elevación de Cuevas de Vinromá. El coeficiente energético resultante es de 0,3 kWh/m³ con un precio de la energía de 8 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de flujo del orden de 2,7 pts/m³, que llegan a 3,5 para pequeñas capacidades. Las tablas adjuntas muestran el detalle de tales estimaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	18	5	800	2,7	1583	103,0	17,4	120,4	9,3	0,4	9,0
10,0	18	5	1100	2,8	1583	103,0	12,7	115,7	17,8	0,4	8,0
25,0	18	5	1800	2,6	1583	103,0	5,7	108,7	41,8	0,3	8,0
35,0	18	5	2100	2,7	1583	103,0	4,9	107,9	58,1	0,3	8,0
45,0	18	5	2400	2,7	1583	103,0	4,0	107,0	74,0	0,3	8,0
50,0	18	5	2600	2,5	1583	103,0	3,2	106,2	81,7	0,3	8,0

Tabla 54. Conducción Castellón Norte - Mijares. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
5,0	0,0	0,0	0,4	9,0	0,0	0,4	9,0	3,5
10,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	3,0
25,0	0,0	0,0	0,3	8,0	0,0	0,3	8,0	2,8
35,0	0,0	0,0	0,3	8,0	0,0	0,3	8,0	2,8
45,0	0,0	0,0	0,3	8,0	0,0	0,3	8,0	2,7
50,0	0,0	0,0	0,3	8,0	0,0	0,3	8,0	2,7

Tabla 55. Conducción Castellón Norte - Mijares. Costes totales de circulación

						q (m ³ /s)													
						5.0		10.0		25.0		35.0		45.0		50.0			
						Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial		
A	L	V	H		Medición	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)		
(m)	(m)	(m ³)	(m)																
1.- ELEVACION CUEVAS DE VINROMA							1.856		3.282		7.190		9.530		11.677		12.682		
					103.0	1	1.162	1.162	2.112	2.112	4.716	4.716	6.272	6.272	7.692	7.692	8.351	8.351	
							1.583	0.169	268	0.293	464	0.677	1.072	0.945	1.496	1.222	1.934	1.363	2.157
		21600.q				2	213	426	353	706	701	1.402	881	1.762	1.026	2.051	1.087	2.174	
2.- CANAL							31.745		3.638		4.359		6.977		8.727		10.139		10.629
							19.999	0.132	2.640	0.161	3.220	0.269	5.380	0.343	6.860	0.403	8.060	0.424	8.480
							11.746	0.085	998	0.097	1.139	0.136	1.597	0.159	1.868	0.177	2.079	0.183	2.149
3.- TUNELES									4.681		6.328		10.064		11.864		13.434		14.197
							15249	0.307	4.681	0.415	6.328	0.660	10.064	0.778	11.864	0.881	13.434	0.931	14.197
4.- SIFONES							14.886		2.382		4.585		10.554		14.008		17.060		18.429
							446	0.160	71	0.308	137	0.709	316	0.941	420	1.146	511	1.238	553
							297	0.160	48	0.308	92	0.709	211	0.941	280	1.146	340	1.238	368
							156	0.160	25	0.308	48	0.709	111	0.941	147	1.146	179	1.238	193
							766	0.160	123	0.308	236	0.709	543	0.941	721	1.146	878	1.238	949
							1.357	0.160	217	0.308	418	0.709	962	0.941	1.277	1.146	1.555	1.238	1.680
							383	0.160	61	0.308	118	0.709	272	0.941	361	1.146	439	1.238	475
							888	0.160	142	0.308	274	0.709	630	0.941	836	1.146	1.018	1.238	1.100
							521	0.160	83	0.308	161	0.709	370	0.941	491	1.146	597	1.238	645
							1.275	0.160	204	0.308	393	0.709	904	0.941	1.200	1.146	1.461	1.238	1.579
							516	0.160	83	0.308	159	0.709	366	0.941	486	1.146	592	1.238	639
							813	0.160	130	0.308	251	0.709	577	0.941	765	1.146	932	1.238	1.007
							489	0.160	78	0.308	151	0.709	347	0.941	460	1.146	560	1.238	605
							295	0.160	47	0.308	91	0.709	209	0.941	278	1.146	338	1.238	365
							404	0.160	65	0.308	124	0.709	286	0.941	380	1.146	463	1.238	500
							229	0.160	37	0.308	70	0.709	162	0.941	215	1.146	262	1.238	283
							386	0.160	62	0.308	119	0.709	274	0.941	363	1.146	443	1.238	478
							405	0.160	65	0.308	125	0.709	287	0.941	381	1.146	464	1.238	501
							352	0.160	56	0.308	108	0.709	249	0.941	331	1.146	403	1.238	436
							329	0.160	53	0.308	101	0.709	233	0.941	310	1.146	377	1.238	407
							2.685	0.160	430	0.308	827	0.709	1.904	0.941	2.527	1.146	3.077	1.238	3.324
							814	0.160	130	0.308	251	0.709	577	0.941	766	1.146	933	1.238	1.007
							649	0.160	104	0.308	200	0.709	460	0.941	611	1.146	744	1.238	804
							429	0.160	69	0.308	132	0.709	304	0.941	404	1.146	492	1.238	532
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)							12.558		18.555		34.786		44.129		52.310		55.937		
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):							2.888		4.268		8.001		10.150		12.031		12.866		
TOTAL (m Pts.)							15.446		22.823		42.786		54.278		64.341		68.803		
I.V.A. (16%) (M Pts.):							2.471		3.652		6.846		8.685		10.295		11.008		
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):							17.917		26.474		49.632		62.963		74.636		79.811		
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):							19.001		28.076		52.635		66.772		79.151		84.640		

q Caudal continuo de trasvase
A Altura de las presas
L Longitud de coronación de las presas
V Volúmenes de las balsas de modulación
H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 56. Valoración de la conducción Castellón Norte – Mijares

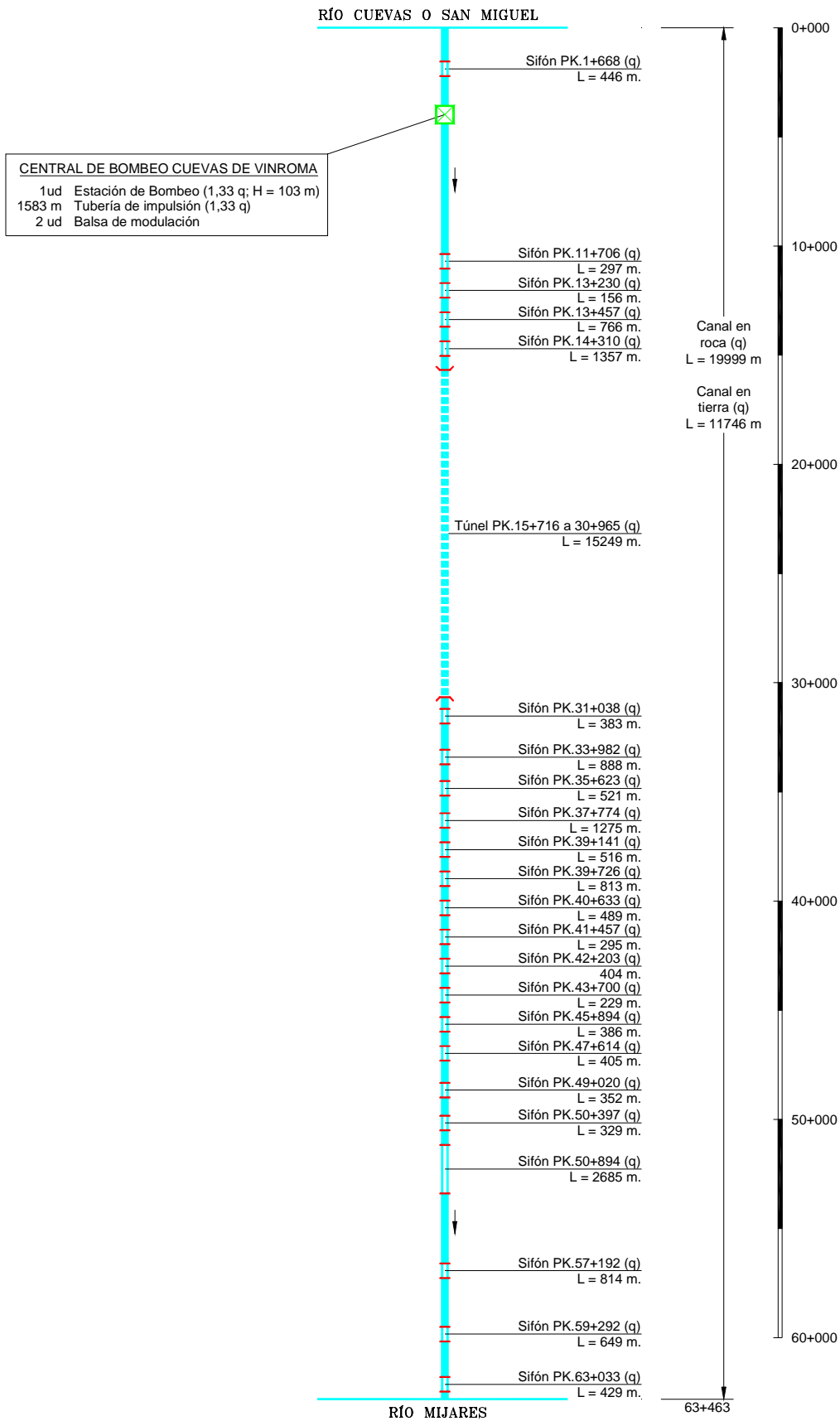


Figura 57. Conducción Castellón Norte - Mijares. Esquema en planta

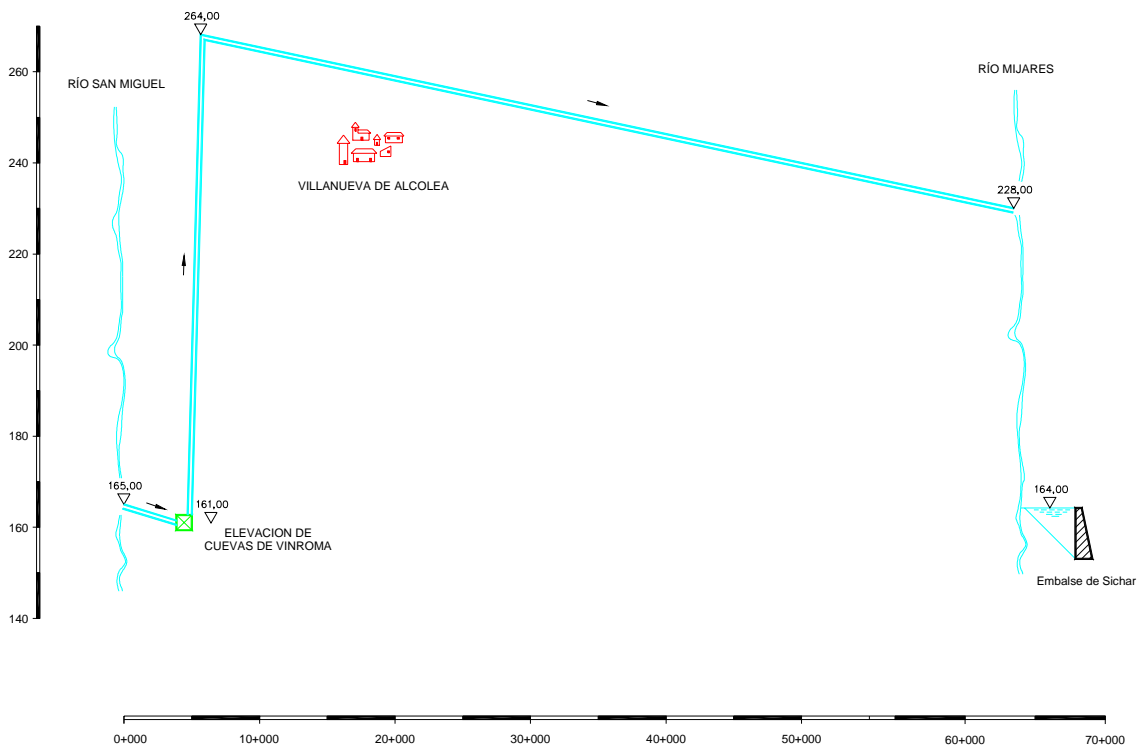


Figura 58. Conducción Castellón Norte - Mijares. Esquema en alzado.

2.6. CONDUCCIÓN MIJARES-CASTELLÓN SUR

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

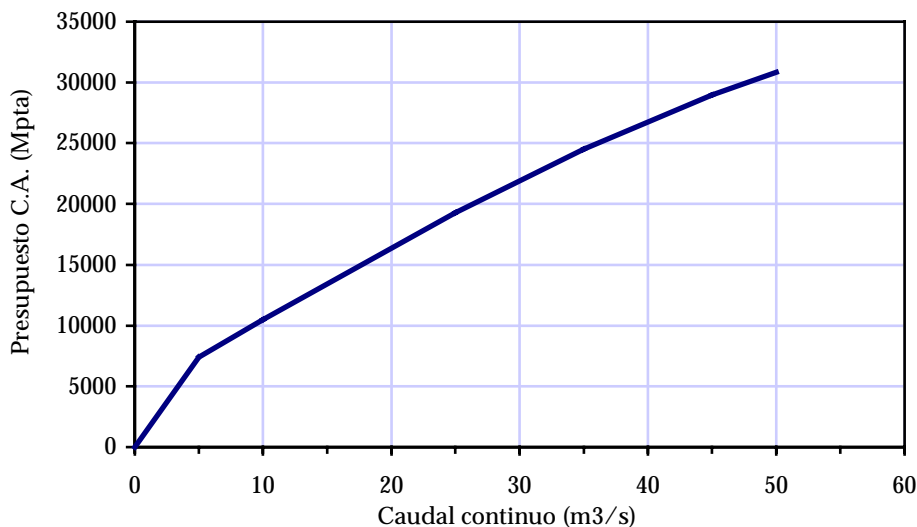


Figura 59. Conducción Mijares - Castellón Sur. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, al no haber en el mismo ni elevaciones ni turbinaciones, no habría que considerar coste energético alguno debido a estos conceptos. Se adjunta la tabla de valoración de la conducción para distintos caudales.

	A (m)	L (m)	V (m3)	H (m)	Medición	q (m ³ /s)											
						5,0		10,0		25,0		35,0		45,0		50,0	
						unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)
1.- CANAL					21.188	2.498	3.004	4.854	6.098	7.102	7.452						
m Sección en roca (q)					14.832	0.132 1.958	0.161 2.388	0.269 3.990	0.343 5.087	0.403 5.977	0.424 6.289						
m Sección en tierra (q)					6.356	0.085 540	0.097 617	0.136 864	0.159 1.011	0.177 1.125	0.183 1.163						
2.- TUNELES					2.727	837	1.132	1.800	2.122	2.403	2.539						
m Túnel (q); P.K. 1+389					669	0.307 206	0.415 278	0.660 442	0.778 521	0.881 590	0.931 623						
m Túnel (q); P.K. 4+765					1605	0.307 493	0.415 666	0.660 1.059	0.778 1.249	0.881 1.414	0.931 1.494						
m Túnel (q); P.K. 27+044					453	0.307 139	0.415 188	0.660 299	0.778 352	0.881 399	0.931 422						
3.- ACUEDUCTOS					2.790	463	695	1.281	1.599	1.875	2.001						
m Acueducto (q); P.K. 0+232					214	0.166 36	0.249 53	0.459 98	0.573 123	0.672 144	0.717 154						
m Acueducto (q); P.K. 6+370					1134	0.166 188	0.249 282	0.459 521	0.573 650	0.672 762	0.717 813						
m Acueducto (q); P.K. 10+990					328	0.166 54	0.249 82	0.459 150	0.573 188	0.672 220	0.717 235						
m Acueducto (q); P.K. 12+270					1114	0.166 185	0.249 277	0.459 511	0.573 638	0.672 749	0.717 799						
4.- SIFONES					6.778	1.085	2.088	4.806	6.378	7.768	8.392						
m Sifón (q); P.K. 0+953					214	0.160 34	0.308 66	0.709 152	0.941 201	1.146 245	1.238 265						
m Sifón (q); P.K. 2+420					482	0.160 77	0.308 148	0.709 342	0.941 454	1.146 552	1.238 597						
m Sifón (q); P.K. 9+191					983	0.160 157	0.308 303	0.709 697	0.941 925	1.146 1.127	1.238 1.217						
m Sifón (q); P.K. 18+386					318	0.160 51	0.308 98	0.709 225	0.941 299	1.146 364	1.238 393						
m Sifón (q); P.K. 19+777					918	0.160 147	0.308 283	0.709 651	0.941 864	1.146 1.052	1.238 1.136						
m Sifón (q); P.K. 21+035					359	0.160 57	0.308 111	0.709 254	0.941 338	1.146 411	1.238 444						
m Sifón (q); P.K. 23+420					1.398	0.160 224	0.308 431	0.709 991	0.941 1.315	1.146 1.602	1.238 1.731						
m Sifón (q); P.K. 25+626					353	0.160 57	0.308 109	0.709 250	0.941 332	1.146 405	1.238 437						
m Sifón (q); P.K. 26+389					272	0.160 44	0.308 84	0.709 193	0.941 256	1.146 312	1.238 337						
m Sifón (q); P.K. 29+171					373	0.160 60	0.308 115	0.709 264	0.941 351	1.146 427	1.238 462						
m Sifón (q); P.K. 31+564					883	0.160 141	0.308 272	0.709 626	0.941 831	1.146 1.012	1.238 1.093						
m Sifón (q); P.K. 33+259					225	0.160 36	0.308 69	0.709 160	0.941 212	1.146 258	1.238 279						
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						4.883	6.919	12.741	16.197	19.148	20.383						
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						1.123	1.591	2.930	3.725	4.404	4.688						
TOTAL (m Pts.)						6.006	8.510	15.671	19.922	23.552	25.071						
I.V.A. (16%) (M Pts.):						961	1.362	2.507	3.188	3.768	4.011						
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						6.967	9.872	18.179	23.110	27.320	29.083						
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						7.389	10.469	19.278	24.508	28.973	30.842						

- q Caudal continuo de trasvase
- A Altura de las presas
- L Longitud de coronación de las presas
- V Volúmenes de las balsas de modulación
- H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 57. Valoración de la conducción Mijares - Castellón Sur

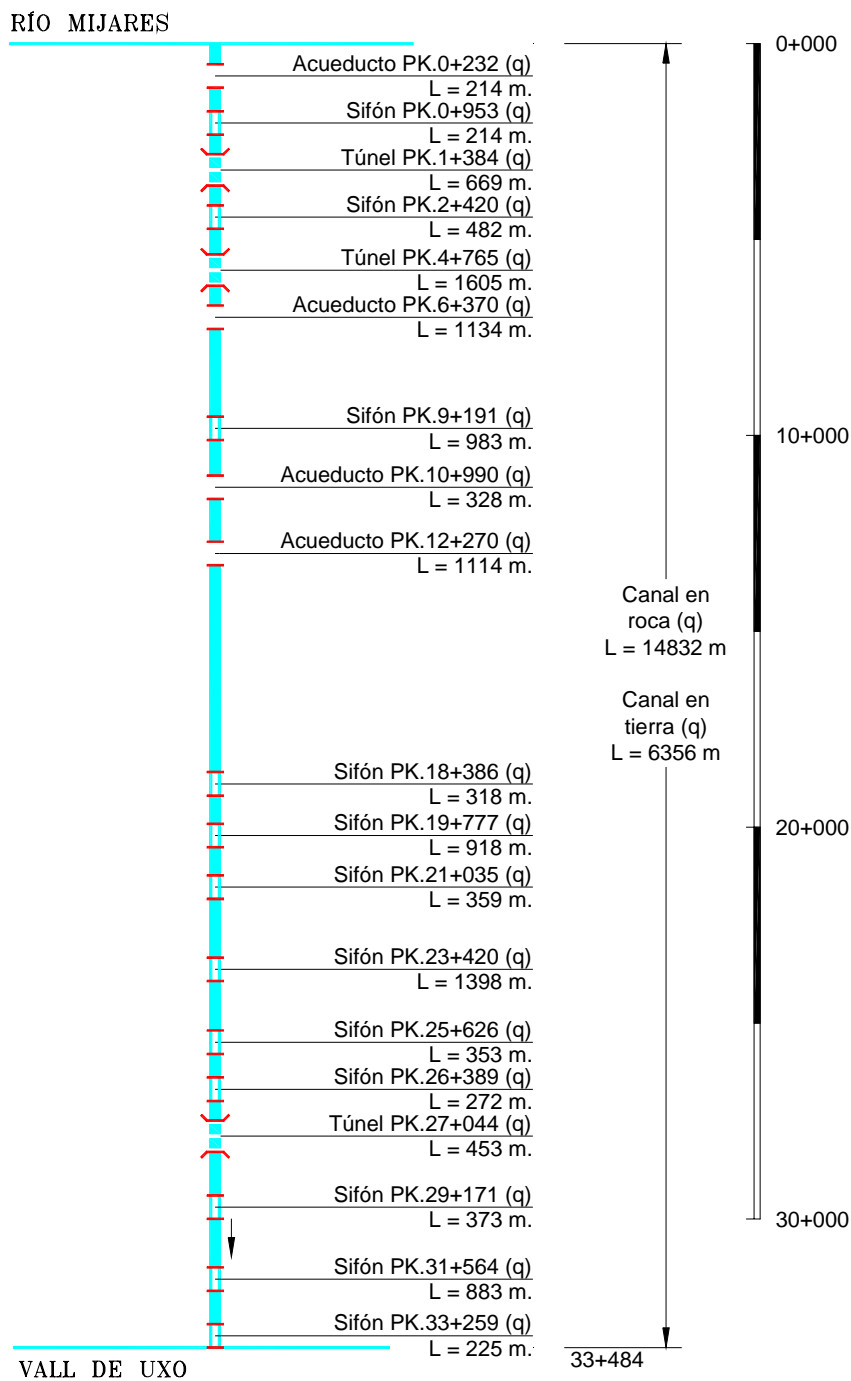


Figura 60. Conducción Mijares - Castellón Sur. Esquema en planta

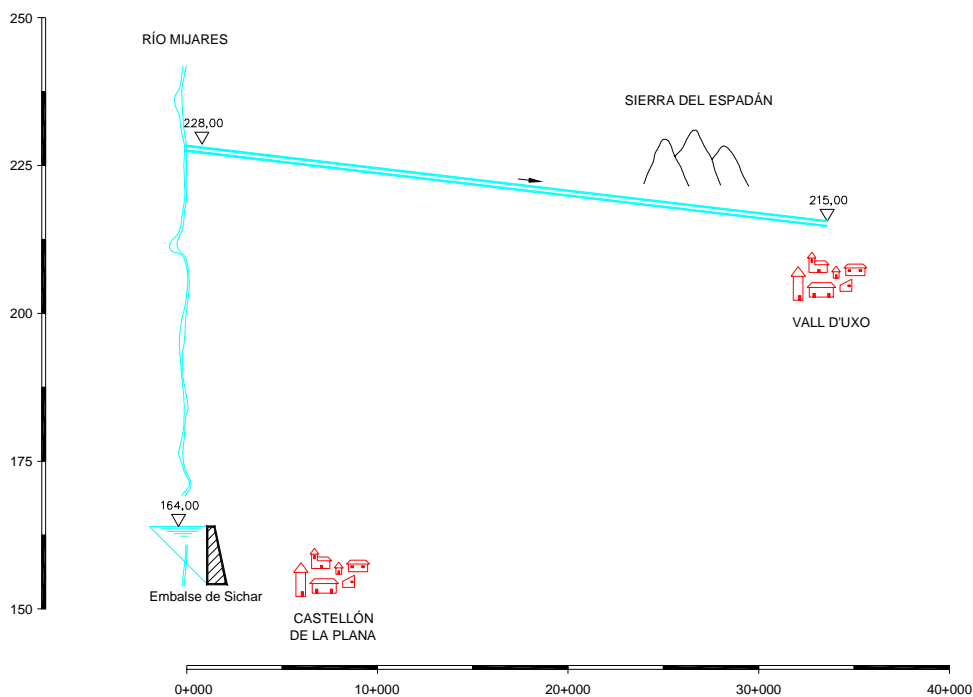


Figura 61. Conducción Mijares - Castellón Sur. Esquema en alzado.

2.7. CONDUCCIÓN CASTELLÓN SUR-TURIA

La función de costes del tramo es la mostrada en la figura adjunta.

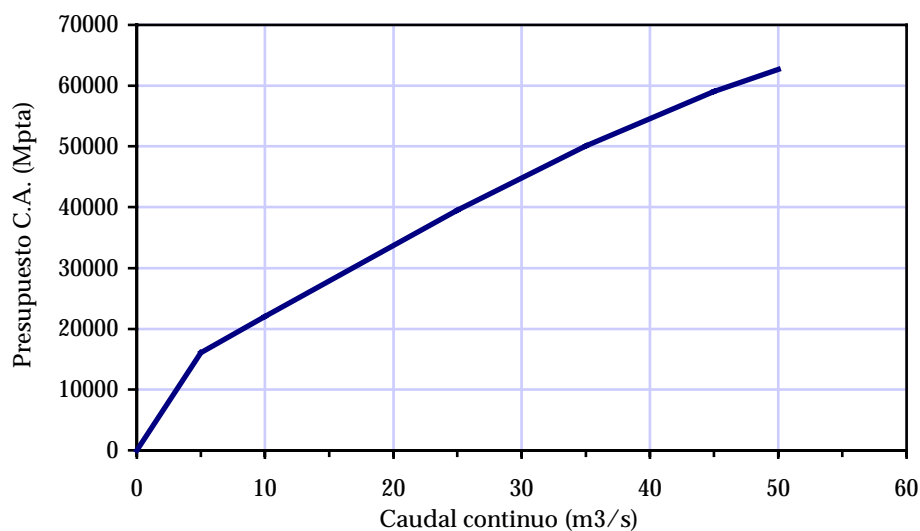


Figura 62. Conducción Castellón Sur - Turia. Función de coste

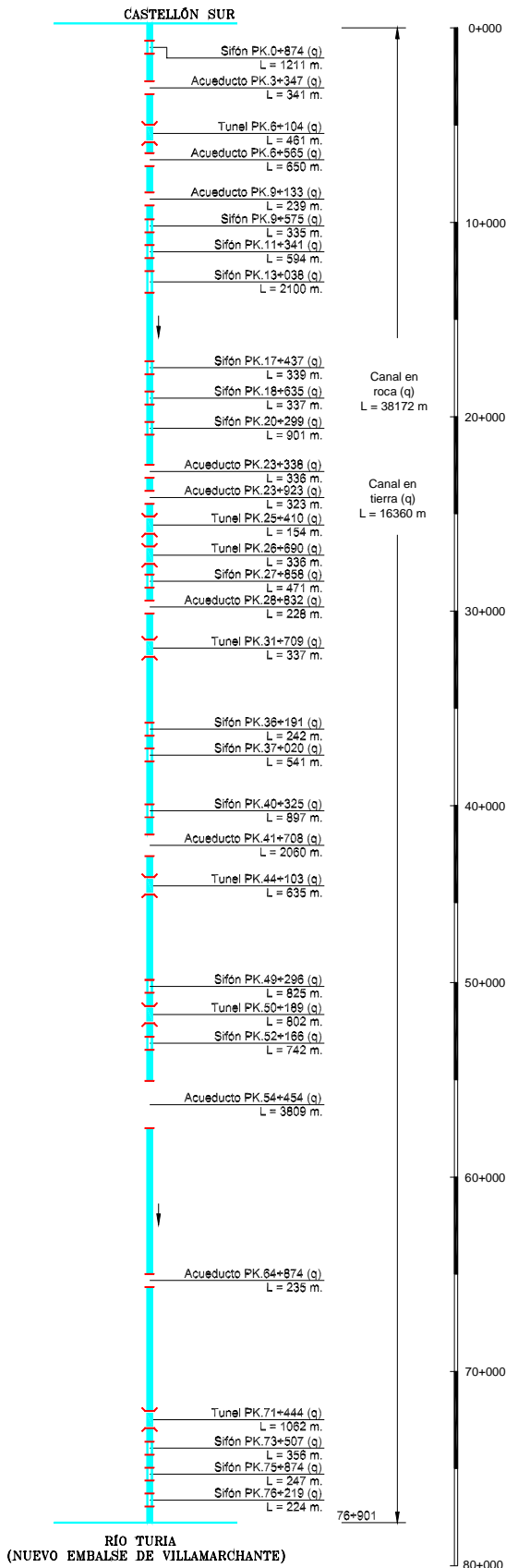


Figura 63. Conducción Castellón Sur - Turia. Esquema en planta

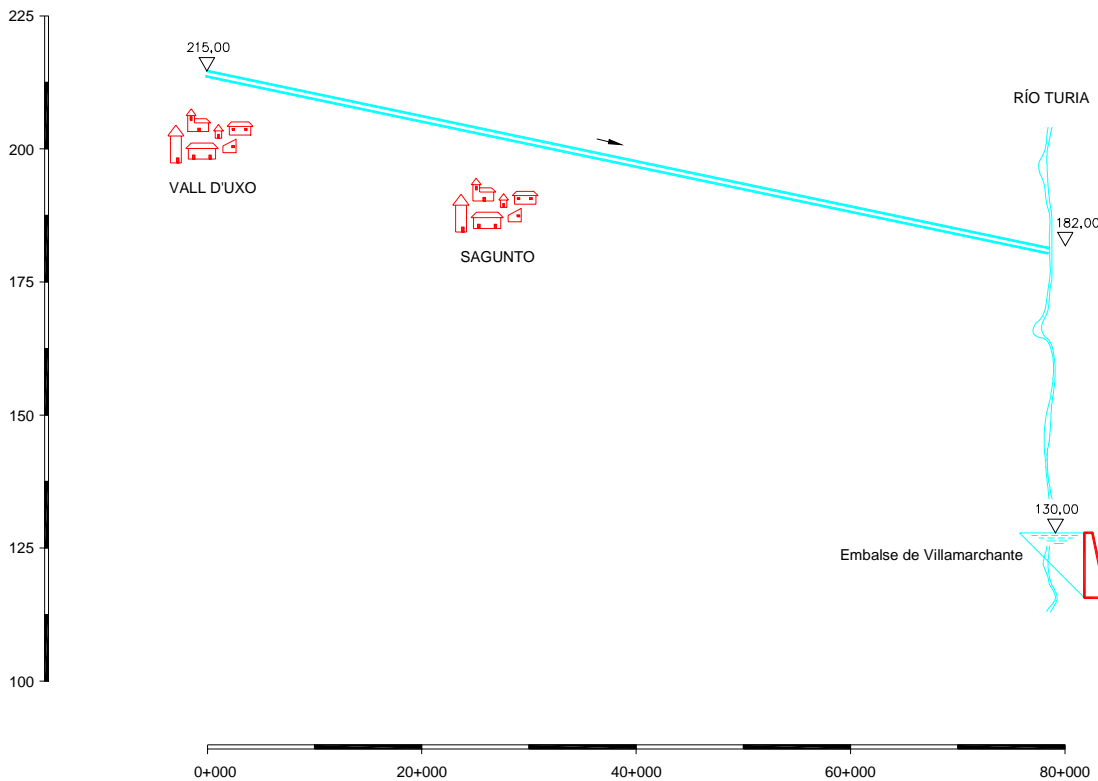


Figura 64. Conducción Castellón Sur - Turia. Esquema en alzado

2.8. CONDUCCIÓN TURIA-TOUS

La función de costes del tramo es la mostrada en la figura adjunta.

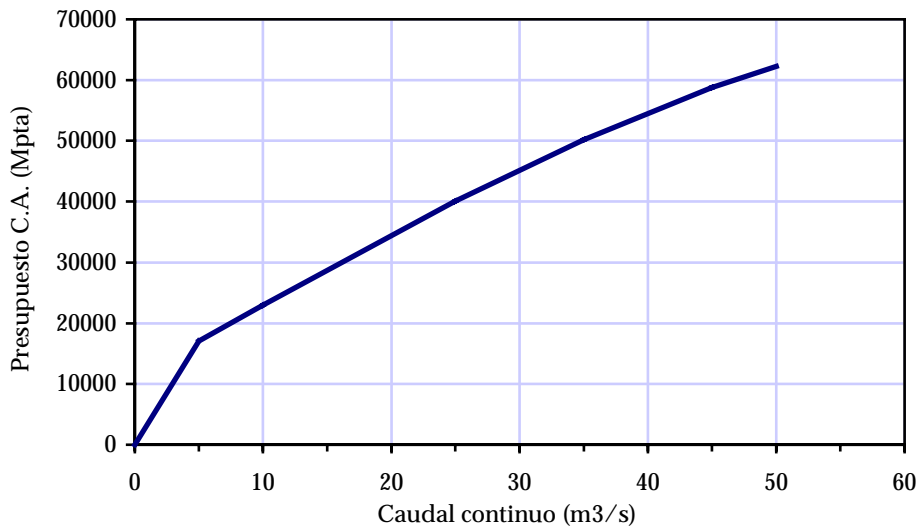


Figura 65. Conducción Turia - Tous. Función de coste

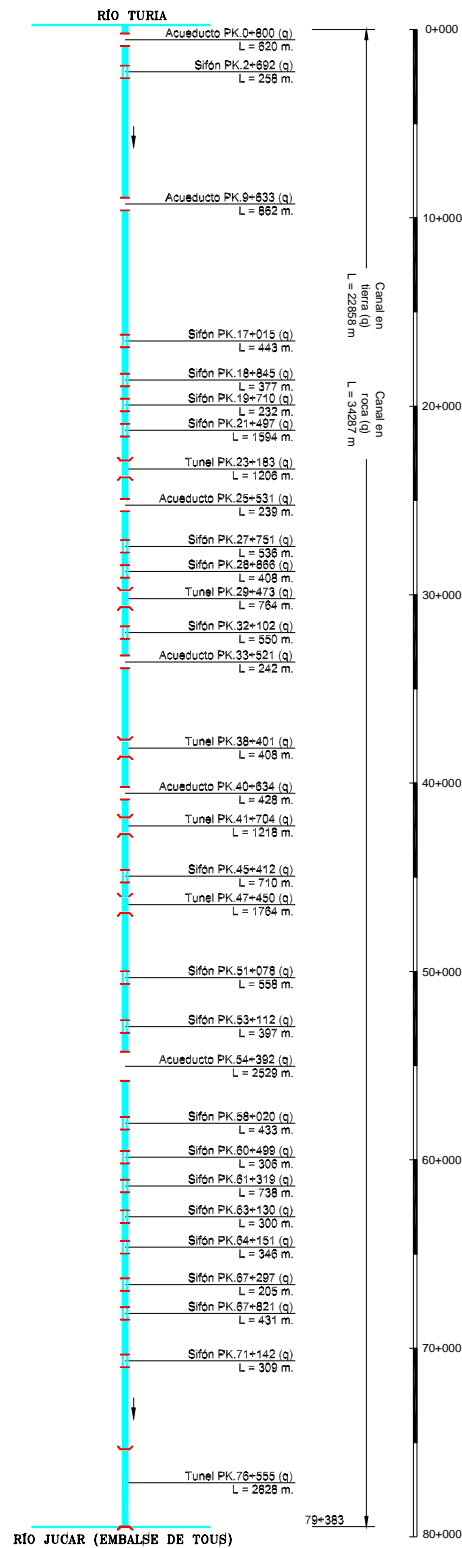


Figura 66. Conducción Turia - Tous. Esquema en planta

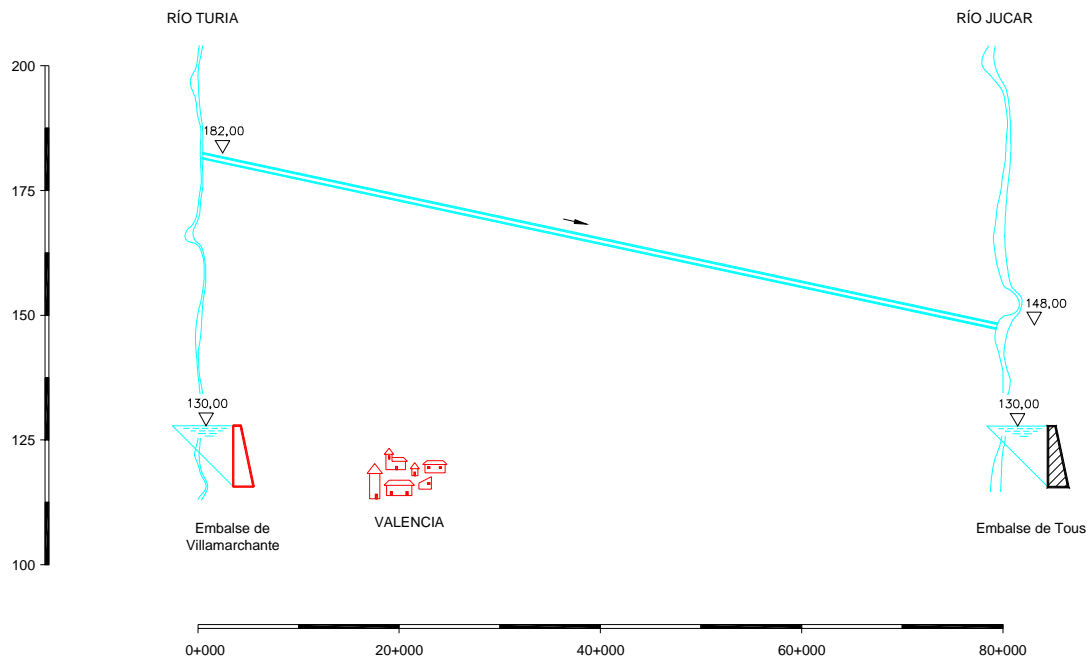


Figura 67. Conducción Turia - Tous. Esquema en alzado

2.9. CONDUCCIÓN TOUS-VILLENA

La función de costes de este tramo es la que mostrada en la gráfica adjunta.

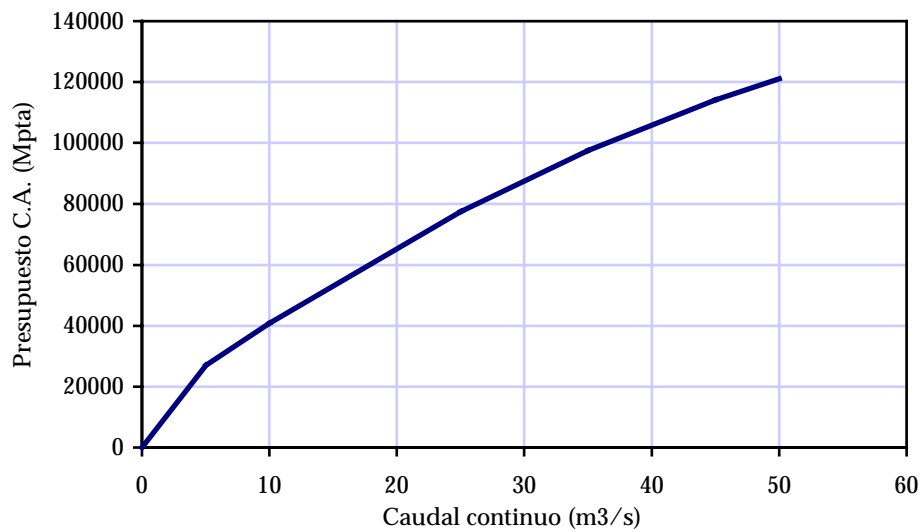


Figura 68. Conducción Tous - Villena. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar únicamente el consumo energético debido a las elevaciones de Tous y Villada. El coeficiente energético resulta ser de 1,3 kWh/m³ con un precio de la energía de 8 pts/kWh, lo que suponen unos costes de flujo globales del tramo de 10,8 pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de tales estimaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	18	4	900	2,6	2878	413,8	26,3	440,1	33,8	1,4	8,0
10,0	18	4	1300	2,5	2878	413,8	14,8	428,6	65,9	1,4	8,0
25,0	18	4	2000	2,7	2878	413,8	9,3	423,1	162,6	1,4	8,0
35,0	18	4	2400	2,6	2878	413,8	6,9	420,7	226,3	1,3	8,0
45,0	18	4	2700	2,6	2878	413,8	6,1	419,9	290,5	1,3	8,0
50,0	18	4	2900	2,5	2878	413,8	5,1	418,9	322,0	1,3	8,0

Tabla 60. Conducción Tous - Villena. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
5,0	0,0	0,0	1,4	8,0	0,0	1,4	8,0	11,3
10,0	0,0	0,0	1,4	8,0	0,0	1,4	8,0	11,0
25,0	0,0	0,0	1,4	8,0	0,0	1,4	8,0	10,8
35,0	0,0	0,0	1,3	8,0	0,0	1,3	8,0	10,8
45,0	0,0	0,0	1,3	8,0	0,0	1,3	8,0	10,8
50,0	0,0	0,0	1,3	8,0	0,0	1,3	8,0	10,7

Tabla 61. Conducción Tous - Villena. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m³)	H (m)	Medición	q (m³/s)											
						5.0		10.0		25.0		35.0		45.0		50.0	
						unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)	unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)
1.- ELEVACION DE TOUS							2.376		4.239		9.299		12.200		14.754		15.904
Ud Estación de bombeo (1,33 q)				153.0	1	1.620	1.620	2.980	2.980	6.573	6.573	8.591	8.591	10.313	10.313	11.065	11.065
m Tubería de impulsión (1,33 q)					1.955	0,169	330	0,293	573	0,677	1.324	0,945	1.848	1,222	2.389	1,363	2.665
Ud Balsa de modulación			21600.q		2	213	426	353	706	701	1.402	881	1.762	1.026	2.051	1.087	2.174
2.- ELEVACION DE VALLADA							3.072		5.620		11.852		14.862		16.976		17.699
Ud Estación de bombeo (1,33 q)				260.8	1	2.490	2.490	4.643	4.643	9.824	9.824	12.229	12.229	13.796	13.796	14.267	14.267
m Tubería de impulsión (1,33 q)					923	0,169	156	0,293	270	0,677	625	0,945	872	1,222	1.128	1,363	1.258
Ud Balsa de modulación			21600.q		2	213	426	353	706	701	1.402	881	1.762	1.026	2.051	1.087	2.174
3.- CANAL						47.584	5.297	6.321	10.015		12.469		14.445		15.130		
m Sección en roca (q)					26.647	0,132	3.517	0,161	4.290	0,269	7.168	0,343	9.140	0,403	10.739	0,424	11.298
m Sección en tierra (q)					20.937	0,085	1.780	0,097	2.031	0,136	2.847	0,159	3.329	0,177	3.706	0,183	3.831
4.- TUNELES						16.133	4.953	6.695	10.647		12.551		14.213		15.019		
m Túnel (q); P.K. 4+828					344	0,307	106	0,415	143	0,660	227	0,778	268	0,881	303	0,931	320
m Túnel (q); P.K. 11+432					628	0,307	193	0,415	261	0,660	415	0,778	489	0,881	554	0,931	585
m Túnel (q); P.K. 13+985					1.978	0,307	607	0,415	821	0,660	1.305	0,778	1.538	0,881	1.742	0,931	1.841
m Túnel (q); P.K. 16+201					980	0,307	301	0,415	407	0,660	647	0,778	762	0,881	863	0,931	912
m Túnel (q); P.K. 17+370					710	0,307	218	0,415	294	0,660	468	0,778	552	0,881	625	0,931	661
m Túnel (q); P.K. 22+682					184	0,307	56	0,415	76	0,660	121	0,778	143	0,881	162	0,931	171
m Túnel (q); P.K. 23+652					931	0,307	286	0,415	386	0,660	615	0,778	724	0,881	820	0,931	867
m Túnel (q); P.K. 24+988					4.003	0,307	1.229	0,415	1.661	0,660	2.642	0,778	3.114	0,881	3.527	0,931	3.727
m Túnel (q); P.K. 57+711					6.375	0,307	1.957	0,415	2.646	0,660	4.207	0,778	4.960	0,881	5.616	0,931	5.935
5.- ACUEDUCTOS						520	86	129	239		298		349		373		
m Acueducto (q); P.K. 22+866					123	0,166	20	0,249	31	0,459	57	0,573	71	0,672	83	0,717	88
m Acueducto (q); P.K. 31+053					396	0,166	66	0,249	99	0,459	182	0,573	227	0,672	266	0,717	284
6.- SIFONES						12.882	2.061	3.968	9.133		12.122		14.762		15.947		
m Sifón (q); P.K. 1+538					998	0,160	160	0,308	308	0,709	708	0,941	939	1,146	1.144	1,238	1.236
m Sifón (q); P.K. 5+887					2.607	0,160	417	0,308	803	0,709	1.848	0,941	2.453	1,146	2.988	1,238	3.227
m Sifón (q); P.K. 21+156					367	0,160	59	0,308	113	0,709	260	0,941	345	1,146	421	1,238	454
m Sifón (q); P.K. 22+449					152	0,160	24	0,308	47	0,709	107	0,941	143	1,146	174	1,238	188
m Sifón (q); P.K. 33+140					2.480	0,160	397	0,308	764	0,709	1.758	0,941	2.334	1,146	2.842	1,238	3.070
m Sifón (q); P.K. 36+544					1.526	0,160	244	0,308	470	0,709	1.082	0,941	1.436	1,146	1.749	1,238	1.889
m Sifón (q); P.K. 43+507					380	0,160	61	0,308	117	0,709	269	0,941	357	1,146	435	1,238	470
m Sifón (q); P.K. 44+950					790	0,160	126	0,308	243	0,709	560	0,941	744	1,146	906	1,238	979
m Sifón (q); P.K. 47+628					440	0,160	70	0,308	135	0,709	312	0,941	414	1,146	504	1,238	544
m Sifón (q); P.K. 72+386					3.142	0,160	503	0,308	968	0,709	2.228	0,941	2.957	1,146	3.601	1,238	3.890
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						17.846	26.992	51.186	64.502		75.499		80.072				
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						4.105	6.208	11.773	14.835		17.365		18.417				
TOTAL (m Pts.)						21.950	33.200	62.958	79.337		92.863		98.489				
I.V.A. (16%) (M Pts.):						3.512	5.312	10.073	12.694		14.858		15.758				
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						25.462	38.512	73.032	92.031		107.721		114.247				
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						27.003	40.842	77.450	97.599		114.238		121.159				

q Caudal continuo de trasvase

A Altura de las presas

L Longitud de coronación de las presas

V Volúmenes de las balsas de modulación

H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 62. Valoración de la conducción Tous – Villena

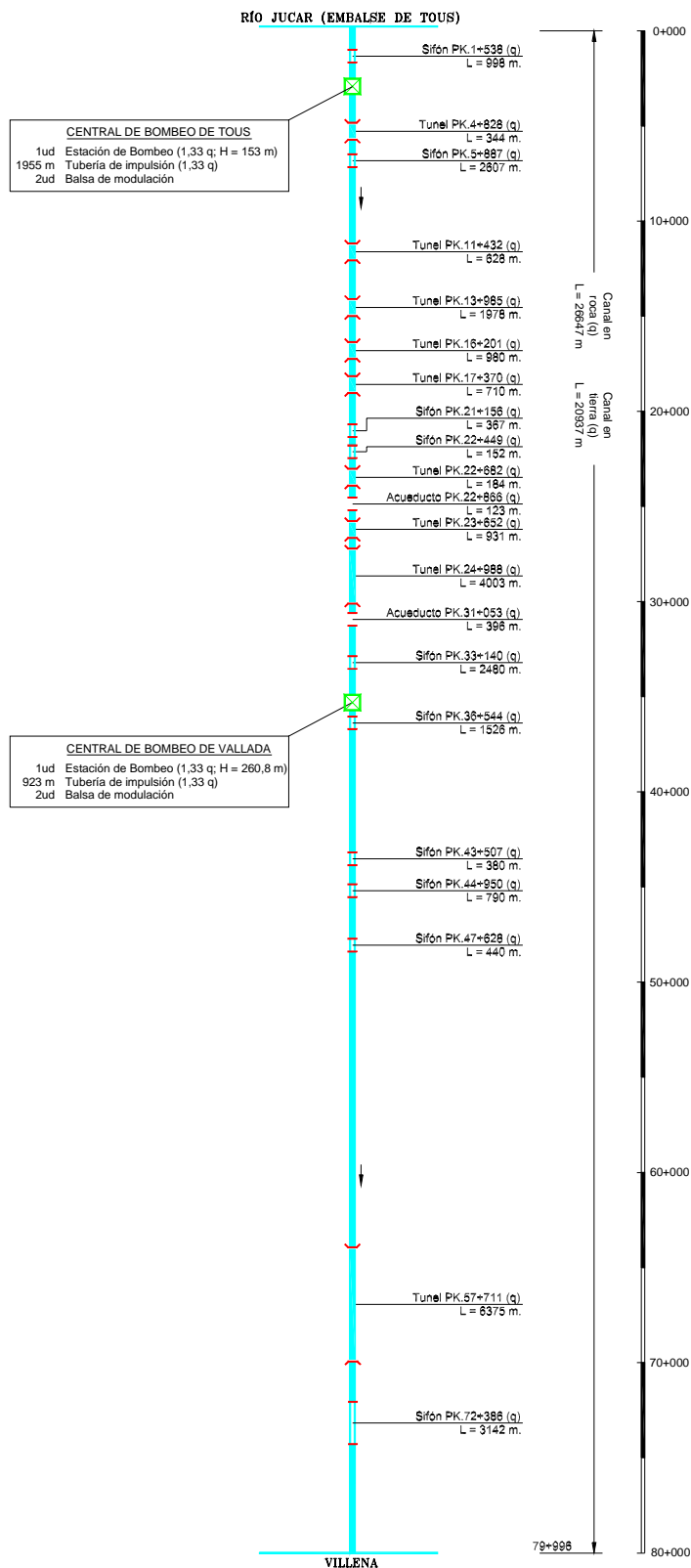


Figura 69. Conducción Tous - Villena. Esquema en planta

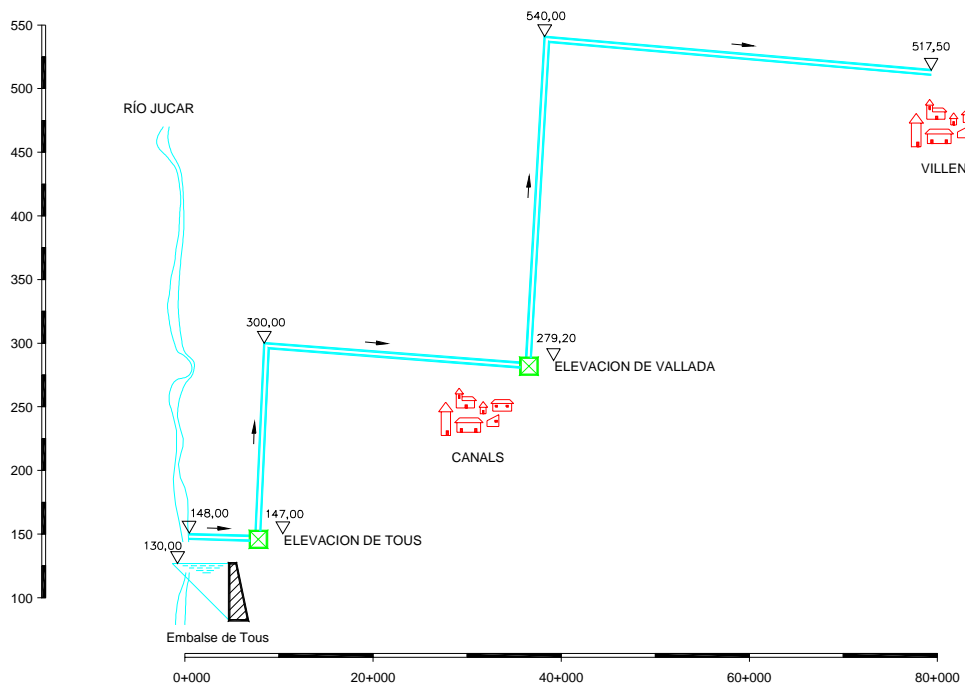


Figura 70. Conducción Tous - Villena. Esquema en alzado

2.10. CONDUCCIÓN VILLENA-BAJO SEGURA

La función de costes de este tramo resulta ser la que se muestra en la figura adjunta.

