



**Ejercicios del examen a la Oposición al  
Cuerpo de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos (MFOM)**

**Convocatoria: 2007**

**Soluciones del tribunal**



**COLEGIO DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

C/ Almagro, 42 3ª pta  
(28010) MADRID

*Servicio de Empleo Nacional*

---

**Test**

**Convocatoria: 2007**

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



**PROCESO SELECTIVO PARA EL INGRESO, POR EL SISTEMA GENERAL DE ACCESO LIBRE Y ACCESO POR EL SISTEMA DE PROMOCIÓN INTERNA, EN EL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DEL ESTADO. (Orden FOM/915/2007, de 29 de marzo).**

**PRIMER EJERCICIO (31 de mayo de 2007). PREGUNTAS TIPO TEST. Acceso Libre.**

**1. ¿Qué terrenos forman parte del dominio público hidráulico?**

- a) Las fajas laterales de los cauces situadas por encima del nivel de las aguas bajas
- b) Los cauces y las zonas de servidumbre
- c) Las zonas inundables en las máximas crecidas ordinarias
- d) Las zonas inundables hasta 25 años de periodo de retorno

**2. ¿En qué casos corresponde al Ministerio de Medio Ambiente la competencia del otorgamiento de concesiones y autorizaciones en materia de dominio público hidráulico?**

- a) En todos los casos
- b) En los casos relativos a obras y actuaciones que afecten a más de una Comunidad Autónoma
- c) En los casos relativos a las obras y actuaciones de interés general del Estado
- d) En ningún caso

**3. ¿Cuál es el objetivo primordial de la planificación hidrológica que se añadió en el Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Ley 1/2001, de 20 de julio) con relación a la redacción original (Ley 29/1985)?**

- a) Mejorar la gestión del dominio público hidráulico
- b) Conseguir el buen estado ecológico del dominio público hidráulico
- c) Conseguir la recuperación de costes en la gestión de los recursos hídricos
- d) Conseguir el reparto territorial equitativo de los recursos hídricos

**4. El método de Penman-Monteith sirve para...**

- a) Calcular la evaporación en suelo desnudo
- b) Calcular la evaporación en masas de agua indefinidas
- c) Calcular la evapotranspiración de referencia en un tipo de cultivo
- d) Calcular la evapotranspiración a partir únicamente de datos de temperatura

**5. ¿Qué es y para qué se utiliza el modelo "Sacramento"?**

- a) Es un modelo agregado de simulación de episodio que se utiliza para la evaluación de máximas crecidas
- b) Es un modelo agregado de simulación continua que se utiliza para la evaluación de recursos hídricos
- c) Es un modelo estocástico que se utiliza para la simulación de lluvias extremas
- d) Es un modelo estocástico que se utiliza para la generación de series hidrológicas sintéticas

**6. ¿Qué consideración deben tener los denominados "caudales ecológicos" dentro de los sistemas de explotación?**

- a) Deben considerarse una demanda de agua con prioridad máxima en cualquier caso
- b) Deben considerarse una demanda de agua con prioridad máxima, siempre que no entren en conflicto con los usos de abastecimiento de poblaciones
- b) Deben considerarse una demanda de agua cuya prioridad debe establecerse en los planes de cuenca
- d) Deben considerarse una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación

**7. ¿Qué mide el índice de precipitación estandarizada (IPE)?**

- a) La frecuencia de las precipitaciones intensas
- b) La intensidad máxima de precipitación
- c) La relación entre la precipitación extrema y la media
- d) La desviación normalizada de las precipitaciones con relación a la media

**8. Según el Artículo 1 del Reglamento Técnico Sobre Seguridad de Presas y Embalses, ¿qué se entiende por avenida extrema?**

- a) La máxima avenida que podría producirse en el emplazamiento de la presa
- b) La máxima avenida que puede soportar la presa sin que se produzca su rotura
- c) La máxima avenida que puede soportar la presa sin que se produzcan vertidos por coronación
- d) La máxima avenida que puede soportar la presa sin que deba activarse el Plan de Emergencia

**9. ¿Cuál de los siguientes tipos de indicadores de calidad biológicos no está contemplado para su aplicación a ríos en la Directiva 2000/60/CE (Directiva Marco del Agua)?**

- a) Fitoplancton
- b) Microalgas y angiospermas**
- c) Macrófitos y organismos fitobentónicos
- d) Fauna bentónica de invertebrados

**10. ¿Qué parámetro de contaminación de agua residual se mide mediante el ensayo del disco de Secchi?**

- a) La turbidez**
- b) La concentración del ión amonio
- c) La concentración de sólidos sedimentables
- d) La concentración de fósforo disuelto

**11. Según la teoría de Allievi, ¿de cuál de las siguientes variables no depende la máxima sobrepresión experimentada en un transitorio originado por el cierre instantáneo de una válvula?**

- a) De la longitud de la conducción de impulsión**
- b) Del módulo de elasticidad del material de la tubería
- c) Del espesor de la tubería
- d) Del diámetro de la tubería

**12. El volumen anual de agua desalada que se produce actualmente en España es del orden de...**

- a)  $399 \cdot 10^6 \text{ hm}^3/\text{año}$
- b)  $316 \text{ hm}^3/\text{año}$**
- c)  $151.540.000 \text{ m}^3/\text{año}$
- d)  $1,35 \text{ km}^3/\text{año}$

**13. Según el artículo 190 del Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, actualizado por el Real Decreto 606/03, en la sección C del Registro de Aguas se inscriben...**

- a) Los aprovechamientos temporales de aguas privadas a las que se refieren las disposiciones transitorias segunda y tercera del Texto Refundido de la Ley de Aguas**
- b) Las concesiones de aguas superficiales y las reservas legalmente constituidas a favor de las Confederaciones Hidrográficas**
- c) Las concesiones de aguas subterráneas y los derechos adquiridos por prescripción o por otro título legal**
- d) Los aprovechamientos dentro de la misma finca catastral de aguas procedentes de manantiales situados en su interior y de aguas subterráneas cuando el volumen total anual no sobrepase los 7.000 metros cúbicos**

**14. La inversión anual de la Administración General del Estado en materia de aguas se encuentra en torno a un valor de...**

- a) 1.000.000 millones de €**
- b) 1.000 millones de €**
- c) 3.000 millones de €**
- d) 6.000 millones de €**

**15. Según el artículo 46 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) (Real Decreto Ley 1/2001, de 20 de julio), las obras que sean necesarias para la regulación y conducción del recurso hídrico, al objeto de garantizar la disponibilidad y aprovechamiento del agua en toda la cuenca...**

- a) Tendrán la consideración de obras hidráulicas de interés general en la Comunidad Autónoma en que se ubiquen y, por tanto, no serán competencia de la Administración General del Estado, según se indica en el artículo 148 de la Constitución Española**
- b) No tendrán la consideración de obras hidráulicas de interés general, pero serán competencia de la Administración General del Estado**
- c) Al igual que el resto de las obras hidráulicas deberán ser declaradas expresamente de interés general por norma con rango de Ley**
- d) Tendrán la consideración de obras hidráulicas de interés general y serán competencia de la Administración General del Estado, en el ámbito de las cuencas a que se refiere el artículo 21 del TRLA**

**16. El artículo 5 de la Directiva 2000/60/CE (DMA) por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, establece los estudios que deben efectuarse sobre cada demarcación hidrográfica y sobre las masas de agua identificadas. Como resultado de estos análisis, en España el número de masas de agua subterránea a caracterizar es del orden de...**

- a) Entre 50 y 80
- b) Entre 200 y 300
- c) Entre 2.000 y 3.000
- d) Entre 500 y 800

**17. El artículo 5 de la Directiva 2000/60/CE (DMA) por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, establece los estudios que deben efectuarse sobre cada demarcación hidrográfica y sobre las masas de agua identificadas. Como resultado de estos análisis, en España el número de masas de agua superficial (incluyendo las muy modificadas) a caracterizar es del orden de...**

- a) Entre 500 y 800
- b) Entre 3.000 y 5.000
- c) Entre 5.000 y 8.000
- d) Entre 30.000 y 50.000

**18. Según Real Decreto 2366/1994, de 9 de diciembre, se considera "minicentral hidroeléctrica" a aquella instalación hidroeléctrica con una potencia instalada igual o inferior a...**

- a) 10.000 KVA
- b) 100.000 KVA
- c) 50.000 KVA
- d) 10.000 MVA

**19. La electricidad de origen renovable supone un porcentaje sobre la generación eléctrica bruta nacional de...**

- a) Entre el 5 y el 20%
- b) Entre el 1 y el 5%
- c) Entre el 25 y el 40%
- d) Entre el 40 y el 60%



**20. Actualmente, el volumen anual de agua que se reutiliza en España se cuantifica en torno a...**

- a) 100 hm<sup>3</sup>/año
- b) 100 m<sup>3</sup>/día
- c) 400 hm<sup>3</sup>/año
- d) 400 m<sup>3</sup>/día

**21. Atendiendo al artículo 4 del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, se considerará como caudal de la máxima crecida ordinaria...**

- a) La media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural, producidos durante veinte años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente
- b) La media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural, producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente
- c) La media de los máximos caudales anuales, en su régimen en el momento del cálculo, ya sea natural o modificado, producidos durante veinte años, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente
- d) La media de los máximos caudales anuales, producidos durante diez años consecutivos o discontinuos, que sean representativos en el mayor grado posible del comportamiento hidráulico de la corriente

**22. Según el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, las extracciones de áridos en zona de policía...**

- a) Están terminantemente prohibidas por afectar al régimen de las corrientes y ocasionar alteraciones en la geomorfología del cauce
- b) Están permitidas, puesto que no se considera una afección grave al régimen de caudales y no supone peligro para la protección del dominio público hidráulico
- c) Precisan de la correspondiente autorización administrativa del Organismo de cuenca, independientemente de cualquier otra autorización que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las administraciones públicas
- d) Precisan la correspondiente autorización administrativa previa de la Comunidad Autónoma competente, ya que la gestión en materia de protección del dominio público hidráulico es una competencia que la Constitución Española otorga a las Comunidades Autónomas

**23. El coeficiente de sobrellenado es aplicable a la regeneración de playas por el método de alimentación artificial y...**

- a) Solo es aplicable a playas encajadas
- b) Solo es aplicable a playas abiertas
- c) Solo es aplicable a playas con fuerte pendiente del perfil sumergido
- d) Solo es aplicable a playas con pendiente suave del perfil sumergido