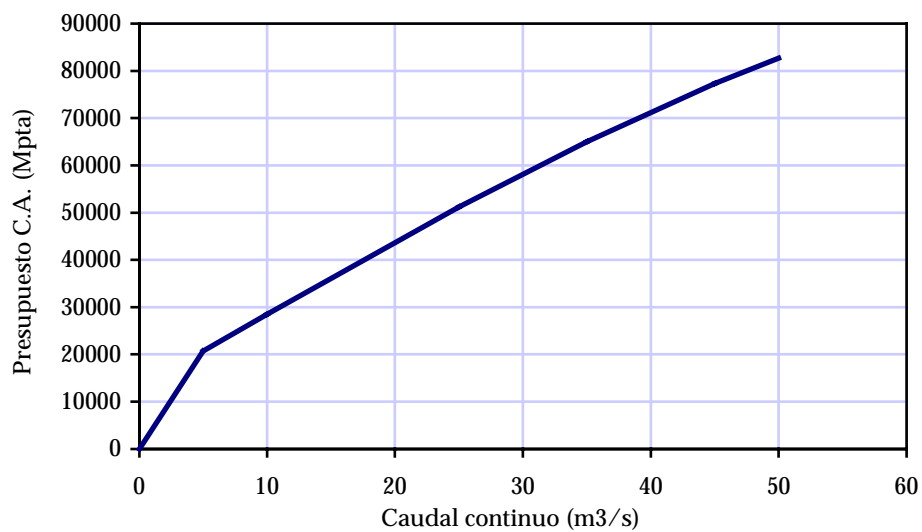


Figura 71. Conducción Villena - Bajo Segura. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar únicamente el beneficio energético generado por tres posibles turbinaciones entre Villena y Crevillente, cuyo coeficiente energético es de $-0,8 \text{ kWh/m}^3$, con una tarifa eléctrica variable según el caudal entre $13,1$ y $7,6 \text{ pts/kWh}$, lo que supone unos costes totales de flujo también variables entre -10 y $6,3 \text{ pts/m}^3$, tal y como se muestra en las tablas adjuntas.

Q (m^3/s)	h_{func} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H_{bruto} (m)	$H_{\text{rozam.}}$ (m)	H_{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)
5,0	24	2	1000	3,2	3485	348,0	40,9	307,1	13,54	-0,8	13,1
10,0	24	2	1400	3,2	3485	348,0	27,2	320,8	28,30	-0,8	10,7
25,0	24	2	2300	3,0	3485	348,0	12,0	336,0	74,08	-0,8	7,6
35,0	24	2	2700	3,1	3485	348,0	10,0	338,0	104,33	-0,8	7,6
45,0	24	2	3000	3,2	3485	348,0	9,4	338,6	134,37	-0,8	7,6
50,0	24	2	3200	3,1	3485	348,0	8,3	339,7	149,82	-0,8	7,6

Tabla 63. Conducción Villena - Bajo Segura. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q (m^3/s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/ m^3)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/ m^3)
5,0	-0,8	13,1	0,0	0,0	0,0	-0,8	13,1	-9,9
10,0	-0,8	10,7	0,0	0,0	0,0	-0,8	10,7	-8,4
25,0	-0,8	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,8	7,6	-6,2
35,0	-0,8	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,8	7,6	-6,3
45,0	-0,8	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,8	7,6	-6,3
50,0	-0,8	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,8	7,6	-6,3

Tabla 64. Conducción Villena - Bajo Segura. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m³)	H (m)	Medición	q (m³/s)											
						5,0		10,0		25,0		35,0		45,0		50,0	
						Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)
1.- TURBINACION DE VILLENA - CREVILLENTE (1)						1.008	1.819	4.173	5.676	7.123	7.825						
Ud Central de turbinación (q)				105	1	722	722	1.344	1.344	3.115	3.115	4.214	4.214	5.248	5.248	5.739	5.739
m Tubería forzada (q)					2.058	0,139	286	0,231	475	0,514	1.058	0,710	1.461	0,911	1.875	1,013	2.085
2.- TURBINACION DE VILLENA - CREVILLENTE (2)						757	1.366	3.100	4.180	5.197	5.683						
Ud Central de turbinación (q)				94	1	722	722	1.308	1.308	2.972	2.972	4.002	4.002	4.970	4.970	5.430	5.430
m Tubería forzada (q)					250	0,139	35	0,231	58	0,514	129	0,710	178	0,911	228	1,013	253
3.- TURBINACION DE VILLENA - CREVILLENTE (3)						1.083	1.945	4.418	5.974	7.456	8.168						
Ud Central de turbinación (q)				149	1	920	920	1.673	1.673	3.813	3.813	5.138	5.138	6.383	6.383	6.975	6.975
m Tubería forzada (q)					1.177	0,139	164	0,231	272	0,514	605	0,710	836	0,911	1.072	1,013	1.192
4.- CANAL						70.348	7.302	8.625	13.310	16.363	18.811	19.655					
m Sección en roca (q)					28.139	0,132	3.714	0,161	4.530	0,269	7.569	0,343	9.652	0,403	11.340	0,424	11.931
m Sección en tierra (q)					42.209	0,085	3.588	0,097	4.094	0,136	5.740	0,159	6.711	0,177	7.471	0,183	7.724
5.- TUNELES						9.196	2.823	3.816	6.069	7.154	8.101	8.561					
m Túnel (q); P.K. 10+181					4.738	0,307	1.455	0,415	1.966	0,660	3.127	0,778	3.686	0,881	4.174	0,931	4.411
m Túnel (q); P.K. 31+492					914	0,307	281	0,415	379	0,660	603	0,778	711	0,881	805	0,931	851
m Túnel (q); P.K. 48,678					278	0,307	85	0,415	115	0,660	183	0,778	216	0,881	245	0,931	259
m Túnel (q); P.K. 49+206					588	0,307	181	0,415	244	0,660	388	0,778	458	0,881	518	0,931	548
m Túnel (q); P.K. 51+228					918	0,307	282	0,415	381	0,660	606	0,778	714	0,881	809	0,931	855
m Túnel (q); P.K. 55+570					1.011	0,307	310	0,415	420	0,660	667	0,778	787	0,881	891	0,931	941
m Túnel (q); P.K. 56+757					456	0,307	140	0,415	189	0,660	301	0,778	355	0,881	402	0,931	424
m Túnel (q); P.K. 57+627					293	0,307	90	0,415	122	0,660	193	0,778	228	0,881	258	0,931	273
6.- ACUEDUCTOS						1.200	199	299	551	687	806	860					
m Acueducto (q); P.K. 47+515					585	0,166	97	0,249	146	0,459	268	0,573	335	0,672	393	0,717	419
m Acueducto (q); P.K. 65+500					200	0,166	33	0,249	50	0,459	92	0,573	115	0,672	134	0,717	143
m Acueducto (q); P.K. 68+859					415	0,166	69	0,249	103	0,459	190	0,573	238	0,672	279	0,717	297
7.- SIFONES						3.154	505	971	2.236	2.968	3.614	3.904					
m Sifón (q); P.K. 1+832					886	0,160	142	0,308	273	0,709	628	0,941	834	1,146	1.015	1,238	1.097
m Sifón (q); P.K. 40+182					439	0,160	70	0,308	135	0,709	311	0,941	413	1,146	503	1,238	543
m Sifón (q); P.K. 45+132					692	0,160	111	0,308	213	0,709	491	0,941	651	1,146	793	1,238	857
m Sifón (q); P.K. 47+178					337	0,160	54	0,308	104	0,709	239	0,941	317	1,146	386	1,238	417
m Sifón (q); P.K. 80+618					800	0,160	128	0,308	246	0,709	567	0,941	753	1,146	916	1,238	990
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						13.677	18.841	33.856	43.002	51.109	54.656						
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						3.146	4.333	7.787	9.890	11.755	12.571						
TOTAL (m Pts.)						16.822	23.174	41.643	52.892	62.864	67.227						
L.V.A. (16%) (M Pts.):						2.692	3.708	6.663	8.463	10.058	10.756						
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						19.514	26.882	48.306	61.355	72.922	77.983						
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						20.695	28.508	51.229	65.067	77.333	82.701						

q Caudal continuo de trasvase
A Altura de las presas
L Longitud de coronación de las presas
V Volúmenes de las balsas de modulación
H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 65. Valoración de la conducción Villena - Bajo Segura

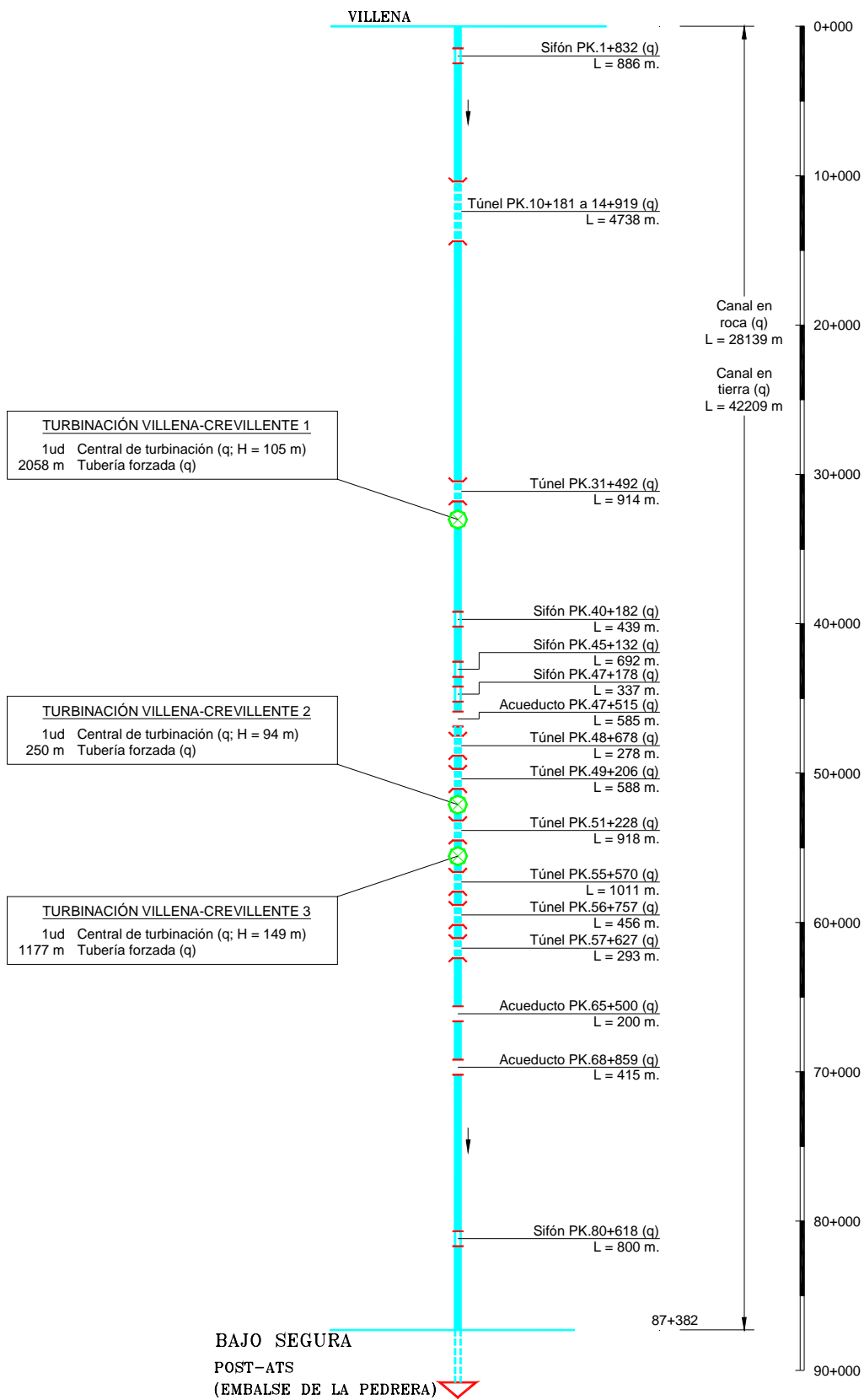


Figura 72. Conducción Villena - Bajo Segura. Esquema en planta

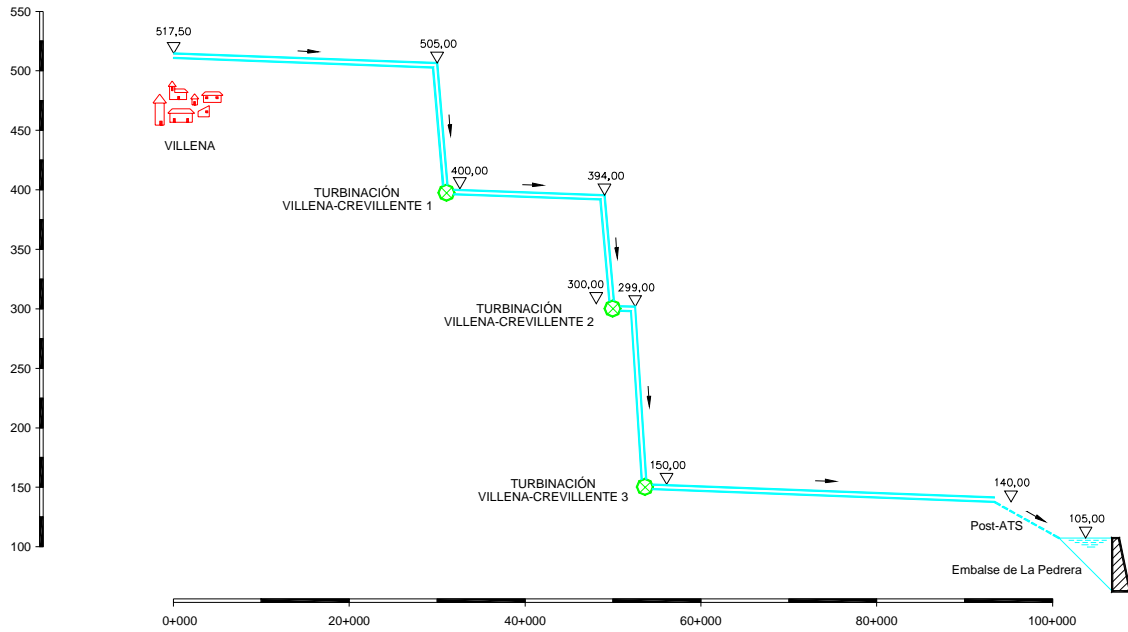


Figura 73. Conducción Villena - Bajo Segura. Esquema en alzado

2.11. CONDUCCIÓN LA MUELA-VILLENNA

La función de costes de este tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

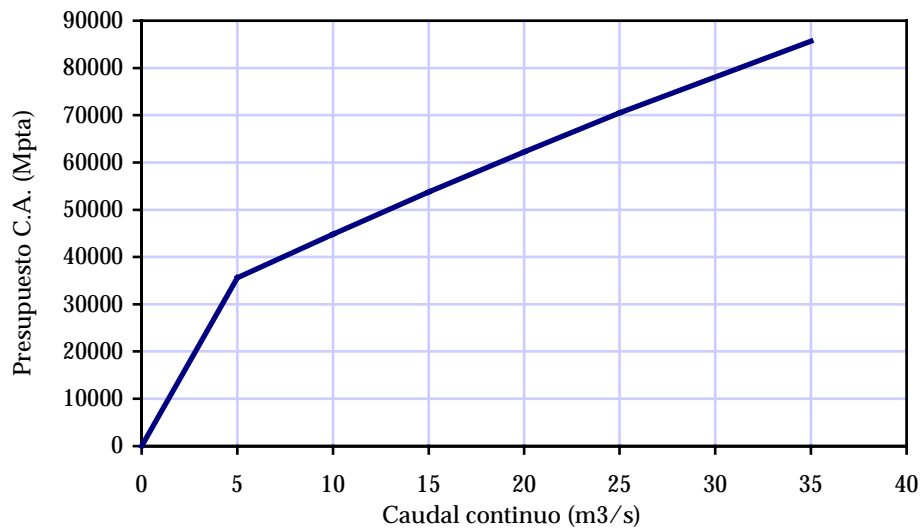


Figura 74. Conducción La Muela - Villena. Función de coste

Respecto a sus costes de operación, habría que considerar tanto el consumo energético requerido por el necesario bombeo inicial (para el que lógicamente debiera usarse la elevación existente de Cortes, cuyo titular es Iberdrola, pagando la cuota que proceda), como el beneficio obtenido en las turbinaciones proyectadas de

Vallmellós y Sochantre. El coeficiente energético debido a estas dos centrales resulta ser de $-0,5 \text{ kWh/m}^3$ con un precio de la energía variable entre 7,6 y 13,7 pts/kWh (variable, al igual que en el caso anterior en función del caudal del tramo, debido al escalonamiento de la tarifa eléctrica en función de la potencia instalada). Los costes debidos a la utilización de la estación de bombeo de Cortes se han valorado por su titular en 20 pts/ m^3 , por lo que los costes de circulación globales del tramo serían, aproximadamente, de 15 pts/ m^3 , equivalentes a un coeficiente energético de $-0,5 \text{ kWh/m}^3$ (saldo entre el coeficiente de los bombeos y turbinaciones de nueva construcción en la conducción) con un precio virtual de la energía de unas -30 pts/kWh. Las tablas adjuntas muestran el detalle de tales estimaciones.

Q (m^3/s)	h_{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H_{bruto} (m)	$H_{\text{rozam.}}$ (m)	H_{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)
5,0	24	2	1000	3,2	1202	210,0	14,1	195,9	8,64	-0,5	13,7
10,0	24	2	1400	3,2	1202	210,0	9,4	200,6	17,70	-0,5	12,4
15,0	24	2	1700	3,3	1202	210,0	7,5	202,5	26,79	-0,5	10,9
20,0	24	2	2000	3,2	1202	210,0	5,6	204,4	36,06	-0,5	9,4
25,0	24	2	2300	3,0	1202	210,0	4,1	205,9	45,39	-0,5	7,8
35,0	24	2	2700	3,1	1202	210,0	3,5	206,5	63,76	-0,5	7,6

Tabla 66. Conducción La Muela - Villena. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q (m^3/s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/ m^3)
	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/ m^3)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	
5,0	-0,5	13,7	0,0	0,0	20,0	-0,5	-28,0	13,4
10,0	-0,5	12,4	0,0	0,0	20,0	-0,5	-28,2	13,9
15,0	-0,5	10,9	0,0	0,0	20,0	-0,5	-29,4	14,6
20,0	-0,5	9,4	0,0	0,0	20,0	-0,5	-30,5	15,3
25,0	-0,5	7,8	0,0	0,0	20,0	-0,5	-31,8	16,0
35,0	-0,5	7,6	0,0	0,0	20,0	-0,5	-32,0	16,2

Tabla 67. Conducción La Muela - Villena. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m ³)	H (m)	Medición	q (m ³ /s)											
						7		10		15		20		25		35	
						Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)
1.- TURBINACION DE VALLMELLOS							1.205		1.641		2.353		3.047		3.722		5.018
Ud Central de turbinación (q)				128	1	1.152	1.152	1.571	1.571	2.255	2.255	2.920	2.920	3.566	3.566	4.802	4.802
m Tubería forzada (q)					304	0,175	53	0,231	70	0,324	98	0,419	127	0,514	156	0,710	216
2.- TURBINACION DE SOCHANTRE							1.007		1.375		1.977		2.567		3.143		4.258
Ud Central de turbinación (q)				82	1	850	850	1.168	1.168	1.686	1.686	2.191	2.191	2.682	2.682	3.621	3.621
m Tubería forzada (q)					898	0,175	157	0,231	207	0,324	291	0,419	376	0,514	462	0,710	638
3.- PRESA DE SOCHANTRE							9.300		9.300		9.300		9.300		9.300		9.300
Ud Presa de materiales sueltos	60	1000			1	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300
4.- CANAL						39.722	5.680	6.395	7.746	9.176	10.685	13.625					
m Canal en roca en tramo I (q)					11132	0,143	1.592	0,161	1.792	0,195	2.171	0,231	2.571	0,269	2.995	0,343	3.818
m Canal en roca en tramo II (q)					7665	0,143	1.096	0,161	1.234	0,195	1.495	0,231	1.771	0,269	2.062	0,343	2.629
m Canal en roca en tramo III (q)					7528	0,143	1.077	0,161	1.212	0,195	1.468	0,231	1.739	0,269	2.025	0,343	2.582
m Canal en roca en tramo IV (q)					12497	0,143	1.787	0,161	2.012	0,195	2.437	0,231	2.887	0,269	3.362	0,343	4.286
m Canal en roca en tramo V (q)					900	0,143	129	0,161	145	0,195	176	0,231	208	0,269	242	0,343	309
5.- TUNELES						18.206	6.409	7.555	9.249	10.723	12.016	14.164					
m Túnel PK 5 (Tramo I) (q)					6293	0,352	2.215	0,415	2.612	0,508	3.197	0,589	3.707	0,660	4.153	0,778	4.896
m Túnel PK 26 (Tramo II) (q)					2935	0,352	1.033	0,415	1.218	0,508	1.491	0,589	1.729	0,660	1.937	0,778	2.283
m Túnel PK 32 (Tramo II) (q)					3602	0,352	1.268	0,415	1.495	0,508	1.830	0,589	2.122	0,660	2.377	0,778	2.802
m Túnel PK 36 (Tramo III) (q)					841	0,352	296	0,415	349	0,508	427	0,589	495	0,660	555	0,778	654
m Túnel PK 44 (Tramo III) (q)					2089	0,352	735	0,415	867	0,508	1.061	0,589	1.230	0,660	1.379	0,778	1.625
m Túnel PK 46 (Tramo III) (q)					2446	0,352	861	0,415	1.015	0,508	1.243	0,589	1.441	0,660	1.614	0,778	1.903
6.- SIFONES						10.892	2.396	3.355	4.880	6.339	7.722	10.249					
m Sifón PK 0 (Tramo I) (q)					386	0,220	85	0,308	119	0,448	173	0,582	225	0,709	274	0,941	363
m Sifón PK 11 (Tramo I) (q)					1801	0,220	396	0,308	555	0,448	807	0,582	1.048	0,709	1.277	0,941	1.695
m Sifón PK 19 (Tramo II) (q)					2886	0,220	635	0,308	889	0,448	1.293	0,582	1.680	0,709	2.046	0,941	2.716
m Sifón PK 49 (Tramo IV) (q)					508	0,220	112	0,308	156	0,448	228	0,582	296	0,709	360	0,941	478
m Sifón PK 50 (Tramo IV) (q)					764	0,220	168	0,308	235	0,448	342	0,582	445	0,709	542	0,941	719
m Sifón PK 52 (Tramo IV) (q)					673	0,220	148	0,308	207	0,448	302	0,582	392	0,709	477	0,941	633
m Sifón PK 61 (Tramo IV) (q)					3874	0,220	852	0,308	1.193	0,448	1.736	0,582	2.255	0,709	2.747	0,941	3.645
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						25.997	29.622	35.504	41.153	46.589	56.614						
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						5.979	6.813	8.166	9.465	10.715	13.021						
TOTAL (M Pts.)						31.976	36.435	43.670	50.618	57.304	69.635						
I.V.A. (16%) (M Pts.):						5.116	5.830	6.987	8.099	9.169	11.142						
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						37.092	42.264	50.658	58.716	66.473	80.777						
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						39.336	44.821	53.722	62.269	70.495	85.663						

q Caudal continuo

A Altura de las presas

L Longitud de coronación de las presas

V Volúmenes de las balsas de modulación

H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 68. Valoración de la conducción La Muela - Villena

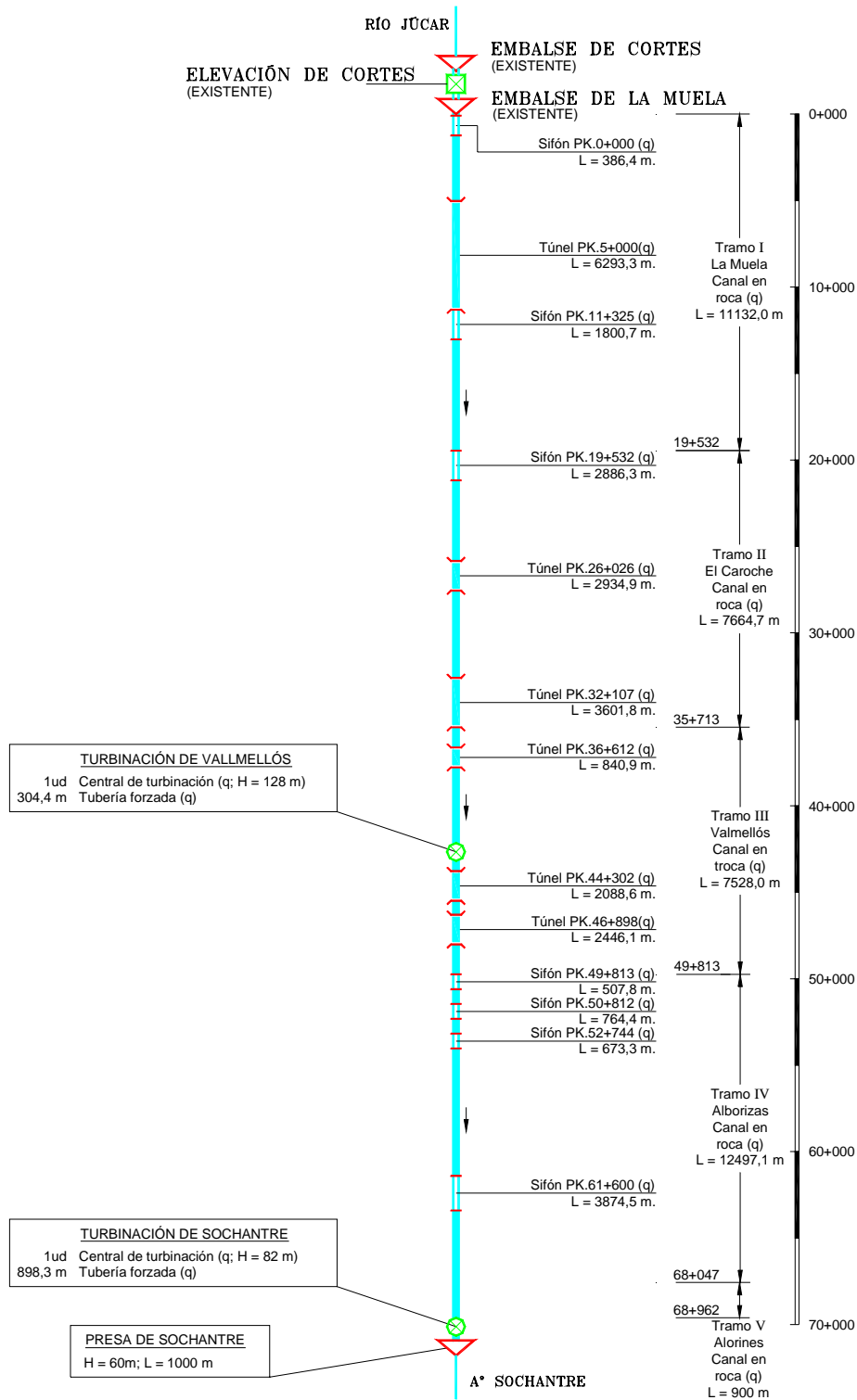


Figura 75. Conducción La Muela - Villena. Esquema en planta

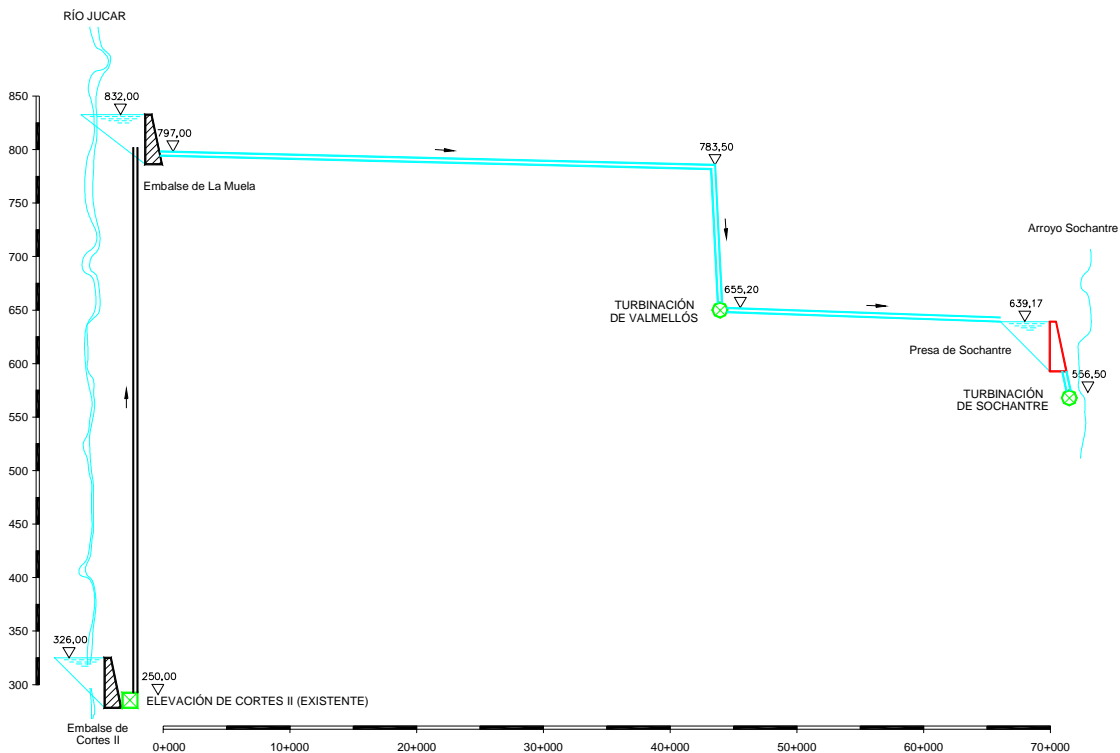


Figura 76. Conducción La Muela - Villena. Esquema en alzado

2.12. CONDUCCIÓN EMBARCADEROS-VILLENA

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

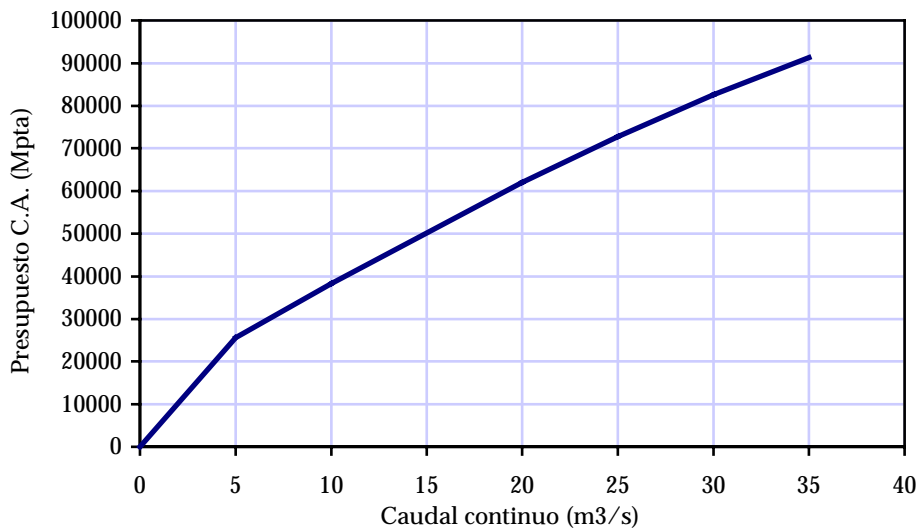


Figura 77. Conducción Embarcaderos - Villena. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar tanto el consumo energético debido a la elevación de Embarcaderos, como el beneficio obtenido en las proyectadas turbinaciones de La Mora y Los Saleros. El coeficiente energético debido a la elevación oscila en torno a 1,3 kWh/m³ (con un precio de la energía de 8 pts/kWh) y el de las turbinaciones entre -0,3 y -0,4 kWh/m³ (con una tarifa eléctrica variable en función de la potencia, y por tanto del caudal, entre 13,7 y 7,6 pts/kWh) lo que supone que el coeficiente energético global de la conducción oscila en torno a 0,9 kWh/m³ con una tarifa equivalente variable entre 6,2 y 8,4 pts/kWh. Con esto, los costes totales de circulación oscilan entre 5,9 y 7,7 pts/m³, tal y como se detalla en las tablas adjuntas.

Q (m ³ /s)	h _{func} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	24	3	800	3,3	2205	169,8	37,8	132,0	5,82	-0,3	13,7
10,0	24	3	1100	3,5	2205	169,8	27,6	142,2	12,54	-0,3	13,3
20,0	24	3	1600	3,3	2205	169,8	15,0	154,8	27,31	-0,4	10,8
25,0	24	3	1800	3,3	2205	169,8	12,5	157,3	34,69	-0,4	9,6
30,0	24	3	2000	3,2	2205	169,8	10,3	159,5	42,21	-0,4	8,4
35,0	24	3	2200	3,1	2205	169,8	8,4	161,4	49,82	-0,4	7,1

Tabla 69. Conducción Embarcaderos - Villena. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q (m ³ /s)	h _{func} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	18	3	1000	2,8	1773	405,0	16,4	421,4	32,4	1,3	8,0
10,0	18	3	1500	2,5	1773	405,0	7,6	412,6	63,4	1,3	8,0
20,0	18	3	2100	2,6	1773	405,0	5,0	410,0	126,1	1,3	8,0
25,0	18	3	2300	2,7	1773	405,0	4,8	409,8	157,5	1,3	8,0
30,0	18	3	2600	2,5	1773	405,0	3,6	408,6	188,4	1,3	8,0
35,0	18	3	2800	2,5	1773	405,0	3,3	408,3	219,7	1,3	8,0

Tabla 70. Conducción Embarcaderos - Villena. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/m ³)
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	
5,0	-0,3	13,7	1,3	8,0	0,0	1,0	6,2	6,4
10,0	-0,3	13,3	1,3	8,0	0,0	1,0	6,1	5,9
20,0	-0,4	10,8	1,3	8,0	0,0	0,9	6,8	6,4
25,0	-0,4	9,6	1,3	8,0	0,0	0,9	7,3	6,8
30,0	-0,4	8,4	1,3	8,0	0,0	0,9	7,8	7,2
35,0	-0,4	7,1	1,3	8,0	0,0	0,9	8,4	7,7

Tabla 71. Conducción Embarcaderos - Villena. Costes totales de circulación

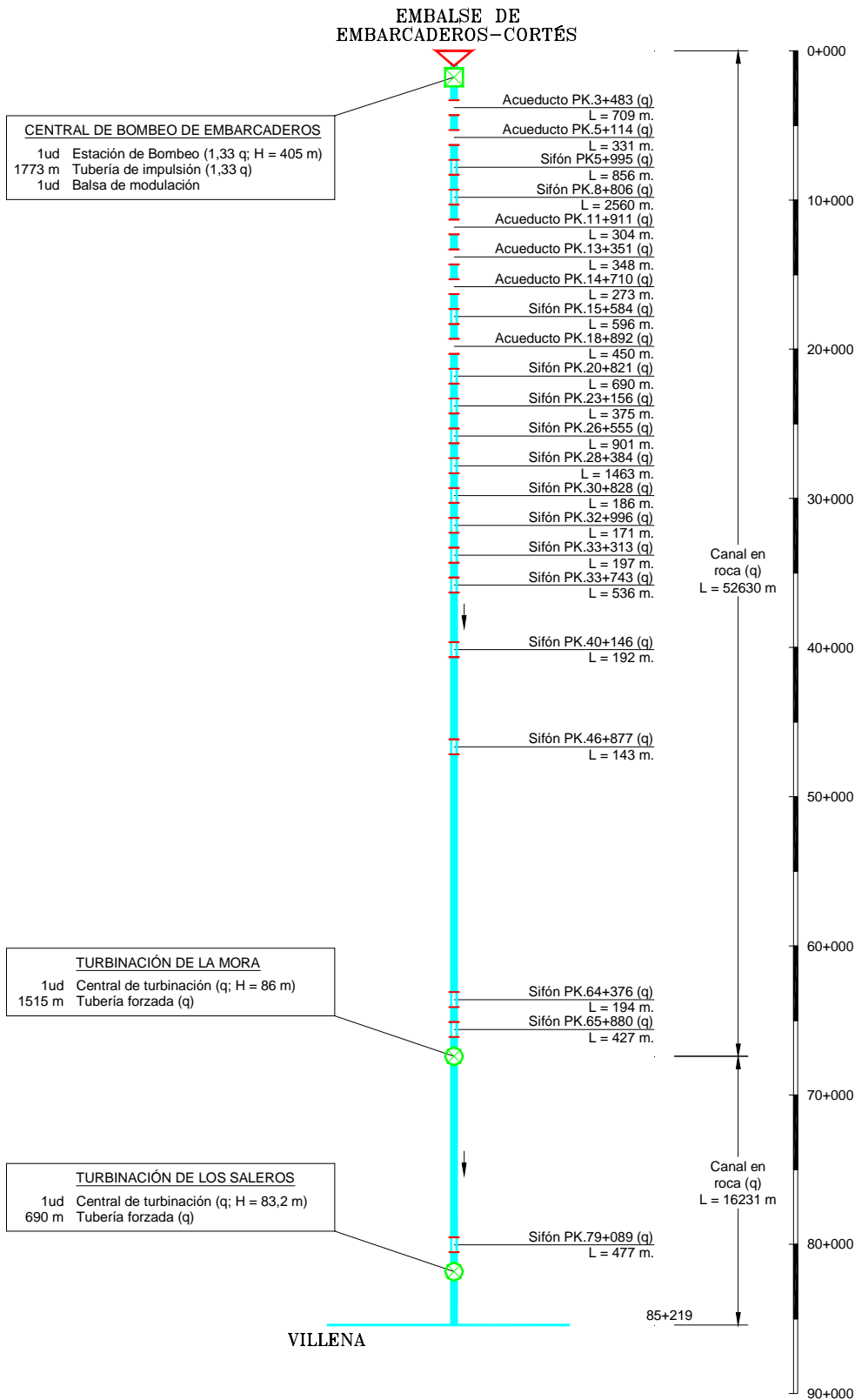


Figura 78. Conducción Embarcaderos - Villena. Esquema en planta

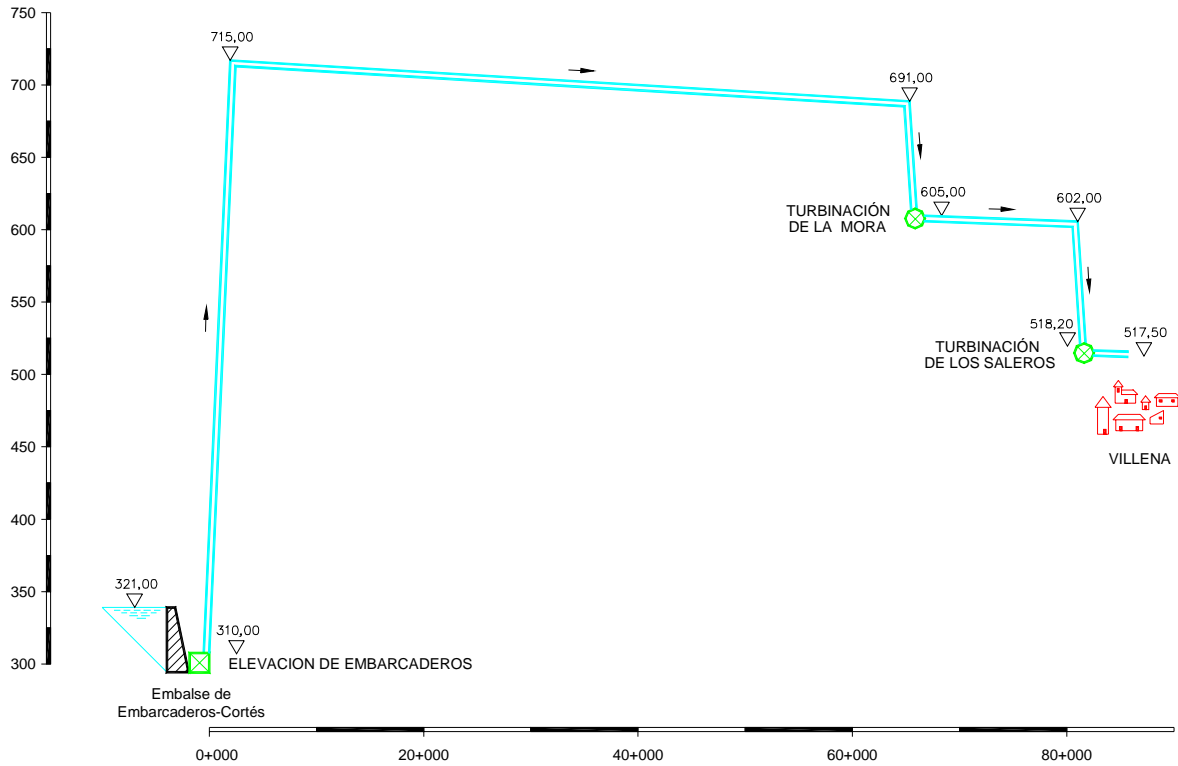


Figura 79. Conducción Embarcaderos - Villena. Esquema en alzado

2.13. CONDUCCIÓN ALTO DUERO-BOLARQUE

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

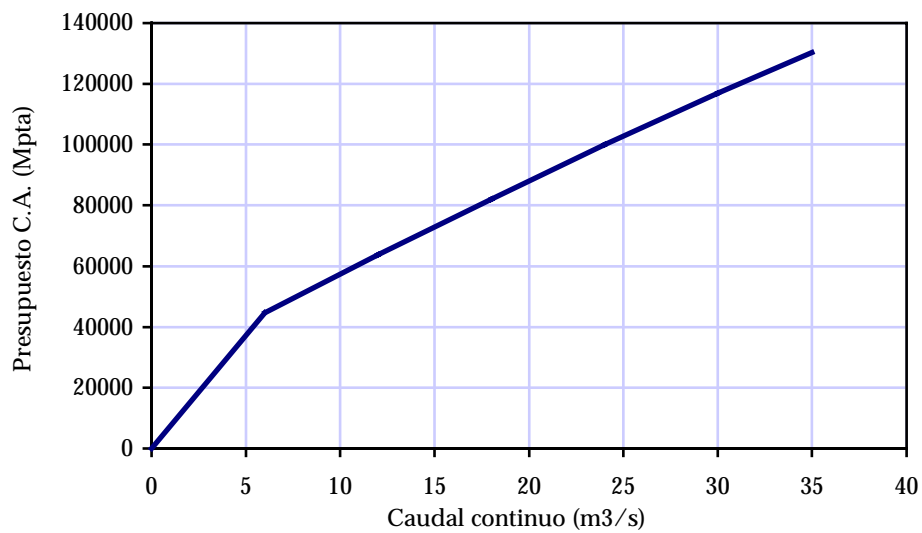


Figura 80. Conducción Alto Duero-Bolarque. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar tanto el consumo energético debido a la inicial elevación de Gormaz, como el beneficio obtenido en las cuatro turbinaciones proyectadas en el sistema. El coeficiente energético debido a la elevación de Gormaz oscila entre 0,8 y 0,9 kWh/m³ (con un precio de la energía de 8 pts/kWh) y el de las cuatro turbinaciones entre -0,7 y -0,8 kWh/m³ (con una tarifa eléctrica variable en función de la potencia, y por tanto del caudal, entre 7,6 y 12,8 pts/kWh) lo que supone que el coeficiente energético global de la conducción es del orden de 0,1 kWh/m³ con una tarifa equivalente muy variable, entre -8,5 y 12,5 pts/kWh.