**24. El diámetro de un grano de arena en unidades  $\phi$  (phi) es...**

- a) El logaritmo neperiano del cociente entre ese diámetro y el diámetro medio de todos los granos de la muestra
- b) El cociente entre ese diámetro y el diámetro medio de todos los granos de la muestra
- c) El cociente de los logaritmos decimales de ese diámetro y el diámetro medio de la muestra medidos en milímetros
- d) El logaritmo en base 2, cambiado de signo, de ese diámetro en milímetros

**25. En la teoría lineal del oleaje se considera que la onda está en profundidades indefinidas cuando...**

- a)  $kh > \pi/10$
- b)  $kh > \pi$
- c)  $kh > 2\pi$
- d)  $kh > 10\pi$

**26. Los acantilados costeros sensiblemente verticales en contacto con espacios de dominio público marítimo-terrestre forman parte...**

- a) De la ribera del mar
- b) Del dominio público marítimo-terrestre
- c) De la zona de servidumbre de protección
- d) De la propiedad privada

**27. El volumen del transporte longitudinal de sedimento, según la fórmula SPM, no depende de...**

- a) la altura de ola
- b) la densidad de la arena
- c) el período de la ola
- d) la porosidad de la arena

28. La ley de Snell para la refracción del oleaje es:

- a)  $\frac{\text{sen } \theta}{\text{sen } \theta_0} = \frac{C}{C_0}$
- b)  $\frac{\theta \text{ radianes}}{\theta_0 \text{ radianes}} = \frac{C}{C_0}$
- c)  $\frac{\text{sen } \theta}{\text{sen } \theta_0} = \frac{L/h}{L_0/h_0}$
- d)  $\frac{\theta \text{ radianes}}{\theta_0 \text{ radianes}} = \frac{L/T}{L_0/T_0}$

29. El perfil de Dean para una playa sumergida tiene la forma  $y = A x^k$  donde...

- a)  $k = 1/2$
- b)  $k = 2/3$
- c)  $k = 3/4$
- d)  $k = 4/5$

30. En costas con marea apreciable el perfil de la playa sumergida suele adaptarse a...

- a) Un perfil parabólico en la parte intermareal ampliado con una parte recta sumergida
- b) Una línea recta en la parte intermareal y un perfil parabólico en la parte sumergida
- c) Dos tramos rectos con intersección en la bajamar
- d) **Dos perfiles parabólicos con intersección en la bajamar**

31. El dominio público de la costa...

- a) Es un concepto introducido en la Constitución Española, a partir de la llegada de los gobiernos democráticos
- b) **Ya se contemplaba en la Ley de Partidas de Alfonso X el Sabio**
- c) Se define, por primera vez, en la Ley de Puertos de 1880
- d) Es una conquista de la Revolución francesa

**32. Recibe el nombre de Cimodocea Nodosa...**

- a) Un ave protegida cuyas articulaciones de los pies semejan nudos y cuyo hábitat son las zonas dunares costeras
- b) Una planta fanerógama marina que se reproduce por flores**
- c) Un alga marina muy frecuente en el mar Mediterráneo
- d) Un líquen marino de aguas cálidas

**33. En la zona de influencia de protección de la costa...**

- a) Está prohibido todo tipo de edificaciones y ocupaciones
- b) Solo se permiten ocupaciones del subsuelo (cables submarinos, emisarios, etc...)
- c) Con permiso del Jefe de la Demarcación de Costas se puede hacer cualquier cosa
- d) Se permiten obras y aprovechamientos que no puedan, funcionalmente, tener otra ubicación**

**34. La duna es una unidad morfológica asociada ...**

- a) Al territorio posterior del que supone su defensa
- b) Al sistema de playa anterior**
- c) Que constituye un sistema independiente, con sus propias reglas de funcionamiento
- d) Que puede existir o no y, por tanto, es exógena al sistema costero

**35. En los procesos de propagación del oleaje se mantiene el principio de conservación de la energía...**

- a) En todos menos en los de rotura del oleaje**
- b) En todos menos en los de transmisión y reflexión
- c) En todos menos en los de difracción
- d) En todos menos en los de refracción

**36. La rigidización total de la costa para proteger el territorio de la erosión...**

- a) Es una solución muy útil para resolver problemas puntuales
- b) No se suele usar porque es difícil encontrar escolleras de tantos tipos y en las cantidades necesarias
- c) Deja sin efecto los deslindes aprobados al convertir la ribera del mar en un trazado artificial
- d) Exige el tratamiento de toda una unidad morfológica**

**37. Para que una playa adopte en planta la forma de una espiral logarítmica, hace falta...**

- a) Que el oleaje incidente no tenga un componente de oblicuidad
- b) Que la granulometría de la arena no supere el diámetro de 0,5 mm, en un 80%
- c) Que exista una escollera de cierre al pie con la misma disposición de la espiral
- d) Que esté encajada y al resguardo de uno o más salientes, naturales o artificiales

**38. La playa del istmo de Cádiz adopta una dirección coincidente con la de la costa fuera de la bahía en sí, tanto al norte como al sur de la misma. Dado que la ciudad se asienta en un islote rocoso, ¿por qué no se formó un tombolo perpendicular a la costa, en dirección de los temporales dominantes, si había materiales sueltos más que suficientes?**

- a) Porque en los tiempos prehistóricos la costa estaba muy lejos (Lago de Tartessos)
- b) Porque las corrientes de marea de la bahía lo impiden
- c) Porque es una playa colgada de una formación rígida preexistente
- d) Porque es una playa fósil

**39. Según la Norma 3.1-IC "Trazado", la finalidad de los proyectos de acondicionamiento es...**

- a) La modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendientes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación
- b) La dotación de una nueva calzada paralela a la anterior, con características geométricas de autopista o autovía, generalmente muy cercana y aproximadamente paralela a la existente
- c) La adecuación de la carretera por necesidades funcionales y de seguridad de la misma, modificando las características geométricas de elementos aislados de esta
- d) La reordenación de los accesos existentes, modificando para ello las características geométricas de las entradas y salidas y disponiendo enlaces a distinto nivel donde sea necesario

**40. Los hitos de vértice de las carreteras se disponen...**

- a) En las entradas y las salidas de las carreteras sobre la marca vial longitudinal de separación de los carriles de aceleración y deceleración, respectivamente
- b) En las salidas, con el objetivo de indicar las dos direcciones de circulación**
- c) En las entradas y las salidas de las carreteras en sustitución de la marca vial longitudinal de separación de los carriles de aceleración y deceleración, respectivamente
- d) En las salidas con el doble objetivo de indicar las dos direcciones de circulación y contener de forma segura a un eventual vehículo que se salga de la calzada

**41. Las señales verticales y carteles de señalización de una carretera...**

- a) Son retrorreflectantes para reflejar la mayor parte de la luz procedente de los faros de los vehículos**
- b) Tienen elementos micropismáticos para garantizar su fluorescencia en condiciones de visibilidad diurna
- c) Deben tener elementos micropismáticos para garantizar su retrorreflexión
- d) Deben ser retrorreflectantes para garantizar su visibilidad en condiciones de visibilidad diurna

**42. La intensidad de servicio en un tramo de autopista, para un determinado nivel de servicio...**

- a) Corresponde a un periodo de 15 minutos**
- b) Corresponde a un periodo de 1 hora
- c) Corresponde a un periodo de 1 día
- d) Corresponde a un periodo de 1 semana

**43. Las muestras obtenidas en una calicata son...**

- a) Alteradas en cuanto a humedad y resistencia
- b) Inalteradas en cuanto a humedad y resistencia
- c) Alteradas en cuanto a resistencia e inalteradas en cuanto a humedad**
- d) Aptas para la realización de ensayos triaxiales sobre ellas

**44. Por tramo de concentración de accidentes (TCA) de una carretera se entiende un tramo...**

- a) En el que la frecuencia de los accidentes es muy elevada
- b) En el que el índice de peligrosidad es muy elevado
- c) En el que la frecuencia de los accidentes es significativamente mayor que en los tramos de características semejantes**
- d) En el que la frecuencia de los accidentes y el índice de peligrosidad son muy elevados y la frecuencia de los accidentes es significativamente mayor que en los tramos de características semejantes

**45. Según la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", se puede plantear una rehabilitación estructural del firme de una carretera cuando...**

- a) El valor del CRT es inferior a 45
- b) No se lleva a cabo una conservación integral
- c) El valor del IRI es inferior a 2,0 dm/hm
- d) Se prevé un crecimiento importante de la intensidad de tráfico pesado**

**46. Las características macroscópicas más significativas del tráfico por carretera son:**

- a) La intensidad, la densidad y la capacidad
- b) La intensidad, la velocidad instantánea y la densidad
- c) La velocidad y la capacidad
- d) La densidad, la velocidad media y la intensidad**

**47. ¿Cuál es la primera consideración a tener en cuenta en la elección de una barrera de seguridad a emplear en una carretera?**

- a) Las necesidades de conservación y mantenimiento del sistema
- b) Su capacidad de contención**
- c) Su desplazamiento transversal en caso de impacto
- d) Que tenga el marcado CE o una marca de calidad reconocida

**48. La variable básica que define el nivel de servicio en una carretera de alta capacidad cuando la circulación es continua, es...**

- a) La densidad
- b) La intensidad
- c) La velocidad media espacial
- d) La velocidad media temporal

**49. En una calzada de una autopista con dos carriles, la intensidad máxima por carril en condiciones ideales es de...**

- a) 1.500 veh./h
- b) 1.800 veh./h
- c) 2.000 veh./h
- d) 2.200 veh./h

**50. En una carretera, los aforos manuales del tráfico...**

- a) Son preferibles para los conteos de larga duración porque son más precisos
- b) Permiten obtener datos no medibles en los aforos automáticos
- c) Tienen una precisión menor que los aforos automáticos
- d) Tienen un coste menor que los aforos automáticos

**51. Los drenes californianos que se emplean en carretera...**

- a) Son perforaciones de pequeño diámetro y gran longitud en relación con su diámetro, efectuadas en el interior del terreno natural o de rellenos, dentro de las cuáles se colocan generalmente tubos
- b) Son zanjas drenantes provistas por lo general de tubería drenante en su parte inferior, que tienen por objeto la captación de aguas subterráneas, o el rebajamiento del nivel freático, y que se disponen transversalmente al flujo a captar
- c) Constituyen una red, generalmente arborescente o con forma de espina de pez, constituida por zanjas drenantes que confluyen a una principal que funciona como emisario y que, normalmente, aloja una tubería drenante y un colector en su interior
- d) Son zanjas bastante más profundas que anchas que se disponen normalmente en el borde de capas de firme o explanada, en cuyo interior se dispone un filtro geotextil, un alma drenante y, generalmente, un dispositivo colector en la parte inferior