No obstante lo anterior, y al igual que ocurría en otras conducciones, dicha alta variabilidad apenas tiene influencia en los costes totales de flujo, que oscilan entre -0,9 y -1,8 pts/m³, por lo que, a efectos prácticos, puede suponerse que este tramo no tiene costes energéticos (cuantías estimadas inferiores a 1 pta/m³, especialmente en el tramo de caudales entre 15 y 35 m³/s), puesto que sensiblemente se compensan los costes de la energía necesaria en la elevación de Gormaz con los beneficios obtenidos por las turbinaciones previstas. El detalle de estos cálculos puede verse en las tablas adjuntas.

Q	h _{func}	Nº	D	v	L	H _{bruto}	H _{rozam.}	H _{neto}	Potencia	CE	Precio
(m ³ /s)	(nº)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)
6,0	24	2	1100	3,2	2815	319,0	28,6	290,4	15,37	-0,7	12,8
12,0	24	2	1500	3,4	2815	319,0	21,9	297,1	31,45	-0,7	10,2
18,0	24	2	1900	3,2	2815	319,0	13,9	305,1	48,43	-0,7	7,3
24,0	24	2	2200	3,2	2815	319,0	11,3	307,7	65,12	-0,8	7,6
30,0	24	2	2500	3,1	2815	319,0	9,0	310,0	82,04	-0,8	7,6
35,0	24	2	2700	3,1	2815	319,0	8,1	310,9	95,98	-0,8	7,6

Tabla 73. Conducción Alto Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q	h _{func}	Nº	D	v	L	H _{bruto}	H _{rozam.}	H _{neto}	Potencia	CE	Precio
(m ³ /s)	(nº)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)
6,0	20	2	1300	2,7	6033	251,0	36,2	287,2	23,8	0,9	8,0
12,0	20	2	2100	2,1	6033	251,0	11,2	262,2	43,5	0,8	8,0
18,0	20	2	2300	2,6	6033	251,0	15,5	266,5	66,4	0,9	8,0
24,0	20	2	2700	2,5	6033	251,0	11,7	262,7	87,2	0,8	8,0
30,0	20	2	3000	2,5	6033	251,0	10,5	261,5	108,5	0,8	8,0
35,0	20	2	3200	2,6	6033	251,0	10,1	261,1	126,4	0,8	8,0

Tabla 74. Conducción Alto Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
5,0	-0,7	12,8	0,9	8,0	0,00	0,2	-8,5	-1,8
10,0	-0,7	10,2	0,8	8,0	0,00	0,1	-6,0	-0,7
15,0	-0,7	7,3	0,9	8,0	0,0	0,1	12,7	1,3
20,0	-0,8	7,6	0,8	8,0	0,0	0,1	11,8	1,0
25,0	-0,8	7,6	0,8	8,0	0,0	0,1	12,3	1,0
35,0	-0,8	7,6	0,8	8,0	0,0	0,1	12,5	0,9

Tabla 75. Conducción Alto Duero - Bolarque. Costes totales de circulación

En este caso, además, habría que considerar el beneficio energético producido por la utilización de la central existente de Entrepeñas en el río Tajo, la cual tiene un coeficiente energético de 0,12 kWh/ m³que, con un precio de 6 pts/kWh supone un beneficio energético de 0,72 pts/m³.

Como ya se ha indicado en el Anejo de Descripción de transferencias esta conducción requiere construir un nuevo embalse en el Alto Duero, el de Gormaz a la altura del pueblo del mismo nombre, destinado exclusivamente al trasvase, que no está previsto en el Plan de cuenca. En cuanto al embalse de Velacha, aguas arriba del anterior y de mayor capacidad, está previsto en el Plan de la Cuenca del Duero por necesidades de regulación propias, con independencia del trasvase. Sin embargo, si se construyen los dos y éste último se destina parcialmente al trasvase, podría aumentarse el volumen derivable. Por ello, con objeto de quedar del lado de la seguridad, se ha incluido la totalidad del coste de la presa de Velacha en la valoración de esta conducción.

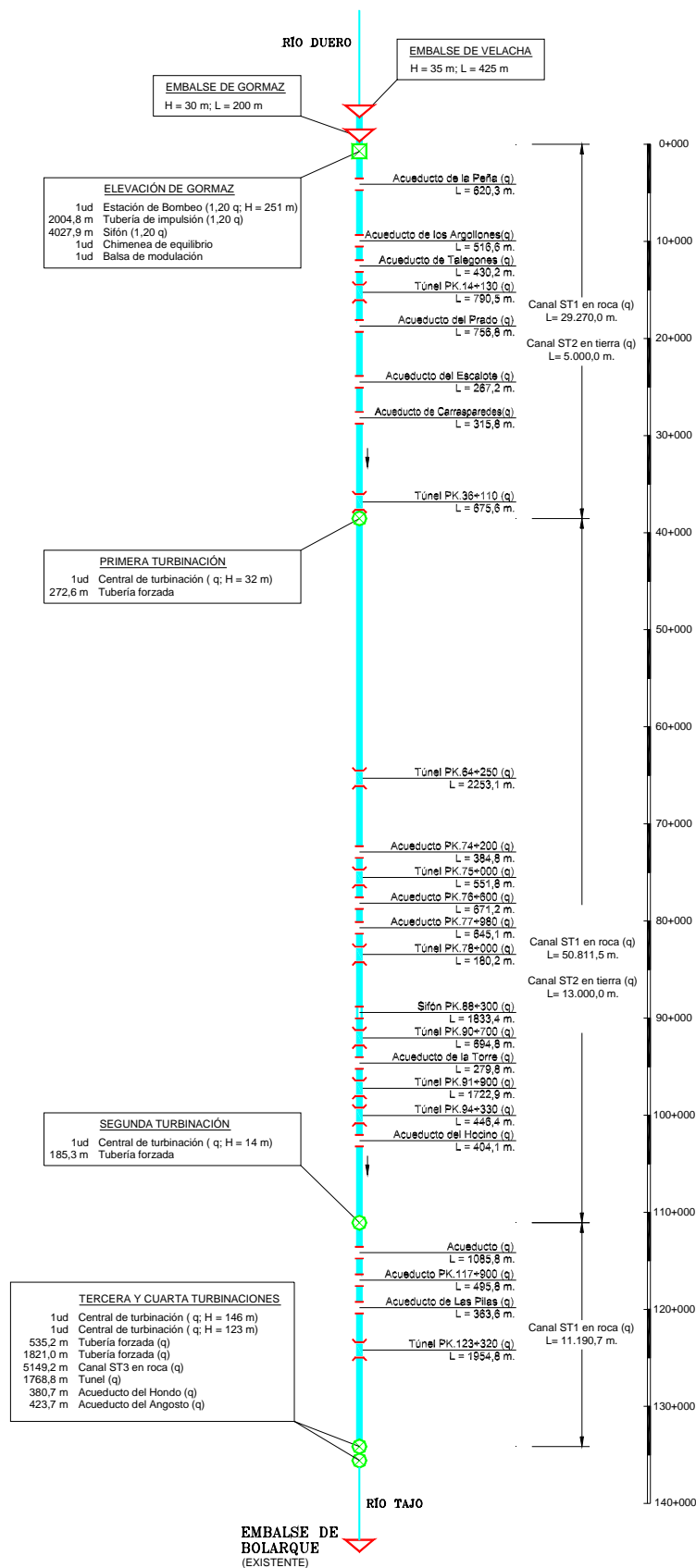


Figura 81. Conducción Alto Duero - Bolarque. Esquema en planta

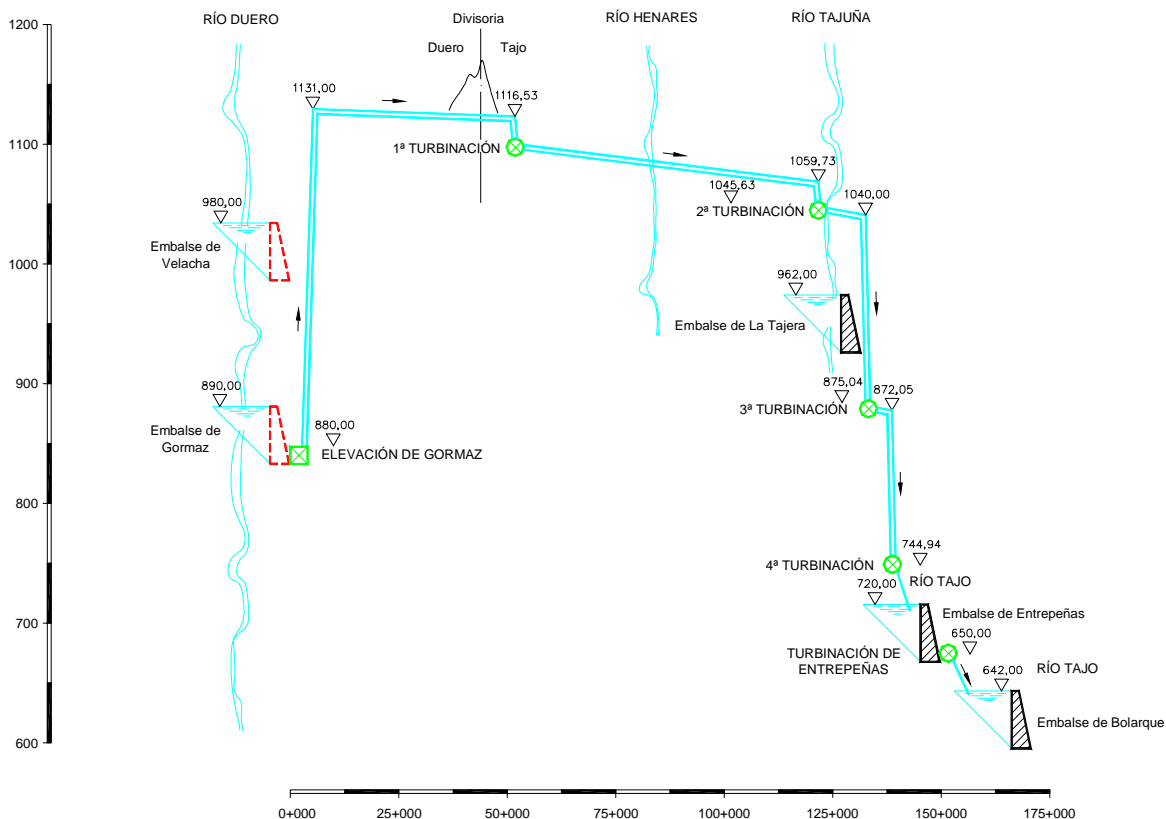


Figura 82. Conducción Alto Duero - Bolarque. Esquema en alzado

2.14. CONDUCCIÓN BAJO DUERO-BOLARQUE

La función de costes del tramo es la mostrada en la figura adjunta.

Tal y como se describe en el correspondiente Anejo, esta conducción es parcialmente alternativa a la anterior Alto Duero - Bolarque, coincidiendo aquel trazado aproximadamente desde el PK 20, con los últimos 150 kms de la conducción Bajo Duero - Bolarque, objeto del presente apartado, por lo que estos elementos parciales de ambos tramos, y en consecuencia sus valoraciones, resultan idénticos.

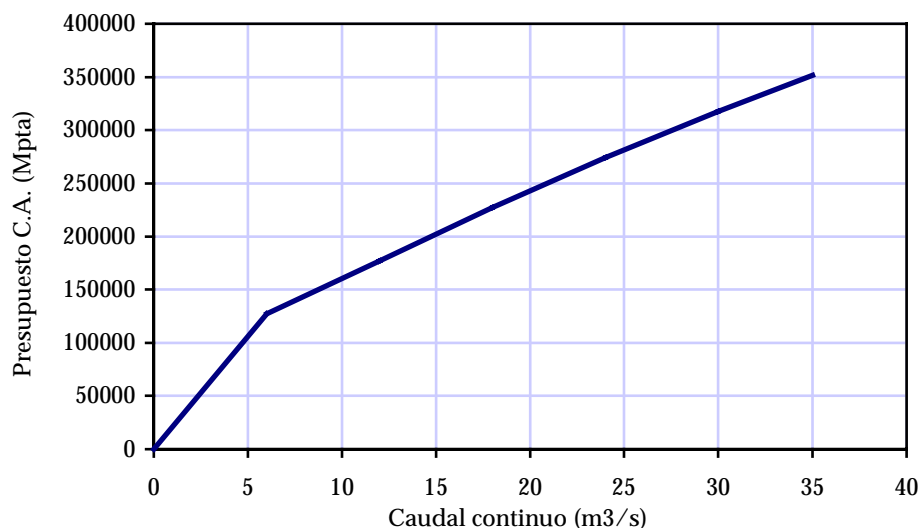


Figura 83. Conducción Bajo Duero-Bolarque. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, habría que considerar tanto el consumo energético debido a las siete elevaciones proyectadas (con un coeficiente energético de 2,3 kWh/m³ y un precio de la energía de 8,0 pts/kWh) como el beneficio obtenido en las cuatro turbinaciones proyectadas en el sistema más la existente de la central de Entrepeñas en el río Tajo (las cuáles son las mismas que las de la anterior conducción “Alto Duero-Bolarque”, alternativa a ésta, presentando un coeficiente energético conjunto de -0,7 a -0,8 kWh/m³, con una tarifa eléctrica variable en función de la potencia, y por tanto del caudal, entre 7,6 y 12,8 pts/kWh). Todo ello supone que el coeficiente energético de la conducción sería de 1,5 a 1,8 kWh/m³ con una tarifa equivalente variable entre 6,1 a 8,2 pts/kWh.

No obstante lo anterior, y al igual que ocurría en otras conducciones, esta variabilidad tiene poca influencia en los costes totales de flujo del tramo, que cuales oscilan entre 11 y 13 pts/m³, tal y como se detalla en las tablas adjuntas.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
6,0	24	2	1100	3,2	2814	319,0	28,6	290,4	15,37	-0,7	12,8
12,0	24	2	1500	3,4	2814	319,0	21,9	297,1	31,45	-0,7	10,2
18,0	24	2	1900	3,2	2814	319,0	13,9	305,1	48,43	-0,7	7,3
24,0	24	2	2200	3,2	2814	319,0	11,3	307,7	65,13	-0,8	7,6
30,0	24	2	2500	3,1	2814	319,0	9,0	310,0	82,04	-0,8	7,6
35,0	24	2	2700	3,1	2814	319,0	8,1	310,9	95,98	-0,8	7,6

Tabla 77. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q	h_{func}	Nº	D	v	L	H _{bruto}	H _{rozam.}	H _{neto}	Potencia	CE	Precio
(m ³ /s)	(nº)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)
6,0	20	2	1300	2,7	19459	670,0	116,8	786,8	65,3	2,5	8,0
12,0	20	2	1900	2,5	19459	670,0	61,7	731,7	121,5	2,3	8,0
18,0	20	2	2300	2,6	19459	670,0	50,1	720,1	179,3	2,3	8,0
24,0	20	2	2700	2,5	19459	670,0	37,9	707,9	235,1	2,3	8,0
30,0	20	2	3000	2,5	19459	670,0	33,8	703,8	292,1	2,3	8,0
35,0	20	2	3200	2,6	19459	670,0	32,6	702,6	340,2	2,3	8,0

Tabla 78. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE	Precio	CE	Precio	Precio	CE	Precio	operación
(m ³ /s)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)
5,0	-0,7	12,8	2,5	8,0	0,0	1,8	6,1	11,0
10,0	-0,7	10,2	2,3	8,0	0,0	1,6	7,0	11,4
15,0	-0,7	7,3	2,3	8,0	0,0	1,6	8,3	13,0
20,0	-0,8	7,6	2,3	8,0	0,0	1,5	8,2	12,4
25,0	-0,8	7,6	2,3	8,0	0,0	1,5	8,2	12,3
35,0	-0,8	7,6	2,3	8,0	0,0	1,5	8,2	12,2

Tabla 79. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Costes totales de circulación

Al igual que en la conducción anterior, en este caso, además, habría que considerar el beneficio energético producido por la utilización de la central existente de Entrepeñas en el río Tajo, la cual tiene un coeficiente energético de 0,12 kWh/ m³ que, con un precio de 6 pts/kWh supone un beneficio energético de 0,72 pts/m³.

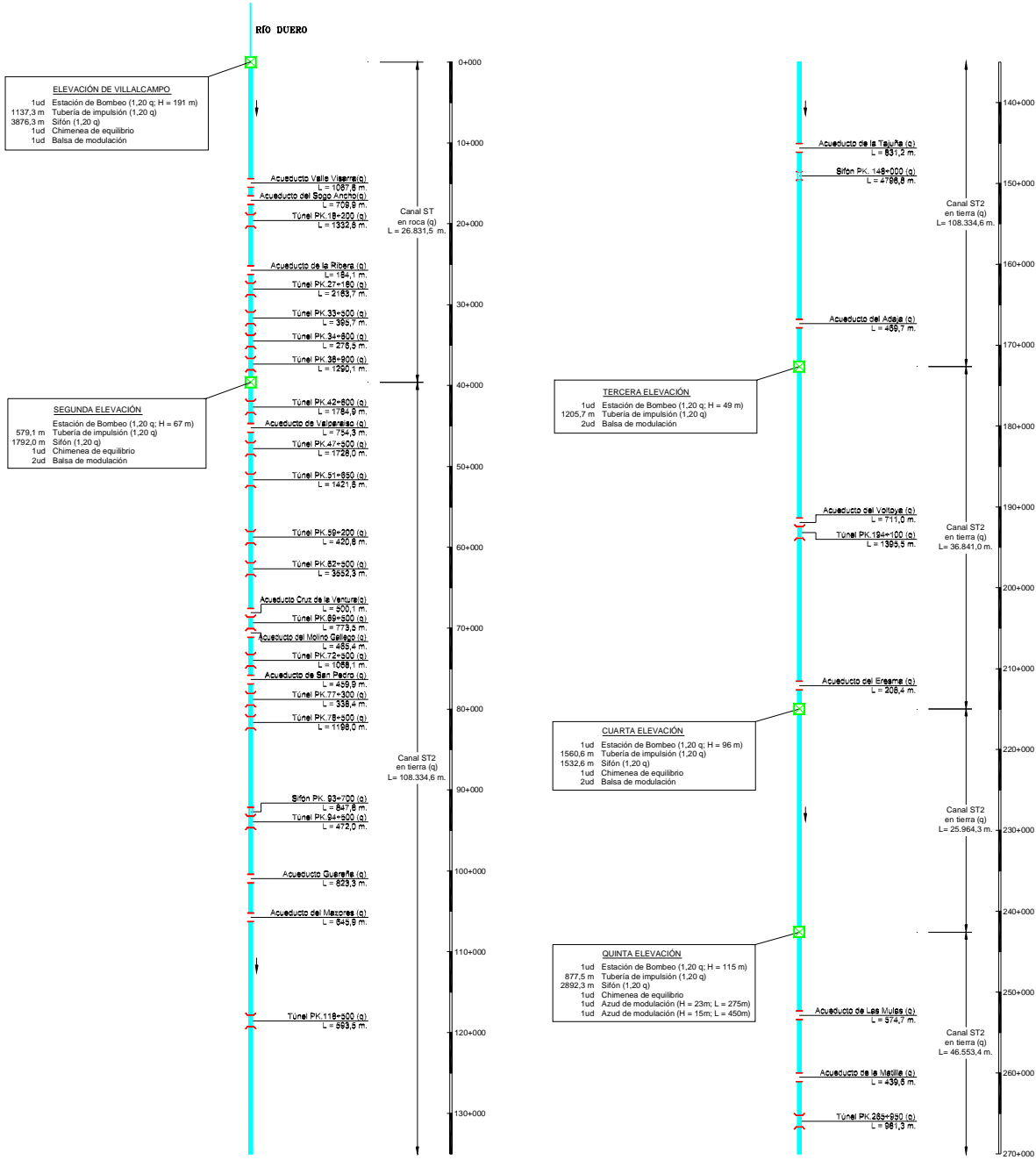


Figura 84. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Esquema en planta

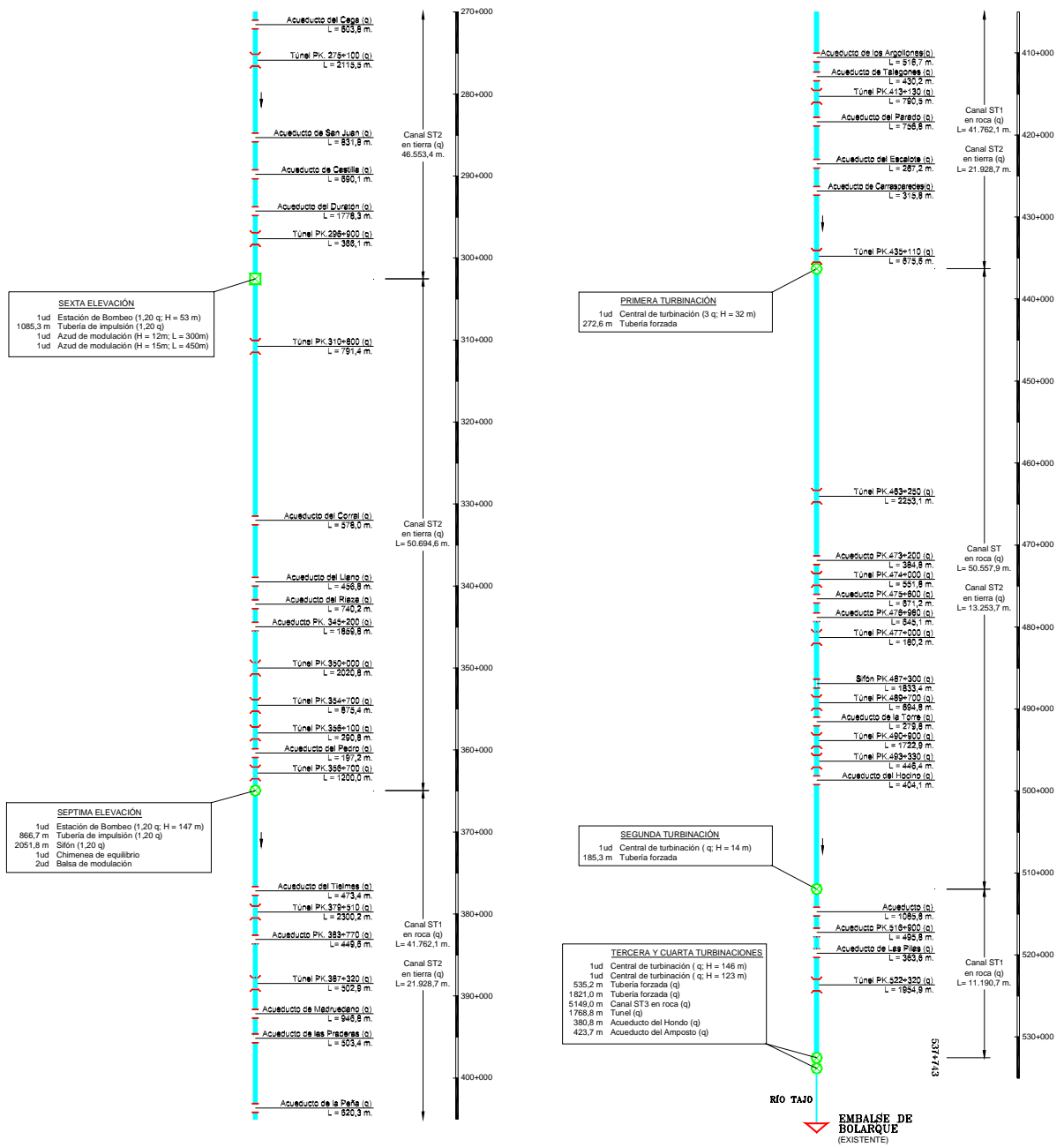


Figura 85. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Esquema en planta (continuación)

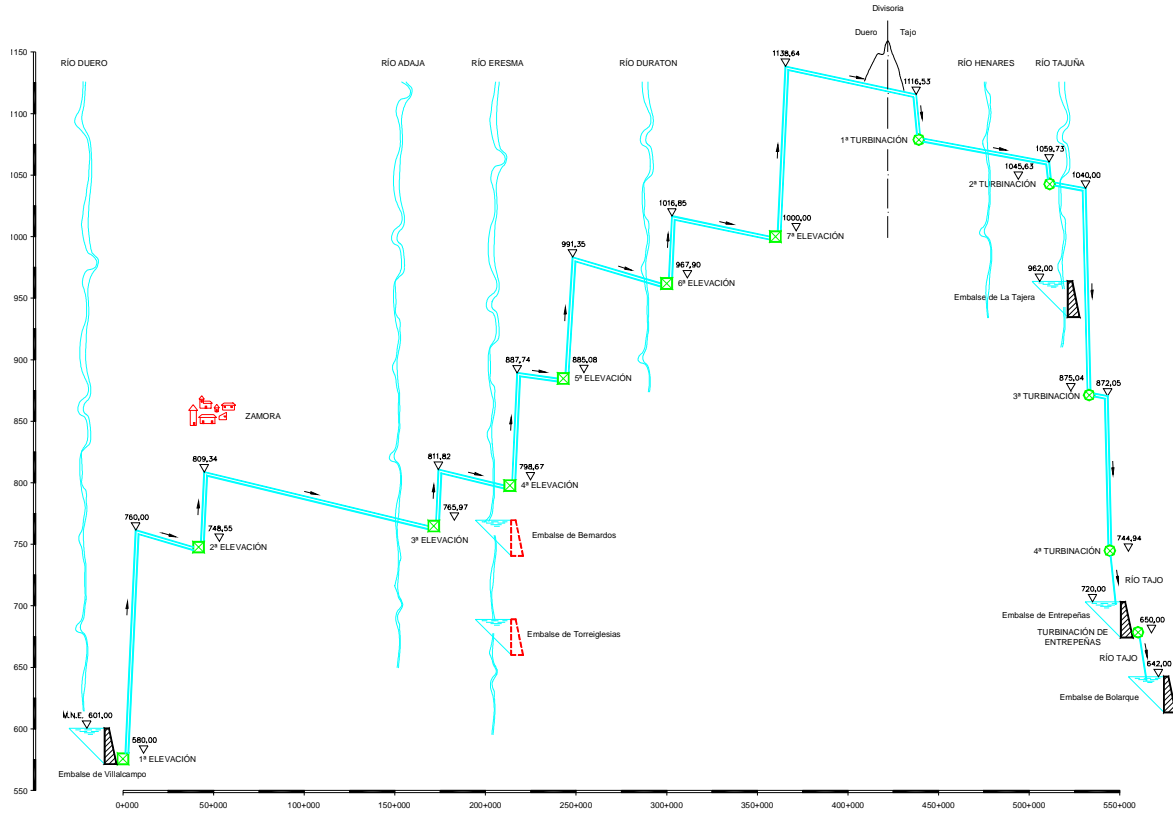


Figura 86. Conducción Bajo Duero - Bolarque. Esquema en alzado

2.15. CONDUCCIÓN JARAMA-BOLARQUE

La función de costes de este tramo es la que mostrada en la figura adjunta.

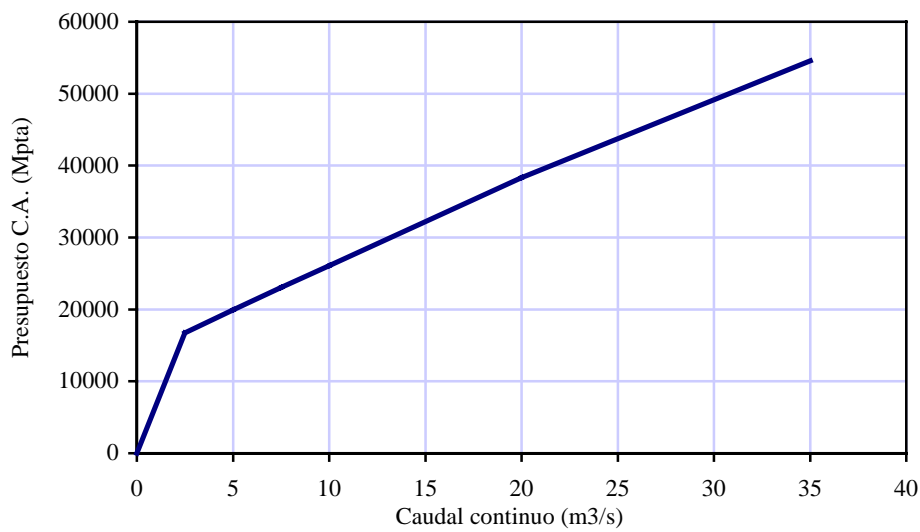


Figura 87. Conducción Jarama-Bolarque. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar únicamente el consumo energético debido a las elevaciones del Jarama y de Chirra. El coeficiente energético resultante oscila entre 0,6 y 0,7 kWh/m³ y el precio de la energía entre 8 y 9 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de flujo aproximadamente, entre 5 y 6 pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de tales estimaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
2,5	20	1	1200	2,7	3556	194,0	22,7	216,7	7,5	0,7	9,0
5,0	20	1	1700	2,6	3556	194,0	14,2	208,2	14,4	0,7	9,0
7,5	20	1	2100	2,6	3556	194,0	10,3	204,3	21,2	0,7	8,0
10,0	20	1	2400	2,7	3556	194,0	9,0	203,0	28,1	0,7	8,0
20,0	20	1	3400	2,6	3556	194,0	5,6	199,6	55,2	0,6	8,0
35,0	20	1	4600	2,5	3556	194,0	3,4	197,4	95,6	0,6	8,0

Tabla 82. Conducción Jarama - Bolarque. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
2,5	0,0	0,0	0,7	9,0	0,0	0,7	9,0	6,2
5,0	0,0	0,0	0,7	9,0	0,0	0,7	9,0	6,0
7,5	0,0	0,0	0,7	8,0	0,0	0,7	8,0	5,2
10,0	0,0	0,0	0,7	8,0	0,0	0,7	8,0	5,2
20,0	0,0	0,0	0,6	8,0	0,0	0,6	8,0	5,1
35,0	0,0	0,0	0,6	8,0	0,0	0,6	8,0	5,1

Tabla 83. Conducción Jarama - Bolarque. Costes totales de circulación

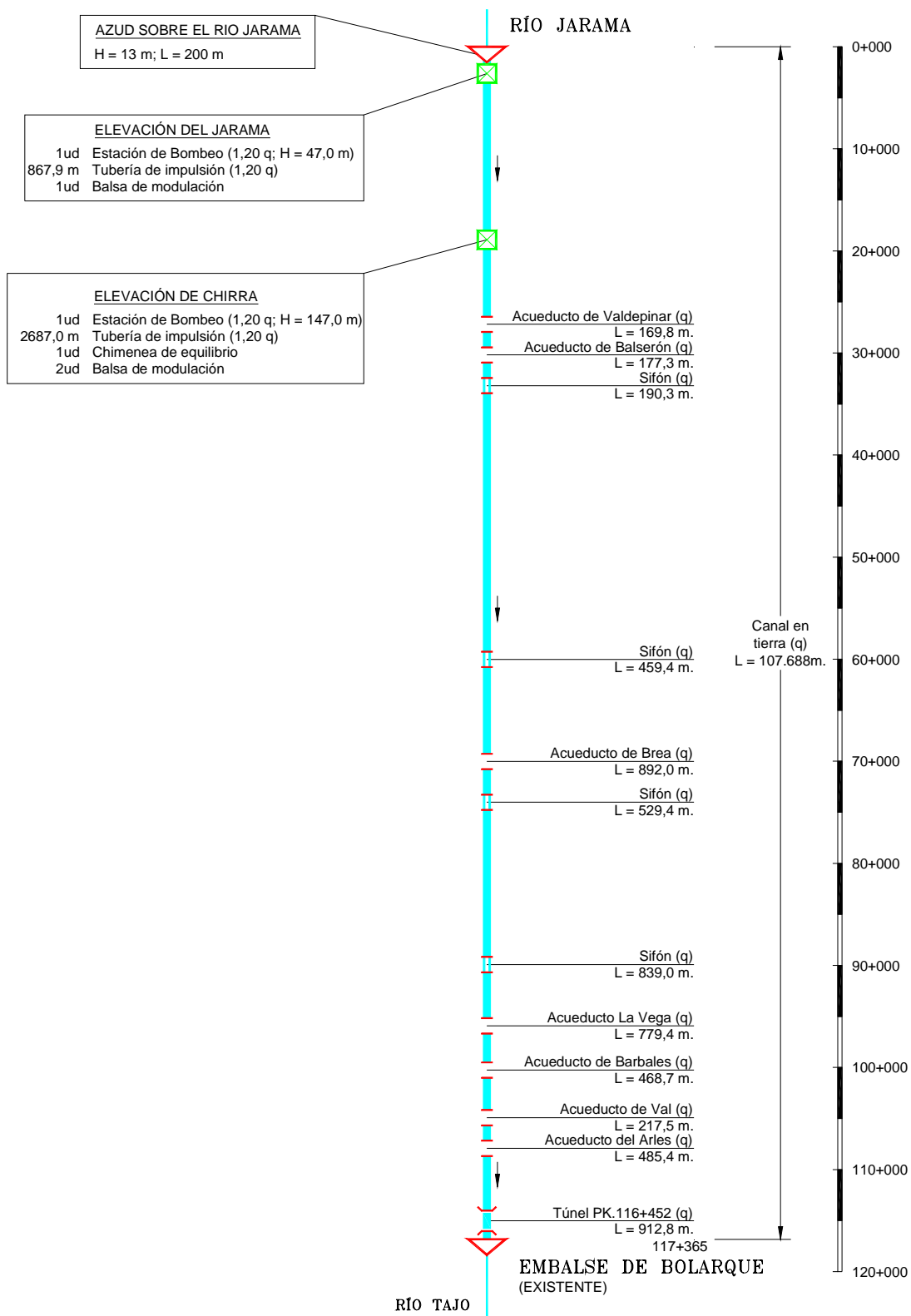


Figura 88. Conducción Jarama - Bolarque. Esquema en planta

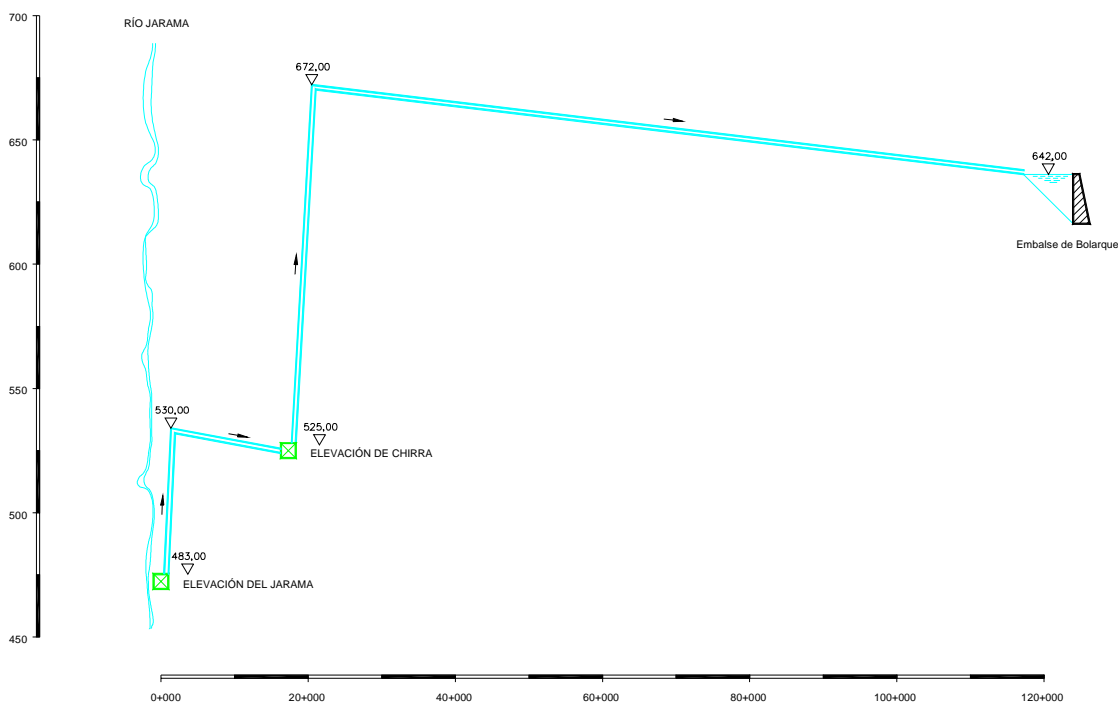


Figura 89. Conducción Jarama - Bolarque. Esquema en alzado

2.16. CONDUCCIÓN TIÉTAR-ALDEANUEVA

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

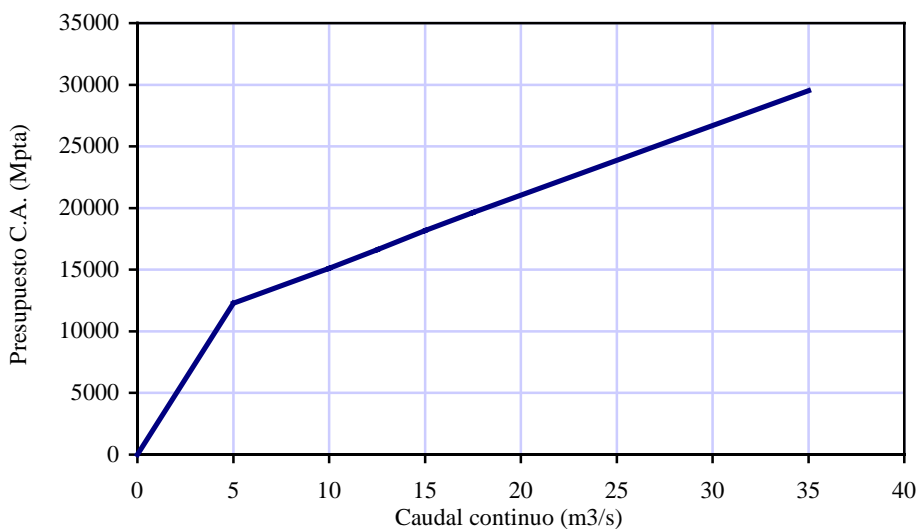


Figura 90. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Función de coste

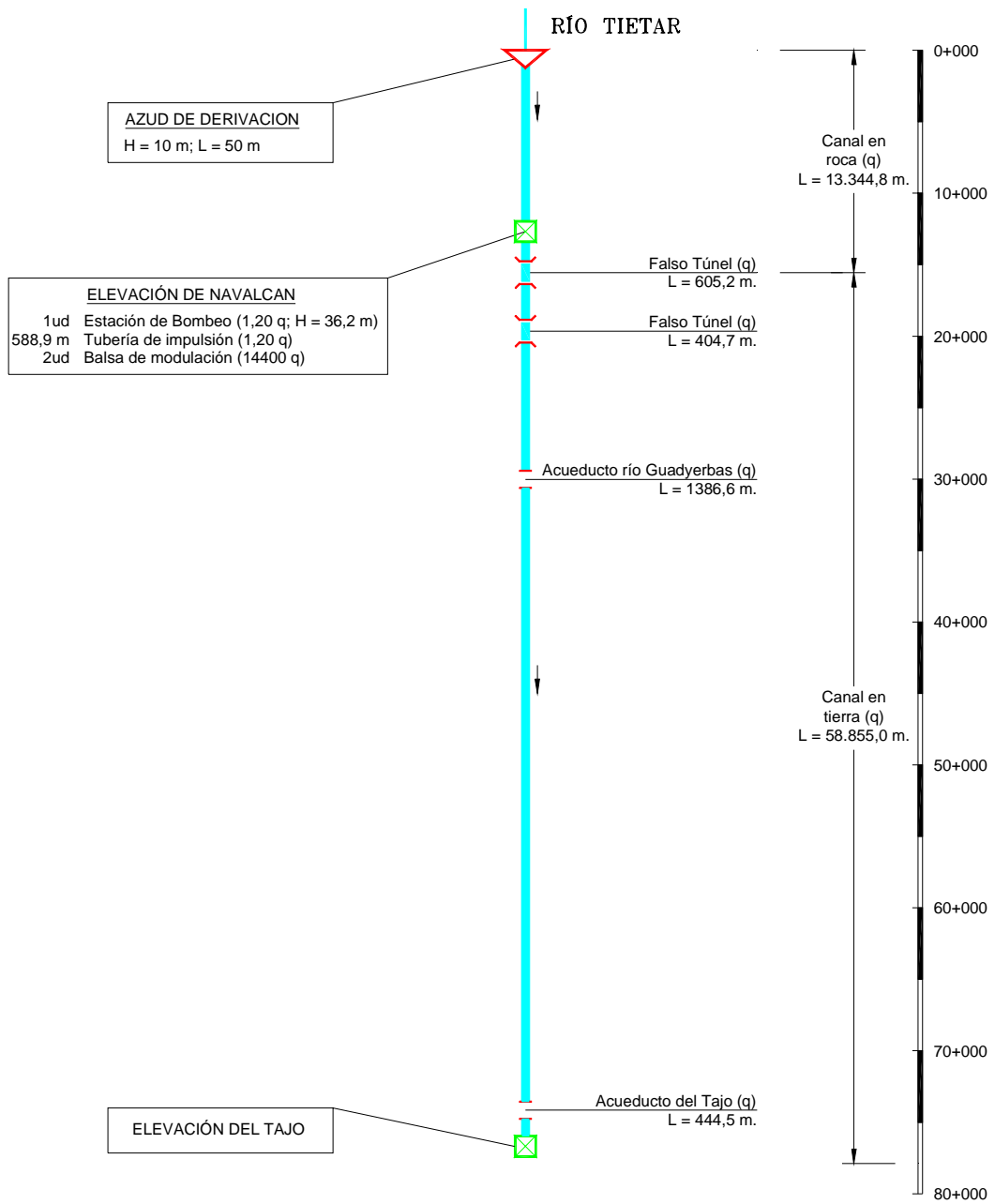


Figura 91. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Esquema en planta

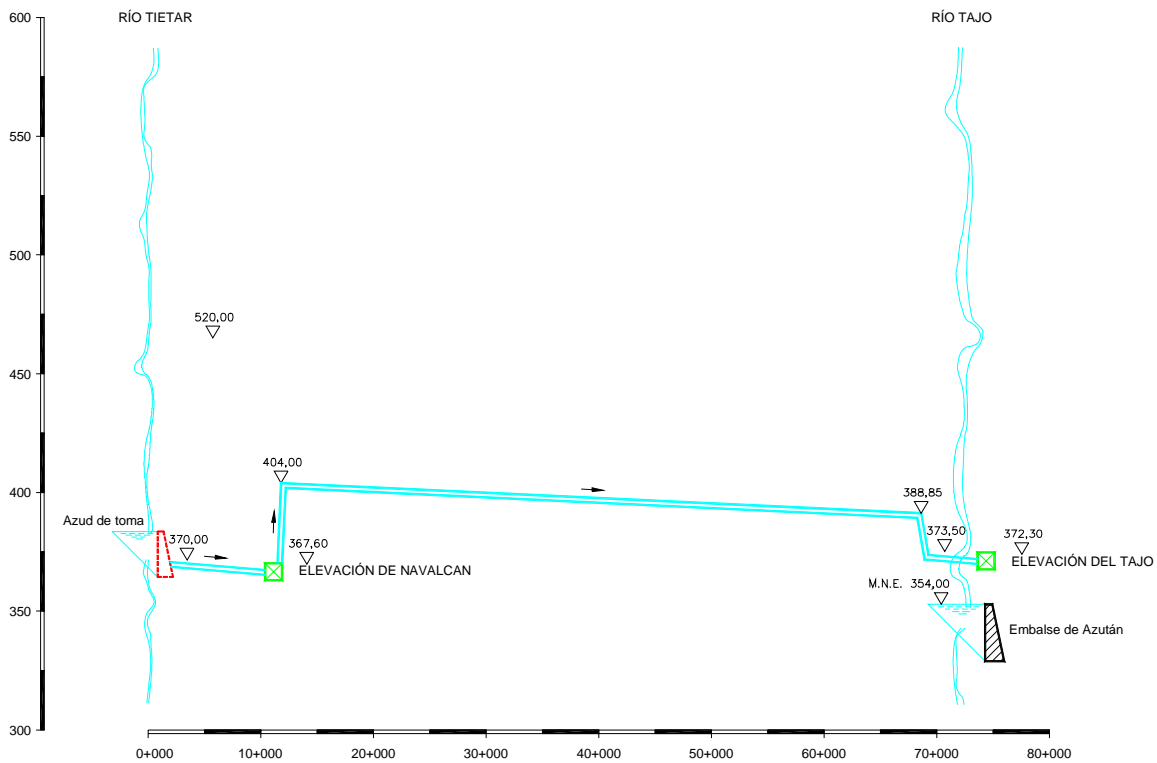


Figura 92. Conducción Tiétar-Aldeanueva. Esquema en alzado

2.17. CONDUCCIÓN AZUTÁN-ALDEANUEVA

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

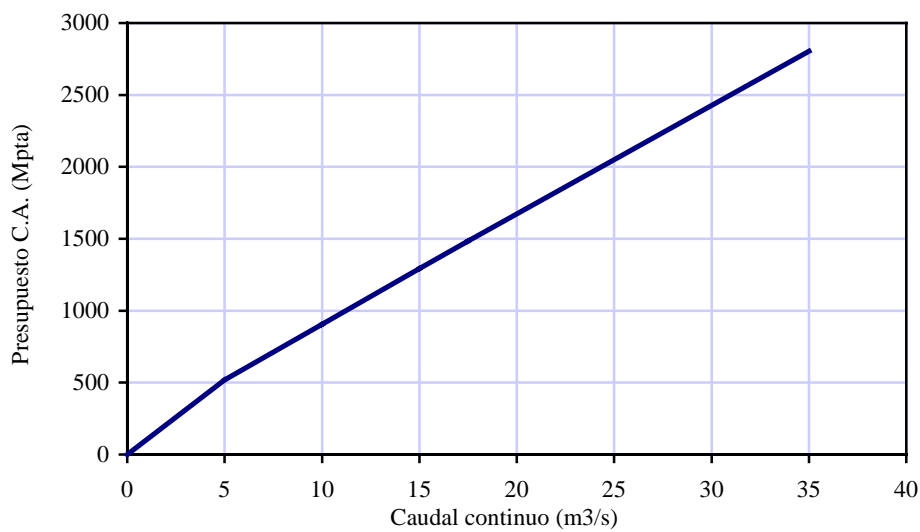


Figura 93. Conducción Azután-Aldeanueva. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar únicamente el consumo energético debido a la elevación de Azután. El coeficiente energético resultante es de 0,095 kWh/m³ y el precio de la energía de 8 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de flujo de 0,8 pts/m³, tal y como se muestra en las tablas adjuntas.

Q	h _{func}	Nº	D	v	L	H _{bruto}	H _{rozam.}	H _{neto}	Potencia	CE	Precio
(m ³ /s)	(nº)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)
5.0	20	1	1700	2.6	100	29.0	0.4	29.4	2.0	.094	9.0
10.0	20	2	1700	2.6	100	29.0	0.4	29.4	4.1	.094	9.0
12.5	20	2	1900	2.6	100	29.0	0.3	29.3	5.1	.094	9.0
15.0	20	2	2100	2.6	100	29.0	0.3	29.3	6.1	.094	9.0
17.5	20	2	2300	2.5	100	29.0	0.2	29.2	7.1	.094	9.0
35.0	20	2	3200	2.6	100	29.0	0.2	29.2	14.1	.093	9.0

Tabla 88. Conducción Azután-Aldeanueva. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación
	CE	Precio	CE	Precio	Precio	CE	Precio	
(m ³ /s)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)
5.0	0.0	0.0	0.09	9.0	0.0	0.1	9.0	0.8
10.0	0.0	0.0	0.09	9.0	0.0	0.1	9.0	0.8
12.5	0.0	0.0	0.09	9.0	0.0	0.1	9.0	0.8
15.0	0.0	0.0	0.09	9.0	0.0	0.1	9.0	0.8
17.5	0.0	0.0	0.09	9.0	0.0	0.1	9.0	0.8
35.0	0.0	0.0	0.09	9.0	0.0	0.1	9.0	0.8

Tabla 89. Conducción Azután-Aldeanueva. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m ³)	H (m)	Medición	q (m ³ /s)											
						5		10		12.5		15.0		17.5		35	
						Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)
1.- ELEVACIÓN DEL AZUTÁN				29	1		342		599		727		854		981		1.853
Ud Estación de bombeo (1,20 q)						326	326	572	572	694	694	816	816	937	937	1.768	1.768
m Tubería de impulsión (1,20 q)					100	0.157	16	0.268	27	0.324	32	0.381	38	0.438	44	0.850	85
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)							342		599		727		854		981		1.853
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):							79		138		167		196		226		426
TOTAL (m Pts.)							420		737		894		1.050		1.206		2.280
I.V.A. (16%) (M Pts.):							67		118		143		168		193		365
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):							487		854		1.037		1.218		1.399		2.644
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):							517		906		1.099		1.292		1.484		2.804

q Caudal continuo de trasvase
A Altura de las presas
L Longitud de coronación de las presas
V Volúmenes de las balsas de modulación
H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 90. Valoración de la conducción Azután-Aldeanueva

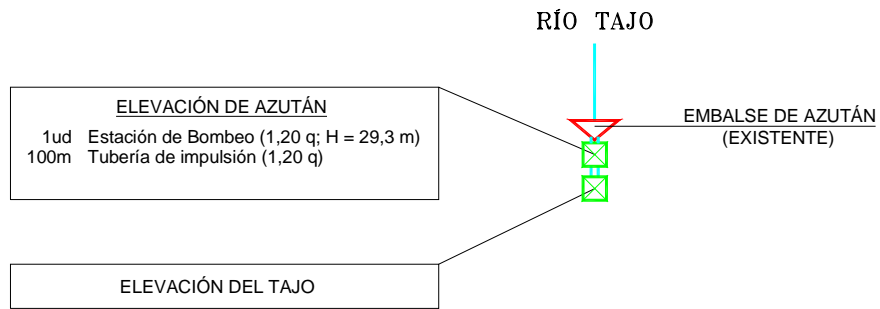


Figura 94. Conducción Azután-Aldeanueva. Esquema en planta

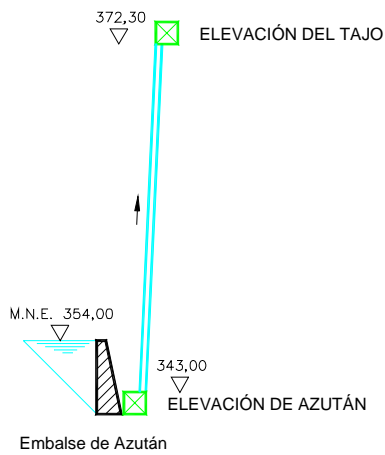


Figura 95. Conducción Azután-Aldeanueva. Esquema en alzado

2.18. CONDUCCIÓN ALDEANUEVA-DAIMIEL

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

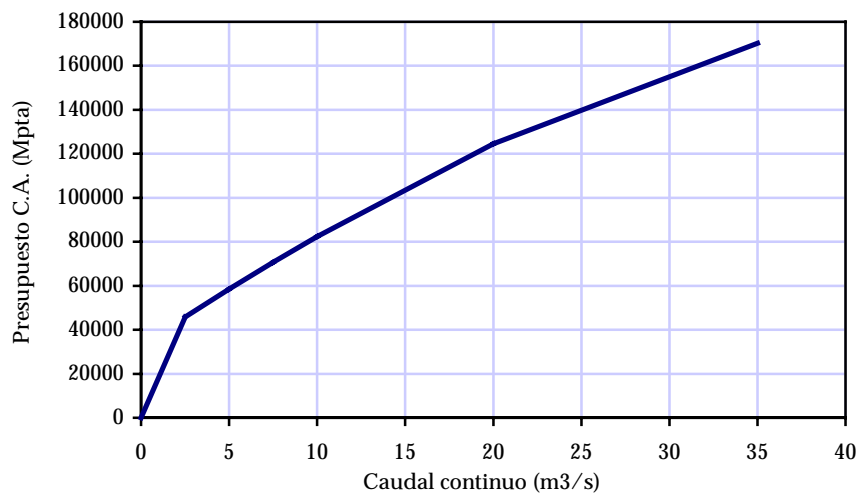


Figura 96. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar únicamente el consumo energético debido a las elevaciones del Uso y del Tajo. El coeficiente energético resultante es de 1,1 kWh/m³ y el precio de la energía 8 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de flujo de 8,8 pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de estas estimaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
2.5	20	1	1200	2.7	2975	332.2	19.0	351.2	12.1	1.1	9.0
5.0	20	2	1200	2.7	2975	332.2	19.0	351.2	24.3	1.1	8.0
7.5	20	2	1500	2.5	2975	332.2	13.0	345.2	35.8	1.1	8.0
10.0	20	2	1700	2.6	2975	332.2	11.9	344.1	47.6	1.1	8.0
20.0	20	2	2400	2.7	2975	332.2	7.5	339.7	94.0	1.1	8.0
35.0	20	2	3200	2.6	2975	332.2	5.0	337.2	163.3	1.1	8.0

Tabla 91. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
2,5	0,0	0,0	1,1	9,0	0,0	1,1	9,0	10,1
5,0	0,0	0,0	1,1	8,0	0,0	1,1	8,0	9,0
7,5	0,0	0,0	1,1	8,0	0,0	1,1	8,0	8,8
10,0	0,0	0,0	1,1	8,0	0,0	1,1	8,0	8,8
20,0	0,0	0,0	1,1	8,0	0,0	1,1	8,0	8,7
35,0	0,0	0,0	1,1	8,0	0,0	1,1	8,0	8,6

Tabla 92. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Costes totales de circulación

En las figuras adjuntas se muestra el detalle de esta conducción, así como el de su valoración. Como puede verse, el subtramo aguas arriba del embalse de regulación del Uso está dimensionado para una capacidad 3,5 veces mayor que el resto de la conducción, lo cual es debido a la ausencia de regulación en la fuente.

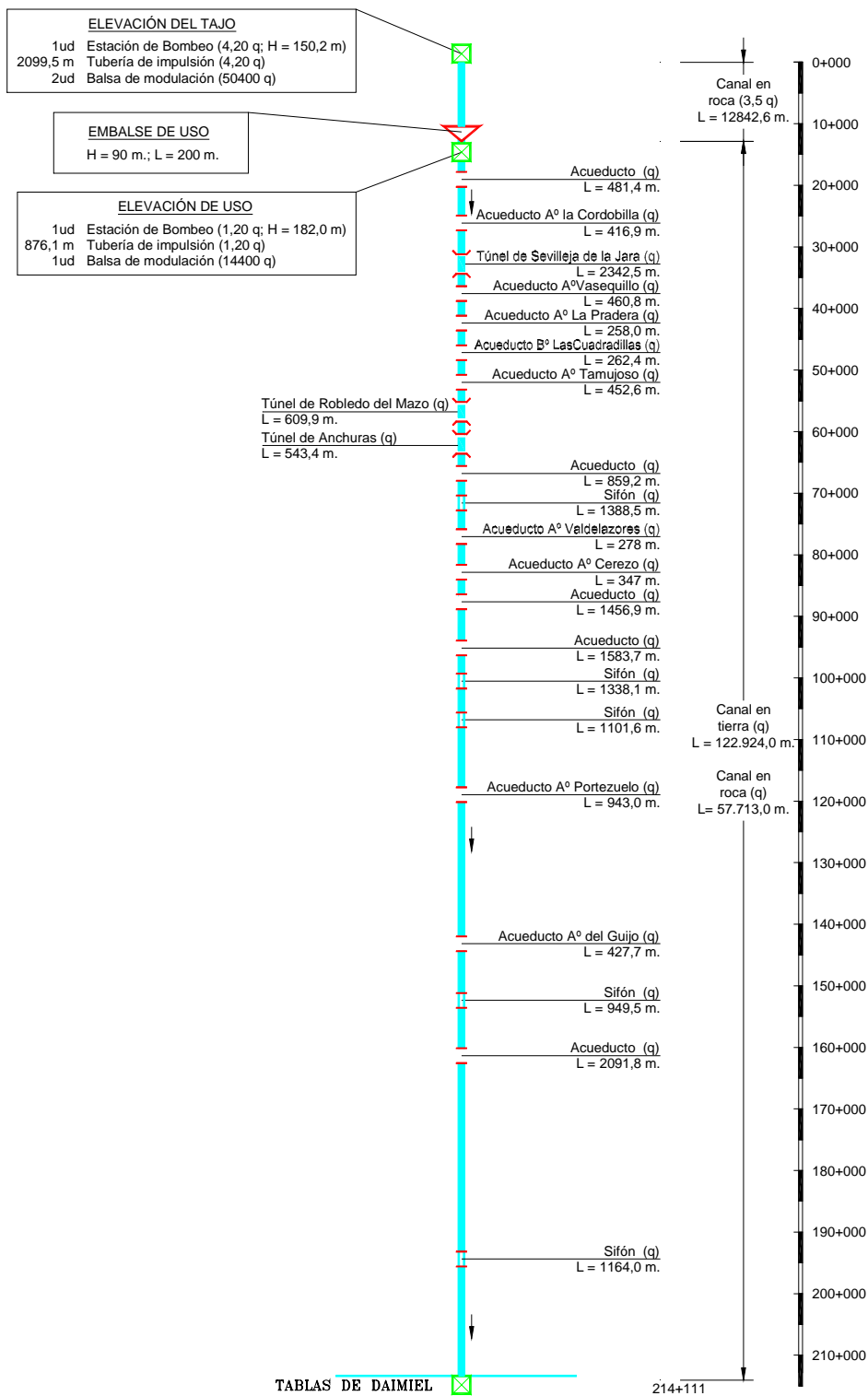


Figura 97. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Esquema en planta

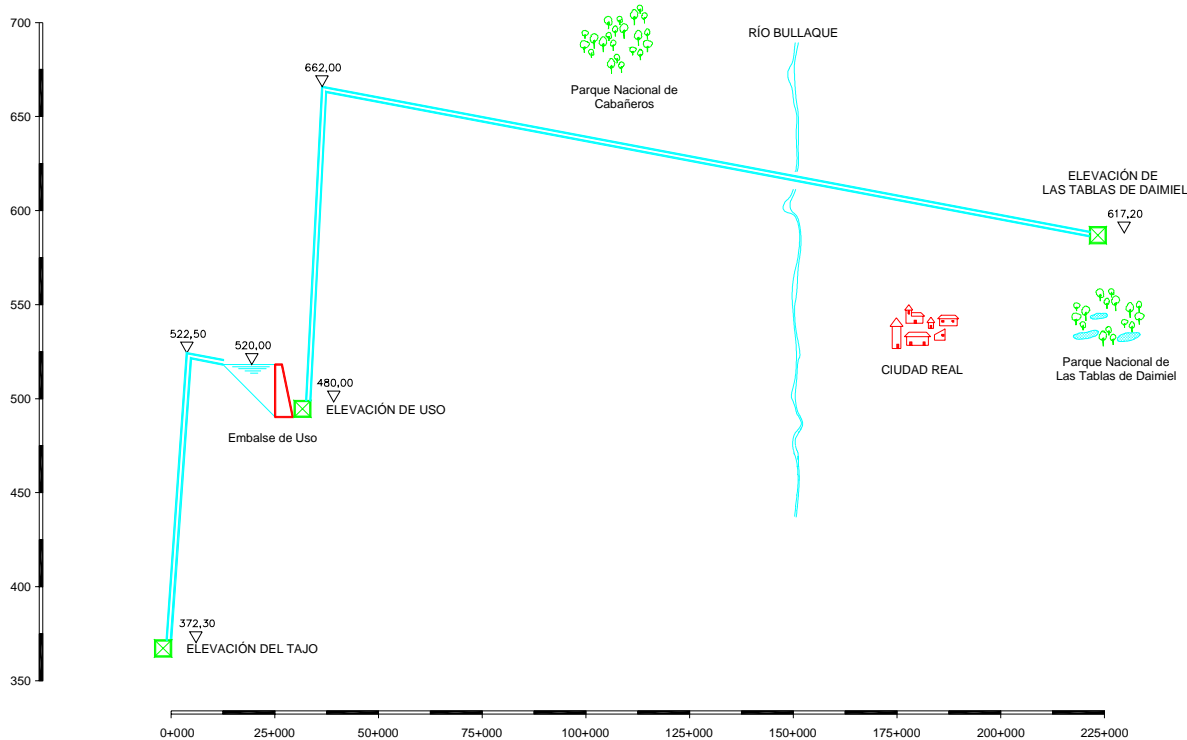


Figura 98. Conducción Aldeanueva-Daimiel. Esquema en alzado

2.19. CONDUCCIÓN DAIMIEL-MANCHA OCCIDENTAL

La función de costes del tramo es la mostrada en la figura adjunta.

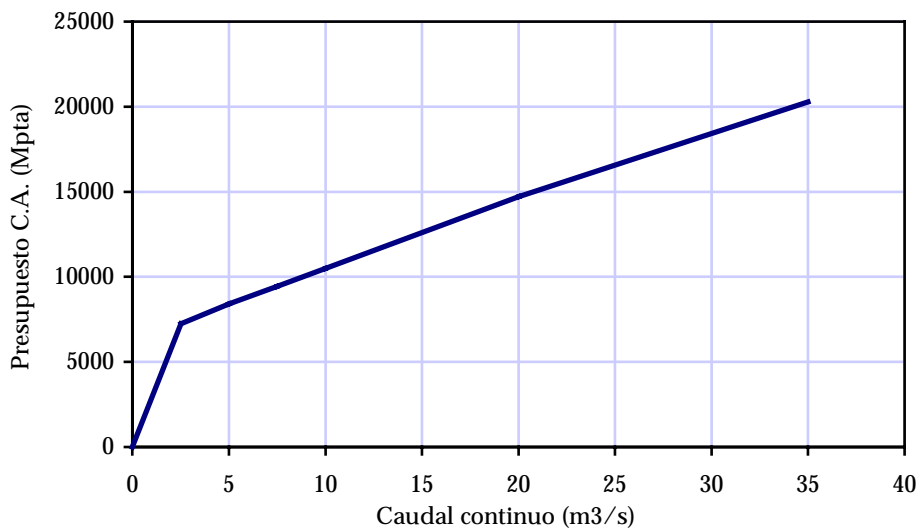


Figura 99. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Función de coste

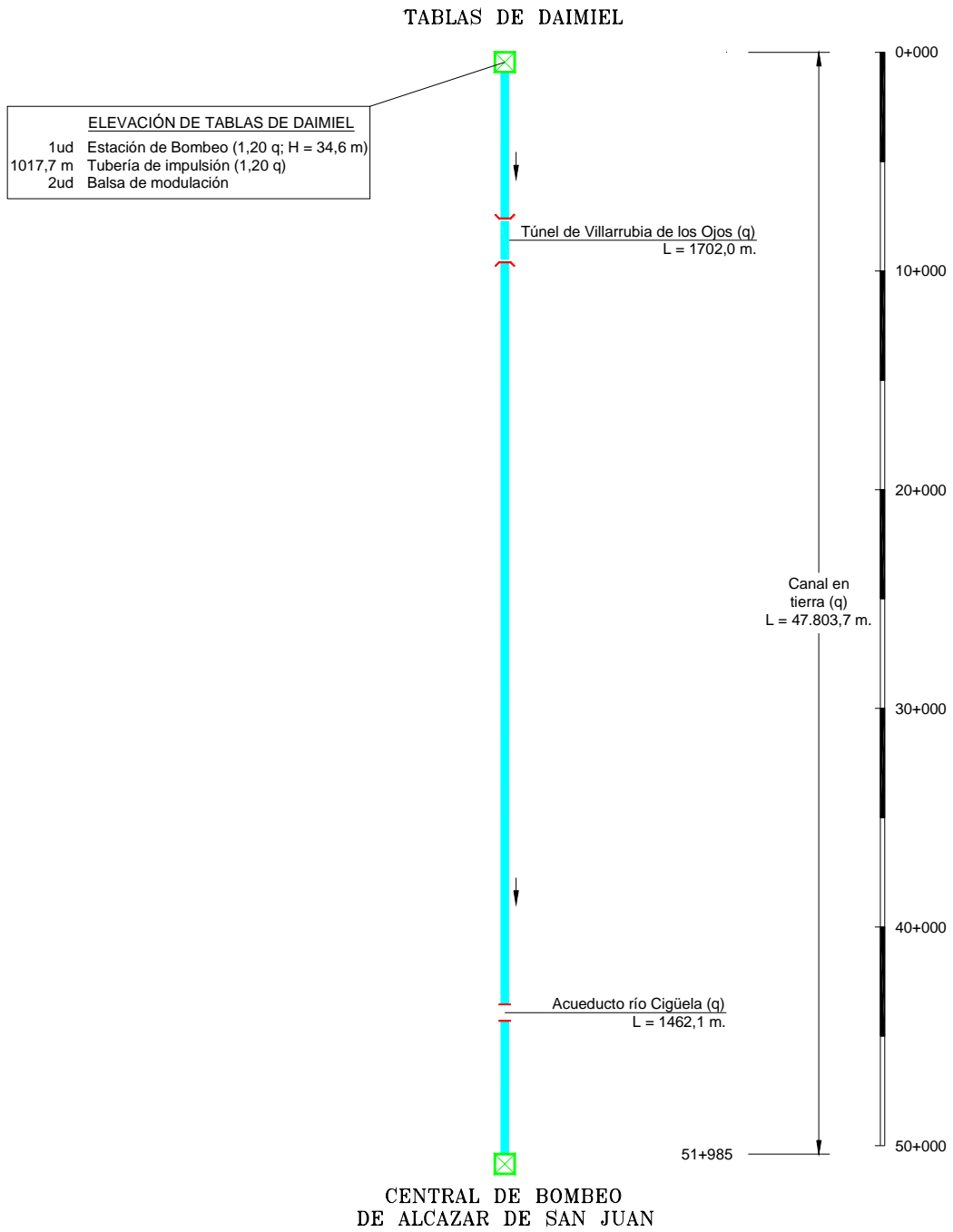


Figura 100. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Esquema en planta

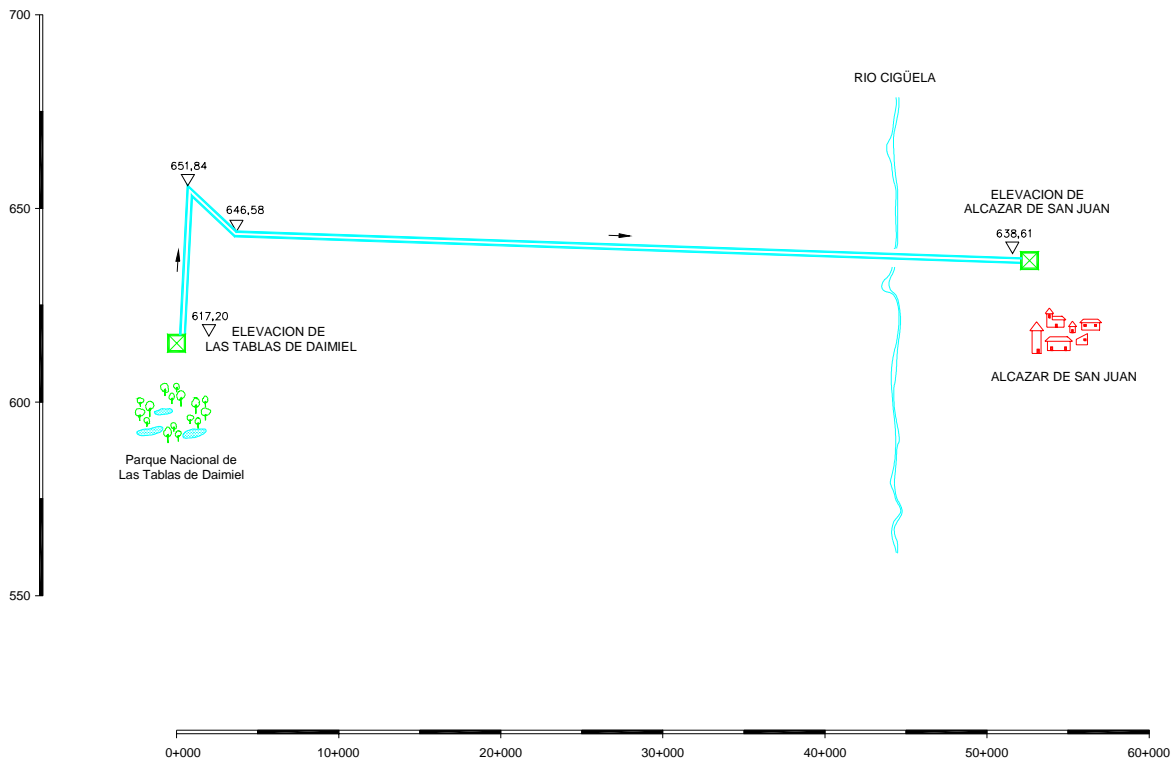


Figura 101. Conducción Daimiel-Mancha Occidental. Esquema en alzado

2.20. CONDUCCIÓN TOLEDO-MANCHA OCCIDENTAL

La función de costes de este tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

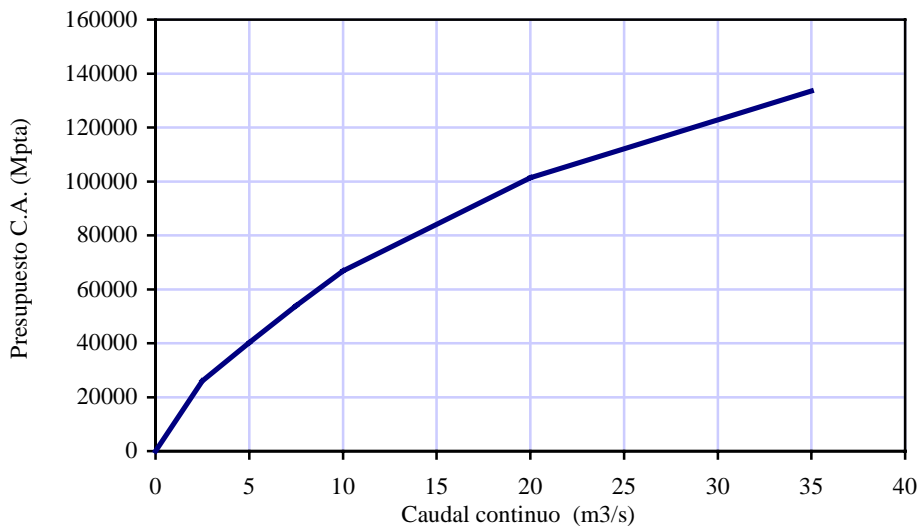


Figura 102. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, únicamente habría que considerar los debidos al consumo energético en las dos elevaciones previstas, lo que supone un coeficiente energético de 0,9 kWh/m³ en la conducción, con un precio de la energía de 8 pts/kWh, ello implica unos costes totales de flujo de unas 7 pts/m³, tal como puede verse en las tablas adjuntas.

Q (m ³ /s)	h _{func} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
2.5	20	2	800	3.0	4884	250.0	67.8	317.8	11.0	1.0	9.0
5.0	20	2	1200	2.7	4884	250.0	31.2	281.2	19.5	0.9	8.0
7.5	20	2	1500	2.5	4884	250.0	21.3	271.3	28.2	0.9	8.0
10.0	20	2	1700	2.6	4884	250.0	19.5	269.5	37.3	0.9	8.0
20.0	20	2	2400	2.7	4884	250.0	12.4	262.4	72.6	0.8	8.0
35.0	20	2	3200	2.6	4884	250.0	8.2	258.2	125.0	0.8	8.0

Tabla 97. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
2,5	0,0	0,0	1,0	9,0	0,0	1,0	9,0	9,2
5,5	0,0	0,0	0,9	8,0	0,0	0,9	8,0	7,2
7,5	0,0	0,0	0,9	8,0	0,0	0,9	8,0	7,0
10,0	0,0	0,0	0,9	8,0	0,0	0,9	8,0	6,9
20,0	0,0	0,0	0,8	8,0	0,0	0,8	8,0	6,7
35,0	0,0	0,0	0,8	8,0	0,0	0,8	8,0	6,6

Tabla 98. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Costes totales de circulación

En las figuras adjuntas se muestra el detalle de la conducción, así como su valoración. La tercera elevación no se ha valorado en este tramo, al haberse incluido en la conducción aguas abajo Mancha Occidental – La Roda. Además, el subtramo aguas arriba del existente embalse de regulación de Finisterre está dimensionado para una capacidad 3,5 veces mayor que el resto de la conducción, lo cual es debido a la ausencia de regulación en la fuente.

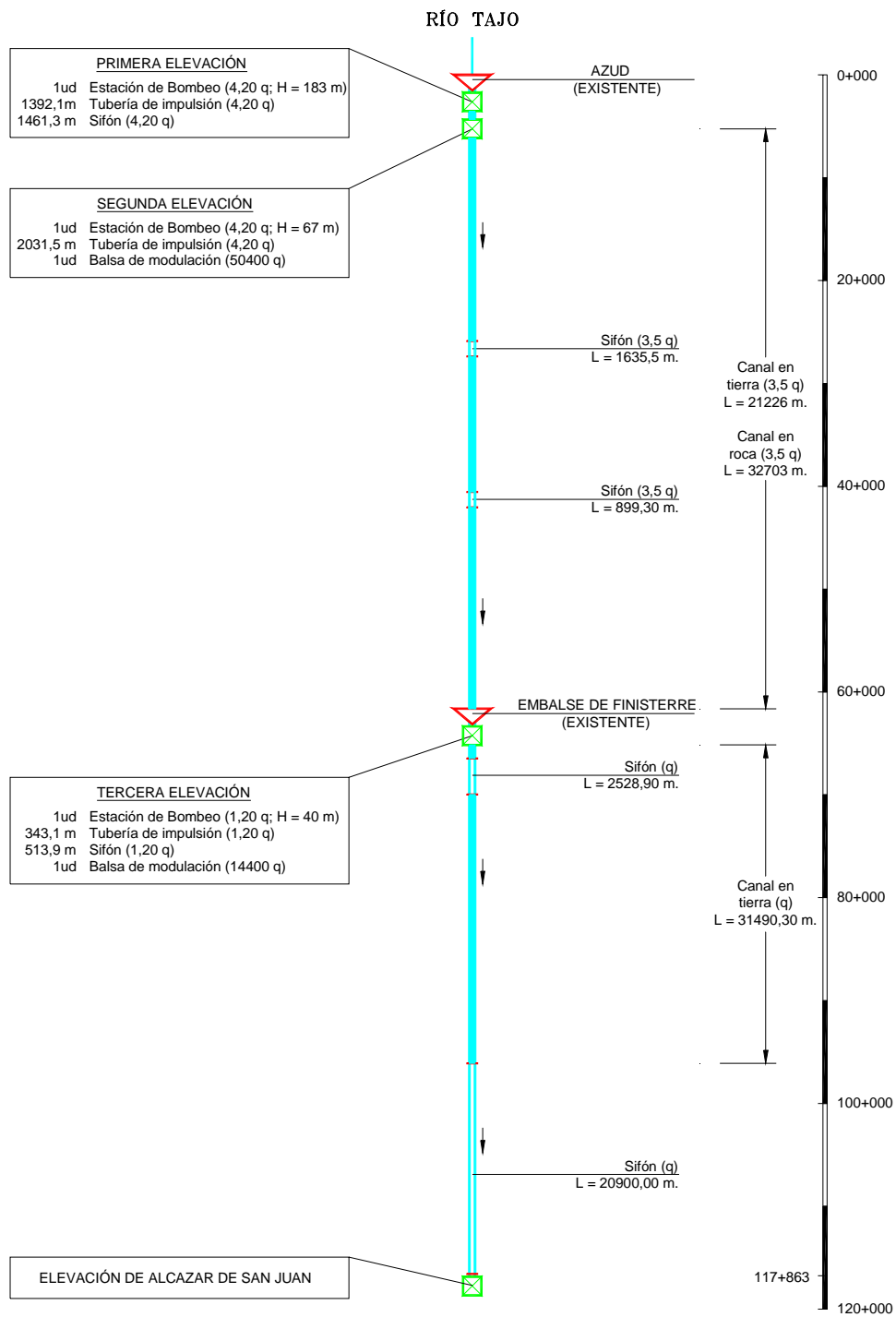


Figura 104. Conducción Toledo-Mancha Occidental. Esquema en planta

2.21. CONDUCCIÓN MANCHA OCCIDENTAL-LA RODA

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

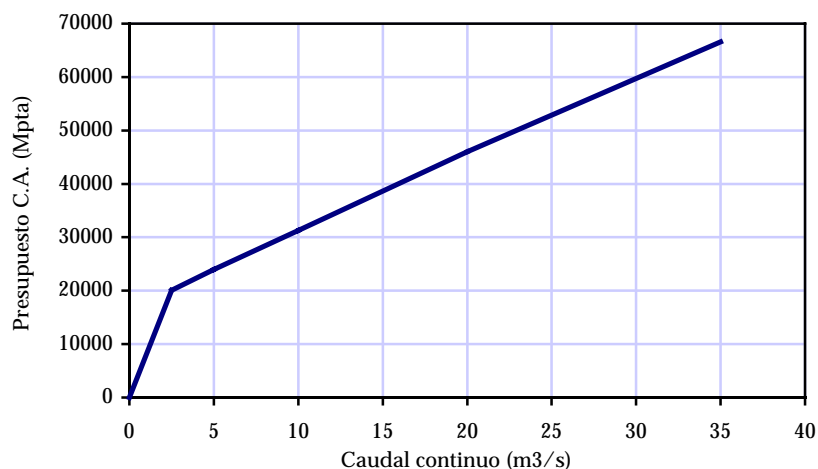


Figura 105. Conducción Mancha Occidental – La Roda. Función de coste

Respecto a sus costes de operación, habría que considerar únicamente el consumo energético debido a las elevaciones de Alcázar de San Juan, El Toboso, Mota del Cuervo y las Pedroñeras. El coeficiente energético resultante es de 0,4 ó 0,5 kWh/m³ y el precio de la energía de 8 ó 9 pts/kWh (en función ambos del caudal circulante por la conducción), lo que supone unos costes totales de circulación entre 3,5 y 5,2 pts/m³. El detalle de estas estimaciones se muestra en las tablas adjuntas.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
2,5	20	1	1200	2,7	11229	109,6	71,7	181,3	6,3	0,6	9,0
5,0	20	1	1700	2,6	11229	109,6	44,8	154,4	10,7	0,5	9,0
7,5	20	1	2100	2,6	11229	109,6	32,6	142,2	14,8	0,5	9,0
10,0	20	1	2400	2,7	11229	109,6	28,5	138,1	19,1	0,4	8,0
20,0	20	2	2400	2,7	11229	109,6	28,5	138,1	38,2	0,4	8,0
35,0	20	3	2600	2,6	11229	109,6	25,3	134,9	65,3	0,4	8,0

Tabla 100. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/m ³)
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	
2,5	0,0	0,0	0,6	9,0	0,0	0,6	9,0	5,2
5,0	0,0	0,0	0,5	9,0	0,0	0,5	9,0	4,4
7,5	0,0	0,0	0,5	9,0	0,0	0,5	9,0	4,1
10,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	3,5
20,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	3,5
35,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	3,5

Tabla 101. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Costes totales de circulación

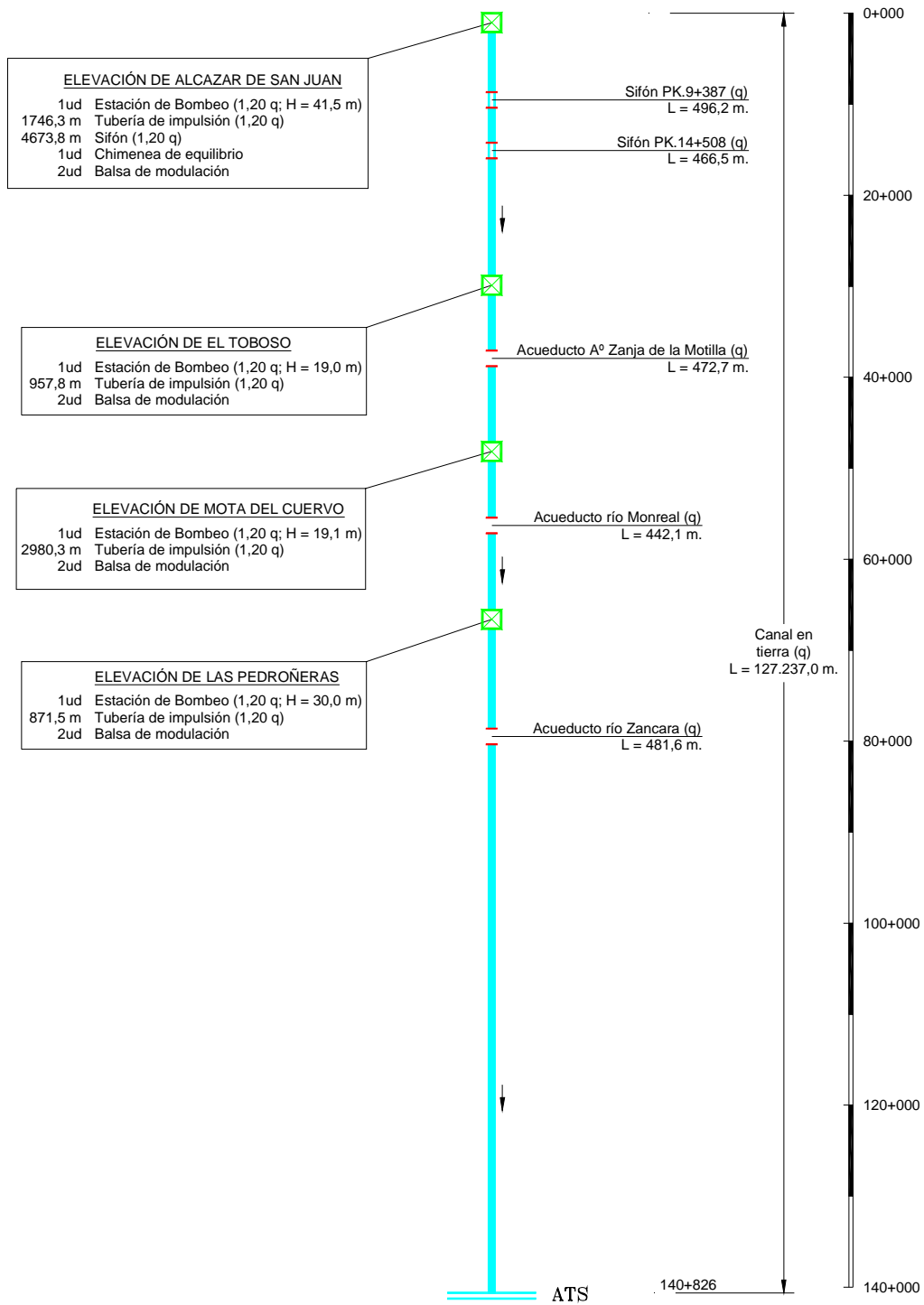


Figura 106. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Esquema en planta

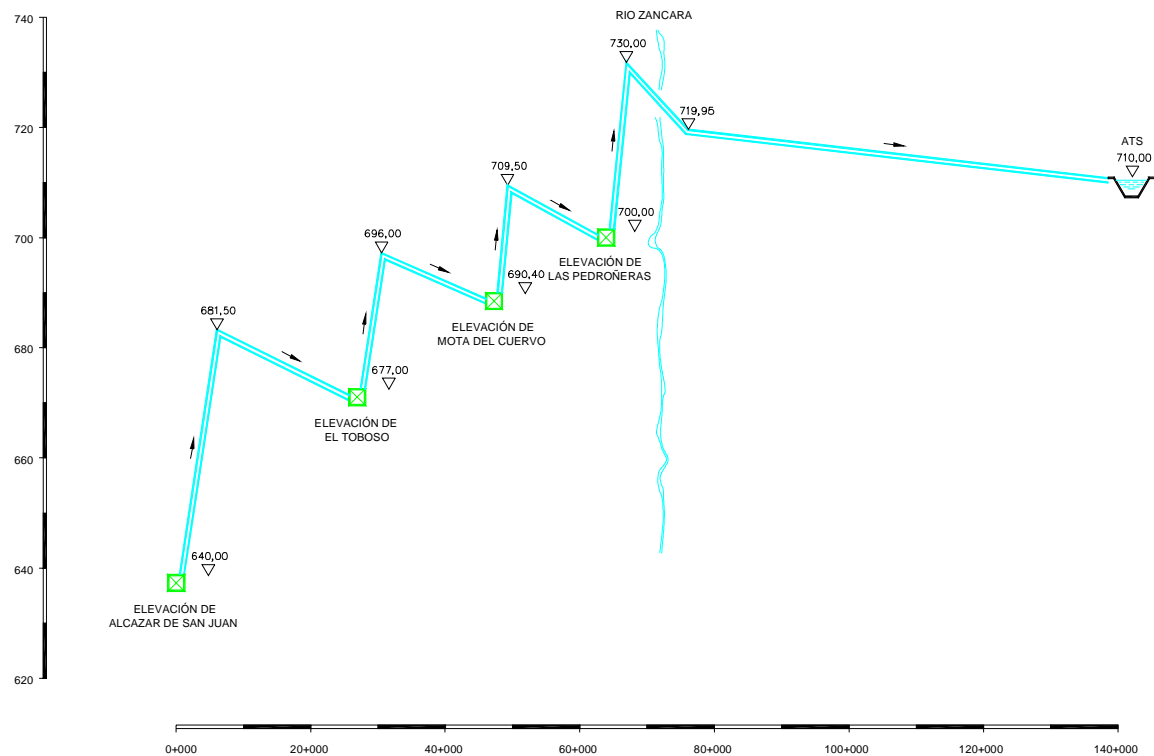


Figura 107. Conducción Mancha Occidental-La Roda. Esquema en alzado

2.22. CONDUCCIÓN BOLARQUE-CIGÜELA

Corresponde al primer tramo (de un total de cinco) del actualmente existente Acueducto Tajo-Segura (ATS). La infraestructura actual de este tramo del ATS es suficiente para el transporte de un caudal estimado en aproximadamente $33 \text{ m}^3/\text{s}$ (excepto la elevación de Bolarque prevista para funcionar en 12 horas, con una capacidad máxima de $66 \text{ m}^3/\text{s}$), por lo que para la valoración de costes del tramo se han seguido los siguientes criterios:

- para caudales circulantes menores de $33 \text{ m}^3/\text{s}$ se supone coste nulo (utilización de la infraestructura ya existente).
- para caudales entre 33 y $37 \text{ m}^3/\text{s}$ habría que recrecer el actual canal, pero puede suponerse razonablemente que los bombes, sifones, acueductos e impulsiones serán suficientes gracias a los amplios resguardos con que este tipo de obras suelen diseñarse.
- para caudales mayores de $37 \text{ m}^3/\text{s}$, además de recrecer el canal, habría que ampliar la estación de bombeo de la Bujeda, los sifones, los acueductos y las impulsiones, hasta que tuvieran capacidad para el nuevo caudal de diseño de la conducción. En la elevación de Bolarque, habida cuenta que su capacidad máxima es de $65 \text{ m}^3/\text{s}$, no se hace necesario contemplar su ampliación.