**52. Una escala habitual para los planos de un Estudio informativo de una carretera interurbana es...**

- a) 1 / 100.000
- b) 1 / 5.000**
- c) 1 / 1.000
- d) 1 / 500

**53. La principal diferencia entre un Estudio previo de una carretera y un Estudio informativo es que...**

- a) Un Estudio previo constituye una información para la Administración, y no tiene por qué dar lugar a una información pública**
- b) Un Estudio informativo es de un rango inferior al de un Estudio previo, por lo que siempre es obligada la realización previa de este último
- c) Sólo en un Estudio Informativo las opciones se valoran y comparan entre sí
- d) El Estudio previo es el paso inmediatamente anterior a la realización de un Proyecto de trazado, a diferencia del Estudio informativo

**54. El control de compactación más usual en pedraplenes de carreteras se realiza con ensayos según...**

- a) El método de la arena
- b) El método del picnómetro
- c) Los métodos nucleares
- d) Los métodos topográficos**

**55. La señalización vertical de una carretera debe ser...**

- a) Abundante
- b) Oportuna**
- c) Distintiva
- d) Escasa

**56. ¿Cuál de las siguientes máquinas es específica para realizar labores de vialidad invernal en las carreteras?**

- a) Granalladora
- b) Turbofresa**
- c) Trailla
- d) Amoladora

**57. El método del diagrama de masas estudia, en relación con las explanaciones de una carretera...**

- a) La compensación transversal
- b) La compensación transversal y la longitudinal, sin considerar los vertederos y préstamos
- c) **Entre otras cosas, los costes del transporte basándose en las canteras de compensación**
- d) La ubicación de los préstamos y de los vertederos

**58. Según el Real Decreto 635/2006, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, ¿cada cuánto tiempo deben realizarse como máximo las inspecciones periódicas de los túneles de carretera?**

- a) Anualmente
- b) Cada dos años
- c) **Cada cinco años**
- d) Cada año o cada dos años, en función de la longitud del túnel y de la intensidad media diaria

**59. La Norma 3.1.-IC "Trazado" considera un tiempo de percepción y reacción del conductor de...**

- a) 1 segundo
- b) 1,5 segundos
- c) **2 segundos**
- d) 3 segundos

**60. Un espesor de tongada normal en terraplenes de carretera formados por suelos granulares es...**

- a) 0,10 m
- b) **0,40 m**
- c) 1,00 m
- d) 1,50 m

**61. Según el reciente Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado se entiende por autoridad administrativa y por gestor del túnel...**

- a) **La Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación y la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, respectivamente**
- b) **La Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación del Ministerio de Fomento**
- c) **La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento**
- d) **La Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación del Ministerio de Fomento y la empresa explotadora designada por la Dirección General de Carreteras, respectivamente**

**62. El bateado de una vía ferroviaria sirve principalmente para...**

- a) **Compactar el balasto**
- b) **Rectificar las alineaciones curvas del trazado**
- c) **Nivelar la vía**
- d) **Mantener la alineación**

**63. ¿A qué se refiere la expresión "cupón mixto"?**

- a) **A un tramo de vía ferroviaria de longitud no menor de 288 m en que coexisten carriles de diferente perfil**
- b) **Al tramo de vía ferroviaria en el que se cambia de ancho UIC a IBERICO (RENFE) y viceversa**
- c) **A un tramo de vía ferroviaria de longitud no menor de 288 m que sirve de transición entre vías con distintos parámetros en cuanto a materiales o trazado**
- d) **A una barra de carril habitualmente de 6 m o 9 m en la que coexisten dos perfiles diferentes**

**64. La eliminación de un paso a nivel por el sistema de cajón empujado...**

- a) **Está limitada a longitudes de cajón inferiores a 50 m**
- b) **Supone la ejecución de un apeo previo de la vía**
- c) **Permite el paso de los trenes sin limitación de velocidad durante la operación de empuje**
- d) **Sólo es posible para pasos superiores**

**65. Las denominadas mechas drenantes se utilizan en las obras de infraestructuras ferroviarias...**

- a) Para conducir el agua recogida en los hastiales de los túneles a las cunetas laterales
- b) Para facilitar un periodo de asiento de terraplenes más corto**
- c) Para drenar la carga de agua existente en la zona de clave de los túneles revestidos
- d) Para tratamiento de taludes con venas de agua que pueden contribuir a su desestabilización

**66. ¿Cuál es el número de plazas de una rama simple del AVE S-100 fabricado por ALSTOM para RENFE (material utilizado en la línea Madrid-Sevilla)?**

- a) 150
- b) 320**
- c) 200
- d) 580

**67. Se dispone de un Estudio Informativo de una nueva línea ferroviaria, que ha sido redactado y sometido a información pública por una Comunidad Autónoma, habiendo sido formulada la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) por el Órgano Ambiental Autonómico. Si se quiere construir por el Ministerio de Fomento dicha línea ferroviaria para que forme parte de la Red Ferroviaria de Interés General se debe...**

- a) Emitir una resolución para convalidar el Estudio informativo y la DIA autonómica
- b) Encargar la construcción a la Comunidad Autónoma abonándole posteriormente mediante un Convenio el importe de las obras
- c) Construir directamente la nueva infraestructura pues es suficiente con la aprobación de los proyectos por parte del Ministro de Fomento
- d) Aprobar un Estudio Informativo por el Ministerio de Fomento, sometiéndolo a Información pública y a la emisión de la DIA por el Ministerio de Medio Ambiente**

**68. ¿Qué orden de magnitud tiene la distancia entre el eje de la vía y los postes de catenaria en una línea ferroviaria?**

- a) 1,65 m
- b) 3,35 m**
- c) 5,20 m
- d) 8,50 m

**69. ¿Cuál es el valor de la pendiente mínima que de manera habitual debe tener el trazado en las zonas en túnel, en una línea ferroviaria de alta velocidad prevista para tráfico exclusivo de viajeros?**

- a) 10‰
- b) 5 ‰
- c) 2 ‰
- d) No existe limitación

**70. ¿Cuál es la longitud máxima que puede tener una rasante de pendiente constante en una línea ferroviaria de alta velocidad ?**

- a) Aquélla que permite mantener su velocidad máxima al vehículo más rápido y oscila entre 3.000 m y 5.000 m en función del valor dicha velocidad máxima
- b) Aquélla que viene determinada por la pérdida de potencia máxima admisible del vehículo más lento, que permita circular a éste a una velocidad del 50% de su velocidad máxima de circulación
- c) Aquélla en la que la pérdida de velocidad no supera el 10% de las velocidades máxima y mínima de circulación
- d) No existe esta limitación debiendo emplearse para la explotación un material móvil con la potencia necesaria para mantener la velocidad en la rasante crítica

**71. En una línea ferroviaria de la Red de Interés General del Estado, ¿cómo se define la zona de protección en una zona de suelo urbanizable?**

- a) La zona de protección de estas líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de las aristas exteriores de la explanación
- b) La zona de protección de estas líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 8 metros de las aristas exteriores de la explanación
- c) La zona de protección de estas líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 8 metros de los carriles exteriores
- d) La zona de protección de estas líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de los carriles exteriores

**72. Una autorización de puesta en servicio de material ferroviario de primer nivel...**

- a) Es la que requiere un vehículo interoperable
- b) Es la que requiere un vehículo de viajeros para alta velocidad
- c) Es la que requiere un vehículo para circular provisionalmente
- d) Es la que requiere un vehículo de mantenimiento

**73. De manera habitual en una línea ferroviaria de alta velocidad para tráfico exclusivo de viajeros...**

- a) Los puestos de adelantamiento y estacionamiento técnico (P.A.E.T.) se sitúan dentro de las estaciones
- b) Los puestos de adelantamiento y estacionamiento técnico (P.A.E.T.) tienen una longitud útil de 400 m
- c) Los puestos de adelantamiento y estacionamiento técnico (P.A.E.T.) se construyen como mínimo cada 80 km
- d) Los puestos de adelantamiento y estacionamiento técnico (P.A.E.T.) se controlan desde la estación comercial más cercana

**74. ¿Qué se entiende por una vía de mango?**

- a) Ramal desviado de una vía principal que enlaza con otra vía principal
- b) En una estación, vía muerta que sirve para apartar máquinas o vagones durante las maniobras
- c) Vía de circulación enlazada con una vía general utilizada para efectuar el cruce o alcance de trenes
- d) En una estación, prolongación geométrica de la vía de la línea, que sigue en general un trazado recto, y que enlaza con las vías de los talleres

**75. En el modelo de financiación de infraestructuras denominado de "peaje en la sombra"...**

- a) El usuario paga el peaje tan solo durante los años en los que el concesionario tenga déficit en la explotación
- b) El usuario paga un peaje elevado durante los primeros años de la concesión y luego, con el transcurso del tiempo, llega a no pagar peaje alguno
- c) La Administración pública paga un peaje que depende, entre otras cosas, del volumen de tráfico
- d) La Administración pública paga un peaje fijado en los términos concesionales y que es independiente del volumen de tráfico, con el fin de asegurar una rentabilidad mínima al concesionario

**76. Dentro del VI Programa Marco de la Unión Europea, la promoción y financiación de proyectos de investigación en materia de transportes y sus infraestructuras se encuadra, fundamentalmente, dentro de un campo temático prioritario denominado...**

- a) **Desarrollo sostenible, cambio planetario y ecosistemas**
- b) **Ciencias y tecnologías para el desarrollo económico y social**
- c) **Tecnologías de la sociedad de la información**
- d) **Ingeniería civil, transportes y comunicaciones**

**77. De conformidad con lo establecido en la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres, los transportes públicos regulares de viajeros destinados a atender tráfico de carácter excepcional o coyuntural y de duración temporal limitada se denominan...**

- a) **Discrecionales**
- b) **Temporales**
- c) **Intermitentes**
- d) **Irregulares**

**78. El orden de la participación de los distintos modos de transporte en el reparto del tráfico interior de mercancías, en España y según datos del año 2005, es, de mayor a menor, el siguiente...**

- a) **Por carretera, ferroviario, marítimo, por tubería y aéreo**
- b) **Por carretera, marítimo, ferroviario, aéreo y por tubería**
- c) **Por carretera, marítimo, por tubería, ferroviario y aéreo**
- d) **Por carretera, ferroviario, marítimo, aéreo y por tubería**