La valoración del recrecimiento de un canal, conforme se explicó en el correspondiente epígrafe del presente Anejo, se ha supuesto sea la mitad del importe que supondría la ejecución de dicho canal de nueva construcción.

La ampliación de los elementos singulares de la conducción (estaciones de bombeo, sifones, túneles y acueductos) por encima de sus caudales de diseño se ha valorado suponiendo se construyera otra obra hidráulica similar, de capacidad igual a la diferencia entre el nuevo caudal de diseño y el de la obra actual.

En el caso de que el incremento de caudal circulantes sea menor de un 10-15% se ha supuesto que en las obras singulares (túneles, acueductos, sifones, etc) se pueda utilizar el resguardo, y que solo haya que construir una nueva obra singular de capacidad la diferencia entre el nuevo caudal y el de diseño si se supera este porcentaje, ya que en caso contrario para los valores de los caudales inmediatamente siguientes al de la capacidad de diseño habría que construir una obra hidráulica de muy pequeña capacidad (1 ó 2 m³/s, por ejemplo) lo cuál resulta antieconómico. En cualquier caso, como el reguardo habitual de este tipo de obras suele estar por encima del 20% (como puede verse en la tabla adjunta procedente de las conducciones estudiadas en los “Estudios Previos de viabilidad de determinados aprovechamientos a considerar en el P.H.N.”; Inypsa y Synconsult, 1.996) se mantiene siempre una seguridad razonable⁹.

Transferencia	Tipo de obra singular	Capacidad diseño (m ³ /s)	Capacidad real (m ³ /s)	Resguardo (%)
Duero-Tajo	Acueducto	16,7	20,4	22
Jarama-Bolarque	Acueducto	8,5	10,0	19
Jarama-La Bujeda	Túnel	10,2	12,46	20
Duero-Tajo	Túnel	33	38,20	16
Jarama-Bolarque	Túnel	8,5	12,13	43
Tajo-Guadalquivir	Túnel	7,23	8,56	19

Tabla 103. Resguardos en obras singulares

Con todo ello, la función de costes del tramo finalmente resultante es la que se muestra en la figura adjunta. Como puede verse, dicha función de costes queda claramente dividida en distintos tramos, en función del grado de ampliación que requiere la conducción actual, conforme a los criterios indicados anteriormente.

⁹ El túnel de Tebar, por ejemplo, de 4,20 metros de diámetro interior y pendiente 0,13% tiene una capacidad real de cerca de 39 m³/s frente a un caudal de diseño de 33 m³/s, esto es, casi un 20% más.

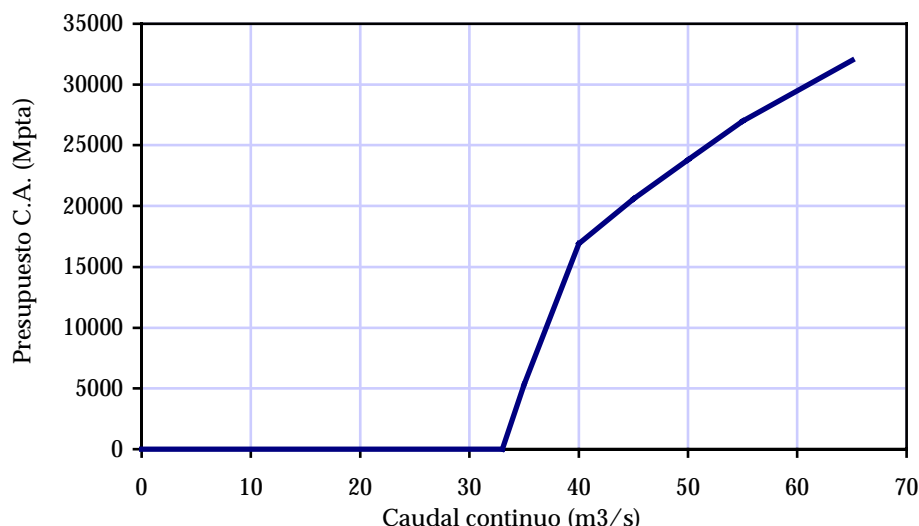


Figura 108. Conducción Bolarque-Cigüela. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en las elevaciones de Bolarque y de la Bujeda. Para su cuantificación, se ha supuesto en un precio global de elevación, utilizando la instalación existente, valorado en principio en 5,5 pts/m³ para cualquier valor del caudal que se movilice, conforme puede verse en las tablas adjuntas.

Q	h _{func}	N ^o	D	v	L	H _{bruto}	H _{rozam.}	H _{neto}	Potencia	CE	Precio
(m ³ /s)	(n ^o)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)
35,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0
40,0	24	2	3100	2,6	78	12,0	0,1	12,1	5,6	0,04	9,0
45,0	24	2	3300	2,6	78	12,0	0,1	12,1	6,3	0,04	9,0
50,0	24	2	3500	2,6	78	12,0	0,1	12,1	7,0	0,04	9,0
55,0	24	3	3000	2,6	78	12,0	0,1	12,1	7,7	0,04	9,0
65,0	24	4	2800	2,6	78	12,0	0,2	12,2	9,1	0,04	9,0

Tabla 104. Conducción Bolarque-Cigüela. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes Operación
	CE	Precio	CE	Precio		CE	Precio	
(m ³ /s)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)	(kWh/m ³)	(Pts/kWh)	(Pts/m ³)
35,0	0,0	0,0	0,00	0,0	5,5	0,00	5,5	5,5
40,0	0,0	0,0	0,04	9,0	5,2	0,04	142,7	5,5
45,0	0,0	0,0	0,04	9,0	5,2	0,04	142,9	5,5
50,0	0,0	0,0	0,04	9,0	5,2	0,04	143,0	5,5
55,0	0,0	0,0	0,04	9,0	5,2	0,04	142,7	5,5
65,0	0,0	0,0	0,04	9,0	5,2	0,04	142,5	5,6

Tabla 105. Conducción Bolarque-Cigüela. Costes totales de circulación

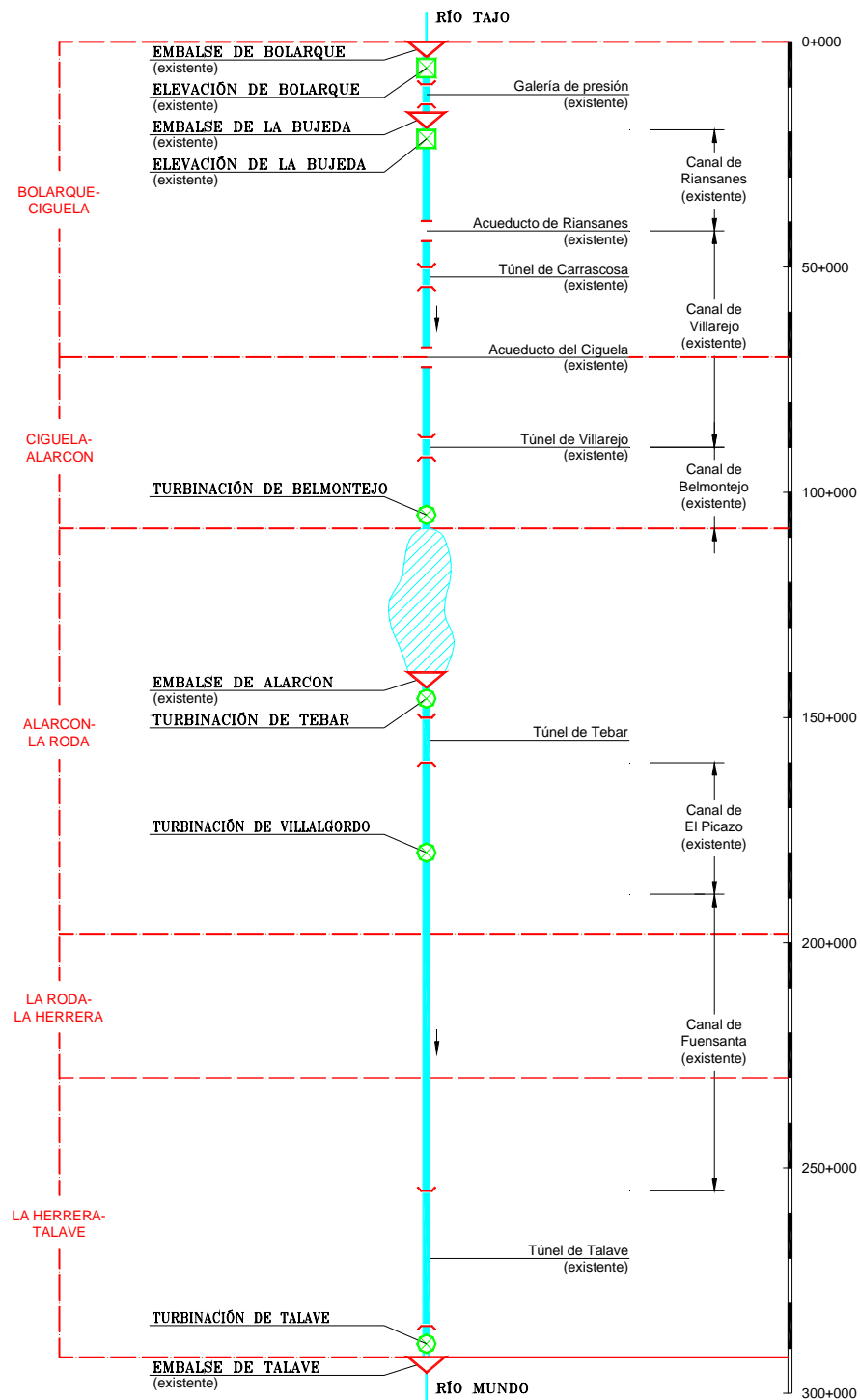


Figura 109. Acueducto Tajo-Segura. Esquema en planta

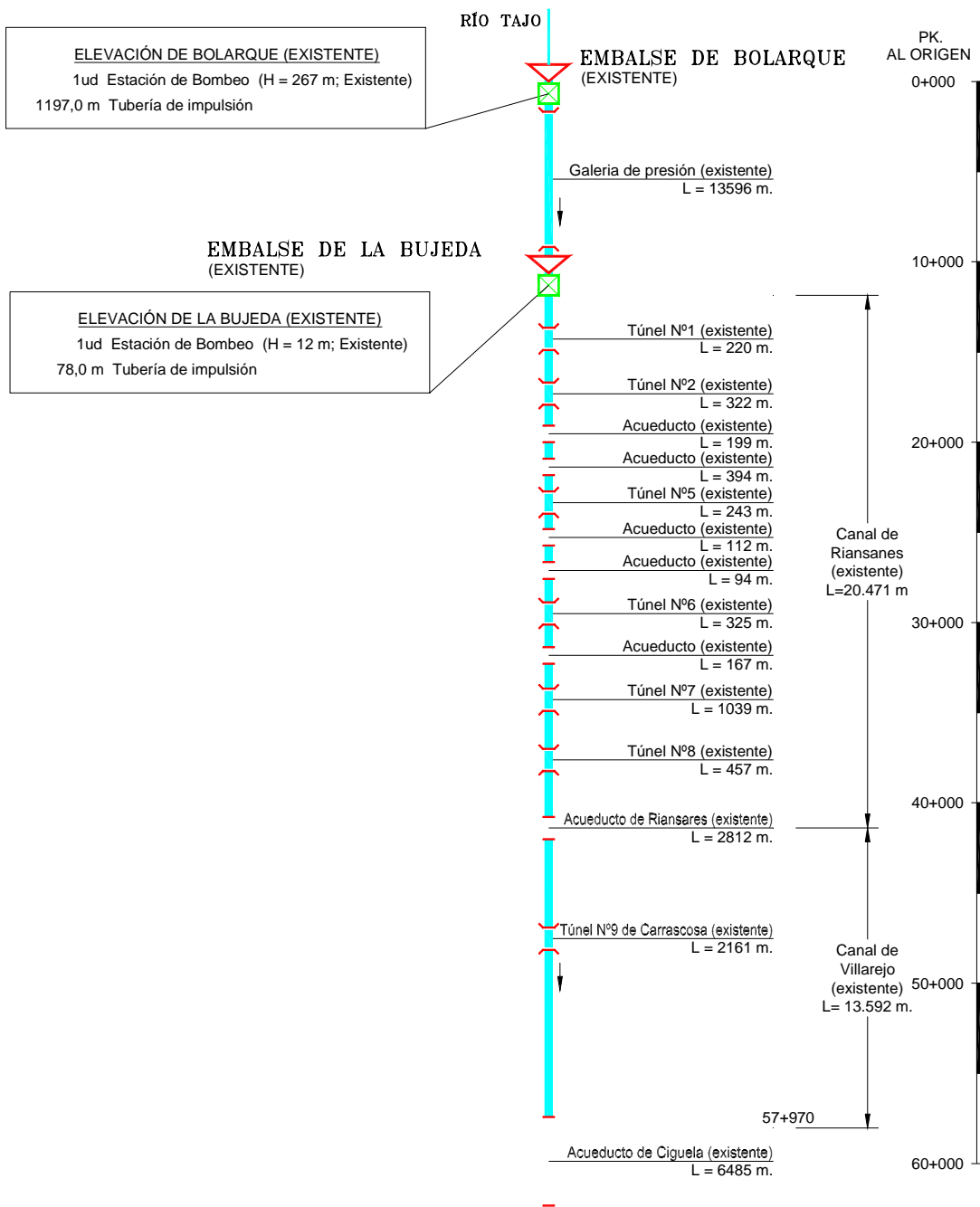


Figura 110. Acueducto Tajo-Segura. Tramo Bolarque-Ciguela. Esquema en planta

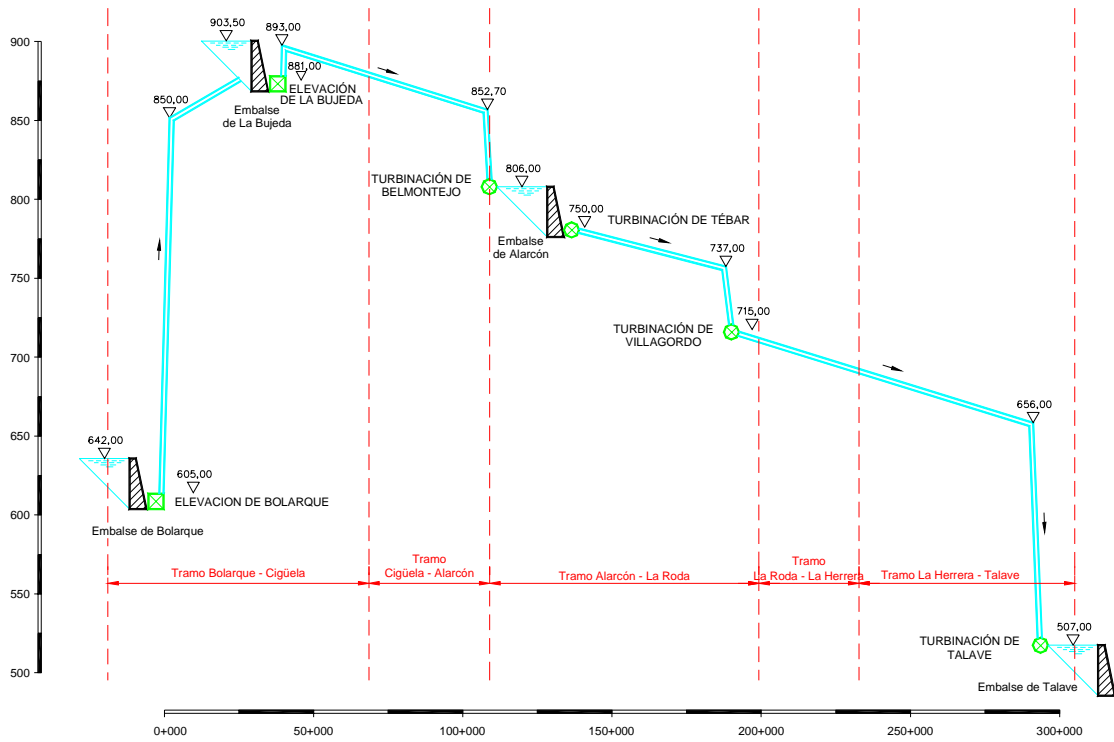


Figura 111. Acueducto Tajo-Segura. Esquema en alzado

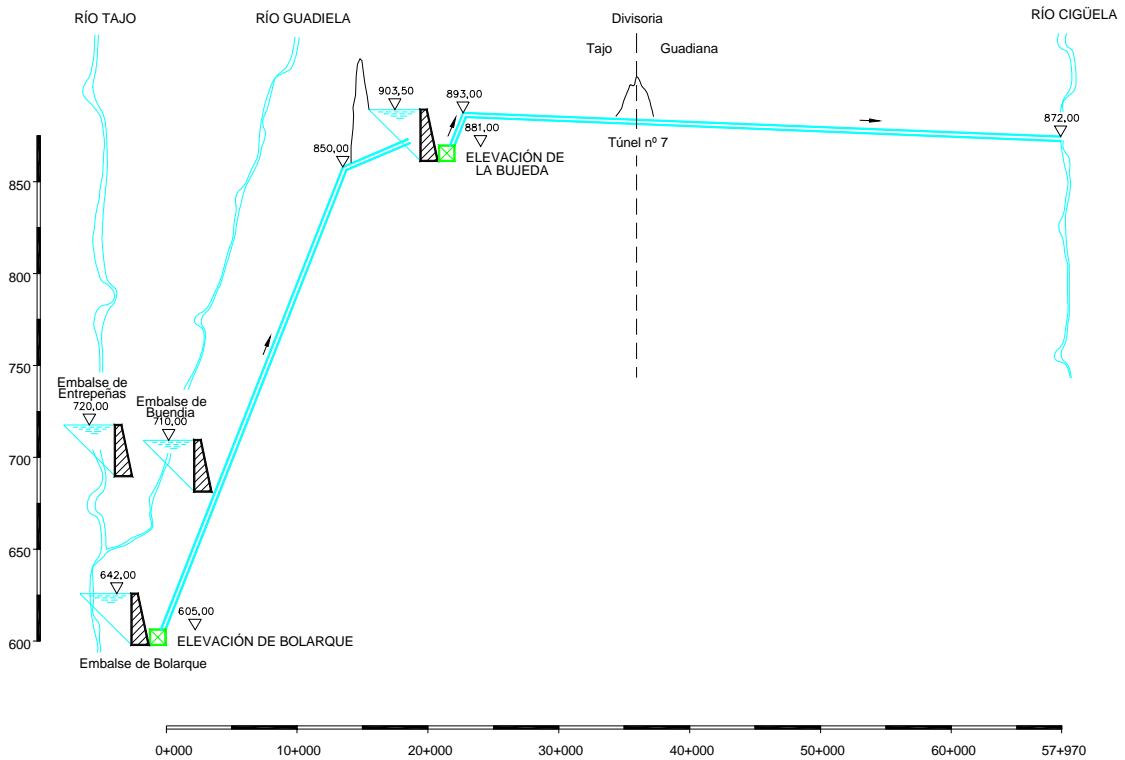


Figura 112. Acueducto Tajo-Segura. Tramo Bolarque-Cigüela. Esquema en alzado

2.23. CONDUCCIÓN CIGÜELA-ALARCÓN

Esta conducción corresponde al segundo tramo del actual Acueducto Tajo-Segura. Al igual que en el caso anterior, la infraestructura existente es suficiente para transportar un caudal de 33 m³/s, por lo que hasta ese caudal no hay que ampliar obra alguna. Entre 33 y 35 m³/s se habrá de recrecer el canal, y por encima de este valor se ampliarán tanto los acueductos como los túneles. Además, en este tramo, y para caudales superiores a 35 m³/s, puede acometerse la construcción del previsto salto hidroeléctrico de Belmontejo. Con todo ello, la función global de costes finalmente resultante es la mostrada en la figura adjunta.

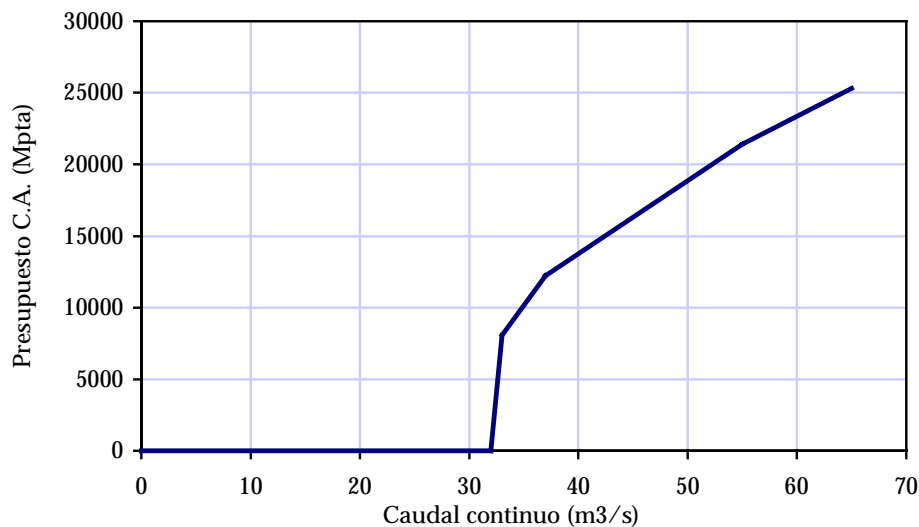


Figura 113. Conducción Cigüela-Alarcón. Función de coste

Respecto a los costes de circulación del tramo, habría que considerar únicamente el beneficio energético generado por la turbinación de Belmontejo, cuyo coeficiente energético es de -0,1 kWh/m³, con una tarifa eléctrica de 13,6 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de flujo de -1,3 pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de estas estimaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
10,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33,0	24	2	2600	3,1	1195	40,0	3,7	36,3	10,56	-0,1	13,6
35,0	24	2	2700	3,1	1195	40,0	3,4	36,6	11,29	-0,1	13,5
37,0	24	2	2800	3,0	1195	40,0	3,2	36,8	12,02	-0,1	13,4
55,0	24	2	3400	3,0	1195	40,0	2,5	37,5	18,20	-0,1	12,4
65,0	24	2	3700	3,0	1195	40,0	2,2	37,8	21,67	-0,1	11,8

Tabla 107. Conducción Cigüela - Alarcón. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

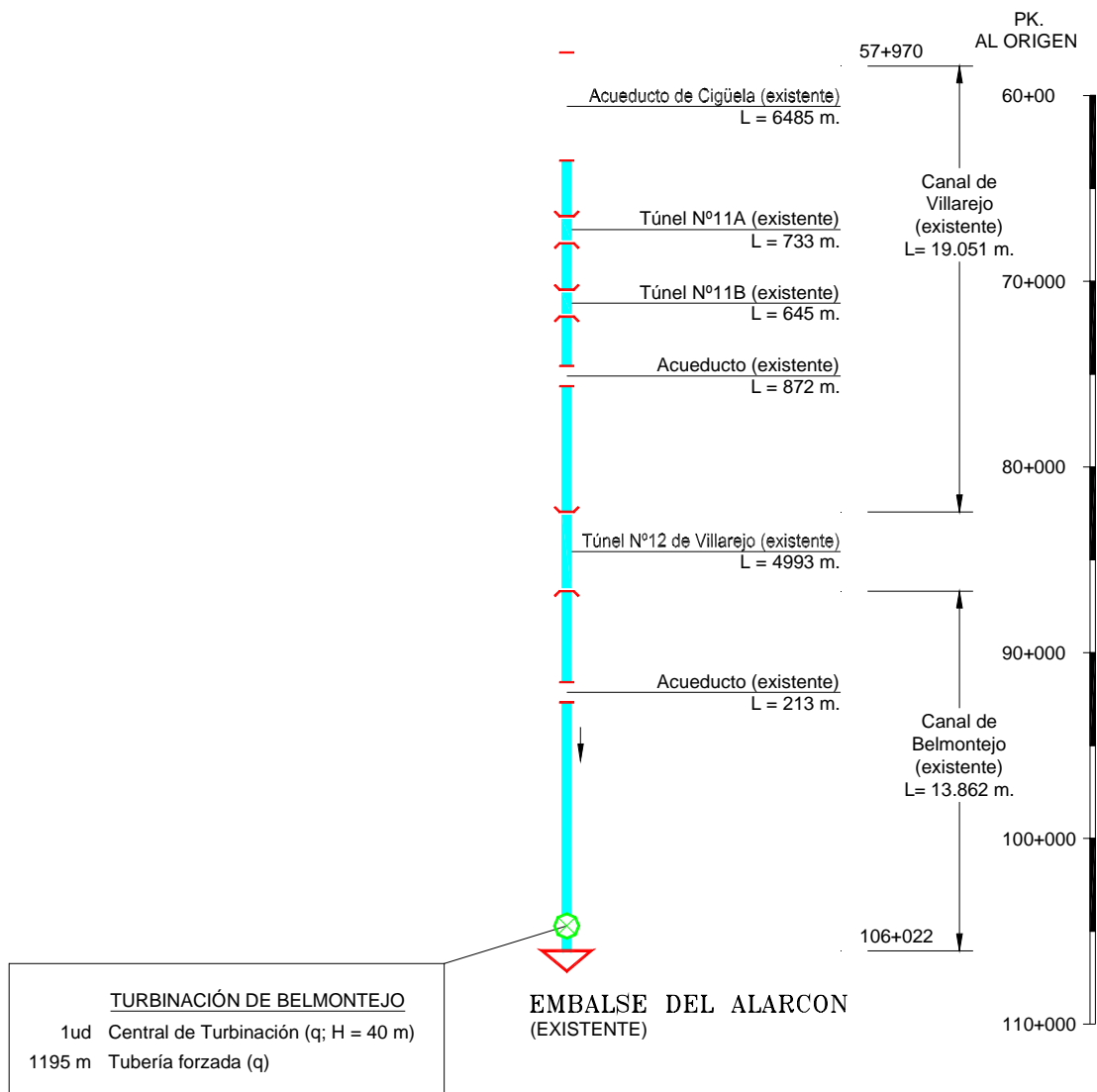


Figura 114. Conducción Cigüela - Alarcón. Esquema en planta

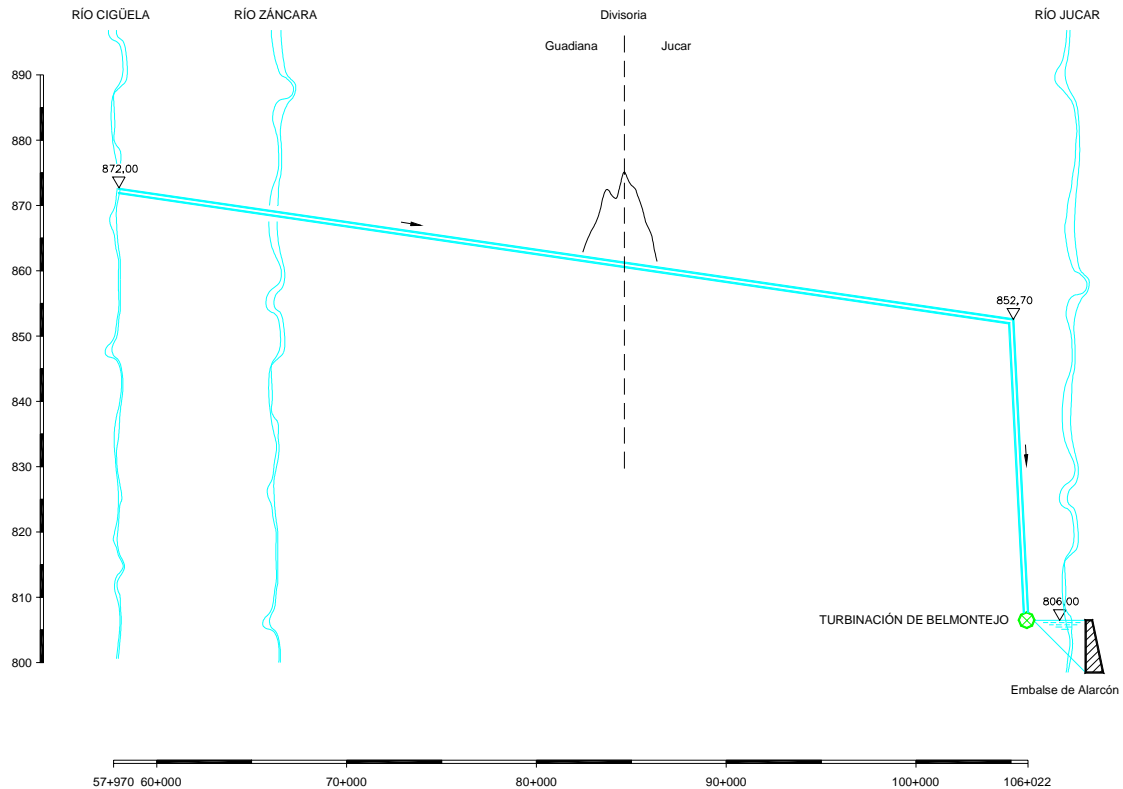


Figura 115. Conducción Cigüela - Alarcón. Esquema en alzado

2.24. CONDUCCIÓN ALARCÓN-LA RODA

Corresponde al tercer tramo del actual Acueducto Tajo-Segura. En este caso, la infraestructura existente de este tramo del ATS no es suficiente para transportar un caudal de $33 \text{ m}^3/\text{s}$, presentando un estrangulamiento en el actual túnel de Tébar (con una capacidad de transporte máxima de $23 \text{ m}^3/\text{s}$) por lo que debe plantearse la construcción de uno nuevo. Por lo demás, y al igual que en los tramos anteriores, para caudales por encima de los $33 \text{ m}^3/\text{s}$ habría que ampliar las actuales conducciones del ATS. Además, existe la oportunidad de construir dos saltos hidroeléctricos, uno entre el embalse de Alarcón y el nuevo túnel de Tébar y el otro aprovechando la rápida de Villalgorido, los cuales se consideran a efectos de valoraciones, desde un caudal transportado de $35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con todo ello, la función global de costes resulta ser la que se muestra en la figura adjunta, obtenida a partir de la valoración de la conducción, realizada conforme a la metodología explicada anteriormente.

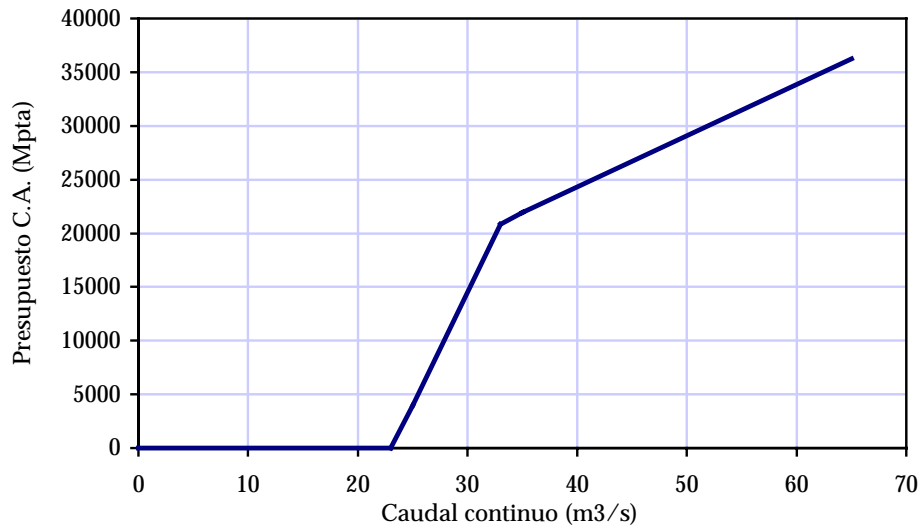


Figura 116. Conducción Alarcón-La Roda. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, y al igual que en el caso anterior, habría que considerar únicamente el beneficio energético generado por las nuevas turbinaciones de Tébar y Villalgordo, resultando un coeficiente energético para la conducción de $-0,2 \text{ kWh/m}^3$ y una tarifa eléctrica variable entre 11,7 y 13,6 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de operación de unas $-2,5 \text{ pts/m}^3$, tal y como se detalla en las tablas adjuntas.

Q	h_{func}	Nº	D	v	L	H_{bruto}	$H_{\text{rozam.}}$	H_{neto}	Potencia	CE	Precio
(m³/s)	(nº)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m³)	(Pts/kWh)
10,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33,0	24	2	2600	3,1	782	78,0	2,4	75,6	21,99	-0,2	11,7
35,0	24	2	2700	3,1	782	78,0	2,2	75,8	23,38	-0,2	11,5
65,0	24	2	3700	3,0	782	78,0	1,4	76,6	43,89	-0,2	8,1

Tabla 110. Conducción Alarcón-La Roda. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación
	CE	Precio	CE	Precio	Precio	CE	Precio	
(m³/s)	(kWh/m³)	(Pts/kWh)	(kWh/m³)	(Pts/kWh)	(Pts/m³)	(kWh/m³)	(Pts/kWh)	(Pts/m³)
10,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
23,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
25,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
33,0	-0,2	11,7	0,0	0,0	0,0	-0,2	11,7	-2,2
35,0	-0,2	11,5	0,0	0,0	0,0	-0,2	11,5	-2,1
65,0	-0,2	8,1	0,0	0,0	0,0	-0,2	8,1	-1,5

Tabla 111. Conducción Alarcón-La Roda. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m ³)	H (m)	Medición	q (m ³ /s)												
						10		23		25		33		35		65		
						Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	
1.- TURBINACION DE VILLALGORDO				22			0	0	0	0	0	0	0	0	1.383	1.383	2.339	2.339
Ud Central de Turbinación (q)					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.383	1.383	2.339	2.339
m Tubería forzada (q)						782	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,710	555	1.328	1.038
2.- TURBINACION DE TÉBAR				56			0	0	0	0	0	0	0	2.798	2.798	4.690	4.690	
Ud Central de Turbinación (q)					1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.798	2.798	4.690	4.690	
3.- CANAL						49.935	0	0	0	0	0	0	0	5.143	5.143	6.991	6.991	
m Canal de El Picazo (q)						29550	0	0	0	0	0	0,101	0	0,103	3.044	0,140	4.137	
m Canal de Fuensanta (q)						20385	0	0	0	0	0	0,101	0	0,103	2.100	0,140	2.854	
4.- ACUEDUCTOS						546	0	0	0	0	0	0	0	81	81	295	295	
m Acueducto de Cigüela (q-35)						546	0	0	0	0	0	0,000	0	0,149	81	0,541	295	
5.- SIFONES						96	0	0	0	0	0	0	0	12	12	84	84	
m Sifón (q-35)						96	0,005	0	0,005	0	0,005	0	0,005	0	0,130	12	0,874	84
6.- TÚNELES						11.227	0	0	0	2.627	2.627	4.659	4.659	5.097	5.097	9.554	9.554	
m Túnel de Tébar (q-23)						11227	0	0	0	0,234	2.627	0,415	4.659	0,454	5.097	0,851	9.554	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)							0	0	0	2.628	2.628	4.660	4.660	14.515	14.515	23.953	23.953	
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):							0	0	0	604	604	1.072	1.072	3.338	3.338	5.509	5.509	
TOTAL (M Pts.)							1	1	1	3.232	3.232	5.731	5.731	17.853	17.853	29.462	29.462	
I.V.A. (16%) (M Pts.):							0	0	0	517	517	917	917	2.857	2.857	4.714	4.714	
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):							1	1	1	3.749	3.749	6.648	6.648	20.710	20.710	34.176	34.176	
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):							1	1	1	3.976	3.976	7.051	7.051	21.963	21.963	36.243	36.243	

q Caudal continuo

A Altura de las presas

L Longitud de coronación de las presas

V Volúmenes de las balsas de modulación

H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 112. Valoración de la conducción Alarcón-La Roda

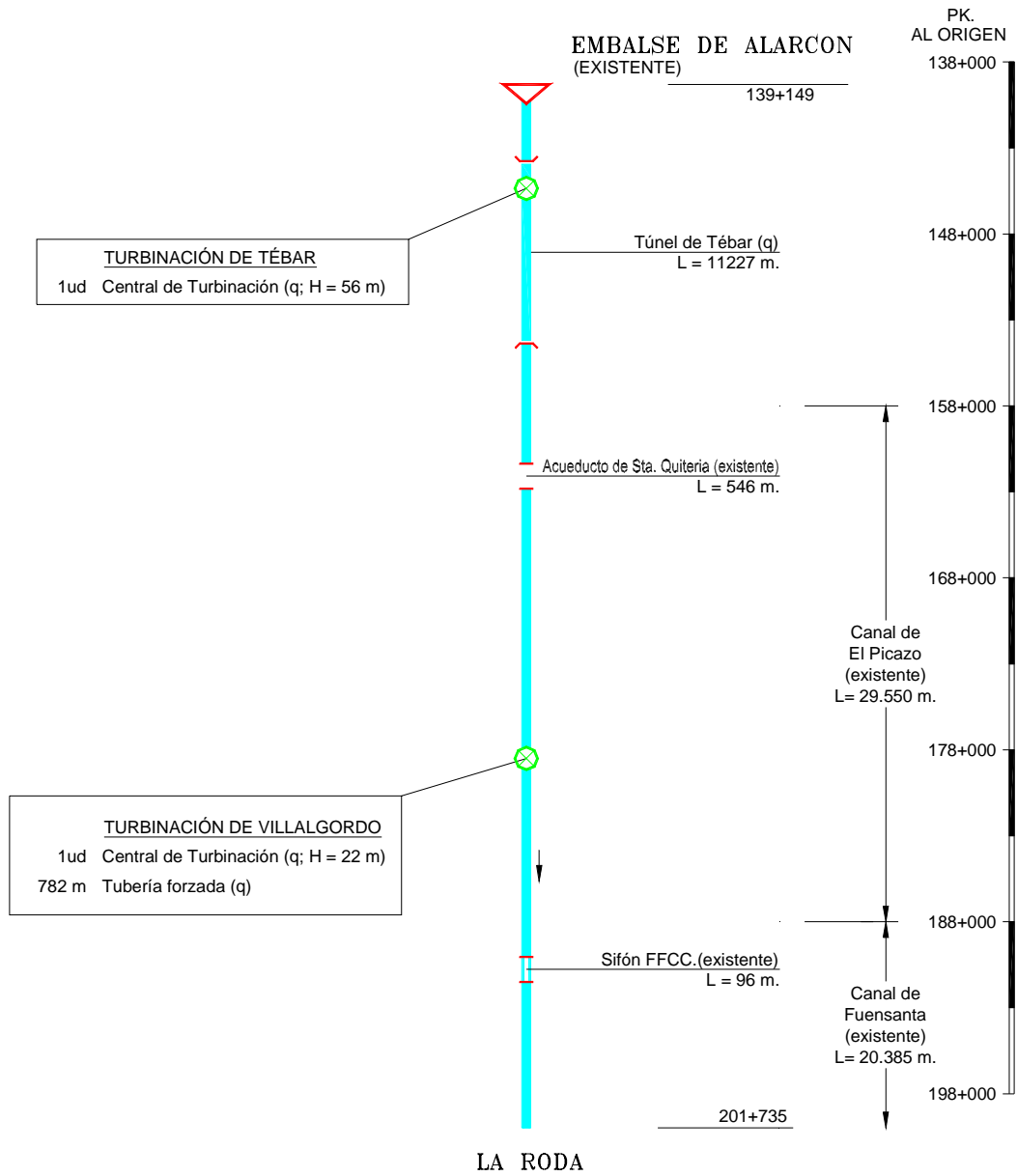


Figura 117. Conducción Alarcón-La Roda. Esquema en planta

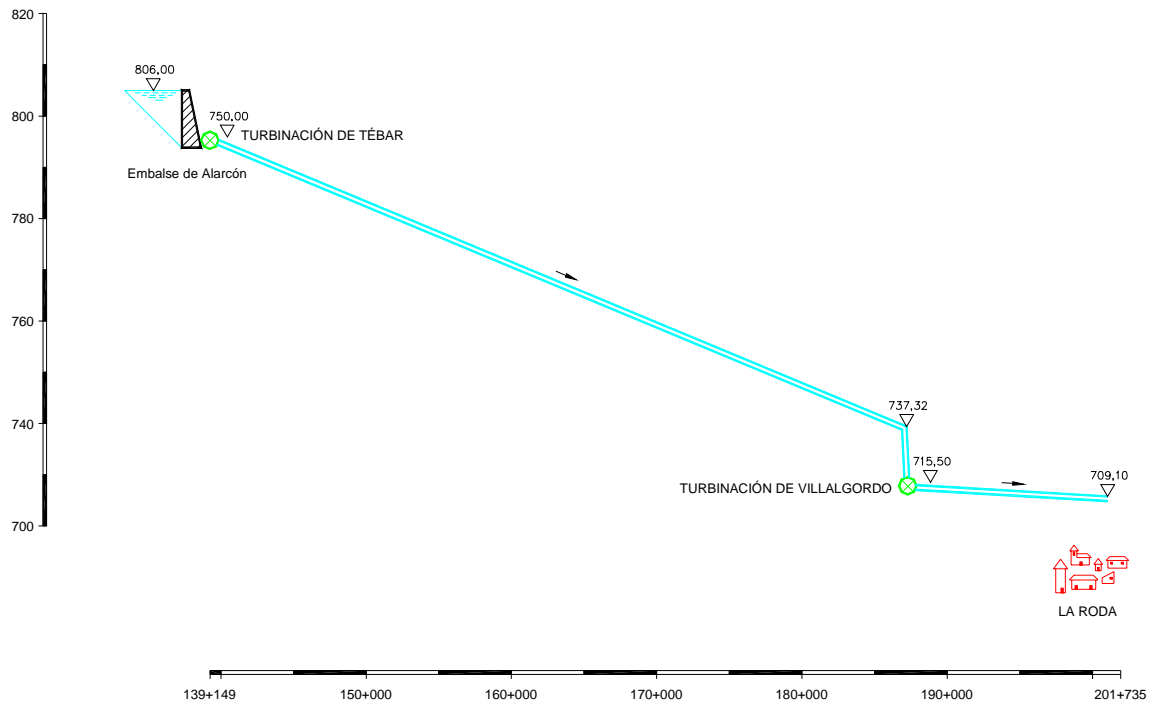


Figura 118. Conducción Alarcón-La Roda. Esquema en alzado

2.25. CONDUCCIÓN LA RODA-LA HERRERA

Corresponde al cuarto tramo del actual Acueducto Tajo-Segura. En este caso, la infraestructura existente (exclusivamente un canal en lámina libre) es suficiente para transportar un caudal de hasta $33 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo que la función de costes de esta conducción sería constante de valor 0 pts. hasta dicho valor, debiéndose recrecer el canal existente en la actualidad para valores superiores. Así, la función de costes resultante es la que se adjunta a continuación.

Respecto a los costes de circulación, son nulos al no haber en el tramo elevaciones, turbinaciones, ni elementos singulares.

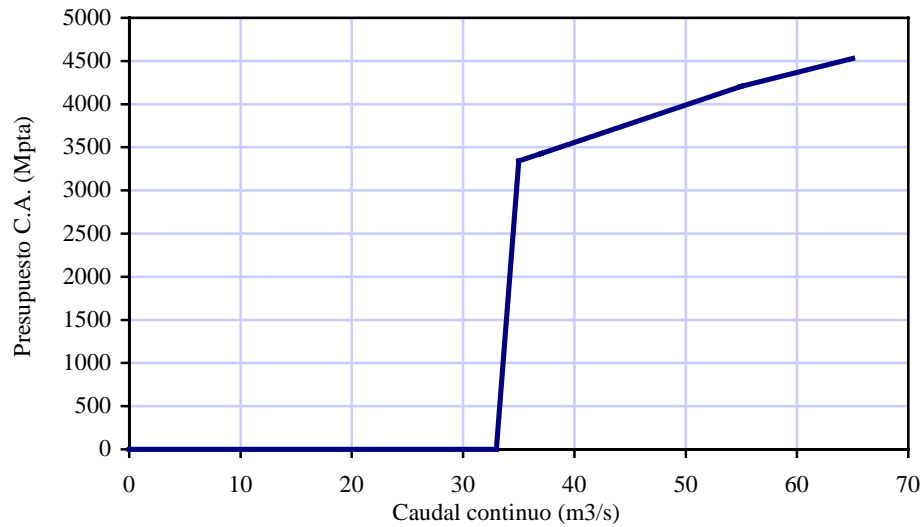


Figura 119. Conducción La Roda-La Herrera. Función de coste

		q (m ³ /s)														
		10		33		35		37		55		65				
A	L	V	H		Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe			
(m)	(m)	(m ³)	(m)	Medición	unitario	parcial	unitario	parcial	unitario	parcial	unitario	parcial	unitario			
					(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)			
				21.375		0		0		2.209		2.265		2.779		2.993
1.- CANAL				21375	0,000	0	0,000	0	0,103	2.209	0,106	2.265	0,130	2.779	0,140	2.993
m Canal de Fuensanta (q)																
						0		0		2.209		2.265		2.779		2.993
						0		0		508		521		639		688
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						0		0		2.717		2.786		3.418		3.681
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						0		0		435		446		547		589
TOTAL (M Pts.)						0		0		3.152		3.231		3.965		4.270
L.V.A. (16%) (M Pts.):						0		0		3.343		3.427		4.205		4.528
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						0		0		3.343		3.427		4.205		4.528
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						0		0		3.343		3.427		4.205		4.528

q Caudal continuo
 A Altura de las presas
 L Longitud de coronación de las presas
 V Volúmenes de las balsas de modulación
 H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 113. Valoración de la conducción La Roda-La Herrera

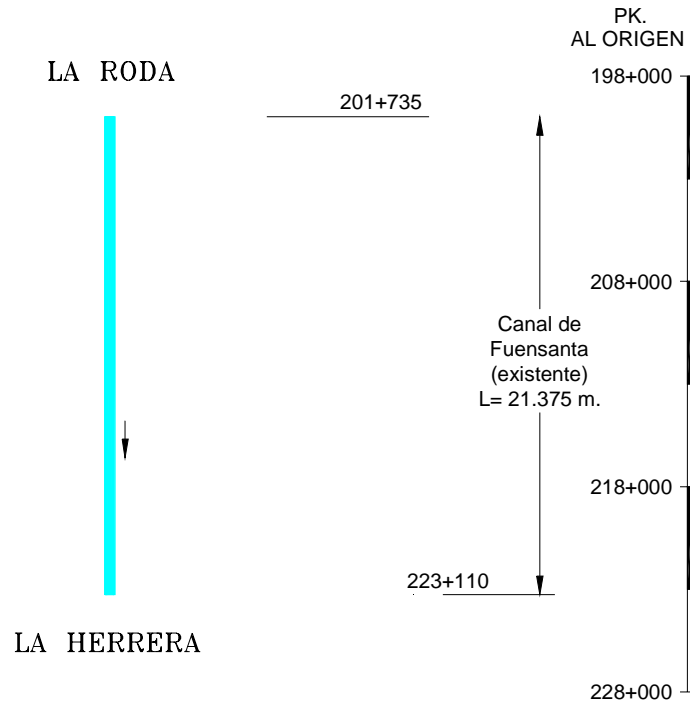


Figura 120. Conducción La Roda - La Herrera. Esquema en planta

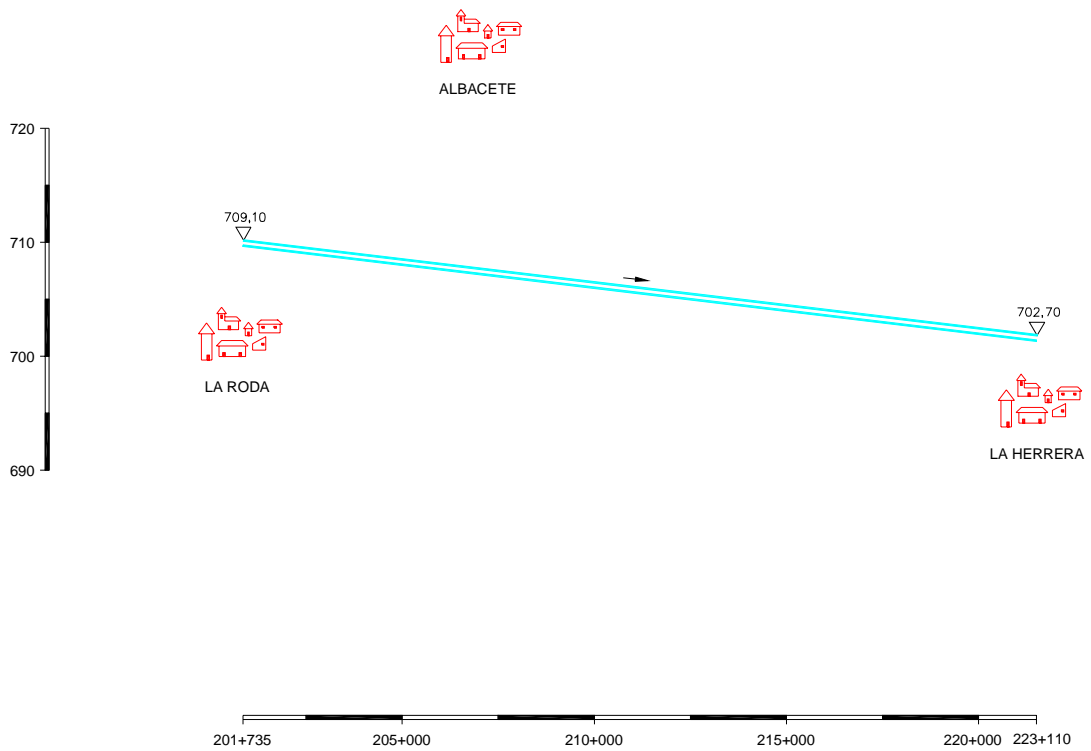


Figura 121. Conducción La Roda - La Herrera. Esquema en alzado

2.26. CONDUCCIÓN LA HERRERA-TALAVE

Corresponde al quinto y último de los tramos en los que se ha dividido el actual Acueducto Tajo-Segura. Al igual que en los casos anteriores, la infraestructura actual es suficiente para transportar un caudal de $33 \text{ m}^3/\text{s}$, debiendo ampliarse para caudales mayores. Además, en este caso, también para caudales mayores de dicho valor, se ha planteado la construcción de un salto hidroeléctrico, aprovechando las tres rápidas existentes a la salida del túnel de Talave. Con todo ello, la función de costes resultante es la que se muestra en la figura adjunta.

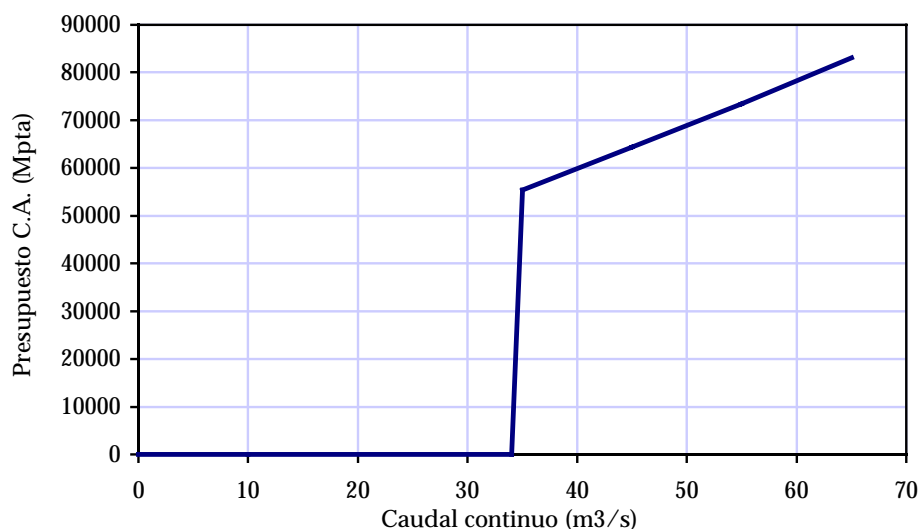


Figura 122. Conducción La Herrera-Talave. Función de coste

Respecto a los costes de circulación del tramo, habría que considerar únicamente el beneficio energético generado por la turbinación de las rápidas de Talave, cuyo coeficiente energético es de $-0,3 \text{ kWh}/\text{m}^3$, con una tarifa eléctrica variable entre 7,6 y 13,5 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de operación entre $-2,6$ y $-3,6 \text{ pts}/\text{m}^3$. Las tablas adjuntas muestran el detalle de estas evaluaciones.

Q	h_{func}	Nº	D	v	L	H_{bruto}	$H_{\text{rozam.}}$	H_{neto}	Potencia	CE	Precio
(m³/s)	(mº)	tubos	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(MW)	(kWh/m³)	(Pts/kWh)
10,0	0	0	0	0	0	149,0	0	0	0	0	0
34,0	0	0	0	0	0	149,0	0	0	0	0	0
35,0	24	2	2700	3,1	5129	149,0	14,7	134,3	41,44	-0,3	8,5
45,0	24	2	3000	3,2	5129	149,0	13,9	135,1	53,62	-0,3	7,6
55,0	24	2	3400	3,0	5129	149,0	10,7	138,3	67,11	-0,3	7,6
65,0	24	2	3700	3,0	5129	149,0	9,5	139,5	79,99	-0,3	7,6

Tabla 114. Conducción La Herrera-Talave. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
10	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
34	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
35	-0,3	8,5	0,0	0,0	0,0	-0,3	8,5	-2,8
45	-0,3	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,3	7,6	-2,5
55	-0,3	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,3	7,6	-2,6
65	-0,3	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,3	7,6	-2,6

Tabla 115. Conducción La Herrera - Talave. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m ³)	H (m)	Medición	q (m ³ /s)											
						10		34		35		45		55		65	
						Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial
						(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)
1.- TURBINACION DE TALAVE						0	0	0	0	8.676	10.948	13.165	15.328				
Ud Central de Turbinación (q)				149	1	0	0	0	0	5.034	5.034	6.275	6.275	7.436	7.436	8.517	8.517
m Tubería forzada (q)					5129	0,000	0	0,000	0	0,710	3.642	0,911	4.673	1,117	5.729	1,328	6.811
2.- CANAL					23.041	0	0	0	0	2.381	2.651	2.995	3.226				
m Canal de Fuensanta (q)					23041	0,000	0	0,000	0	0,103	2.381	0,115	2.651	0,130	2.995	0,140	3.226
3.- TUNELES					32.834	0	0	0	0	25.545	28.927	32.341	36.347				
m Túnel de Talave (q-35)					32834	0,000	0	0,000	0	0,778	25.545	0,881	28.927	0,985	32.341	1,107	36.347
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						0	0	0	0	36.602	42.525	48.502	54.901				
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						0	0	0	0	8.418	9.781	11.155	12.627				
TOTAL (m Pts.):						0	0	0	0	45.020	52.306	59.657	67.528				
I.V.A. (16%) (M Pts.):						0	0	0	0	7.203	8.369	9.545	10.805				
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						0	0	0	0	52.223	60.675	69.203	78.333				
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						0	0	0	0	55.383	64.346	73.389	83.072				

q Caudal continuo

A Altura de las presas

L Longitud de coronación de las presas

V Volúmenes de las balsas de modulación

H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 116. Valoración de la conducción La Herrera-Talave

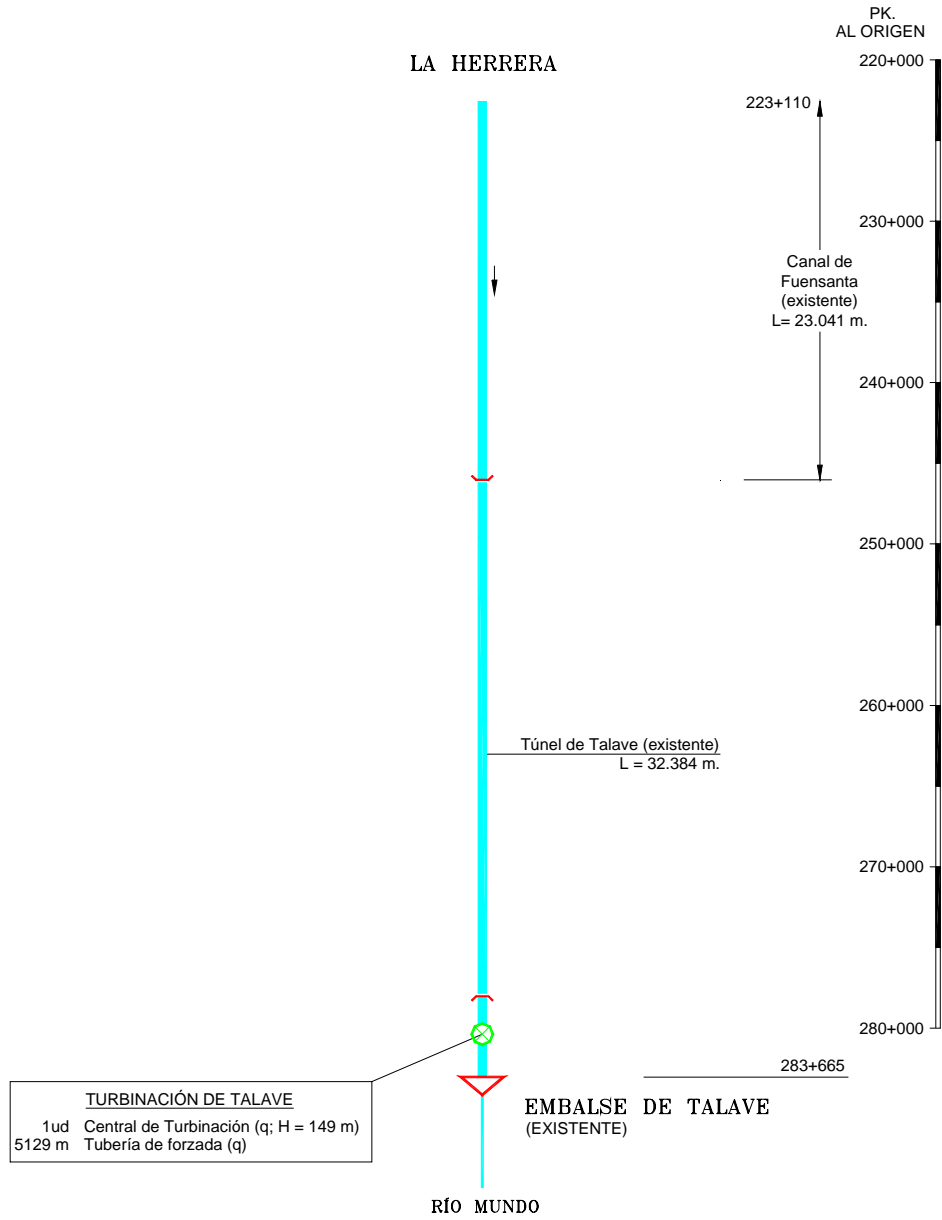


Figura 123. Conducción La Herrera-Talave. Esquema en planta

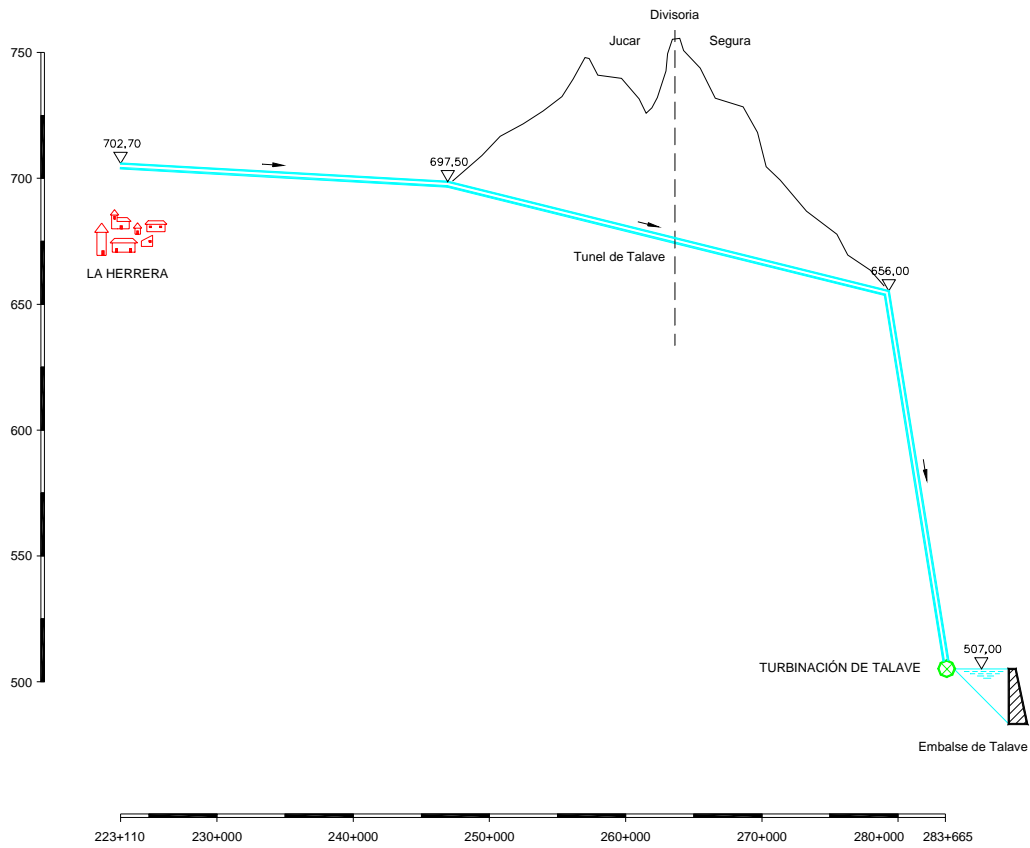


Figura 124. Conducción La Herrera-Talave. Esquema en alzado

2.27. CONDUCCIÓN TALAVE-ALTIPLANO

La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

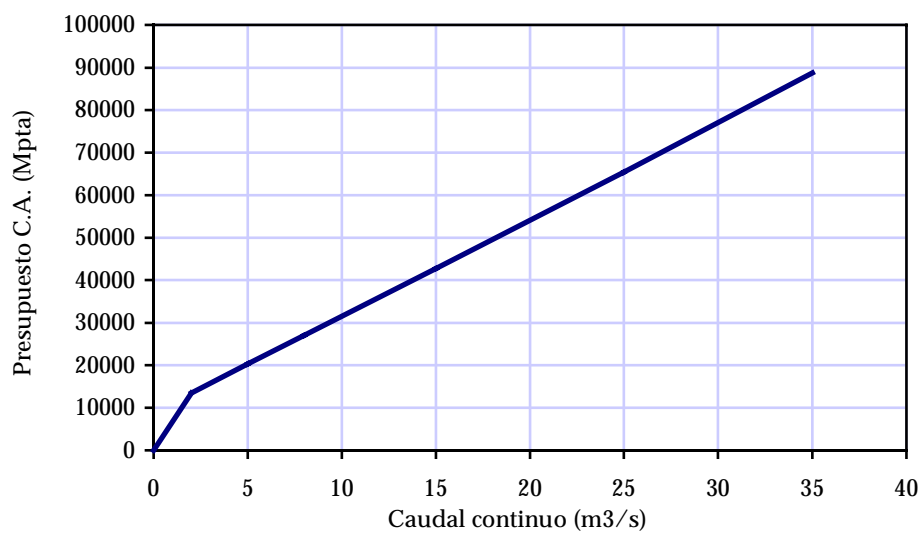


Figura 125. Conducción Talave-Altiplano. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en la elevación de Jumilla, resultando un coeficiente energético en la conducción de media de 0,5 kWh/m³ con un precio de la energía variable entre 8 y 9 pts/kWh (en función del caudal circulante), lo que supone unos costes totales de operación entre 3,6 y 4,8 pts/m³, tal y como se muestra en las tablas adjuntas.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
2,0	20	1	1400	1,6	32341	110,0	58,1	168,1	4,7	0,5	9,0
5,0	20	1	2200	1,6	32341	110,0	32,6	142,6	9,9	0,5	9,0
8,0	20	1	2400	2,1	32341	110,0	52,5	162,5	18,0	0,5	8,0
15,0	20	1	3000	2,5	32341	110,0	56,1	166,1	34,5	0,5	8,0
25,0	20	1	3900	2,5	32341	110,0	38,5	148,5	51,3	0,5	8,0
35,0	20	1	4600	2,5	32341	110,0	31,2	141,2	68,4	0,5	8,0

Tabla 117. Conducción Talave-Altiplano. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/m ³)
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	
2,0	0,0	0,0	0,5	9,0	0,0	0,5	9,0	4,8
5,0	0,0	0,0	0,5	9,0	0,0	0,5	9,0	4,1
8,0	0,0	0,0	0,5	8,0	0,0	0,5	8,0	4,2
15,0	0,0	0,0	0,5	8,0	0,0	0,5	8,0	4,3
25,0	0,0	0,0	0,5	8,0	0,0	0,5	8,0	3,8
35,0	0,0	0,0	0,5	8,0	0,0	0,5	8,0	3,6

Tabla 118. Conducción Talave-Altiplano. Costes totales de circulación

					q (m ³ /s)											
					2		5		8		15		25		35	
A	L	V	H	Medición	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	Importe	
					unitario	parcial	unitario	parcial	unitario	parcial	unitario	parcial	unitario	parcial	unitario	parcial
(m)	(m)	(m ³)	(m)		(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)
1.- ELEVACION DE JUMILLA						3.533		4.937		6.269		9.276		13.520		17.752
			110	1	771	771	1.204	1.204	1.566	1.566	2.309	2.309	3.255	3.255	4.123	4.123
				32341	0,068	2.199	0,098	3.169	0,128	4.140	0,198	6.404	0,300	9.702	0,404	13.066
		400000		1	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563
2.- TUBERÍAS EN CARGA						56.761		7.890		11.012		18.391		29.175		40.300
				56761	0,084	4.768	0,139	7.890	0,194	11.012	0,324	18.391	0,514	29.175	0,710	40.300
3.- DEPOSITOS DE REGULACION						563		563		563		563		563		563
		400000		1	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						8.865		13.390		17.844		28.230		43.259		58.615
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):						2.039		3.080		4.104		6.493		9.949		13.482
TOTAL (M Pts.)						10.904		16.469		21.948		34.722		53.208		72.097
I.V.A. (16%) (M Pts.):						1.745		2.635		3.512		5.556		8.513		11.535
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						12.648		19.105		25.459		40.278		61.721		83.632
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):						13.413		20.260		27.000		42.715		65.456		88.692

q Caudal continuo

A Altura de las presas

L Longitud de coronación de las presas

V Volúmenes de las balsas de modulación

H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 119. Valoración de la conducción Talave-Altiplano

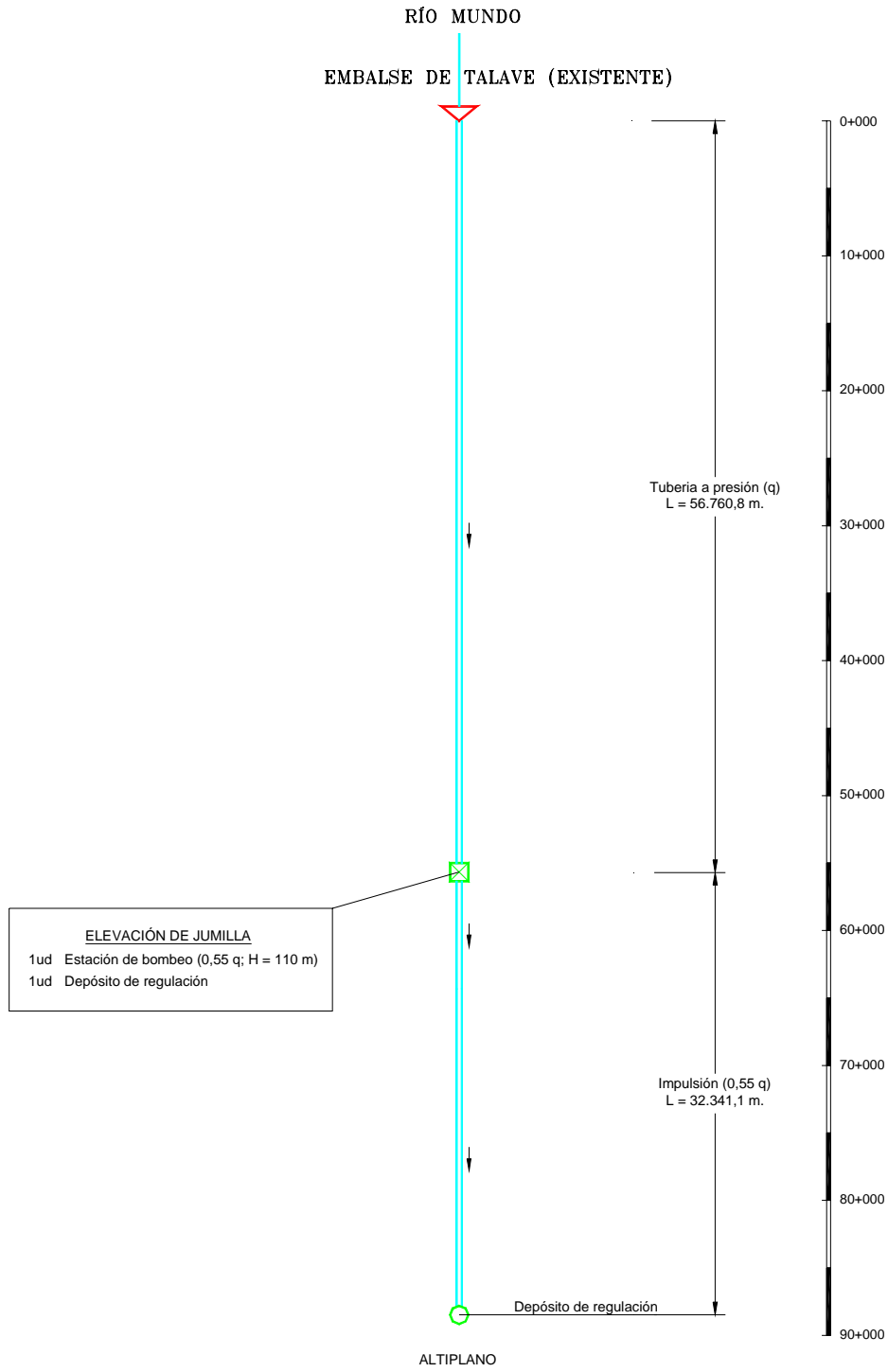


Figura 126. Conducción Talave-Altiplano. Esquema en planta

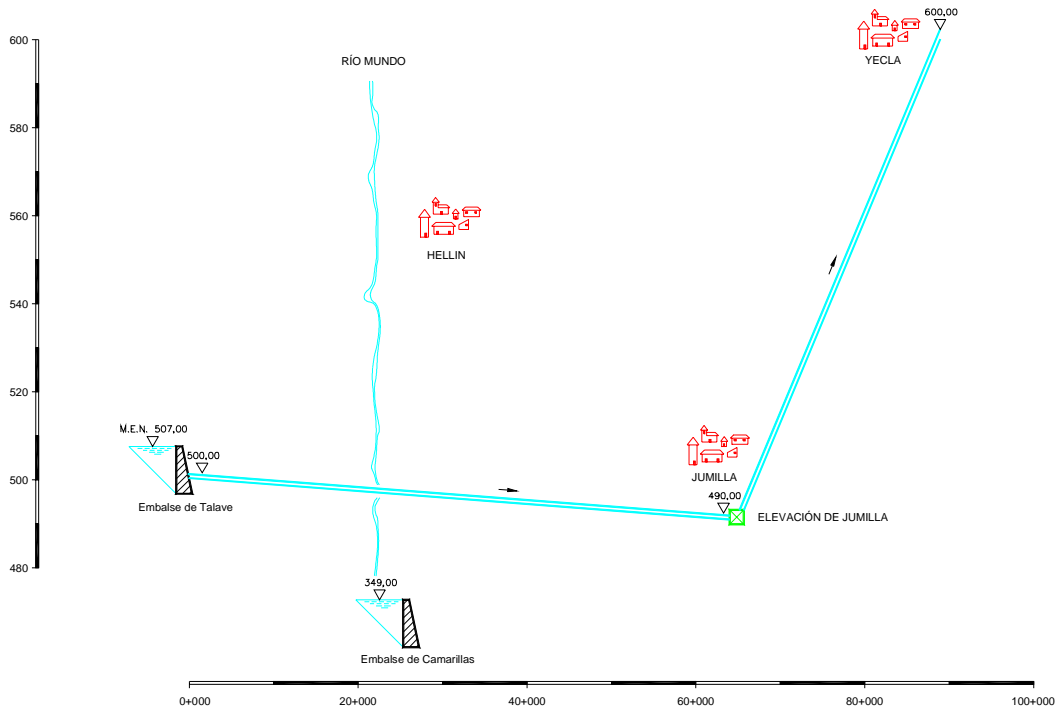


Figura 127. Conducción Talave-Altiplano. Esquema en alzado

2.28. CONDUCCIÓN VILLENA-ALTIPLANO

La función de costes de este tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

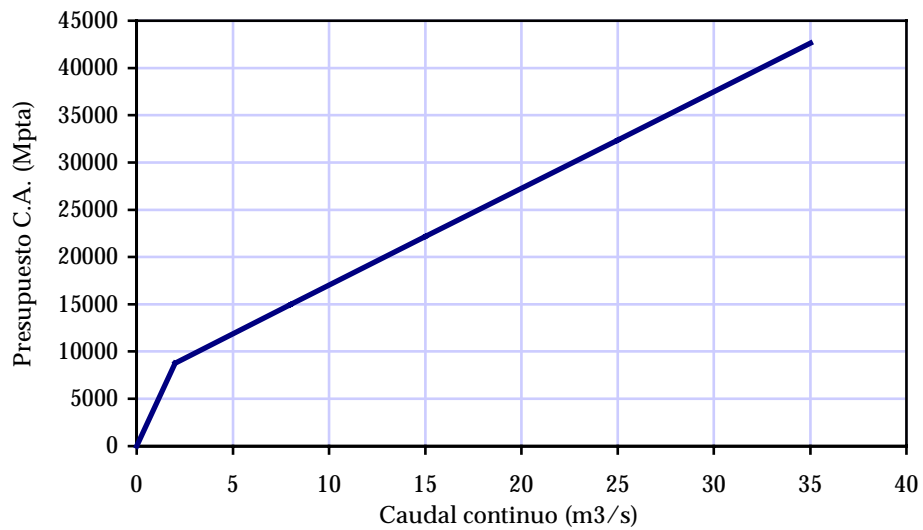


Figura 128. Conducción Villena-Altiplano. Función de coste

Respecto a los costes de circulación, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en la elevación de Villena, resultando un coeficiente energético en la conducción de media de 0,4 kWh/m³ con un precio de la energía de 8 ó 9 pts/kWh, lo que supone unos costes totales de operación variables entre 3 y 4,5 pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de estas estimaciones

Q (m ³ /s)	h _{finc} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
2,0	20	1	1200	2,1	14255	100,0	58,3	158,3	4,4	0,4	9,0
5,0	20	1	1900	2,1	14255	100,0	31,4	131,4	9,1	0,4	9,0
8,0	20	1	2200	2,5	14255	100,0	36,8	136,8	15,1	0,4	8,0
15,0	20	1	3000	2,5	14255	100,0	24,7	124,7	25,9	0,4	8,0
25,0	20	1	3900	2,5	14255	100,0	16,9	116,9	40,5	0,4	8,0
35,0	20	1	4600	2,5	14255	100,0	13,8	113,8	55,1	0,4	8,0

Tabla 120. Conducción Villena-Altiplano. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/m ³)
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	
2,0	0,0	0,0	0,5	9,0	0,0	0,5	9,0	4,6
5,0	0,0	0,0	0,4	9,0	0,0	0,4	9,0	3,8
8,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	3,5
15,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	3,2
25,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	3,0
35,0	0,0	0,0	0,4	8,0	0,0	0,4	8,0	2,9

Tabla 121. Conducción Villena-Altiplano. Costes totales de circulación

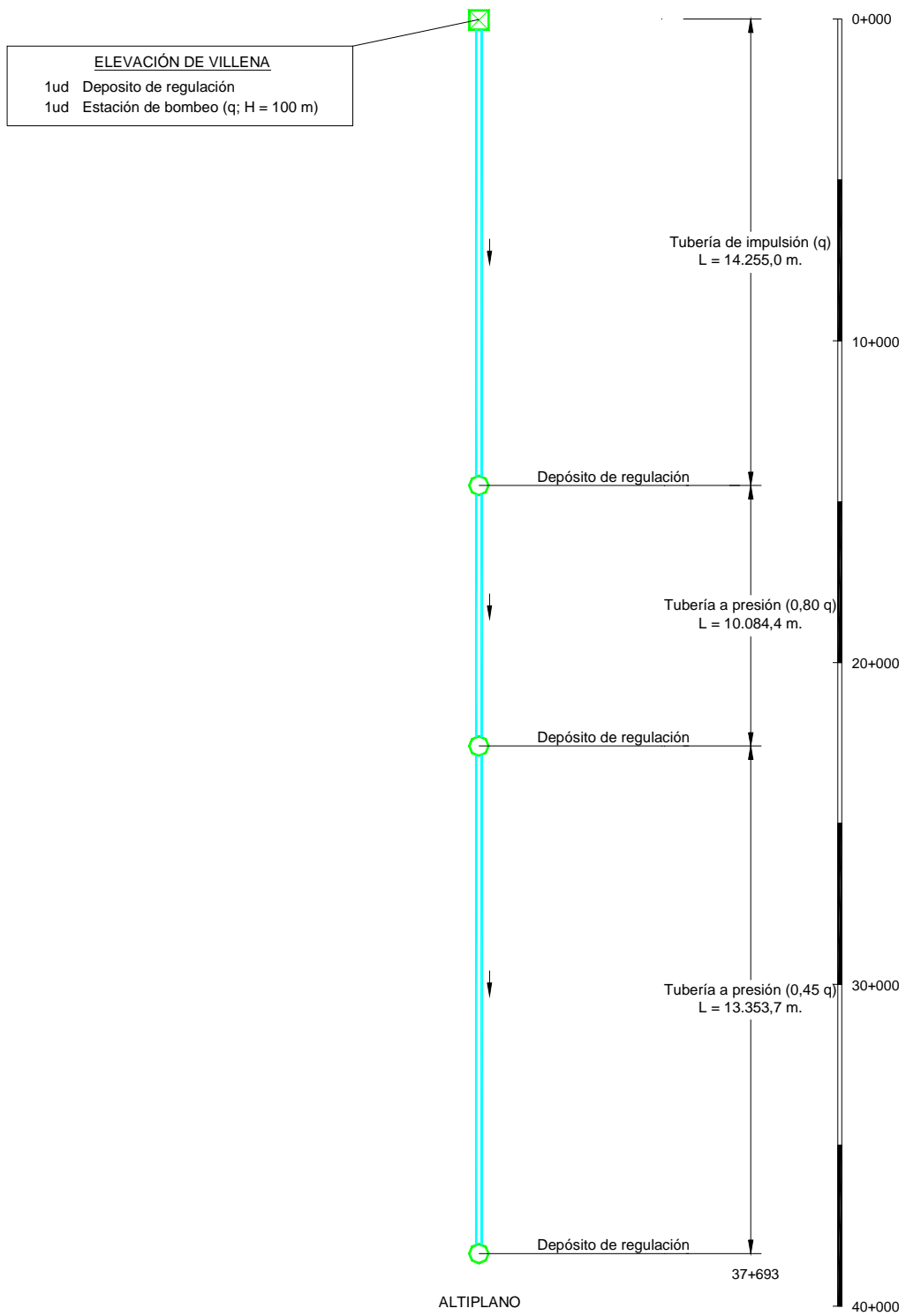


Figura 129. Conducción Villena-Altiplano. Esquema en planta

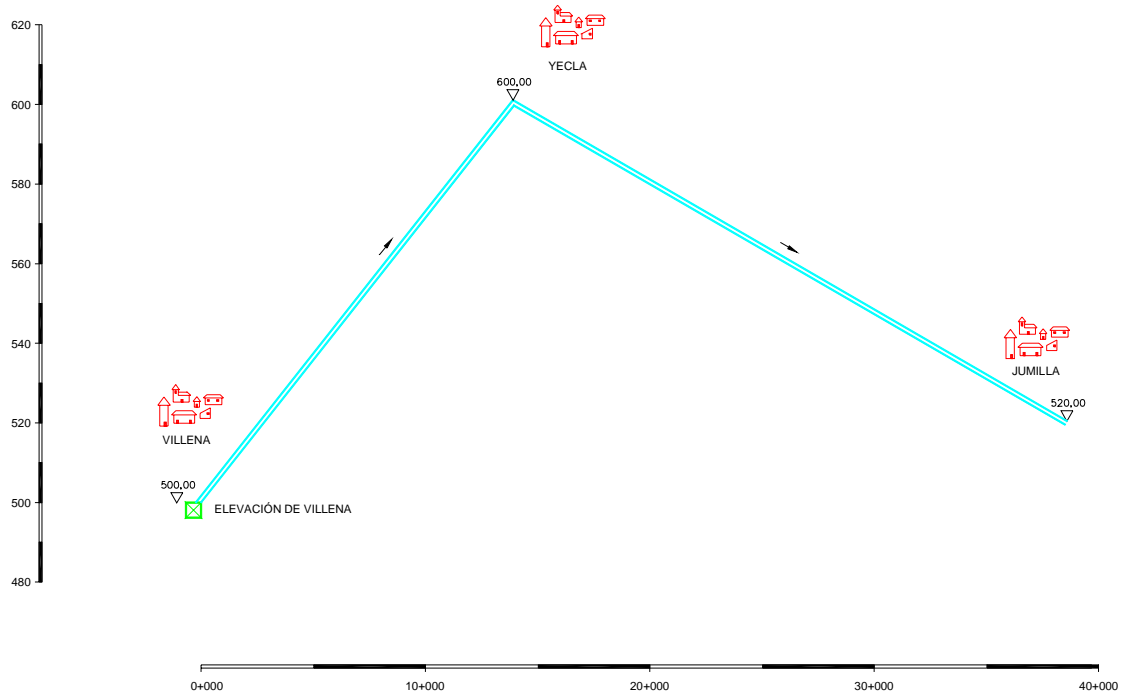


Figura 130. Conducción Villena-Altiplano. Esquema en alzado

2.29. CONDUCCIÓN TALAVE-CENAJO

La función de costes del tramo es la que mostrada en la figura adjunta. Los únicos costes imputables a este tramo son los del túnel entre los embalses de Talave y del Cenajo y los de la central hidroeléctrica prevista a la salida del túnel.

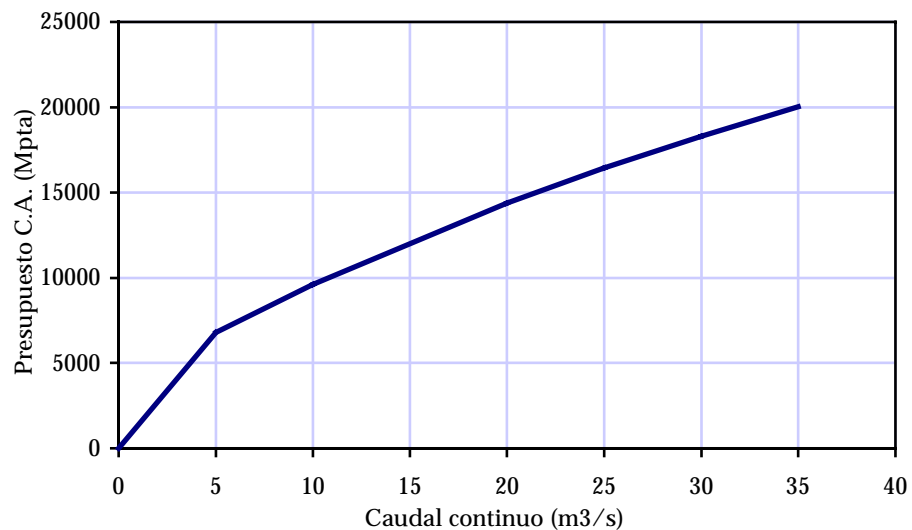


Figura 131. Conducción Talave-Cenajo. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, únicamente habría que considerar el beneficio energético producido en la turbinación de llegada al Cenajo, resultando un coeficiente energético de $-0,2$ kWh/m³ con una tarifa eléctrica de aplicación variable entre 11,8 y 13,7 pts/kWh, por lo que se obtienen unos costes totales de circulación en el tramo de unas $-2,2$ pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de estas evaluaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	24	1	1700	2,2	194	70,0	1,2	68,8	3,03	-0,2	13,7
10,0	24	1	2500	2,0	194	70,0	0,6	69,4	6,12	-0,2	13,7
20,0	24	2	2500	2,0	194	70,0	0,6	69,4	12,24	-0,2	13,3
25,0	24	2	2800	2,0	194	70,0	0,5	69,5	15,32	-0,2	12,8
30,0	24	2	3000	2,1	194	70,0	0,5	69,5	18,38	-0,2	12,3
35,0	24	3	2700	2,0	194	70,0	0,6	69,4	21,43	-0,2	11,8

Tabla 123. Conducción Talave-Cenajo. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	
5,0	-0,2	13,7	0,0	0,0	0,0	-0,2	13,7	-2,3
10,0	-0,2	13,7	0,0	0,0	0,0	-0,2	13,7	-2,3
20,0	-0,2	13,3	0,0	0,0	0,0	-0,2	13,3	-2,3
25,0	-0,2	12,8	0,0	0,0	0,0	-0,2	12,8	-2,2
30,0	-0,2	12,3	0,0	0,0	0,0	-0,2	12,3	-2,1
35,0	-0,2	11,8	0,0	0,0	0,0	-0,2	11,8	-2,0

Tabla 124. Conducción Talave-Cenajo. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m3)	H (m)	Medición	q (m³/s)											
						5		10		20		25		30		35	
						Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)
1.- TUNEL							3.875		5.238		7.434		8.330		9.112		9.819
m Túnel Talave - Cenajo (q)					12621	0,307	3.875	0,415	5.238	0,589	7.434	0,660	8.330	0,722	9.112	0,778	9.819
2.- TURBINACION DE CENAJO							620		1.118		2.075		2.535		2.982		3.417
Ud Central de Turbinación (q)				70	1	593	593	1.073	1.073	1.994	1.994	2.435	2.435	2.863	2.863	3.279	3.279
m Tubería forzada (q)					194	0,139	27	0,231	45	0,419	81	0,514	100	0,612	119	0,710	138
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (M Pts.)							4.495		6.355		9.509		10.865		12.095		13.236
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.)							1.034		1.462		2.187		2.499		2.782		3.044
TOTAL (M Pts.)							5.528		7.817		11.696		13.364		14.876		16.280
L.V.A. (16%) (M Pts.):							885		1.251		1.871		2.138		2.380		2.605
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (M Pts.):							6.413		9.068		13.567		15.502		17.256		18.885
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):							6.801		9.616		14.388		16.440		18.300		20.027

q Caudal continuo
 A Altura de las presas
 L Longitud de coronación de las presas
 V Volúmenes de las balsas de modulación
 H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 125. Valoración de la conducción Talave-Cenajo

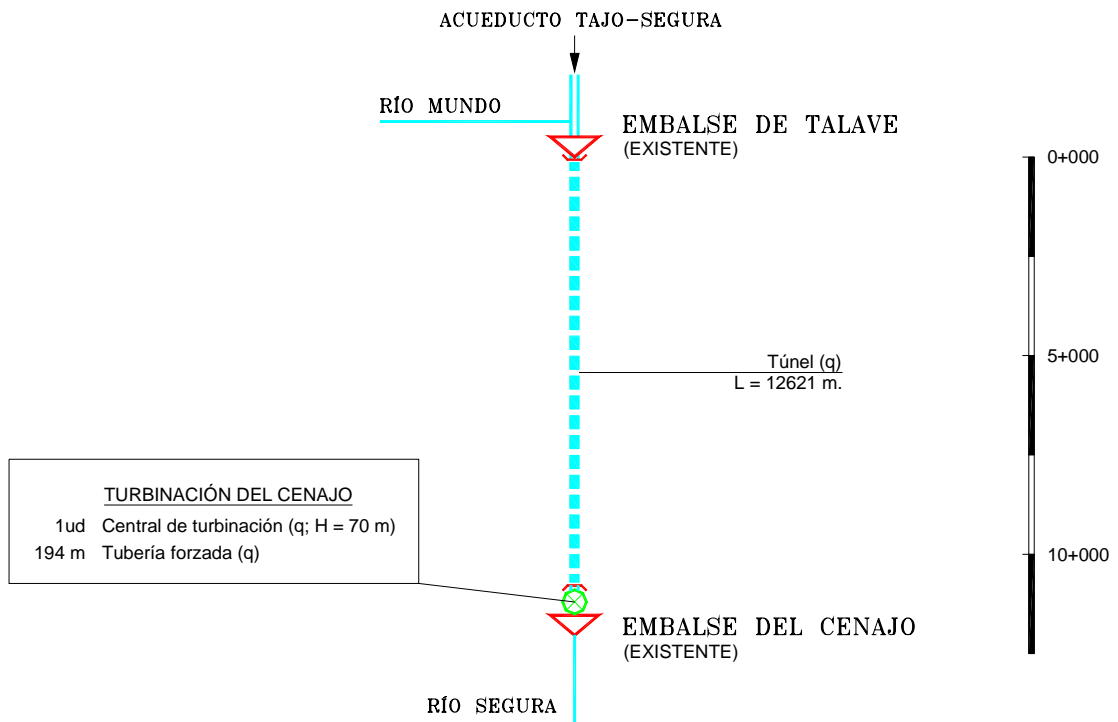


Figura 132. Conducción Talave-Cenajo. Esquema en planta

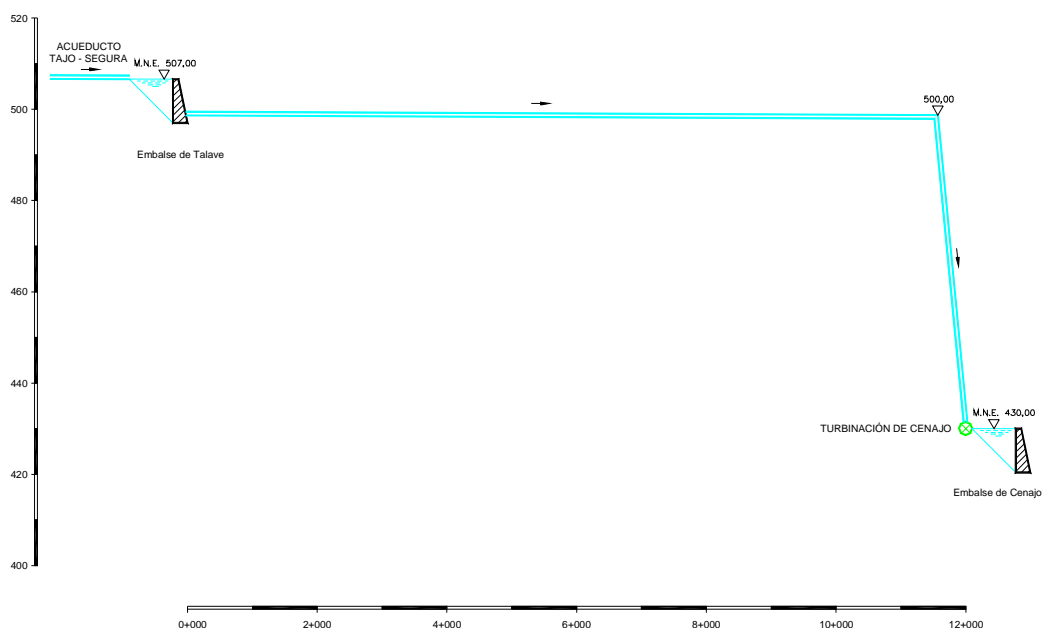


Figura 133. Conducción Talave-Cenajo. Esquema en alzado

2.30. CONDUCCIÓN CENAJO-RICOTE

Esta conducción es asimilable a un primer tramo del conocido desde antiguo como Canal Alto de la Margen Derecha. La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta. Al no haber elevaciones, turbinaciones, ni situaciones singulares, son nulos los costes de circulación imputables a estos conceptos.