**79. Un vehículo autorizado para el transporte de viajeros por carretera...**

- a) **Sólo puede transportar a los viajeros y sus equipajes**
- b) **Puede transportar otros objetos, distintos al equipaje de los viajeros, siempre que ello sea compatible con las características del vehículo y se trate de un servicio público regular permanente con autorización tipo TV1**
- c) **Puede transportar otros objetos, distintos al equipaje de los viajeros, siempre que ello sea compatible con las características del vehículo y se cuente con la correspondiente autorización administrativa**
- d) **Puede transportar otros objetos, distintos al equipaje de los viajeros, siempre que ello sea compatible con las características del vehículo y se trate de un servicio público discrecional de ámbito nacional**

**80. Una de las tipologías de unidad de carga utilizadas en el transporte intermodal es la caja móvil, similar a un contenedor pero a diferencia de este...**

- a) Está equipada con patas telescópicas para permitir su manipulación sin cabeza tractora
- b) Sus dimensiones pueden adaptarse a las del vehículo motorizado**
- c) Está preparada para adaptar bogies ferroviarios en sus extremos elevando su eje de ruedas trasero
- d) No dispone de testeros o mamparos anterior y posterior, que están abiertos para facilitar la movilidad durante la carga

**81. Los modelos agregados de tráfico...**

- a) Se limitan a extrapolar los tráficos de los años anteriores, conservando la tendencia
- b) Se basan en el comportamiento medio de un grupo de personas de características homogéneas
- c) Utilizan la relación de viajes que genera un núcleo de poblaciones en función de determinadas características**
- d) Básicamente utiliza el parque de vehículos como base de determinación de la demanda

**82. La movilidad sostenible busca...**

- a) La economía del sistema, base de su sostenibilidad
- b) Mantener la producción de bienes de equipo, que contribuye de manera importante al crecimiento del Producto Interior Bruto
- c) Poner en actividad las regiones no productivas o más atrasadas
- d) Mantener una economía dinámica e integradora, garantizando la libertad de movimientos y la igualdad de oportunidades de acceso a los servicios de todos los ciudadanos, especialmente a los más desfavorecidos**

**83. Para el otorgamiento de las concesiones correspondientes a servicios regulares permanentes de viajeros de uso general se seguirá el procedimiento...**

- a) De subasta
- b) De concurso**
- c) Que determine según la naturaleza y características del servicio la Dirección General de Transportes por Carretera
- d) Que determine por la naturaleza y características del servicio la Secretaría General de Transportes



**84. Los beneficiarios del transporte público son...**

- a) Los usuarios directos, solamente
- b) Los que usan el vehículo privado
- c) Todos los ciudadanos, ya que pueden disponer de él en cualquier momento**
- d) Sólo los que viven lejos del centro de las ciudades

**85. ¿Qué quieren decir las siglas TEU?**

- a) Transporte Europeo Unificado
- b) Transporte Europa - USA
- c) Twenty-foot Equivalent Unit**
- d) Unidades de toneladas equivalentes

**86. La llamada liberalización de los servicios ferroviarios, Ley 39/2003...**

- a) Lo deja todo igual, porque solo RENFE tiene los medios y la experiencia para prestarlos
- b) Abre el mercado de los servicios a la empresa privada pero no a la gestión de la infraestructura**
- c) Condiciona el uso de la red a la gestión compartida de tramos de las infraestructuras
- d) Supone una liberalización casi total del sistema ferroviario, análogo a la que existe en el marítimo

**87. Los proyectos incluidos en el Anexo II del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, sólo deberán someterse a la evaluación de impacto ambiental de la forma prevista en el mismo, cuando así lo decida...**

- a) El promotor del proyecto
- b) El órgano sustantivo
- c) El órgano ambiental**
- d) El órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente

**88. El estudio de impacto ambiental de los proyectos será sometido al trámite de información pública dentro del procedimiento de evaluación de impacto ambiental por...**

- a) El órgano ambiental
- b) El órgano sustantivo**
- c) El Ayuntamiento donde se ubique el proyecto
- d) El promotor del proyecto

**89. En los proyectos autorizados o aprobados por la Administración General del Estado, en el supuesto de discrepancia entre el órgano sustantivo y el órgano ambiental sobre el contenido de la declaración de impacto ambiental, resolverá...**

- a) El Ministro de Medio Ambiente
- b) El Ministro competente para aprobar el proyecto
- c) El Presidente de la Comunidad Autónoma correspondiente
- d) El Consejo de Ministros**

**90. En los proyectos que deban ser autorizados o aprobados por la Administración General del Estado el plazo para formular la declaración de impacto ambiental, desde la remisión del expediente al órgano ambiental por el órgano sustantivo, es de...**

- a) 1 mes
- b) 3 meses**
- c) 1 año
- d) No hay plazo

OFICINA GENERAL DE CAMBIO  
Servicio de Empleo Nacional



**COLEGIO DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

C/ Almagro, 42 3ª pta  
(28010) MADRID

*Servicio de Empleo Nacional*

---

## **Enunciados de Preguntas Cortas**

**Convocatoria: 2007**

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



**PROCESO SELECTIVO PARA EL INGRESO, POR EL SISTEMA GENERAL DE ACCESO LIBRE Y ACCESO POR EL SISTEMA DE PROMOCIÓN INTERNA, EN EL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DEL ESTADO. (Orden FOM/915/2007, de 29 de marzo).**

**PRIMER EJERCICIO (31 de mayo de 2007). PREGUNTAS CORTAS. Acceso libre.**

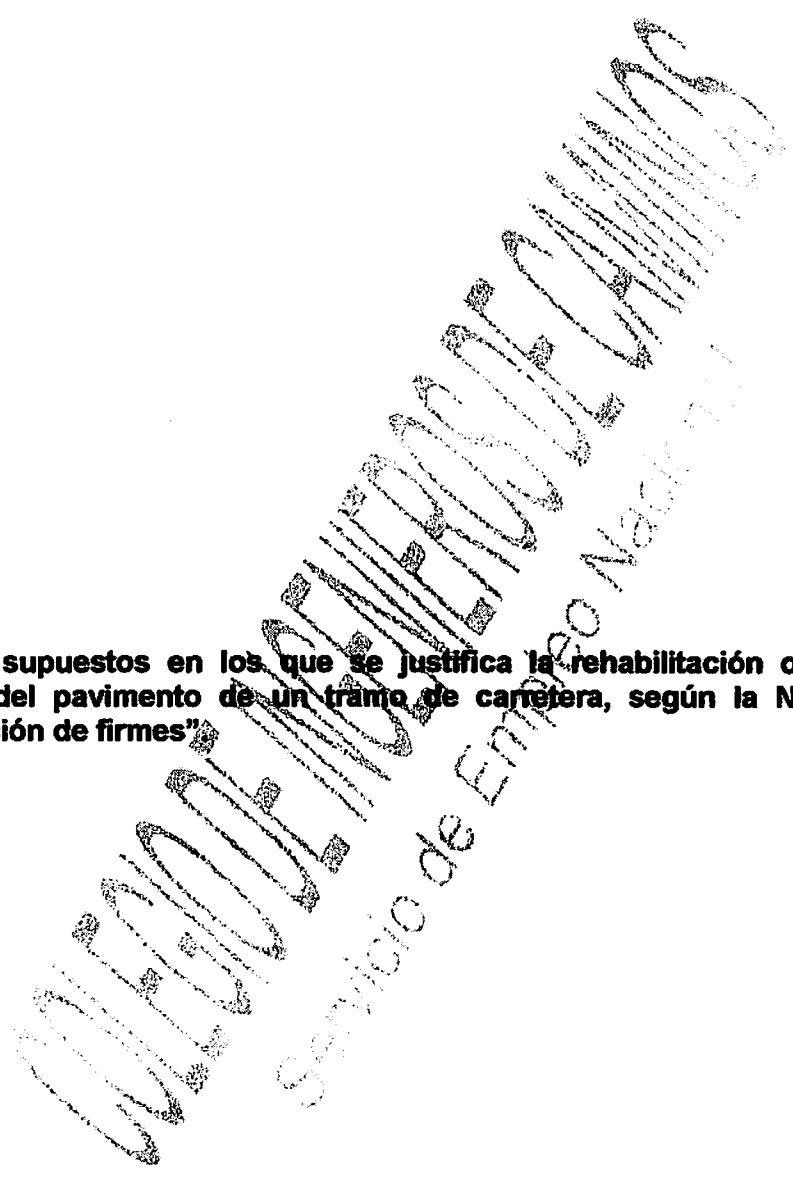
**1. Describa las categorías en que se clasifican las presas, en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto.**

**2. Describa el comportamiento del efluente de una planta desaladora cuando se vierte al mar.**

**CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DEL ESTADO**  
Servicio de Empleo Nacional

**3. Explique, someramente y sin utilizar ninguna ecuación, alguna de las teorías en las que se basa la obtención del coeficiente de sobrellenado utilizado en los proyectos de alimentación de arena en playas encajadas.**

**4. Cite los supuestos en los que se justifica la rehabilitación o renovación superficial del pavimento de un tramo de carretera, según la Norma 6.3.-IC "Rehabilitación de firmes"**



**5. Explique, sucintamente, la formas de resolver los giros a la izquierda en los nudos viarios de carreteras.**

**6. Explique, de manera sucinta, en qué consiste el denominado “efecto pistón” (efecto aerodinámico que se produce en los túneles ferroviarios), describiendo los principales parámetros que influyen en este fenómeno.**

COLEGIO DE INGENIEROS DE CARRETERAS  
Servicio de Empleo Nacional



7. Describa, brevemente, las causas por las que se ha de ejecutar el proceso de liberación de tensiones en el montaje de una vía ferroviaria y enumere las situaciones en las que no es necesario que se realice.

8. ¿Qué es la intermodalidad en el transporte? ¿Es lo mismo que la multimodalidad? En caso de que no lo sea, definir esta última.

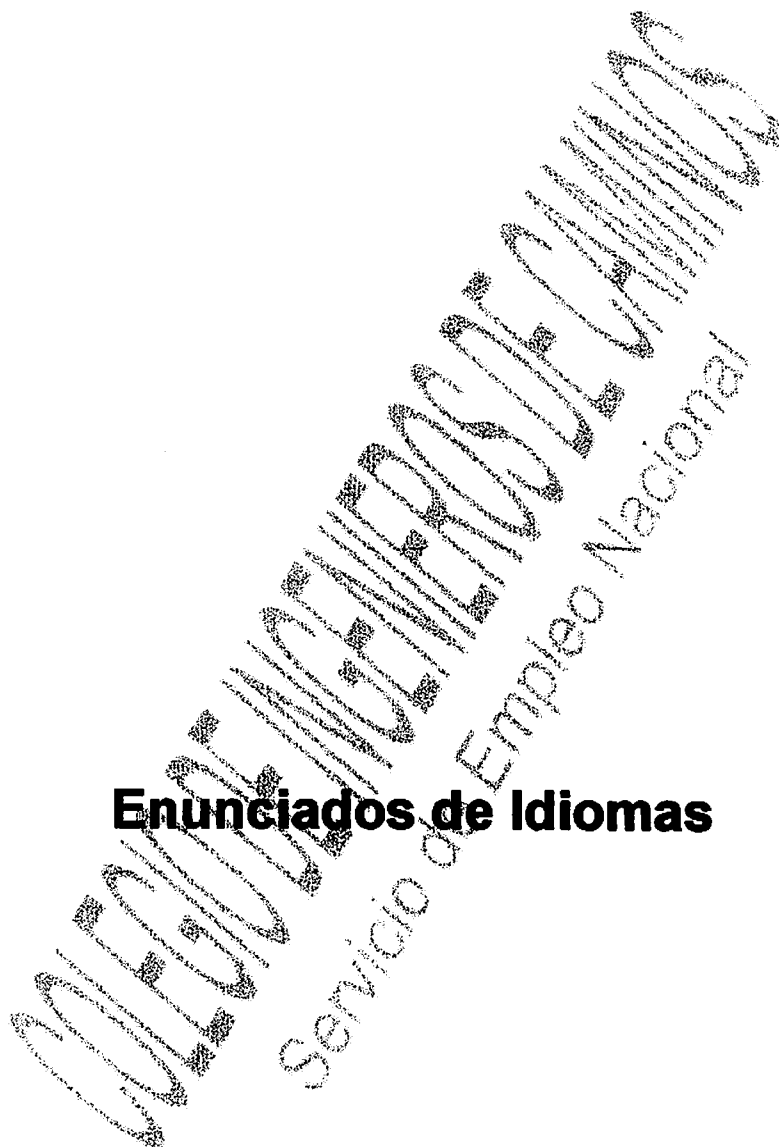
UNIVERSIDAD DE CALDAS  
Servicio de Empleo Nacional

**9. Describa, en forma secuencial y sucinta, las distintas fases de la evaluación ambiental de un plan o programa estatal y el organismo que las lleva a cabo.**

**10. Según el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, algunos proyectos (entre ellos los de su Anexo II) sólo deben someterse a una evaluación de impacto ambiental cuando así lo decida el órgano ambiental en cada caso. Explique en qué se debe basar la decisión, que debe ser motivada.**

SECRETARÍA DE ESTADO DE CAMBIO CLIMÁTICO  
Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental Nacional

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



## **Enunciados de Idiomas**

**Convocatoria: 2007**

COLECCION DE DOCUMENTOS DE CAMMINOS  
Servicio de Empleo Nacional



## SEGUNDO EJERCICIO (FRANÇÉS)

Quoi de plus naturel pour nous, Européens, que la mobilité? Grâce à la voiture, aux tarifs avantageux du train et de l'avion et à la disparition des contrôles aux frontières nationales, nous pouvons nous déplacer librement, quelle que soit la durée de notre voyage. Depuis la suppression des frontières à l'intérieur de l'Union européenne (UE) et la création du marché unique, les produits les plus variés sont transportés en quantités croissantes à travers l'Europe, à une vitesse jamais atteinte auparavant.

Les frontières naturelles n'ont pas disparu d'elles-mêmes et les marchés nationaux ne se sont pas ouverts par enchantement. Tout cela, nous le devons à l'Union européenne. Le marché unique repose sur quatre libertés fondamentales: la liberté de mouvement des marchandises, des services, des personnes et des capitaux. L'UE a aboli les contrôles aux frontières des personnes et des marchandises en provenance et à destination d'un pays de l'UE. Elle a également ouvert les marchés nationaux du transport routier et aérien et, dans une moindre mesure, du transport ferroviaire. Le nombre de personnes et de marchandises transportées, notamment par route et par air, a fortement augmenté.

Mais la mobilité a un prix. Notre demande croissante de transport a engendré des problèmes qui constituent précisément une menace pour la mobilité. Chaque jour, 7 500 km d'autoroutes européennes sont paralysées par des embouteillages. Les encombrements sur les routes et dans les aéroports alourdissent de 6 % la facture énergétique de l'UE et aggravent la pollution en proportion. Bref, nos schémas actuels en matière de croissance des transports ne sont pas compatibles avec le principe de durabilité.

Les solutions existent pourtant. Des mesures peuvent être prises aux niveaux national, régional et local pour améliorer les services de transport public ou faire payer l'accès à des zones saturées, comme c'est désormais le cas lorsque l'on veut pénétrer en voiture dans le centre-ville de Londres ou de Gênes.

Mais c'est à l'échelle de l'UE que le plus gros du travail doit s'accomplir: comment mieux équilibrer les différents modes de transport? Comment mieux utiliser les réseaux existants? Un des objectifs de l'UE est de faire en sorte que davantage de voyages longue distance sur route et de voyages courte distance par avion soient effectués en train, mais il est indispensable pour cela d'améliorer les chemins de fer européens.

Il faut ensuite intégrer dans un tout cohérent les divers réseaux de transport régionaux et nationaux, et encourager les trajets combinés route-rail, route-mer, rail-mer et air-rail, tant pour les personnes que pour les marchandises. Il convient, enfin, de mettre en œuvre de grands projets d'infrastructures de transport à l'échelle européenne, comme les réseaux transeuropéens (RTE), qui vont acquérir encore plus d'importance avec l'adhésion des nouveaux États membres en 2004, dont les réseaux de transport sont souvent moins développés.

Nous dépendons de modes de transport sûrs, fiables, confortables et rapides pour aller tous les jours au travail, pour voyager à des fins professionnelles ou privées et pour acheminer les produits qui déterminent en grande partie notre mode de vie. Nous avons besoin de systèmes de transport efficaces pour préserver la compétitivité de notre économie et garantir le bon fonctionnement du marché unique.

Chaque pays de l'Union européenne est libre de développer ses propres infrastructures et réseaux de transport. L'UE intervient lorsqu'une action commune est nécessaire pour préserver les quatre libertés fondamentales ou lorsque l'absence de coordination des politiques nationales risque d'entraîner une discrimination entre les opérateurs de transport de certains États membres de l'UE.

Depuis 1992, l'Union a mis en œuvre sa politique des transports avec un certain succès, notamment en ouvrant le transport routier et le transport aérien à la concurrence.

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



## SEGUNDO EJERCICIO (INGLÉS)

We Europeans take our mobility for granted. Thanks to the motor car and affordable rail and air travel, and with the disappearance of checks at national frontiers, we can move around freely — however short or long our journey. The removal of internal borders within the European Union and the creation of the single market mean that the products we buy are transported across Europe in greater variety and number, and faster than ever before.

Frontiers did not fall and closed national markets suddenly open all by themselves. This was the work of the European Union. The single market rests on four basic freedoms: the free movement of goods, services, people and capital. To support these freedoms, the EU has abolished frontier controls for people and goods crossing from one EU country to another. It has also opened up previously closed national markets for road and air transport and, to a lesser extent, for rail as well. The amount of people and goods carried, especially by road or air, has risen sharply.

But mobility has a price. Ironically, our increasing demand for transport has created problems that threaten our mobility. Every day 7 500 kilometres of European highways are blocked by traffic jams. Congestion on roads and at airports adds 6 % to the EU's fuel bill with a corresponding rise in pollution levels. In short, our present patterns of transport growth are unsustainable.

There is a way forward. Action can be taken by national, regional and local authorities to improve public transport services or to charge road users for access to congested areas, as is now the case for drivers entering the central districts of cities like London and Genoa.

The main challenge, however, is at EU level: how to encourage a better balance between the different forms of transport; how to make better use of existing networks. One target of EU transport policy is to shift more long-distance road journeys and short-distance air journeys onto the railways. But this will depend crucially on improving Europe's railways.

Second, Europe's fragmented patchwork of regional and national transport networks needs to be turned into a properly integrated whole. A third priority is to promote combined journeys — road-rail, road-sea, rail-sea, air-rail — for both passengers and freight. A fourth aim is to carry out major Europe-wide transport infrastructure projects, the so-called trans-European networks or TENs. As new Member States — often with less developed transport networks — join the Union in 2004, TENs become even more important.

We depend on safe, reliable, comfortable and rapid transport to get to work each day, to travel for business and pleasure and to deliver the products that in large part determine our lifestyle. Efficient transport systems are essential for keeping Europe's economy competitive and its single market running smoothly.

Each Member State of the European Union is free to develop its own transport infrastructures and networks. The justification for EU involvement comes when common action is needed to maintain the four essential freedoms or when national policies, if uncoordinated, risk discriminating between transport operators from different EU countries.

Since 1992, the Union has implemented its transport policy with some success, particularly in opening the road haulage and air transport markets to competition.



COLECCIÓN DE DOCUMENTOS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



## **SEGUNDO EJERCICIO (ESPAÑOL)**

Los europeos damos por descontada nuestra movilidad. Gracias al automóvil y a un transporte por ferrocarril y aéreo a precios asequibles y a la desaparición de los controles en las fronteras estatales, nos podemos desplazar libremente tanto para viajes cortos como largos. La eliminación de las fronteras interiores en la Unión Europea y la creación del mercado único significan que los productos que compramos son transportados por toda Europa en mayor variedad y cantidad y de manera más rápida que nunca antes.

Las fronteras no cayeron solas, como tampoco se abrieron por sí solas de repente los mercados nacionales anteriormente cerrados, sino que ha sido la Unión Europea quien ha propiciado estos logros. El mercado único descansa sobre cuatro libertades básicas: la libre circulación de mercancías, servicios, personas y capitales.

Para apoyar estas libertades, la Unión Europea ha abolido el control del paso de personas y mercancías a través de las fronteras entre los países de la Unión. También ha abierto los mercados nacionales del transporte por carretera y aéreo y, en menor medida, también del transporte ferroviario, que anteriormente estaban cerrados. El número de personas que viajan y la cantidad de mercancías que se transportan, especialmente por carretera y avión, han aumentado espectacularmente.

Pero la movilidad tiene un precio. Paradójicamente, nuestra demanda creciente de transporte ha creado problemas que amenazan nuestra movilidad. Cada día se producen atascos en 7 500 kilómetros de carreteras europeas. La congestión de las carreteras y los aeropuertos añade un 6 % a la factura energética de la Unión Europea, con el consiguiente aumento de la contaminación. En resumen, nuestros patrones actuales de crecimiento del transporte son insostenibles.