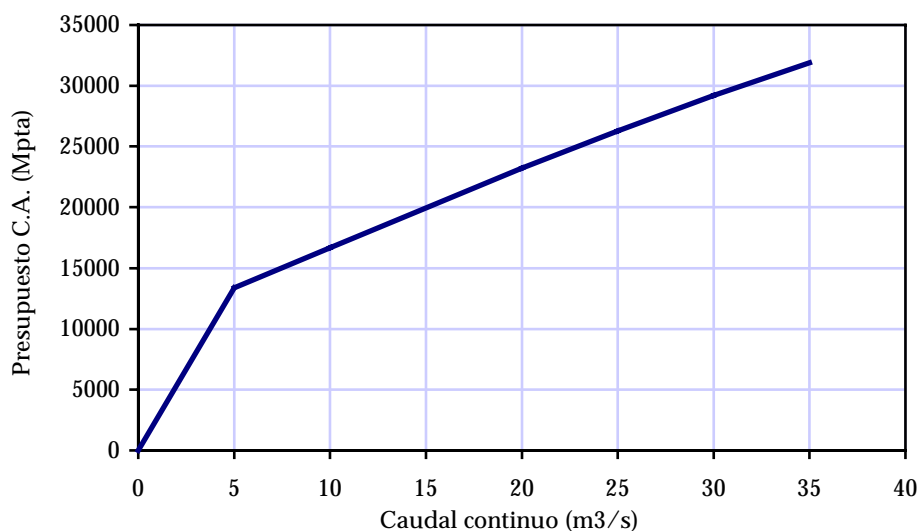


Figura 134. Conducción Cenajo-Ricote. Función de coste

	A	L	V	H	Medición	q (m ³ /s)											
						5		10		20		25		30		35	
						Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial
						(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)
1.- CANAL					62.008	6.084	7.122	9.540	10.734	11.928	13.042						
m Canal en tierra (q)					13528	0,085 1.150	0,097 1.312	0,124 1.677	0,136 1.840	0,148 2.002	0,159 2.151						
m Canal en tierra (q)					25111	0,085 2.134	0,097 2.436	0,124 3.114	0,136 3.415	0,148 3.716	0,159 3.993						
m Canal en tierra (q)					6069	0,085 516	0,097 589	0,124 753	0,136 825	0,148 898	0,159 965						
m Canal en roca (q)					15521	0,132 2.049	0,161 2.499	0,231 3.585	0,269 4.175	0,307 4.765	0,343 5.324						
m Canal en roca (q)					1779	0,132 235	0,161 286	0,231 411	0,269 479	0,307 546	0,343 610						
2.- SIFONES					2.000	320	616	1.164	1.418	1.656	1.882						
m Sifón de Benamar (q)					216	0,160 35	0,308 67	0,582 126	0,709 153	0,828 179	0,941 203						
m Sifón de Calasparra (q)					795	0,160 127	0,308 245	0,582 463	0,709 564	0,828 658	0,941 748						
m Sifón de Argós (q)					248	0,160 40	0,308 76	0,582 144	0,709 176	0,828 205	0,941 233						
m Sifón de Quipar (q)					323	0,160 52	0,308 99	0,582 188	0,709 229	0,828 267	0,941 304						
m Sifón de Benita (q)					418	0,160 67	0,308 129	0,582 243	0,709 296	0,828 346	0,941 393						
3.- TUNELES					7.913	2.429	3.284	4.661	5.223	5.713	6.156						
m Túnel de los Colorados (q)					7315	0,307 2.246	0,415 3.036	0,589 4.309	0,660 4.828	0,722 5.281	0,778 5.691						
m Túnel de Ricote (q)					598	0,307 184	0,415 248	0,589 352	0,660 395	0,722 432	0,778 465						
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						8.833	11.022	15.365	17.375	19.297	21.081						
GASTOS GRALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.)						2.032	2.535	3.534	3.996	4.438	4.849						
TOTAL (M Pts.)						10.865	13.557	18.899	21.371	23.735	25.929						
I.V.A. (16%) (M Pts.):						1.738	2.169	3.024	3.419	3.798	4.149						
PPTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						12.603	15.726	21.923	24.790	27.533	30.078						
PPTO CONOCIMIENTO DE LA ADMÓN. (M Pts.):						13.366	16.677	23.249	26.290	29.199	31.898						

q Caudal continuo

A Altura de las presas

L Longitud de coronación de las presas

V Volúmenes de las balsas de modulación

H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 126. Valoración de la conducción Cenajo-Ricote

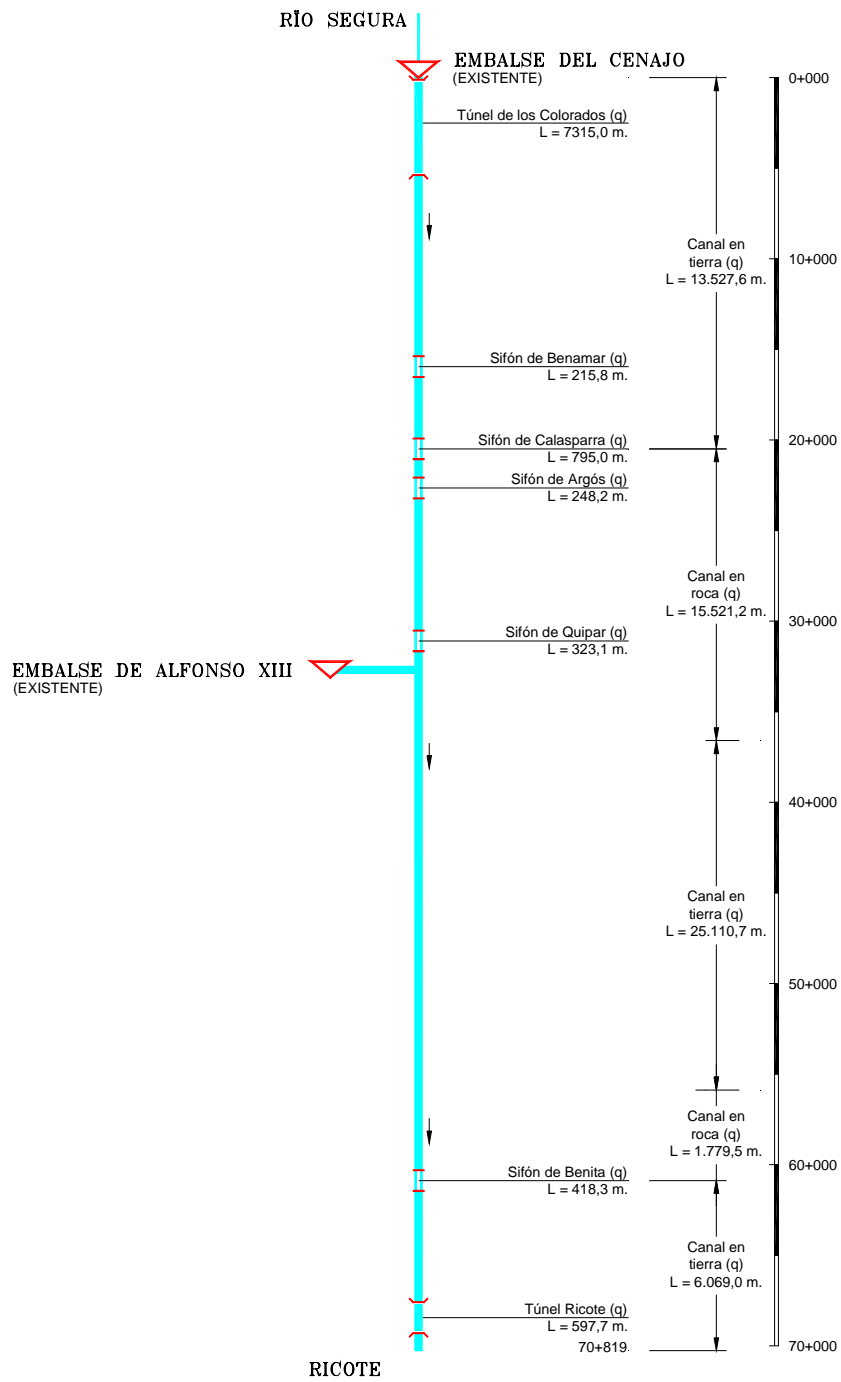


Figura 135. Conducción Cenajo-Ricote. Esquema en planta

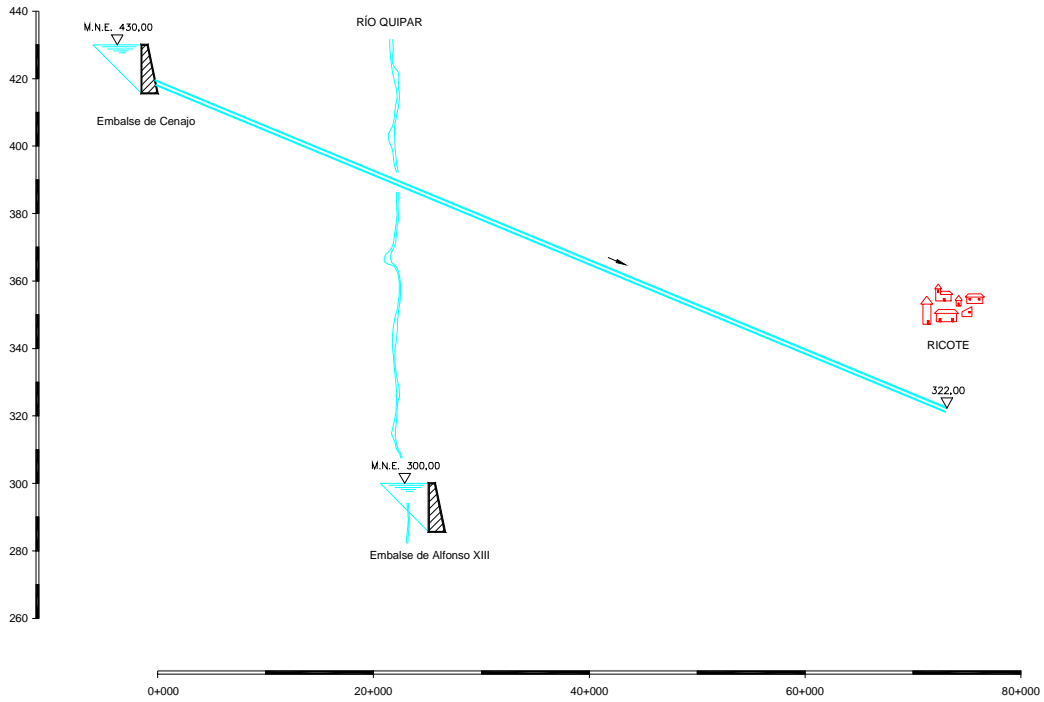


Figura 136. Conducción Cenajo-Ricote. Esquema en alzado

2.31. CONDUCCIÓN RICOTE-OJÓS

La función de costes de este tramo es la mostrada en la figura adjunta. Los únicos costes imputables al tramo son, básicamente, los de la central hidroeléctrica prevista en Ojós.

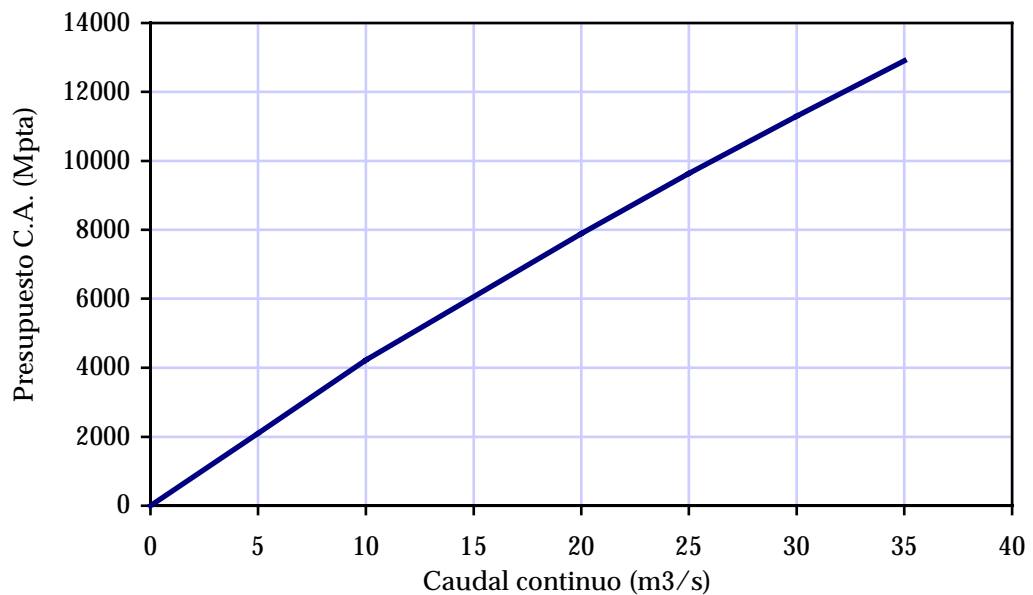


Figura 137. Conducción Ricote-Ojós. Función de coste

Respecto a sus costes de circulación, únicamente habría que considerar el beneficio energético producido en la turbinación de Ojós, resultando un coeficiente energético de $-0,4 \text{ kWh/m}^3$ con una tarifa eléctrica de aplicación variable entre 7,6 y 13,7 pts/kWh, por lo que, adoptando un precio medio de la energía en el tramo de 10 pts/kWh, resultan unos .costes totales de operación en el tramo entre $-5,9$ y $-3,6$ pts/ m^3 . Las tablas adjuntas muestran el detalle de tales estimaciones.

Q (m^3/s)	h_{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H_{bruto} (m)	$H_{\text{rozam.}}$ (m)	H_{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)
5,0	24	2	1000	3,2	2465	185,0	28,9	156,1	6,88	-0,4	13,7
10,0	24	2	1400	3,2	2465	185,0	19,2	165,8	14,62	-0,4	12,9
20,0	24	2	2000	3,2	2465	185,0	11,5	173,5	30,61	-0,4	10,3
25,0	24	2	2300	3,0	2465	185,0	8,5	176,5	38,92	-0,4	8,9
30,0	24	2	2500	3,1	2465	185,0	7,9	177,1	46,87	-0,4	7,6
35,0	24	2	2700	3,1	2465	185,0	7,1	177,9	54,92	-0,4	7,6

Tabla 127. Conducción Ricote-Ojós. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q (m^3/s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes operación (Pts/ m^3)
	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/ m^3)	CE (kWh/m^3)	Precio (Pts/kWh)	
5,0	-0,4	13,7	0,0	0,0	0,0	-0,4	13,7	-5,2
10,0	-0,4	12,9	0,0	0,0	0,0	-0,4	12,9	-5,3
20,0	-0,4	10,3	0,0	0,0	0,0	-0,4	10,3	-4,4
25,0	-0,4	8,9	0,0	0,0	0,0	-0,4	8,9	-3,9
30,0	-0,4	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,4	7,6	-3,3
35,0	-0,4	7,6	0,0	0,0	0,0	-0,4	7,6	-3,3

Tabla 128. Conducción Ricote-Ojós. Costes totales de circulación

	A (m)	L (m)	V (m ³)	H (m)	Medición	q (m ³ /s)											
						5		10		20		25		30		35	
						Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)	Importe unitario (Mpts/ud)	Importe parcial (M Pts)
1.- TURBINACION DE OJOS							994	1.803	3.354	4.097	4.819	5.518					
Ud Central de Turbinación (q)				185	1	994	994	1.803	1.803	3.354	3.354	4.097	4.097	4.819	4.819	5.518	5.518
2.- TUBERÍA A PRESIÓN						394	986	1.862	2.269	2.650	3.011						
m Tubería a presión (q)					2465	0,160	394	0,308	986	0,582	1.862	0,709	2.269	0,828	2.650	0,941	3.011
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)							1.389	2.788	5.216	6.366	7.468	8.529					
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.)							319	641	1.200	1.464	1.718	1.962					
TOTAL (M Pts.)							1.708	3.430	6.416	7.830	9.186	10.491					
I.V.A. (16%) (M Pts.):							273	549	1.027	1.253	1.470	1.679					
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):							1.981	3.978	7.443	9.083	10.656	12.170					
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.)							2.101	4.219	7.893	9.632	11.300	12.906					

- q Caudal continuo
- A Altura de las presas
- L Longitud de coronación de las presas
- V Volúmenes de las balsas de modulación
- H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 129. Valoración de la conducción Ricote-Ojós

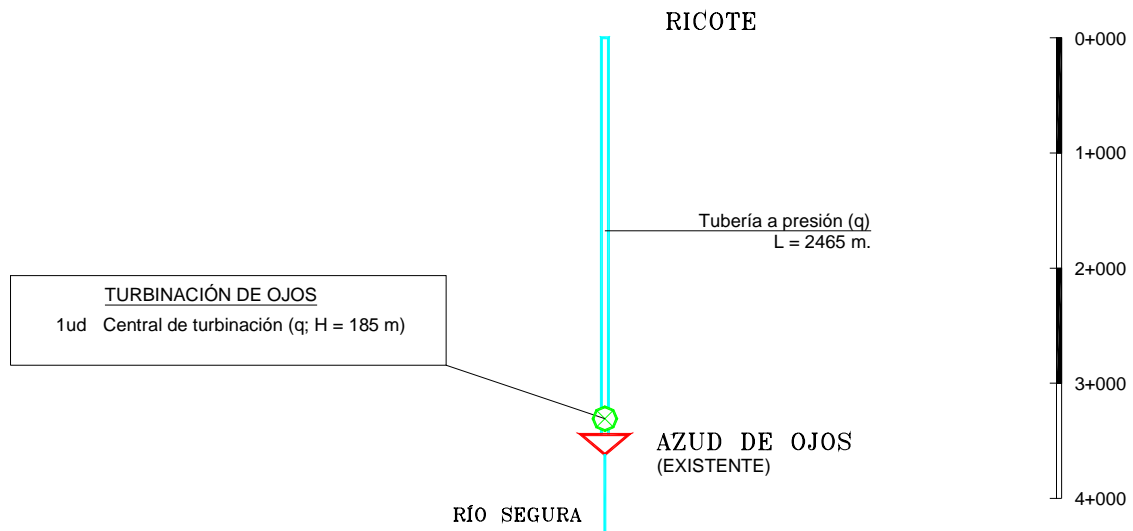


Figura 138. Conducción Ricote-Ojós. Esquema en planta

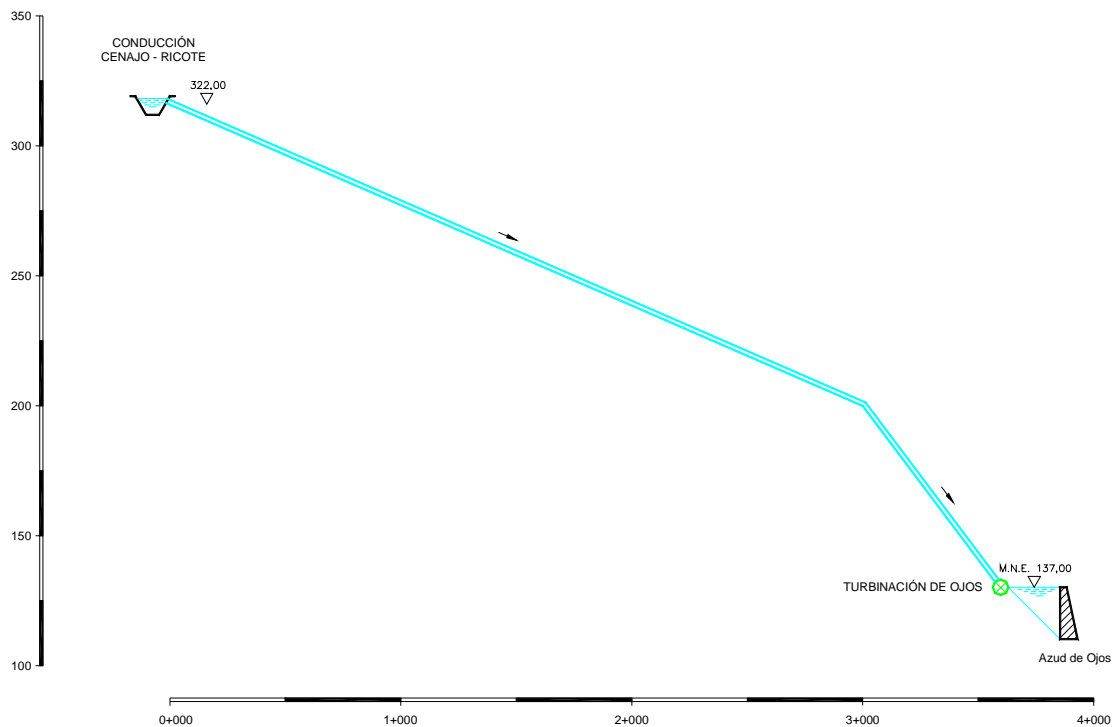


Figura 139. Conducción Ricote-Ojós. Esquema en alzado

2.32. CONDUCCIÓN RICOTE-ALGECIRAS

Esta conducción es asimilable a un segundo tramo del conocido desde antiguo como Canal Alto de la Margen Derecha. La función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta. Al no haber elevaciones ni situaciones singulares, son nulos los costes de circulación imputables a estos conceptos.

Como puede verse en las figura siguientes, esta conducción termina con un salto hidroeléctrico a través del cual se vierte al embalse de Algeciras. Sin embargo, tal como se ha señalado en el Anejo de descripción de transferencias y en el de afecciones ambientales, la tubería forzada correspondiente y las líneas eléctricas atraviesan el perímetro del espacio natural protegido de los Barrancos de Gebar. Por ello, en la valoración que se incluye a continuación se contempla la inversión necesaria para construir el salto, pero no el beneficio por turbinación, que minoraría el coste unitario del agua en destino, con el fin de quedar del lado de la seguridad en el caso de que finalmente no fuese posible materializar el aprovechamiento hidroeléctrico.

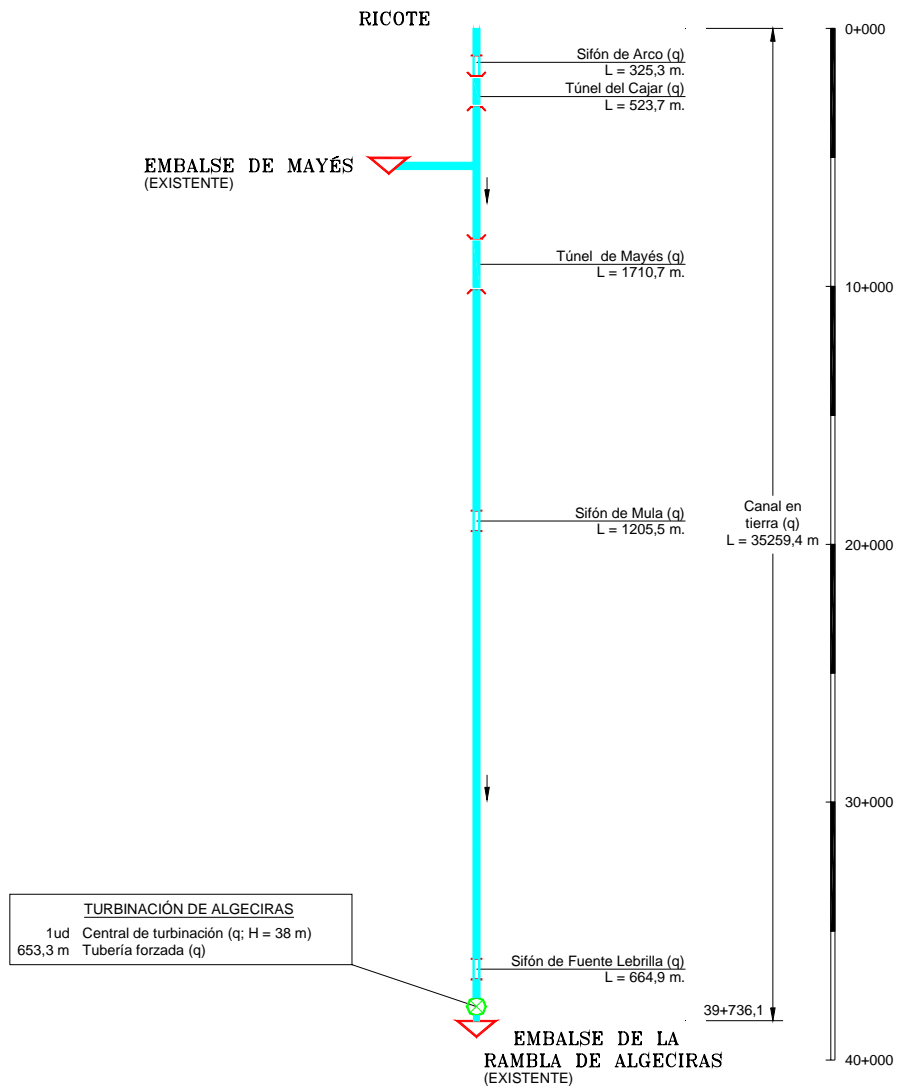


Figura 141. Conducción Ricote-Algeciras. Esquema en planta

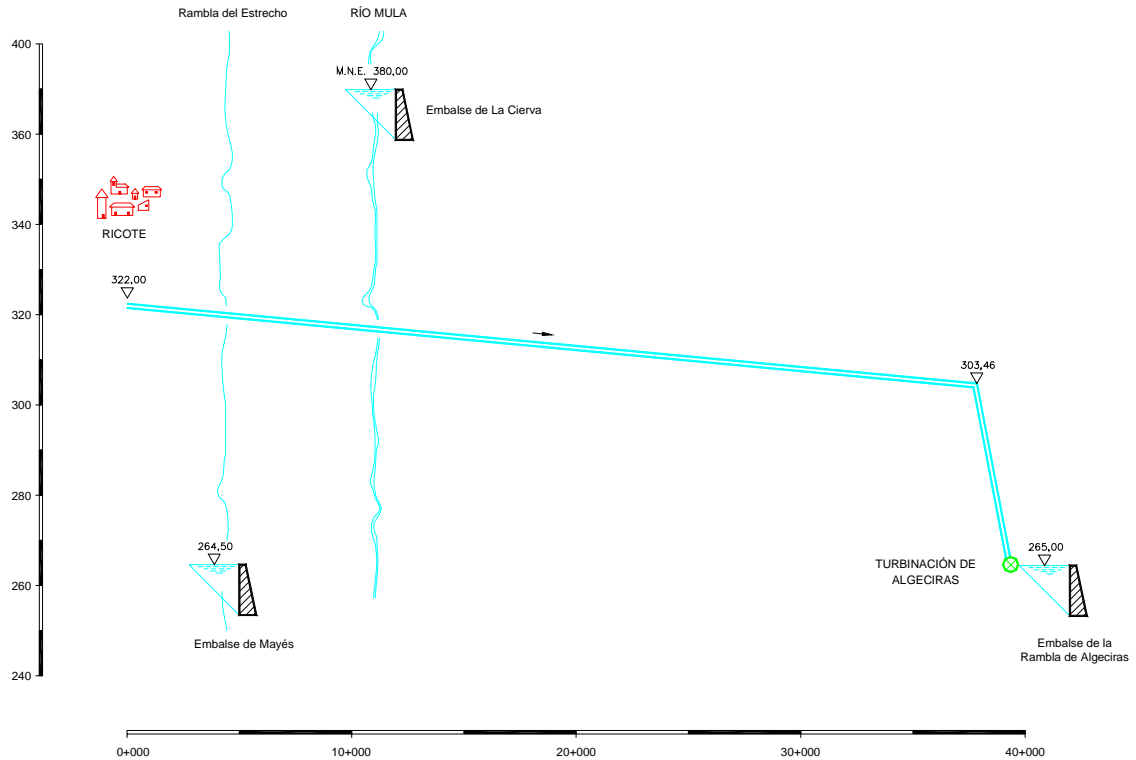


Figura 142. Conducción Ricote-Algeciras. Esquema en alzado

2.33. CONDUCCIÓN OJÓS-ALGECIRAS

Constituye parte de uno de los ramales del postrasvase Tajo-Segura (Canal de la Margen Derecha), por lo que se trata de una conducción existente en la actualidad. Básicamente, consiste en un canal en lámina libre, con diversos acueductos y sifones intercalados en su trazado, que cuenta con una importante elevación (Ojós, de 146 m) y que finaliza en la elevación de Alhama (de 115 m, valorada en el tramo siguiente Algeciras-Almanzora). Su capacidad máxima de transporte es, aproximadamente, de 10 m³/s en caudal continuo, excepto la elevación de Ojós, prevista para funcionar en 10 horas con un caudal de diseño de 25 m³/s, y regular los bombeos en el depósito del Mayés. Para la valoración de la conducción se han seguido los siguientes criterios:

- para caudales circulantes menores de 10 m³/s se supone coste nulo.
- para caudales entre 10 y 12 m³/s habría que recrecer el actual canal, pero se supone que los bombeos, sifones, acueductos e impulsiones no requieren ampliación debido a los resguardos que este tipo de obras suelen presentar.
- para caudales mayores de 12 m³/s pero menores de 25 m³/s, además de recrecer el canal, habría que ampliar los sifones, los acueductos y las impulsiones hasta que tuvieran capacidad para el nuevo caudal de diseño de la conducción.

- para caudales mayores de 25 m³/s, además de todo lo anterior, habría que ampliar la estación de bombeo de Ojós.

Como se explicó, la valoración del recrecimiento de un canal se ha supuesto equivalente a la mitad del importe que supondría la ejecución de dicho canal de nueva construcción.

La ampliación de los elementos singulares de la conducción (estaciones de bombeo, sifones, túneles y acueductos) por encima de sus caudales de diseño se ha valorado suponiendo se construyera otra obra hidráulica similar, con capacidad igual a la diferencia entre el nuevo caudal de diseño y el de la obra actual.

Con todo ello, la función de costes del tramo (Presupuesto para Conocimiento de la Administración según el caudal continuo) es la que se muestra en la figura adjunta. Como puede verse, dicha función de costes queda claramente dividida en diversos tramos, en función del grado de ampliación que requiera la conducción actual, conforme a los criterios indicados anteriormente.

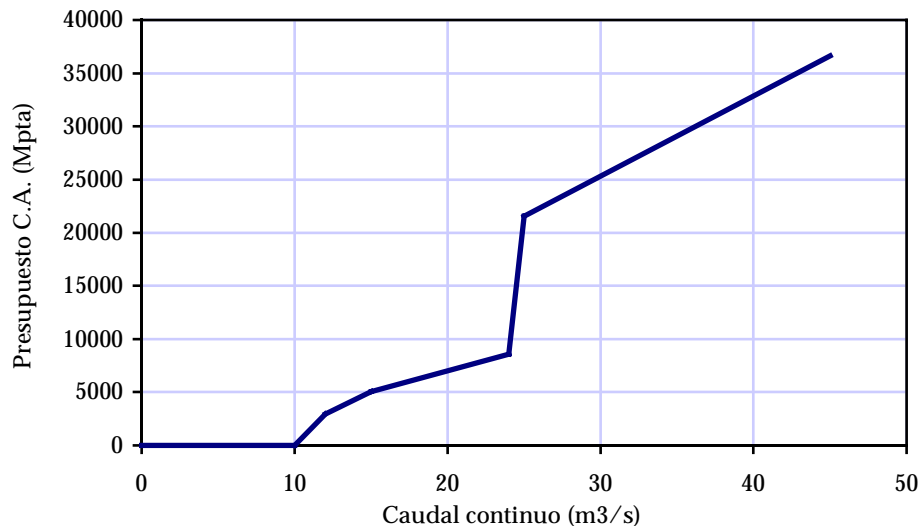


Figura 143. Conducción Ojós-Algeciras. Función de coste.

Respecto a los costes de circulación de este tramo, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en la elevación de Ojós, estimados en 3,5 pts/m³, los cuáles, en el caso de que el caudal circulante sea menor de 25 m³/s habría que considerarlos como el pago por el uso de una instalación existente, y si el caudal fuera mayor de 25 m³/s como los resultantes en una conducción que tuviera un coeficiente energético de 0,45kWh/m³ con un precio de la energía de 8 pts/kWh. El detalle de todo ello puede verse reflejado en las tablas adjuntas

Q (m ³ /s)	h _{func} (n°)	N° tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
10,0	24	1	2200	2,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	24	1	2400	2,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15,0	24	1	2700	2,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24,0	24	1	3400	2,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25,0	24	1	3500	2,6	425	146,0	0,6	146,6	42,3	0,5	8,0
45,0	24	1	4700	2,6	425	146,0	0,4	146,4	76,0	0,5	8,0

Tabla 131. Conducción Ojós-Algeciras. Coeficientes energéticos en la elevación de Ojós

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	3,5	3,5
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	3,5	3,5
15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	3,5	3,5
24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	3,5	3,5
25,0	0,0	0,0	0,5	8,0	0,0	0,5	8,0	3,8
45,0	0,0	0,0	0,5	8,0	0,0	0,5	8,0	3,8

Tabla 132. Conducción Ojós-Algeciras. Costes totales de circulación

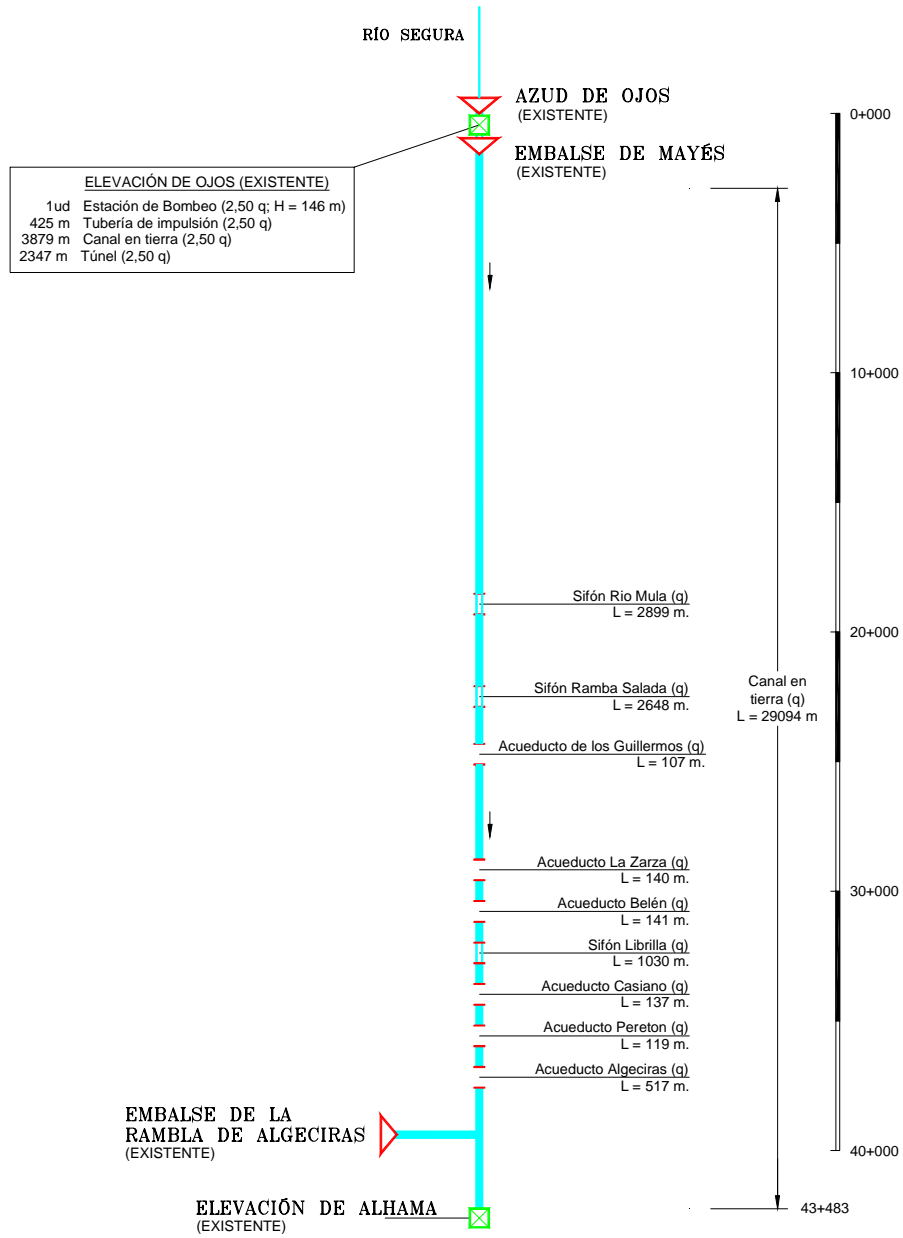


Figura 144. Conducción Ojós-Algeciras. Esquema en planta

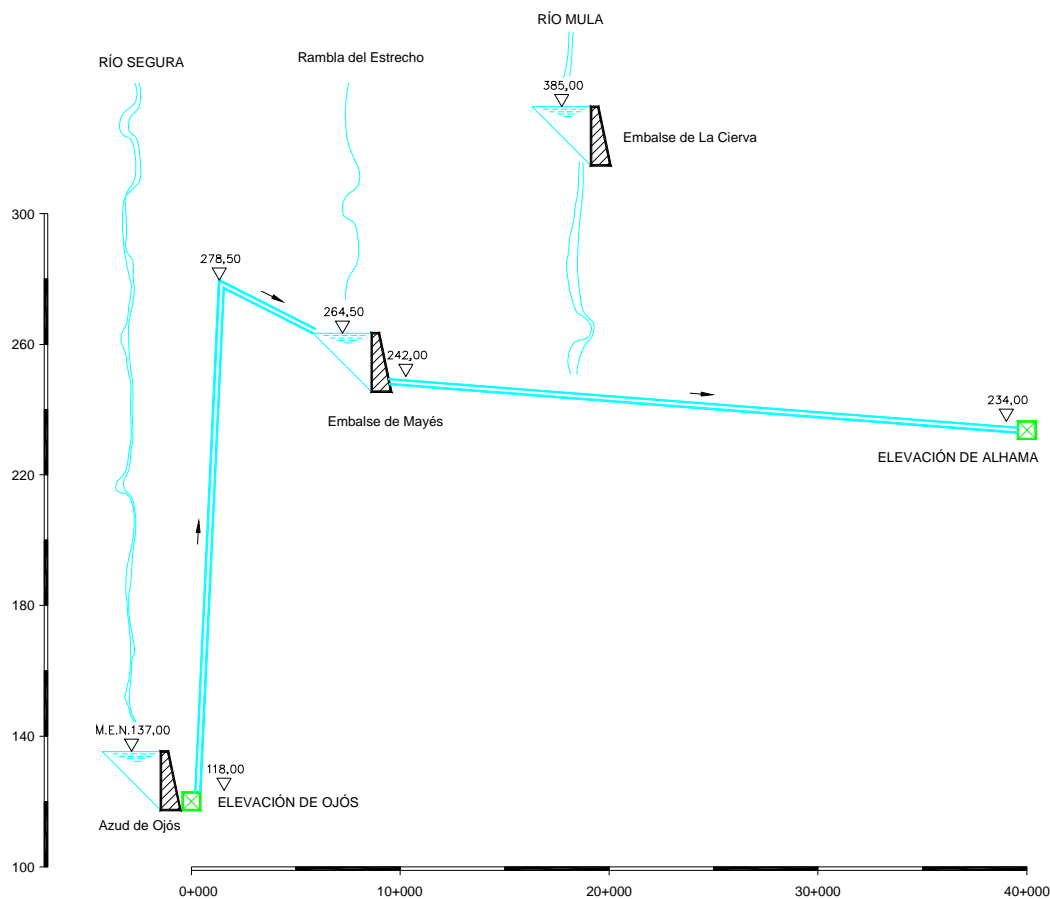


Figura 145. Conducción Ojós-Algeciras. Esquema en alzado

2.34. CONDUCCIÓN ALGECIRAS-ALMANZORA

Al igual que la anterior, forma parte de uno de los ramales del postrasvase Tajo-Segura (Canal de la Margen Derecha), por lo que se trata de una conducción existente en la actualidad. Básicamente, consiste en una conducción en canal en lámina libre, con una importante elevación en cabecera (Alhama, 115 metros) y con diversos acueductos, sifones y túneles intercalados en su trazado, cuya capacidad máxima de transporte es de unos $10 \text{ m}^3/\text{s}$ en cabecera y de $7 \text{ m}^3/\text{s}$ en cola, en el tramo de Almería. Para su valoración se han seguido los siguientes criterios:

- para caudales menores de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ se supone coste nulo
- para caudales entre 10 y $12 \text{ m}^3/\text{s}$ habría que recrecer el actual canal, pero puede suponerse que los sifones, acueductos y túneles no requieren recrecimiento.
- para caudales mayores de $12 \text{ m}^3/\text{s}$, además de recrecer el canal, habría que ampliar la elevación de Alhama y los sifones, los acueductos y los túneles.

Los criterios seguidos en la estimación de costes son los ya expuestos en casos anteriores.