Hay una forma de avanzar, y es que las autoridades nacionales, regionales y locales mejoren los servicios de transporte público o impongan el pago de un peaje a los conductores para acceder a las zonas congestionadas, como ya hacen las ciudades de Londres y Génova para permitir la circulación por su centro.

El problema principal tiene sin embargo una dimensión europea: cómo fomentar un mejor equilibrio entre las diferentes formas de transporte y cómo aprovechar mejor las redes existentes. Uno de los objetivos de la política de transporte de la Unión Europea es cambiar al ferrocarril un número mayor de transportes por carretera de larga distancia y de transportes aéreos de corta distancia. Pero ello depende de manera crucial de la mejora de los ferrocarriles europeos.

En segundo lugar, hay que integrar en un conjunto coherente el mosaico fragmentado de redes regionales y nacionales de transporte. Una tercera prioridad es el fomento del transporte combinado —carretera-ferrocarril, carretera-mar y ferrocarril-mar— tanto para pasajeros como para mercancías. Un cuarto objetivo es llevar a cabo varios proyectos europeos de infraestructura de transporte de envergadura, las llamadas redes transeuropeas (RTE). Con la llegada a la Unión en 2004 de nuevos Estados miembros que tienen en su mayoría redes de transporte menos desarrolladas, las RTE cobran una importancia todavía mayor.

Dependemos de transportes seguros, fiables, cómodos y rápidos para llegar al trabajo cada día, para nuestros viajes de negocios y de turismo y para entregar los productos que determinan en gran medida nuestro estilo de vida. Unos sistemas eficaces de transporte son esenciales para mantener la competitividad de la economía europea y garantizar el buen funcionamiento del mercado único.

Cada país de la Unión Europea es libre de desarrollar sus propias infraestructuras y redes de transporte, pero la intervención de la Unión Europea se justifica cuando es necesaria una actuación



común para mantener las cuatro libertades esenciales o cuando la descoordinación de las políticas nacionales puede dar lugar a la discriminación de los operadores de transporte de países distintos de la Unión Europea.

Desde 1992, la Unión ha venido aplicando su política de transporte con un cierto éxito, en particular en la apertura a la competencia de los mercados del transporte por carretera y el transporte aéreo.

COLEGIO PROFESIONAL DE CAMIONEROS  
Servicio de Empleo Nacional



**COLEGIO DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

C/ Almagro, 42 3ª pta  
(28010) MADRID

*Servicio de Empleo Nacional*

---

**Enunciados de Aguas**

**Convocatoria: 2007**

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



## **CUARTO EJERCICIO (15 de noviembre de 2007)**

### **PROBLEMA Nº 1**

La autopista objeto de estudio es la A5 en el tramo situado en el límite entre las provincias de Toledo y Cáceres, entre los pp.kk. 168+000 y 173+000. La sección transversal en dicho tramo tiene dos carriles por calzada, con una mediana estricta de 2,0 m de anchura. Los carriles tienen 3,5 m de anchura cada uno, siendo los arcenes exteriores de 2,5 m y los interiores de 1,0 m. El firme de los carriles consta de 25 cm de mezclas bituminosas en caliente, sobre 25 cm de zahorra artificial. En este tramo la autopista discurre, en casi toda su longitud, a media ladera por una zona con terreno ondulado, de modo que la calzada derecha está en desmonte y la izquierda en terraplén.

La intensidad media diaria de la autopista en el tramo que se estudia fue en el año 2006 de 26.636 vehículos, de los que un 10 % fueron pesados. No hay una proporción apreciable de vehículos de recreo. La cifra que representa la intensidad horaria en la hora 30 en dicho año fue un 17 % de la que representa la intensidad media diaria, con un factor de hora punta de 0,98. En los últimos años la tasa de incremento de la intensidad del tráfico ha sido prácticamente constante e igual al 2%.

Por otro lado, en la Comunidad Autónoma por la que discurre la autopista se acaba de aprobar un plan de desarrollo industrial que supone la duplicación de la superficie de un polígono industrial situado en las proximidades de un enlace en el p.k. 165+000. Según la programación recogida en dicho plan, la ampliación del polígono estará finalizada y las nuevas naves industriales totalmente ocupadas para el año 2010. En los estudios de tráfico realizados se estima que el tráfico generado por la ampliación del polígono industrial supondrá en dicho año un incremento en la intensidad media diaria de la autopista de 4.850 vehículos, de los cuales 810 serán vehículos pesados.

El trazado en planta está compuesto por una sucesión de alineaciones rectas y curvas cuyo radio mínimo es 800 m. El trazado en alzado en la calzada derecha está constituido por una rampa de inclinación uniforme del 3 %. Debido a la longitud e inclinación de esta rampa, es frecuente que se produzcan numerosos adelantamientos en este tramo, pues algunos vehículos pesados circulan a baja velocidad y ocupan el carril derecho. Lo anterior, unido a la futura ampliación del polígono industrial antes mencionada, hace necesario plantear la construcción de un tercer carril en la calzada derecha. Dicha actuación podría ponerse en servicio para el año 2010.

Como la anchura de la mediana es de tan sólo 2 m, la ampliación de la calzada ascendente se llevará a cabo por su borde exterior, de modo que:



- Los arcenes interiores coincidirán en posición.
- Los dos carriles actuales quedarán como carril izquierdo y como carril central.
- El arcén exterior actual será demolido, y en su lugar se construirá un firme nuevo para el carril derecho y el nuevo arcén exterior.

Según la información de que se dispone, el desmonte en la ampliación de la calzada puede proporcionar un suelo con las siguientes características: CBR en condiciones de puesta en obra = 4, límite líquido = 50, índice de plasticidad = 26, contenido en materia orgánica = 0,8 %, hinchamiento libre = 0,5 %, contenido en sales solubles incluido el yeso = 0,1%, asiento en el ensayo de colapso = 0 %. Se ha comprobado además que este suelo es apto para la estabilización con cal o con cemento. Asimismo se cuenta con un préstamo cercano a la traza que está constituido por un suelo adecuado con un CBR = 8.

Se ha llevado a cabo una evaluación del estado del firme, como consecuencia de la cual la zona correspondiente a la actuación se puede considerar homogénea, exenta de blandones y de zonas singulares, y únicamente se pueden distinguir tramos en ella en función de su deflexión de cálculo, la cual toma los siguientes valores:

- Carril izquierdo: entre 80 y 125 centésimas de mm. No hay zonas fisuradas en el pavimento.
- Carril derecho (central después de la ampliación): entre 100 y 150 centésimas de mm. Las rodadas presentan grietas longitudinales ramificadas, el resto del pavimento no.

Por otro lado, en el tramo de autopista cuya ampliación se estudia hay, entre otras, una cuenca cuyo principal curso de agua cruza la traza aproximadamente en la mitad del trazado. En ella predomina el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos. Sus características son:

- Superficie: 0,85 km<sup>2</sup>
- Longitud del cauce principal: 1,80 km
- Desnivel entre la cabecera y el desagüe del cauce principal: 90 m

A los efectos del umbral de escorrentía, se considerará que:

- Todas las pendientes del terreno son superiores al 3 %.
- Los suelos de la cuenca son de textura arcillosa, con una infiltración muy lenta cuando están húmedos.
- Los usos del suelo de la cuenca son: un 20 % se destinan a una masa forestal clara, y un 80 % al cultivo de cereales de invierno, realizado según las curvas de nivel.



Las precipitaciones totales diarias en la zona, correspondientes a diversos períodos de retorno, son las siguientes:

Precipitación total diaria (mm)	Período de retorno (años)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
	39	51	60	72	81	91	102	117

En el punto en el que desagua la cuenca hay una pequeña obra de desagüe transversal que tiene planta recta, una sección cuadrada de 4,00 m de lado, una longitud de 52 m entre boquillas, y una pendiente longitudinal uniforme del 1,25 %. Su superficie interior (incluida la solera) es de hormigón envejecido, y el conducto está provisto de aletas a menos de 30° con su eje.

Finalmente, se plantea incluir en dicha obra la renovación de toda la señalización vertical debido a su deficiente visibilidad en condiciones nocturnas.

Se pide:

1. Determinar en qué año se alcanzaría el nivel de servicio D de no disponerse el tercer carril. Se supondrá que la velocidad libre de circulación no está afectada por el número y anchura de los carriles, la presencia de obstáculos laterales o la separación entre enlaces.
2. Describir y justificar las soluciones para conformar una explanada.
3. Describir las soluciones de rehabilitación del firme existente y de dimensionamiento del firme nuevo de la ampliación (excepto el arcén exterior), que resulten conformes a la normativa, indicando los tipos de mezclas bituminosas y sus espesores. No se considerarán los pavimentos de hormigón, ni tampoco la intervención de la unidad de obra "gravacemento".
4. Realizar un análisis comparativo de las soluciones para el firme nuevo que incorporan mezclas bituminosas de alto módulo, en lo relativo a su coste y a sus aspectos constructivos. Se considerará que los datos técnico-económicos acerca de las unidades de obra que se pueden emplear en el firme son los siguientes:





Unidad	Descripción	Precio de ejecución material (€)
t	Mezcla bituminosa en caliente tipo M10, incluido betún modificado (masa específica conjunta 2,45 t/m <sup>3</sup> )	43
t	Mezcla bituminosa en caliente tipo S20, incluido betún (masa específica conjunta 2,40 t/m <sup>3</sup> )	35
t	Mezcla bituminosa en caliente tipo G25, incluido betún (masa específica conjunta 2,35 t/m <sup>3</sup> )	30
t	Mezcla bituminosa en caliente de alto módulo, incluido betún modificado (masa específica conjunta 2,45 t/m <sup>3</sup> )	43
m <sup>2</sup>	Riego de imprimación	0,35
m <sup>2</sup>	Riego de curado	0,22
m <sup>2</sup>	Riego de adherencia	0,13
m <sup>3</sup>	Zahorra artificial	17
m <sup>3</sup>	Suelocemento, incluido cemento	39
m <sup>2</sup>	Incremento de coste entre explanada E2 y explanada E3	4,1

5. Dibujar un croquis acotado de la solución del firme que se estime más conveniente para la calzada.
6. Determinar el caudal de referencia en el punto en que desagua la cuenca, para el período de retorno que le corresponde según la normativa.
7. Determinar si la corriente correspondiente a ese caudal causará daños importantes por erosión a la pequeña obra de desagüe transversal.
8. Hallar la altura sobre la solera que alcanza el agua a la entrada de la pequeña obra de desagüe transversal, cuando esta desagua el caudal de referencia. Se considerará justificada la imposibilidad de daños catastróficos por inundación de la cuenca.
9. Indicar el nivel de retroreflexión exigible para los carteles de señalización.