Finalmente, la función de costes del tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

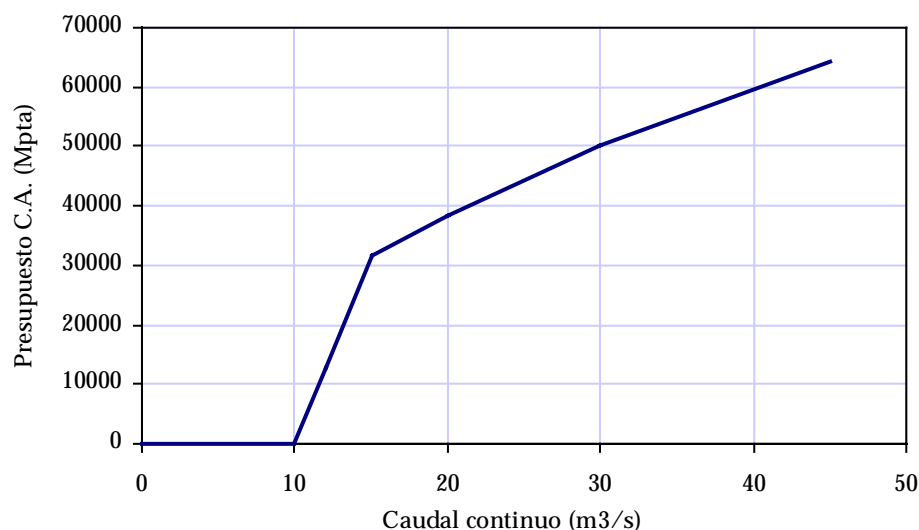


Figura 146. Conducción Algeciras-Almanzora. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, habría que considerar únicamente los debidos al consumo energético en la elevación de Alhama, estimados en 3,0 pts/m³, los cuáles, en el caso de que el caudal circulante sea menor de 15 m³/s habría que considerarlos como el pago por el uso de una instalación existente, y si el caudal fuera mayor de 15 m³/s como los resultantes en una conducción que tuviera un coeficiente energético de 0,4kWh/m³ con un precio de la energía de 8 pts/kWh. El detalle de todo ello puede verse reflejado en las tablas adjuntas

Q (m ³ /s)	h_{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
10,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	0	0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15,0	24	1	2700	2,6	518	115,0	1,1	116,1	20,1	0,4	8,0
24,0	24	1	3100	2,6	518	115,0	0,9	115,9	26,7	0,4	8,0
25,0	24	1	3900	2,5	518	115,0	0,6	115,6	40,0	0,4	8,0
45,0	24	1	4700	2,6	518	115,0	0,5	115,5	59,9	0,4	8,0

Tabla 134. Conducción Algeciras-Almanzora. Coeficientes energéticos en la elevación de Alhama

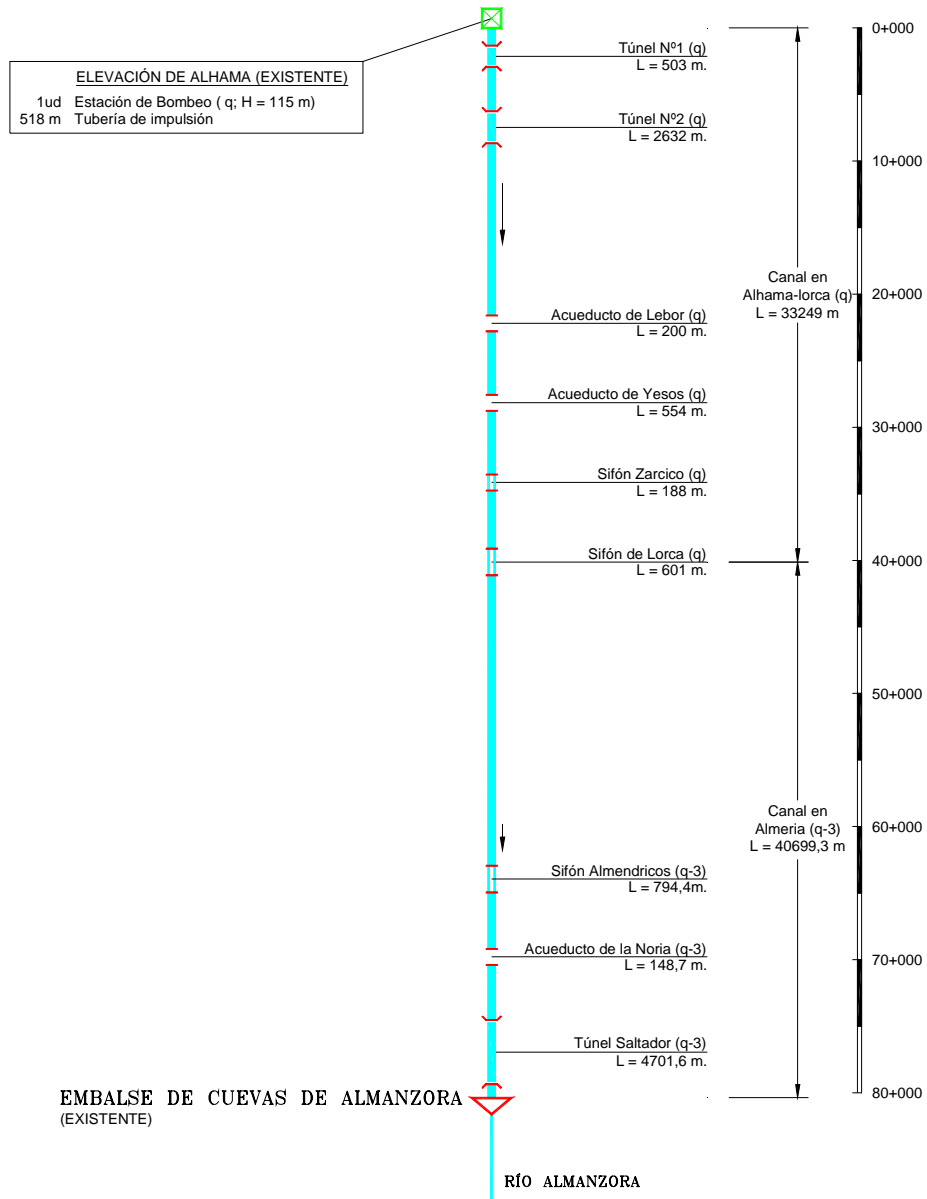


Figura 147. Conducción Algeciras-Almanzora. Esquema en planta

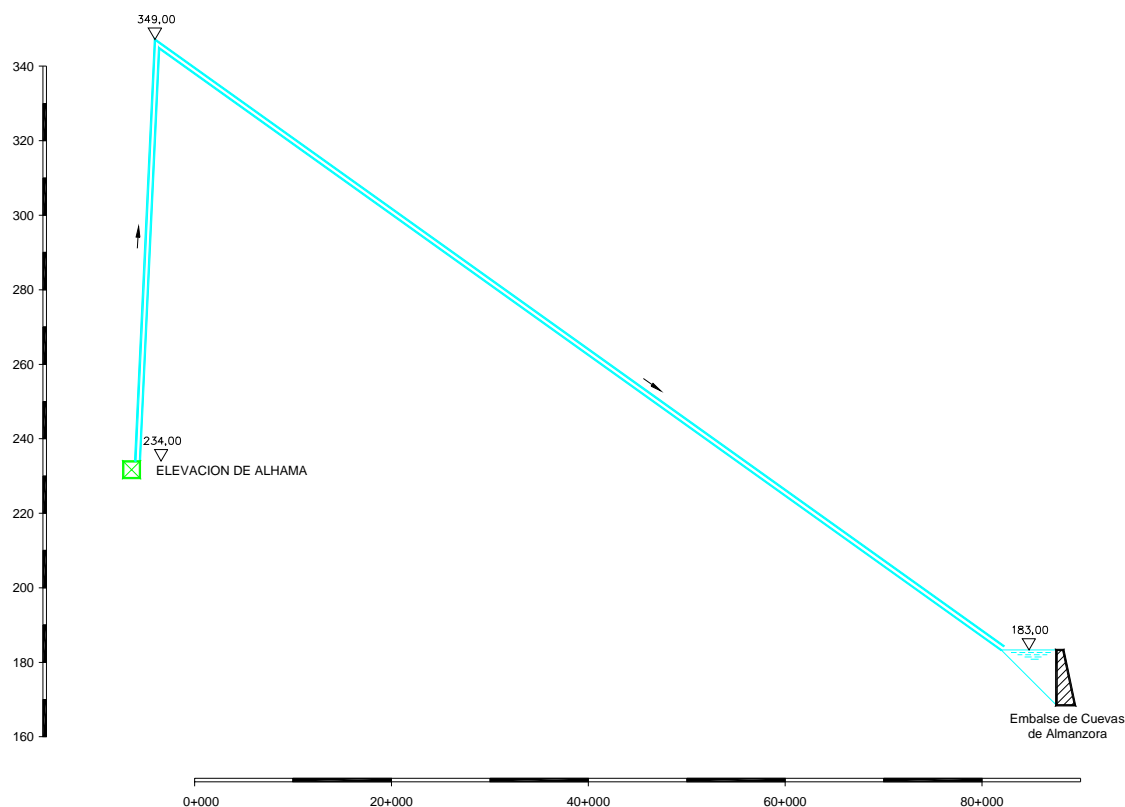


Figura 148. Conducción Algeciras-Almanzora. Esquema en alzado

2.35. CONDUCCIÓN ALMANZORA-ALMERÍA

La función de costes de la conducción Almanzora-Almería es la que se muestra en la figura adjunta, obtenida a partir de los datos facilitados por Acusur.

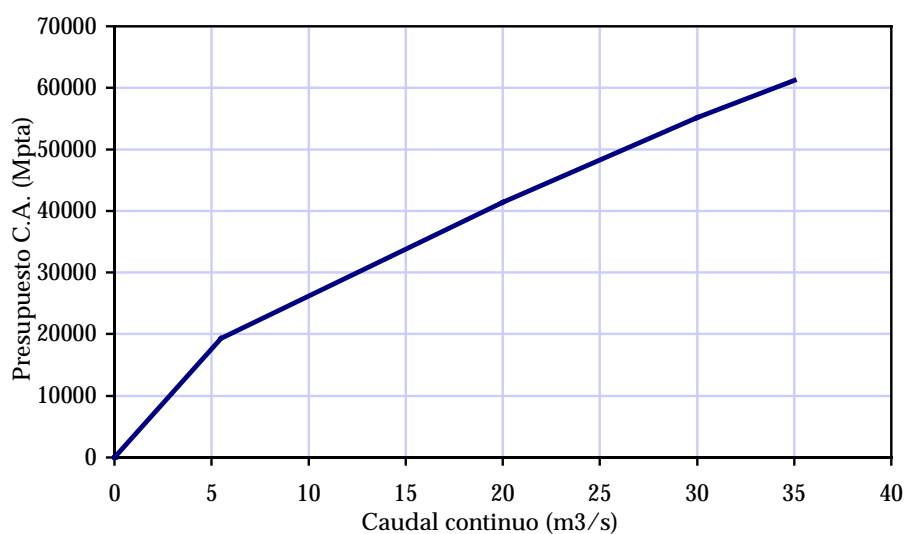


Figura 149. Conducción Almanzora-Almería. Función de coste

2.36. CONDUCCIÓN BAJO SEGURA–CARTAGENA LITORAL

Al igual que otras conducciones anteriores, forma parte de uno de los ramales del postrasvase Tajo-Segura (Canal de la Margen Derecha), por lo que se trata de una conducción existente en la actualidad. Básicamente, consiste en una conducción en canal en lámina libre, con dos túneles intercalados en su trazado, cuya capacidad máxima de transporte es variable entre unos 20 m³/s en cabecera y unos 5 m³/s en cola. Para su valoración se han seguido los mismos criterios que en casos anteriores, esto es:

- para caudales menores de 20 m³/s en cabecera, se supone coste nulo
- para caudales entre 20 y 22 m³/s habría que recrecer el actual canal, pero no los túneles.
- para caudales mayores de 22 m³/s, además de recrecer el canal, habría que ampliar los túneles.

Los criterios de valoración son los ya expuestos para otros tramos similares.

La función de costes del tramo finalmente obtenida es la que se muestra en la figura adjunta.

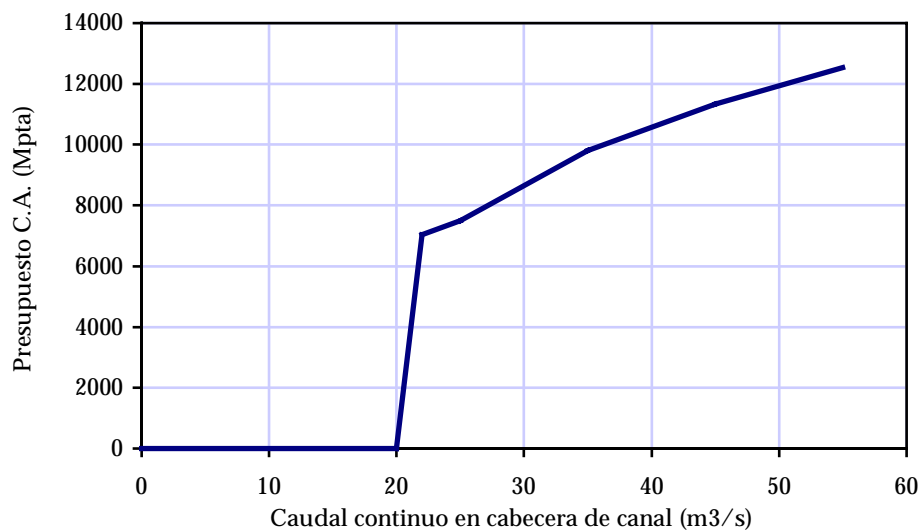


Figura 150. Conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral. Función de coste

Respecto a los costes de circulación de este tramo, se suponen nulos al no haber en el mismo ni elevaciones ni turbinaciones ni elementos singulares.

	A	L	V	H	Medición	q (m ³ /s)											
						20		22		25		35		45		55	
						Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial	Importe unitario	Importe parcial
(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)	(Mpts/ud)	(M Pts)				
1.- CANAL					67.128	0	4.648	4.963	6.090	7.039	7.779						
m Canal en tierra (q)					6785	0	0,084	569	0,088	600	0,103	701	0,115	781	0,122	825	
m Canal en tierra (q-7)					36470	0	0,072	2.631	0,077	2.797	0,094	3.414	0,107	3.911	0,118	4.291	
m Canal en tierra (q-13)					15645	0	0,062	966	0,067	1.047	0,084	1.312	0,099	1.556	0,112	1.759	
m Canal en tierra (q-15)					8228	0	0,059	481	0,063	519	0,081	663	0,096	792	0,110	904	
2.- TUNELES					956	0	0	0	388	450	507						
m Túnel (q-7)					556	0	0	0	0,698	388	0,810	450	0,911	507			
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)						0	4.648	4.963	6.478	7.490	8.285						
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.)						0	1.069	1.142	1.490	1.723	1.906						
TOTAL (M Pts.)						0	5.717	6.105	7.968	9.212	10.191						
I.V.A. (16%) (M Pts.):						0	915	977	1.275	1.474	1.630						
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):						0	6.631	7.082	9.243	10.686	11.821						
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts)						0	7.032	7.510	9.802	11.333	12.536						

q Caudal continuo

A Altura de las presas

L Longitud de coronación de las presas

V Volúmenes de las balsas de modulación

H Alturas geométricas de los bombeos o de las turbinaciones

Tabla 137. Valoración de la conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral

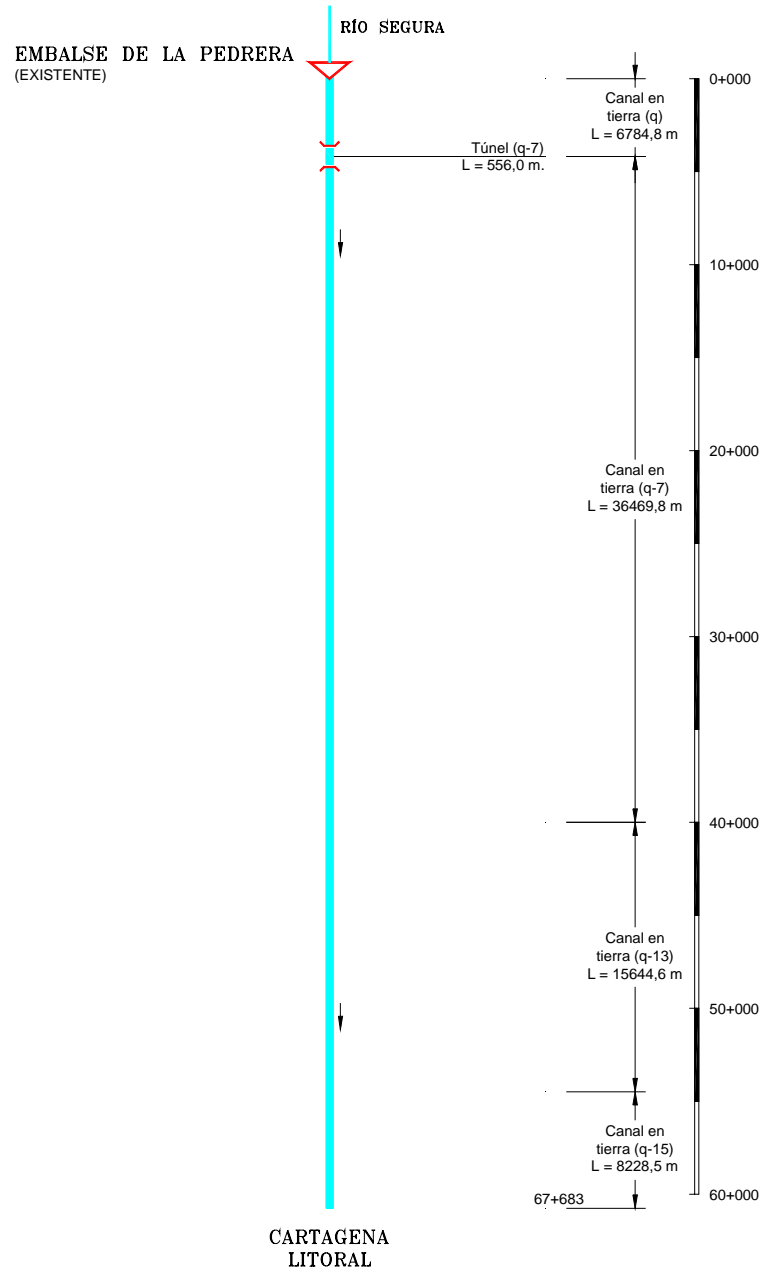


Figura 151. Conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral. Esquema en planta

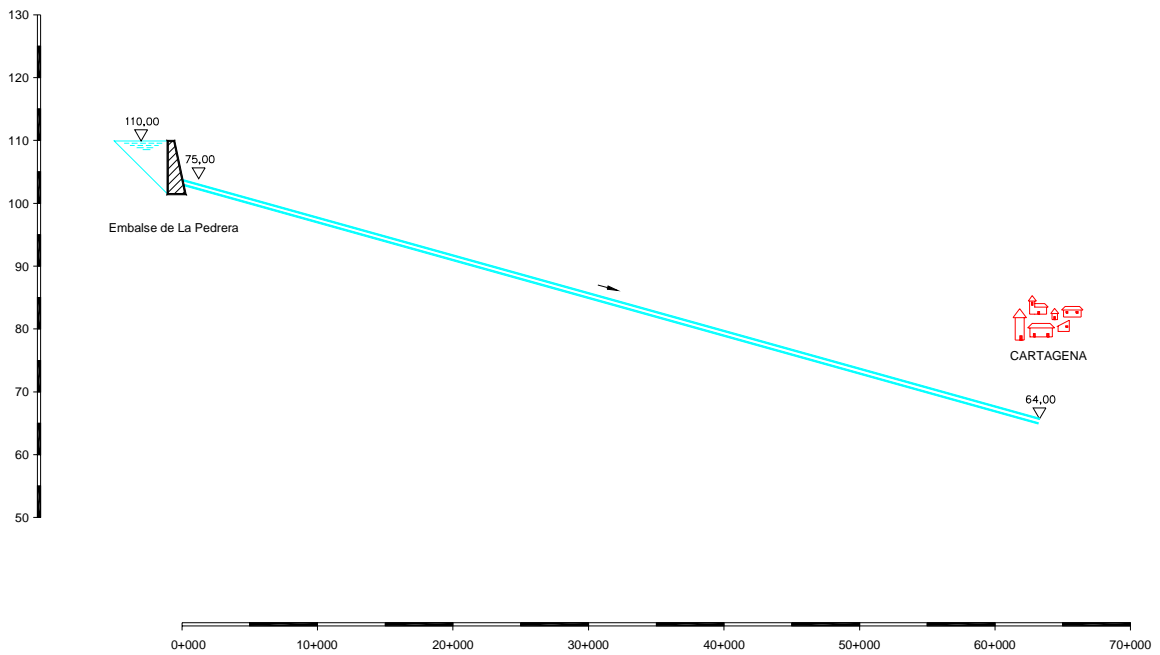


Figura 152. Conducción Bajo Segura-Cartagena Litoral. Esquema en alzado

2.37. CONDUCCIÓN CARTAGENA LITORAL-ALMANZORA

La función de costes de este tramo es la que se muestra en la figura adjunta.

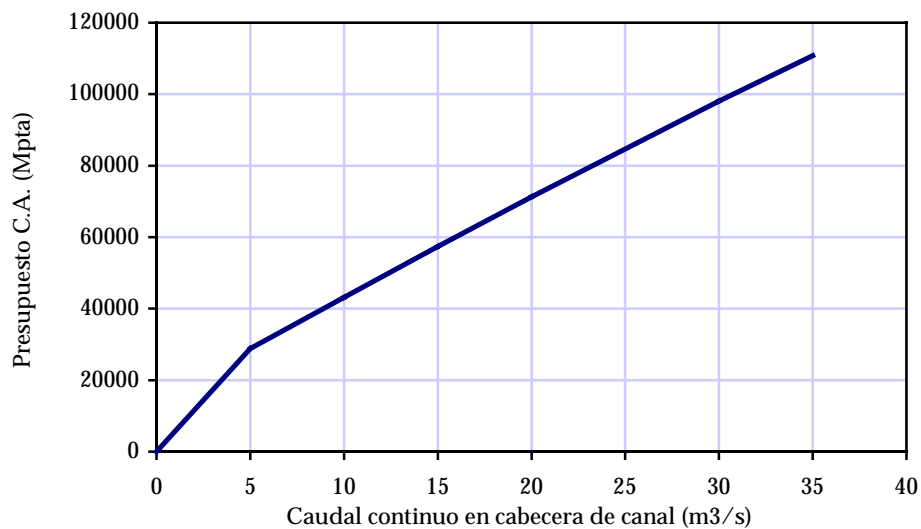


Figura 153. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Función de coste

Respecto a los costes de circulación, habría que considerar tanto los debidos al consumo energético en las tres elevaciones previstas (con un coeficiente energético de 1,0 kWh/m³ y un precio de la energía de 8 pts/kWh), como el beneficio energético producido en la turbinación Almanzora (cuyo coeficiente energético es de -0,3 kWh/m³ y la tarifa eléctrica a aplicar oscilaría entre 8,8 y 13,7 pts/kWh). Por tanto, el coeficiente energético global resultante en la conducción es de 0,6-0,7 kWh/m³ y el precio de la energía oscilaría entre 5,6 y 7,6pts/kWh, lo que supone unos costes totales de flujo de unas 4,5 pts/m³. Las tablas adjuntas muestran el detalle de tales estimaciones.

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	24	2	1000	3,2	849	130,0	10,0	120,0	5,29	-0,3	13,7
10,0	24	2	1400	3,2	849	130,0	6,6	123,4	10,88	-0,3	13,6
15,0	24	2	1700	3,3	849	130,0	5,3	124,7	16,50	-0,3	12,6
20,0	24	2	2000	3,2	849	130,0	4,0	126,0	22,24	-0,3	11,7
30,0	24	2	2500	3,1	849	130,0	2,7	127,3	33,68	-0,3	9,8
35,0	24	2	2700	3,1	849	130,0	2,4	127,6	39,38	-0,3	8,8

Tabla 138. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Coeficientes energéticos en las turbinaciones

Q (m ³ /s)	h _{func} (nº)	Nº tubos	D (mm)	v (m/s)	L (m)	H _{bruto} (m)	H _{rozam.} (m)	H _{neto} (m)	Potencia (MW)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)
5,0	20	1	1900	2,1	18261	270,0	40,2	310,2	21,5	1,0	8,0
10,0	20	1	2400	2,7	18261	270,0	46,3	316,3	43,8	1,0	8,0
15,0	20	1	3000	2,5	18261	270,0	31,7	301,7	62,6	1,0	8,0
20,0	20	1	3400	2,6	18261	270,0	28,9	298,9	82,7	1,0	8,0
25,0	20	1	4200	2,6	18261	270,0	21,1	291,1	120,8	0,9	8,0
35,0	20	1	4600	2,5	18261	270,0	17,6	287,6	139,3	0,9	8,0

Tabla 139. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Coeficientes energéticos en las elevaciones

Q (m ³ /s)	Turbinaciones		Elevaciones		Varios	Total		Total costes
	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	Precio (Pts/m ³)	CE (kWh/m ³)	Precio (Pts/kWh)	operación (Pts/m ³)
5,0	-0,3	13,7	1,0	8,0	0,0	0,7	5,6	3,9
10,0	-0,3	13,6	1,0	8,0	0,0	0,7	5,6	4,0
15,0	-0,3	12,6	1,0	8,0	0,0	0,7	5,9	3,9
20,0	-0,3	11,7	1,0	8,0	0,0	0,6	6,2	4,0
25,0	-0,3	9,8	0,9	8,0	0,0	0,6	7,1	4,4
35,0	-0,3	8,8	0,9	8,0	0,0	0,6	7,6	4,6

Tabla 140. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Costes totales de circulación

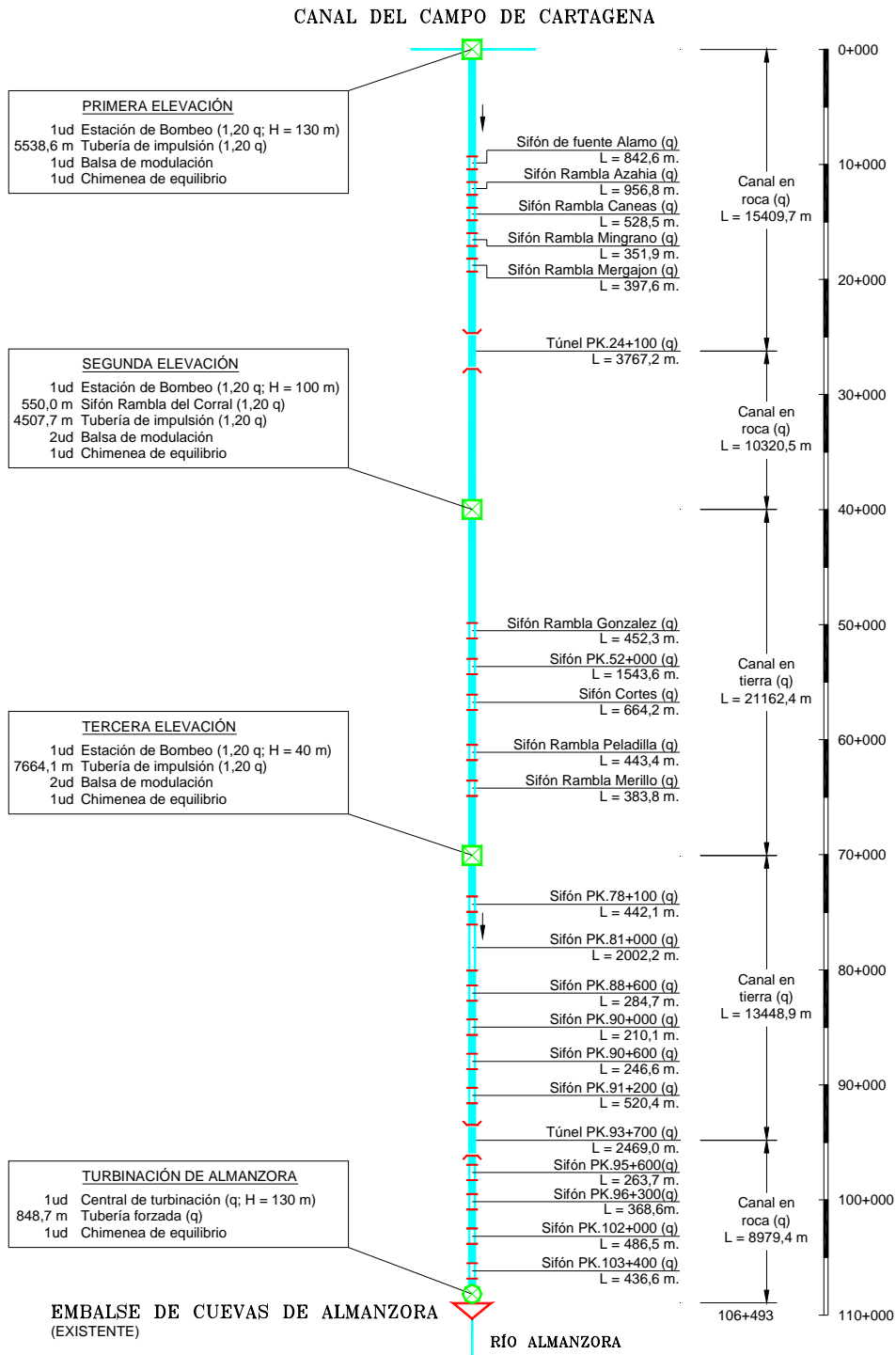


Figura 154. Conducción Cartagena Litoral-Alanzora. Esquema en planta

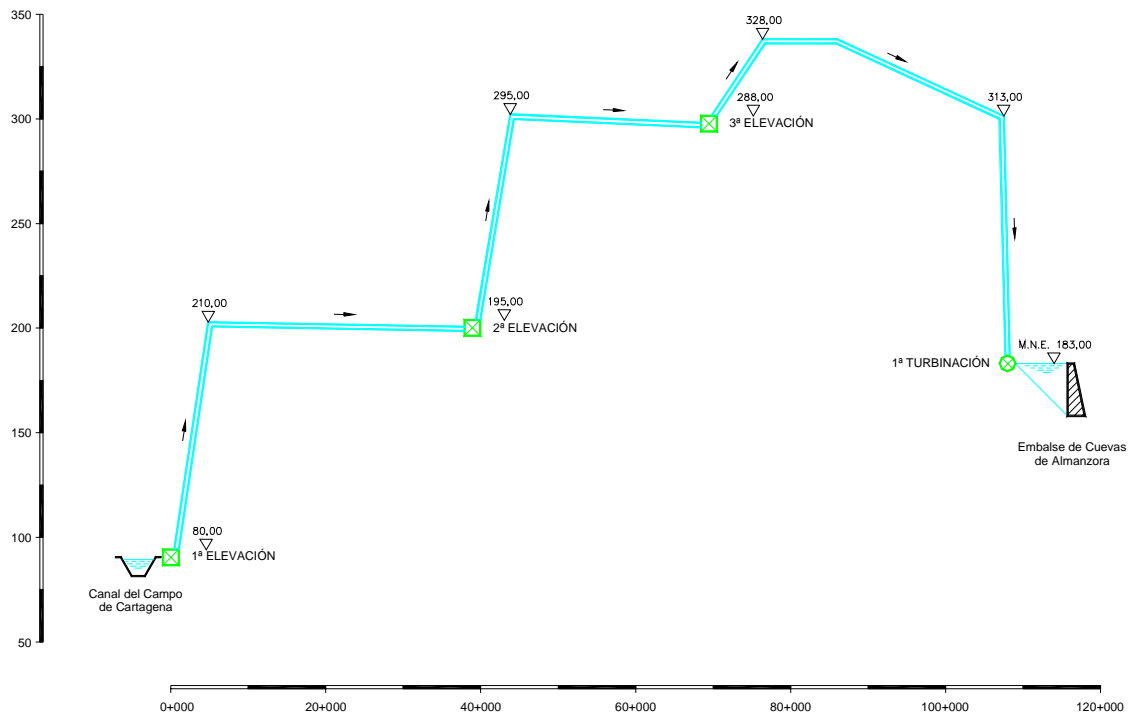


Figura 155. Conducción Cartagena Litoral-Almanzora. Esquema en alzado

2.38. RÍO TAJO. BOLARQUE-TOLEDO

En los costes de circulación de este tramo habría que considerar únicamente el beneficio energético producido por el incremento de producción en las centrales existentes, el cuál puede representarse por un equivalente energético de 0,15 kWh/m³, lo que supone un beneficio de 0,90 pts/m³ conforme puede verse en la tabla adjunta.

Tramo	Río	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Beneficio total (pts/m ³)
Bolarque-Toledo	Tajo	Bolarque (pie de presa)	0,0915	6	0,54
		Zorita	0,0304	6	0,18
		Almoguera	0,0306	6	0,18
		Total	0,1525	6	0,90

Tabla 142. Río Tajo de Bolarque a Toledo. Costes de circulación

2.39. RÍO TAJO. TOLEDO-AZUTÁN

En los costes de circulación de este tramo habría que considerar únicamente el beneficio energético producido por el incremento de producción en la central existente de Castrejón, el cuál puede representarse por un equivalente energético de 0,069 kWh/m³, lo que supone un beneficio de 0,41 pts/m³ conforme puede verse en la tabla adjunta.

Tramo	Río	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Beneficio total (pts/m ³)
Toledo-Azután	Tajo	Castrejón	0,069	6	0,41
Total			0,069	6	0,41

Tabla 143. Río Tajo de Toledo a Azután. Costes de circulación

2.40. RÍO MUNDO. TALAVE-CONFLUENCIA CON EL SEGURA

En los costes de circulación de este tramo habría que considerar únicamente el beneficio energético producido por el incremento de producción en la central existente de Talave, el cuál puede representarse por un equivalente energético de 0,087 kWh/m³, lo que supone un beneficio de 0,52 pts/m³ conforme puede verse en la tabla adjunta.

Tramo	Río	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Beneficio total (pts/m ³)
Talave-Confluencia	Mundo	Talave	0,087	6	0,52
Total			0,087	6	0,52

Tabla 144. Río Mundo de Talave a Confluencia. Costes de circulación

2.41. RÍO SEGURA. CONFLUENCIA CON EL MUNDO-OJÓS

En los costes de circulación de este tramo habría que considerar únicamente el beneficio energético producido por el incremento de producción en la central existente de Almadenes, el cuál puede representarse por un equivalente energético de 0,1054 kWh/m³, lo que supone un beneficio de 0,63 pts/m³ conforme puede verse en la tabla adjunta.

Tramo	Río	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Beneficio total (pts/m ³)
Confluencia-Ojós	Segura	Almadenes	0,1054	6	0,63
Total			0,1054	6	0,63

Tabla 145. Río Segura de Confluencia a Ojós. Costes de circulación

2.42. RÍO JÚCAR. ALARCÓN-EMBARCADEROS

En los costes de circulación de este tramo habría que considerar únicamente el beneficio energético producido por el incremento de producción en las centrales existentes, el cuál puede representarse por un equivalente energético de 0,44 kWh/m³, lo que supone un beneficio de 2,65 pts/m³ conforme puede verse en la tabla adjunta.

Tramo	Río	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Beneficio total (pts/m ³)
Alarcón-Embarcaderos	Júcar	Picazo	0,1121	6	0,67
		Cofrentes	0,3295	6	1,97
Total			0,4416	6	2,65

Tabla 146. Río Júcar de Alarcón a Embarcaderos. Costes de circulación

2.43. RÍO JÚCAR. EMBARCADEROS-LA MUELA

El único salto en funcionamiento actualmente en este tramo de río es el aprovechamiento reversible de La Muela, el cual no se ve afectado por las detracciones por dicho carácter reversible. El salto de pie de presa de Cortes se incluye en el tramo siguiente La Muela-Tous. Por tanto, en el tramo que nos ocupa no hay afecciones hidroeléctricas.

2.44. RÍO JÚCAR. LA MUELA-TOUS

En los costes de circulación de este tramo habría que considerar únicamente el beneficio energético producido por el incremento de producción en la central existente de Cortes II, el cuál puede representarse por un equivalente energético de 0,204 kWh/m³, lo que supone un beneficio de 1,20 pts/m³ conforme puede verse en la tabla adjunta.

Tramo	Río	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Beneficio total (pts/m ³)
La Muela-Tous	Júcar	Cortes II	0,204	6	1,20
Total			0,204	6	1,20

Tabla 147. Río Júcar de la Muela a Tous. Costes de circulación

3. COSTES DE LAS DETRACCIONES

Seguidamente se expone en cada uno de los apartados siguientes el análisis económico de las detracciones en los ríos. Para ello, en las tablas adjuntas se detallan los saltos considerados aguas abajo del punto de detracción, sus equivalentes energéticos, el precio al que se ha valorado la afección hidroeléctrica de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente y, finalmente, el coeficiente de afección.

3.1. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL NOGUERA-PALLARESA EN TALARN

Punto de derivación	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Coefficiente de afección (pts/m ³)
Segre	Talarn	0,1540	2,5	0,3
	Terradets	0,063	7	0,4
	Camarasa	0,188	7	1,3
	San Lorenzo	0,034	7	0,2
	Balaguer	0,039	7	0,2
	Termens	0,061	7	0,4
	Lérida	0,061	7	0,4
	Serós	0,1	7	0,7
	Ribarroja	0,061	7	0,4
	Flix	0,028	7	0,1
		Total	0,789	

Tabla 148. Detracción de recursos del Noguera Pallaresa en Talarn. Coeficiente de afección

3.2. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL RÓDANO EN CANAL BRL

No hay afecciones en el tramo español en esta detracción ya que la toma se realiza en Francia.

3.3. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL EBRO EN CHERTA Y/O TORTOSA

No hay afecciones hidroeléctricas en esta detracción, puesto que aguas abajo del punto de captación no hay ningún salto hidroeléctrico.

3.4. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL DUERO EN GORMAZ

Punto de derivación	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Coefficiente de afección (pts/m ³)
Alto Duero	San José	0,013	7	0,1
	San Román	0,039	7	0,2
	Villalcampo	0,0867	7	0,6
	Castro	0,0892	7	0,6
	Aldeadávila	0,3279	7	2,3
	Saucelle II	0,1570	7	1,1
Total		0,7128		4,9

Tabla 149. Detracción de recursos del Duero en Gormaz. Coeficiente de afección

3.5. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL DUERO EN VILLALCAMPO

Punto de derivación	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Coefficiente de afección (pts/m ³)
Bajo Duero	Villalcampo	0,0867	7	0,6
	Castro	0,0892	7	0,6
	Aldeadávila	0,3279	7	2,2
	Saucelle II	0,1570	7	1,0
	Total	0,6608		4,6

Tabla 150. Detracción de recursos del Duero en Villalcampo. Coeficiente de afección

3.6. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL JARAMA

Punto de derivación	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Coefficiente de afección (pts/m ³)
Jarama	Castrejón	0,0690	7	0,4
	Azután	0,0605	7	0,4
	Valdecañas	0,1410	7	0,9
	Torrejón-Tajo	0,0740	7	0,5
	Alcántara	0,1935	7	1,3
	Cedillo	0,0810	7	0,5
	Total	0,619		4,3

Tabla 151. Detracción de recursos del Jarama. Coeficiente de afección

3.7. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL TAJO EN TOLEDO

Punto de derivación	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Coefficiente de afección (pts/m ³)
Toledo	Castrejón	0,0690	7	0,483
	Azután	0,0605	7	0,423
	Valdecañas	0,1410	7	0,987
	Torrejón-Tajo	0,0740	7	0,518
	Alcántara	0,1935	7	1,354
	Cedillo	0,0810	7	0,567
	Total	0,619		4,332

Tabla 152. Detracción de recursos del Tajo en Toledo. Coeficiente de afección

3.8. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL TAJO EN AZUTÁN

Punto de derivación	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Coefficiente de afección (pts/m ³)
Azután	Azután	0,0605	7	0,4
	Valdecañas	0,1410	7	0,9
	Torrejón-Tajo	0,0740	7	0,5
	Alcántara	0,1935	7	1,3
	Cedillo	0,0810	7	0,5
	Total	0,5500		3,8

Tabla 153. Detracción de recursos del Tajo en Azután. Coeficiente de afección

3.9. DETRACCIÓN DE RECURSOS DEL TIÉTAR

Punto de derivación	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Coefficiente de afección (pts/m ³)
Tiétar	Rosarito	0,0410	7	0,2
	Torrejón-Tiétar	0,0590	7	0,4
	Alcántara	0,1935	7	1,3
	Cedillo	0,0810	7	0,5
	Total	0,3745		2,6

Tabla 154. Detracción de recursos del Tiétar. Coeficiente de afección

4. COSTES ASOCIADOS

4.1. COSTES EN LOS SUMINISTROS

Las conducciones planteadas en apartados anteriores no necesariamente son suficientes para, solo con ellas, poder aprovechar el agua en destino, ya que, además, pueden ser necesarias otras infraestructuras complementarias, tales como ramales de distribución, depósitos o balsas de regulación, etc., que permitan dicho aprovechamiento en el punto de consumo. Ello obliga a incurrir en unos costes directos para los suministros, tanto de primera inversión como de mantenimiento y reposición, que se han denominado *costes asociados* en la exposición conceptual.

Cabe señalar que estos costes asociados pueden llegar a ser una partida muy importante si las transferencias tuviesen como objetivo el desarrollo de nuevos aprovechamientos. Así, si se trasvasase agua para nuevos regadíos, los costes de transformación de las zonas regables (redes secundarias y terciarias, preparación de tierras, etc.) caerían estrictamente dentro de este concepto, y podrían suponer una fracción muy significativa del coste total.

Sin embargo en nuestro caso, dados los criterios seguidos en este Plan Hidrológico, puede considerarse sin error apreciable que los costes asociados son nulos, pues tanto las redes de abastecimiento como las infraestructuras de regulación o las zonas de regadío están ya plenamente desarrolladas, y no requieren ninguna nueva inversión pública. Con las excepciones que se indican, todas las infraestructuras necesarias para posibilitar el pleno aprovechamiento del agua ya están consideradas en este Plan, y basta con entregar el agua en los puntos fijados para que pueda ser aprovechada.

No obstante, de forma cautelar, y a falta de estudios de mayor detalle, se ha optado por valorar los costes de primera inversión en dichos suministros con una partida de 1.000 millones de pesetas en cada punto de suministro, excepto en el Altiplano, donde su aislamiento actual de las redes hidráulicas requiere una mayor intervención inicial en suministro, y se ha supuesto que dichos costes se elevan a unos 10.000 millones de pesetas, conforme se detalla en la tabla adjunta. Los costes de mantenimiento y reposición, por su parte, se valoran igual que para las conducciones de las transferencias.

	A (m)	L (m)	V (m3)	H (m)	Medición	Importe	Importe
						unitario (Mpts/ud)	parcial (M Pts)
1.- PRIMERA ELEVACIÓN DE YECLA							400
Ud Estación de bombeo (q)				100	1	130	130
Ud Depósito de regulación			150000		1	269	269
2.- SEGUNDA ELEVACIÓN DE YECLA							85
Ud Estación de bombeo (q)				80	1	85	85
3.- ELEVACIÓN DE PINOSO							364
Ud Estación de bombeo (q)				50	1	95	95
Ud Depósito de regulación			150000		1	269	269
4.- PRIMERA ELEVACIÓN DE JUMILLA							130
Ud Estación de bombeo (q)				100	1	130	130
5.- SEGUNDA ELEVACIÓN DE JUMILLA							371
Ud Estación de bombeo (q)				100	1	102	102
Ud Depósito de regulación			150000		1	269	269
6.- IMPULSIONES							4.188
m 1ª a 2ª elevación de Yecla (0,20 q)					5500	0,055	303
m 2ª elevación Yecla a depósito (0,05q)					1500	0,050	75
m Ramal a Pinoso (0,15q)					21200	0,053	1.124
m Ramal a UDA 5 (0,10q)					3700	0,051	189
m Ramal a UDA 3 (0,15q)					17500	0,053	928
m 1ª a 2ª Elevación Jumilla (0,10q)					9000	0,051	459
m Ramal a UDA 7 (0,07q)					9500	0,050	475
m Ramal a UDA 2 (0,03q)					8500	0,049	417
m Ramal a UDA 2 (0,03q)					4500	0,049	221
7.- DEPÓSITOS DE REGULACIÓN							1.615
Ud Depósito de Yecla			150000		1	269	269
Ud Depósito de Pinillos			150000		1	269	269
Ud Depósito UDA 7			150000		1	269	269
Ud Depósito UDA 2			150000		2	269	538
Ud Depósito UDA 3			150000		1	269	269
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (M Pts.)							6.203
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (23%) (M Pts.):							1.427
TOTAL (m Pts.)							7.630
I.V.A. (16%) (M Pts.):							1.221
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (M Pts.):							8.850
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (M Pts.):							9.386

Tabla 155. Costes de distribución en el Altiplano

En estas valoraciones estimativas de los costes asociados a los suministros cabe considerar también incluidos los costes requeridos para la ordenación administrativa y registral de los aprovechamientos hidráulicos en las zonas receptoras de recursos externos.

En efecto, el aporte de tales recursos requiere en estas zonas, obligadamente, una reordenación administrativa de los aprovechamientos existentes (catalogación, inventario, revisión del Plan Hidrológico de cuenca, reasignaciones, modificaciones concesionales, etc.), cuyos costes pueden ser considerados bajo este concepto.

4.2. BENEFICIOS INDIRECTOS EN LOS SUMINISTROS

Respecto a los beneficios producidos por incrementos de producción en saltos existentes en destino, en la tabla siguiente se recogen los valores correspondientes a cada punto de demanda, obtenidos aplicando los valores y procedimientos indicados en el apartado correspondiente a estos beneficios indirectos. Para calcularlos se han considerado exclusivamente las centrales hidroeléctricas existentes aguas abajo de los puntos de suministro mayores de 5 MW, de acuerdo con la información facilitada por UNESA, así como las menores o iguales a 5 MW asociadas a infraestructuras con capacidad de regulación, precindiendo de las fluyentes. Esta discriminación se basa en que, en principio, es lógico pensar que las centrales fluyentes no disponen de potencia instalada para aprovechar más caudal que el correspondiente a las condiciones naturales de su cauce.

Punto de demanda	Beneficio afección (pts/m ³)
Barcelona	0
Mijares-Castellón	0
Turia	0
Tous	0
Vinalopó-Marinas	0
Bajo Segura	0
Guadalentin	0
Almanzora	0
Alto Segura	0,52
Altiplano	0
Albacete	0
Cartagena-Litoral	0
Castellón Norte	0
Castellón Sur	0

Tabla 156. Beneficios energéticos en suministros

En la tabla siguiente se detallan los saltos considerados aguas abajo de cada punto de demanda, sus equivalentes energéticos, el precio al que se ha valorado el incremento de producción de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente y, finalmente, el beneficio de afección calculado a partir de ellos, que se refleja en la tabla anterior.

Punto de demanda	Salto afectado	Equivalente energético (kWh/m ³)	Precio energía (pts/kWh)	Beneficio de afección (pts/m ³)
Alto Segura	Talave	0,0870	6	0,522

Tabla 157. Beneficios energéticos en suministros