**NOTA:** Dado que hay versiones de publicaciones con erratas, se reproduce abajo la fórmula correcta para determinar la intensidad media  $I_t$  de precipitación en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

## **Resolución CARRETERAS 2007**

- Determinar en qué año se alcanzaría el nivel de servicio D de no disponerse el tercer carril. Se supondrá que la velocidad libre de circulación no está afectada por el número y anchura de los carriles, la presencia de obstáculos laterales o la separación entre enlaces.**

Datos:

- $IMD_{2006} = 26\ 636$  veh.
- Porcentaje de vehículos pesados en 2006 = 10 %
- $IMD$  producida por el polígono en 2010 = 4 850 veh.
- $IMD_{vp}$  producida por el polígono en 2010 = 810 v.p.
- Terreno ondulado

Se determinan las intensidades medias diarias por calzada<sup>1</sup> de vehículos y de vehículos pesados para los años 2006 y 2010

$$IMD_{2010} = IMD_{2006} \cdot 102^4 + IMD_{pol} = 33\ 682 \text{ veh}$$

$$IMD_{calzada\ 2010} = 16\ 841 \text{ veh./calzada}$$

$$IMD_{vp\ 2010} = 3\ 693 \text{ v.p.}$$

$$IMD_{vp\ calzada\ 2010} = 1\ 847 \text{ v.p.}$$

Porcentaje de vehículos pesados en 2010 = **10,97 %**

La **intensidad horaria** para el nivel de servicio es la correspondiente a la **hora 30**:

$$IMD_{calzada\ hora\ 30\ 2010} = 16\ 841 \cdot 0,17 = \mathbf{2\ 863 \text{ (veh./h)/calzada}}$$

Según los datos del trazado, se puede suponer que la velocidad libre de circulación es igual o superior a 120 km/h, y no habrá correcciones por anchura de carril, por obstáculos laterales, ni por separación entre enlaces. Según el Manual de Capacidad del año 2000 (tabla 23-2), para esa velocidad libre de circulación, la **intensidad máxima por carril para el nivel de servicio C (mínima para el D) es 1 840 (veh.lig.eq./h)/carril.**

<sup>1</sup> Suponiendo un reparto al 50 %.

Se determina a continuación la máxima intensidad que puede haber en la calzada en estudio ( $V$ ) para que se mantenga el nivel de servicio **C** (es decir, para que no se llegue al nivel **D**), empleando la **expresión 23-2 del Manual de Capacidad del año 2000**:

$$V_p = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p} \quad (1)$$

donde:  $V_p$ : intensidad equivalente por carril ([veh.lig.eq./h]/carril)  
 $V$ : intensidad horaria por calzada (veh./h)  
 PHF: factor de hora punta  
 $N$ : número de carriles por calzada  
 $f_{HV}$ : factor de ajuste por vehículos pesados  
 $f_p$ : factor de ajuste por población

Despejando  $V$ , queda la siguiente expresión:

$$V = V_p \cdot PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p \quad (2)$$

El factor de ajuste por población se supone igual a 1, mientras que el factor de ajuste por vehículos pesados se determina mediante la expresión 23-3 del Manual de Capacidad.

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (3)$$

donde:  $P_T$ : proporción de vehículos pesados en tanto por uno.  
 $E_T$ : equivalente de vehículos pesados (según valores de la tabla 23-8 del Manual de capacidad)  
 $P_R$ : proporción de vehículos de recreo en tanto por uno.  
 $E_R$ : equivalente de vehículos de recreo (según valores de la tabla 23-8 del Manual de capacidad)

Se supone que el porcentaje de vehículos de recreo es nulo. A partir de la expresión 3 se obtiene el valor del factor de ajuste de vehículos pesados para terreno ondulado.

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,1097 \cdot 2,5} = 0,859$$

Se obtiene la máxima intensidad horaria por calzada para el nivel de servicio **C** en el tramo en estudio empleando la expresión 2.

$$V = 1840 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 0,859 \cdot 1 = 3\ 098 \text{ (veh./h)/calzada}$$

Como el crecimiento anual del tráfico es del 2 %, el año en que se alcance el nivel de servicio **D**, vendrá dado por la expresión:

$$2\,863 \cdot 102^n = 3\,098$$

Se obtiene que  $n = 4$  y, por tanto, que el nivel de servicio **D** se alcanzará en el año **2014**.

**2. Describir y justificar las soluciones para conformar una explanada.**

Hay que determinar en primer lugar la aptitud del suelo del desmonte para la formación de la explanada. Si se comparan las características dadas para este suelo con las especificaciones recogidas en la tabla 4 de la norma **6.1.-IC** y en el artículo **330 del PG-3**, se trata de un **suelo tolerable**, es decir, tipo **0**.

El suelo procedente del desmonte es apto para la estabilización con cal o cemento y, además, según el enunciado se cuenta con préstamo capaz de proporcionar un suelo adecuado con un **CBR = 8**. Este suelo cumple, por tanto las especificaciones de **suelo adecuado** (tipo **1**) de la tabla 4 de la norma **6.1.-IC** para la formación de la explanada.

La intensidad del tráfico pesado en el nuevo carril derecho en el momento de la entrada en servicio de la ampliación es de:

$$1\,847 \cdot 0,85 = 1\,570 \text{ vp/día}$$

A esta intensidad, según el artículo 4 de la Norma **6.1.-IC** "Secciones de firme", corresponde una categoría **T1** del tráfico pesado en ese carril derecho.

Según la figura 2.1 de la norma **6.1.-IC**, las categorías de explanada admisibles para un tráfico **T1** son **E2 o E3**.

Teniendo en cuenta que el suelo del desmonte es tolerable y que solamente se dispone de suelo adecuado de préstamo y de suelo del desmonte para estabilizar con cal o cemento, según la figura 1 de la norma **6.1.-IC** caben dos soluciones

- explanada **E2**, conformada con **25 cm de S-EST2** sobre **25 cm de S-EST1**.
- explanada **E3**, conformada por **30 cm de S-EST3** sobre **50 cm de suelo adecuado**.



**Parece que será más económica la primera solución**, pues la excavación de 30 cm adicionales, la aportación de 50 cm de préstamos, y la mayor dotación de cemento del S-EST3, serán más caras que estabilizar 20 cm más y encima con una dotación menor.

**3. Describir las soluciones de rehabilitación del firme existente y de dimensionamiento del firme nuevo de la ampliación (excepto el arcén exterior), que resulten conformes a la normativa, indicando los tipos de mezclas bituminosas y sus espesores. No se considerarán los pavimentos de hormigón, ni tampoco la intervención de la unidad de obra "gravacemento".**

**a. Categoría del tráfico pesado**

La categoría del tráfico pesado en el nuevo carril derecho es **T1**; en los demás carriles (central e izquierdo), según el artículo 5.3<sup>1</sup> de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", se podrá considerar una categoría **T2**.

**b. Firme nuevo en el carril derecho**

Según la Fig. 2.1 del artículo 6.1 de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme", se pueden considerar las siguientes secciones:

- **121**
- **122** (con la capa superior de la explanada **E2** estabilizada con cemento)
- **131**
- **132**

Para todas ellas, según la Tabla 6 del artículo 6.2.1.1 y el artículo 6.2.1.2 de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme", la capa de rodadura ha de ser una mezcla bituminosa discontinua del tipo **M10**, de 3 cm de espesor.

Según la Tabla 6 del artículo 6.2.1.1 de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme", el espesor de la capa intermedia (mezcla bituminosa en caliente del tipo **D** ó **S**) debe estar comprendido entre 6 y 10 cm. En relación con esto, se pueden hacer las consideraciones siguientes:

- En la sección **121**, con un espesor total de mezclas bituminosas igual a 30 cm, ni aun disponiendo el máximo espesor para la capa intermedia, se puede alcanzar ese total sin que el espesor de la capa de base (mezcla bituminosa en caliente del tipo **S** ó **G**) rebase los 15 cm consignados en la misma Tabla 6: por lo que se ha optado porque la capa de base tenga dos tongadas de espesores comprendidos entre 7 y 15 cm. Las combinaciones

---

<sup>1</sup> La Norma 6.1-IC exige que, para que en los carriles distintos menos cargados se pueda considerar una categoría menos de tráfico pesado, la categoría en el más cargado sea al menos **T0**. Pero la Norma 6.3-IC, que es de aplicación a los carriles menos cargados, que sólo se rehabilitan, no establece esta prescripción.

posibles de los espesores, sin que el de ninguna capa baje del de las superiores, son:

INTERMEDIA	5	6	7	8	9
BASE CAPA SUPERIOR	10	9	9	9	9
BASE CAPA INFERIOR	12	12	11	10	9

En principio, como la capa intermedia es más cara que la capa de base, la elección se debería decantar por la combinación que tenga una capa intermedia más delgada; pero puede haber consideraciones constructivas (enrase con capas del arcén) que puedan matizar esa elección.

- En la sección **131**, las combinaciones posibles de los espesores, sin que el de ninguna capa baje del de las superiores, son:

INTERMEDIA	10	9	8	7
BASE	12	13	14	15

En principio, como la capa intermedia es más cara que la capa de base, la elección se debería decantar por la combinación que tenga una capa intermedia más delgada; pero puede haber consideraciones constructivas (enrase con capas del arcén) que puedan matizar esa elección.

- Si se emplea una base de alto módulo y el espesor total de mezclas bituminosas no es inferior a 25 cm, el artículo **6.2.1.3** de la Norma **6.1-IC** "Secciones de firme" permite, en las secciones **121** y **131**, una reducción de hasta un 20 % en el espesor de la base bituminosa. La Tabla **6** del artículo **6.2.1.1** de la Norma **6.1-IC** "Secciones de firme" asigna a esta base de alto módulo un espesor comprendido entre 7 y 13 cm. Las combinaciones posibles de los espesores, sin que el de ninguna capa baje del de las superiores, son:
  - Sección **121**: con el espesor máximo de capa intermedia (10 cm), el espesor de la base bituminosa sería de 17 cm. Aplicando una reducción del 20 % quedan 13,6 cm, que es superior al espesor máximo para una base de alto módulo. No hay, por tanto, una solución aceptable para esta sección.
  - Sección **131**:

INTERMEDIA	10	9	8	7	6
BASE DE ALTO MÓDULO	10	11	12	12	13

En principio, como la capa intermedia es más barata que la capa de base de alto módulo, la elección se debería decantar por las combinaciones que tengan una capa intermedia más gruesa; pero puede haber consideraciones constructivas (enrase con capas del arcén) que puedan matizar esa elección.

### c. Rehabilitación estructural de la calzada existente

Según el artículo 5.3<sup>1</sup> de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", se puede considerar una categoría **T2** del tráfico pesado.

El firme, en la zona correspondiente a la actuación, se puede considerar homogéneo, exento de blandones y de zonas singulares; y únicamente se pueden distinguir tramos en él en función de su deflexión de cálculo. Como ésta no alcanza las 200 centésimas de mm, según la Tabla 2A del artículo 9.2.1 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes" se puede entender que el agotamiento estructural no afecta a la explanada.

- a) En el firme del **carril izquierdo** no hay zonas fisuradas, y la deflexión de cálculo está comprendida entre 80 y 125 centésimas de mm.
- Según la Tabla 3A del artículo 9.3.2 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", si dicha deflexión de cálculo no rebasa las 100 centésimas de mm no habrá agotamiento estructural: por lo que bastaría con que se dispusiera una capa de rodadura para darle continuidad al pavimento con el de las zonas adyacentes. Esa capa de rodadura sería la misma mezcla bituminosa discontinua del tipo **M10**, de 3 cm de espesor, que se ha previsto para el firme nuevo del carril derecho y del arcén exterior. Sin embargo, como en el carril central adyacente hay que disponer también una capa intermedia, no parece posible aprovechar este ahorro sin introducir una discontinuidad longitudinal entre los espesores de carriles adyacentes: únicamente se podría hacer donde se vaya a corregir el peralte.
  - En las zonas cuya deflexión de cálculo esté comprendida entre 100 y 125 centésimas de mm, hay agotamiento estructural y la Tabla 5A del artículo 9.5.1 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes" exige un recrecimiento de 12 cm. Descontando la capa de rodadura de 3 cm de mezcla bituminosa discontinua del tipo **M10**, para alcanzar dicho espesor hace falta una capa intermedia (mezcla bituminosa en caliente del tipo **D o S**) de 9 cm de espesor, comprendido entre 5 y 10 cm según exige la Tabla 6 del artículo 6.2.1.1 de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme". Para alcanzar el espesor total de 20 cm de mezcla bituminosa nueva que exige la Tabla 4 del artículo 9.3.2 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", los 25 cm de mezclas bituminosas del firme existente (no agrietado) contribuyen con  $0,75 \cdot 25 = 18,75$  cm, los cual es más que los 2 cm que faltan al tener el recrecimiento un espesor total de 12 cm.
  - En ambos casos, las mezclas bituminosas del recrecimiento se extenderán también al arcén interior.
- b) En el firme del **carril central** las rodadas presentan grietas longitudinales ramificadas, el resto del pavimento no. Esto sugiere claramente la conveniencia de fresar las rodadas, para reducir al mínimo el espesor del recrecimiento (el cual debe ser aplicado también al carril izquierdo y

<sup>1</sup> La Norma 6.1-IC exige que, para que en los carriles distintos menos cargados se pueda considerar una categoría menos de tráfico pesado, la categoría en el más cargado sea al menos **T0**. Pero la Norma 6.3-IC, que es de aplicación a los carriles menos cargados, que sólo se rehabilitan, no establece esta prescripción.

al arcén interior, por continuidad). La deflexión de cálculo está comprendida entre 100 y 150 centésimas de mm.

- En las zonas cuya deflexión de cálculo esté comprendida entre 100 y 125 centésimas de mm, hay agotamiento estructural y la Tabla 5A del artículo 9.5.1 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes" exige un recrecimiento de 12 cm. Descontando la capa de rodadura de 3 cm de mezcla bituminosa discontinua del tipo M10, para alcanzar dicho espesor hace falta una capa intermedia (mezcla bituminosa en caliente del tipo D ó S) de 9 cm de espesor, comprendido entre 5 y 10 cm según exige la Tabla 6 del artículo 6.2.1.1 de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme". Para alcanzar el espesor total de 20 cm de mezcla bituminosa nueva que exige la Tabla 4 del artículo 9.3.2 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", en las rodadas no se puede contar con los 25 cm de mezclas bituminosas del firme existente, pues éstas se hallan agrietadas; hay que fresar y reponer 8 cm.
- En las zonas cuya deflexión de cálculo esté comprendida entre 125 y 150 centésimas de mm, hay agotamiento estructural y la Tabla 5A del artículo 9.5.1 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes" exige un recrecimiento de 15 cm. Descontando la capa de rodadura de 3 cm de mezcla bituminosa discontinua del tipo M10, para alcanzar dicho espesor haría falta una capa intermedia (mezcla bituminosa en caliente del tipo D ó S) de 12 cm de espesor, superior al máximo de 10 cm que exige la Tabla 6 del artículo 6.2.1.1 de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme". Por razones de continuidad, se mantiene el espesor de la capa intermedia en 9 cm. Como para alcanzar el espesor total de 20 cm de mezcla bituminosa nueva que exige la Tabla 4 del artículo 9.3.2 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", en las rodadas hay que fresar y reponer 8 cm, este espesor es superior a los 3 cm que faltaban según la Tabla 5A del artículo 9.5.1 de la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes".
- Fuera de las rodadas, la solución es la misma que para el carril izquierdo.

**4. Realizar un análisis comparativo de las soluciones para el firme nuevo que incorporan mezclas bituminosas de alto módulo, en lo relativo a su coste y a sus aspectos constructivos.**

Las comparaciones económicas se aplicarán a 1 m de anchura de calzada.

A la vista del espesor de 9 cm que tiene la capa intermedia en toda la zona de la rehabilitación estructural del firme existente, por continuidad transversal sólo se deben retener las soluciones de firme nuevo que tengan ese mismo espesor de la capa intermedia. En las páginas siguientes se comparan económicamente estas soluciones.



1. Sección 121 con base de mezcla bituminosa del tipo S ó G:

CAPA	PRECIO [(€/cm)/m <sup>2</sup> ]	CALZADA	
		ESPESOR (cm)	PRECIO (€/m <sup>2</sup> )
CAPA DE RODADURA	1,053	3	3,16
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
CAPA INTERMEDIA	0,840	9	7,56
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13		0,13
BASE BITUMINOSA CAPA SUPERIOR	0,705	9	6,35
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13		0,13
BASE BITUMINOSA CAPA INFERIOR	0,705	9	6,35
RIEGO DE IMPRIMACIÓN	0,35		0,35
ZAHORRA ARTIFICIAL	0,170	25	4,25
<b>Suma precios (€/m<sup>2</sup>)</b>			<b>28,40</b>

**Coste de la sección: 28,40 €/m<sup>2</sup>, sobre explanada E2.**

2. Sección 131 con base de mezcla bituminosa del tipo S ó G:

CAPA	PRECIO [(€/cm)/m <sup>2</sup> ]	CALZADA	
		ESPESOR (cm)	PRECIO (€/m <sup>2</sup> )
CAPA DE RODADURA	1,053	3	3,16
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
CAPA INTERMEDIA	0,840	9	7,56
RIEGO DE ADHERENCIA	0,43	-	0,43
BASE BITUMINOSA	0,705	13	9,17
RIEGO DE IMPRIMACIÓN	0,35	-	0,35
ZAHORRA ARTIFICIAL	0,170	25	4,25
<b>Suma precios (€/m<sup>2</sup>)</b>			<b>25,04</b>

**Coste de la sección: 25,04 €/m<sup>2</sup>, sobre explanada E3.**

3. Sección 131 con base de mezcla bituminosa de alto módulo:

CAPA	PRECIO [(€/cm)/m <sup>2</sup> ]	CALZADA	
		ESPESOR (cm)	PRECIO (€/m <sup>2</sup> )
CAPA DE RODADURA	1,053	3	3,16
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
INTERMEDIA	0,840	9	7,56
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
BASE BITUMINOSA DE ALTO MÓDULO	1,053	11	11,58
RIEGO DE IMPRIMACIÓN	0,35	-	0,35
ZAHORRA ARTIFICIAL	0,170	25	4,25
<b>Suma precios (€/m<sup>2</sup>)</b>			<b>27,16</b>

**Coste de la sección:** 27,16 €/m<sup>2</sup>, sobre explanada E3. Es más cara que la que no tiene base bituminosa de alto módulo, por lo que queda descartada en la comparación económica.

Las secciones 122 y 132 no tienen ninguna combinación con espesores de capa intermedia de 9 cm. Para que estén representadas, se ha forzado a 9 cm el espesor de la capa de base bituminosa, para que no sea inferior al de la capa intermedia.

4. Sección 122:

CAPA	PRECIO [(€/cm)/m <sup>2</sup> ]	CALZADA	
		ESPESOR (cm)	PRECIO (€/m <sup>2</sup> )
CAPA DE RODADURA	1,053	3	3,16
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
CAPA INTERMEDIA	0,840	9	7,56
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
BASE BITUMINOSA	0,705	9 <sup>1</sup>	6,35
RIEGO DE CURADO + RIEGO DE IMPRIMACIÓN	0,22 + 0,35	-	0,57
SUELOCEMENTO	0,390	25	9,75
<b>Suma precios (€/m<sup>2</sup>)</b>			<b>27,64</b>

**Coste de la sección:** 27,64 €/m<sup>2</sup>, sobre explanada E2 (con la capa superior estabilizada con cemento). El firme es un poco más barato que el de la sección 121, pero la explanada tiene que tener su capa superior esta-

<sup>1</sup> Estrictamente se podrían poner 8 cm, pero se ha aumentado a 9 para que no resulte inferior al espesor de la capa intermedia.

bilizada, lo cual es bastante más caro: por lo que esta sección queda descartada en la comparación económica.

5. Sección **132**:

CAPA	PRECIO [(€/cm)/m <sup>2</sup> ]	CALZADA	
		ESPESOR (cm)	PRECIO (€/m <sup>2</sup> )
CAPA DE RODADURA	1,053	3	3,16
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
CAPA INTERMEDIA	0,840	9	7,56
RIEGO DE ADHERENCIA	0,13	-	0,13
BASE BITUMINOSA	0,705	9 <sup>1</sup>	6,35
RIEGO DE CURADO + RIEGO DE IMPRIMACIÓN	0,22 + 0,35	-	0,57
SUELOCEMENTO	0,390	20	7,80
<b>Suma precios (€/m<sup>2</sup>)</b>			<b>25,69</b>

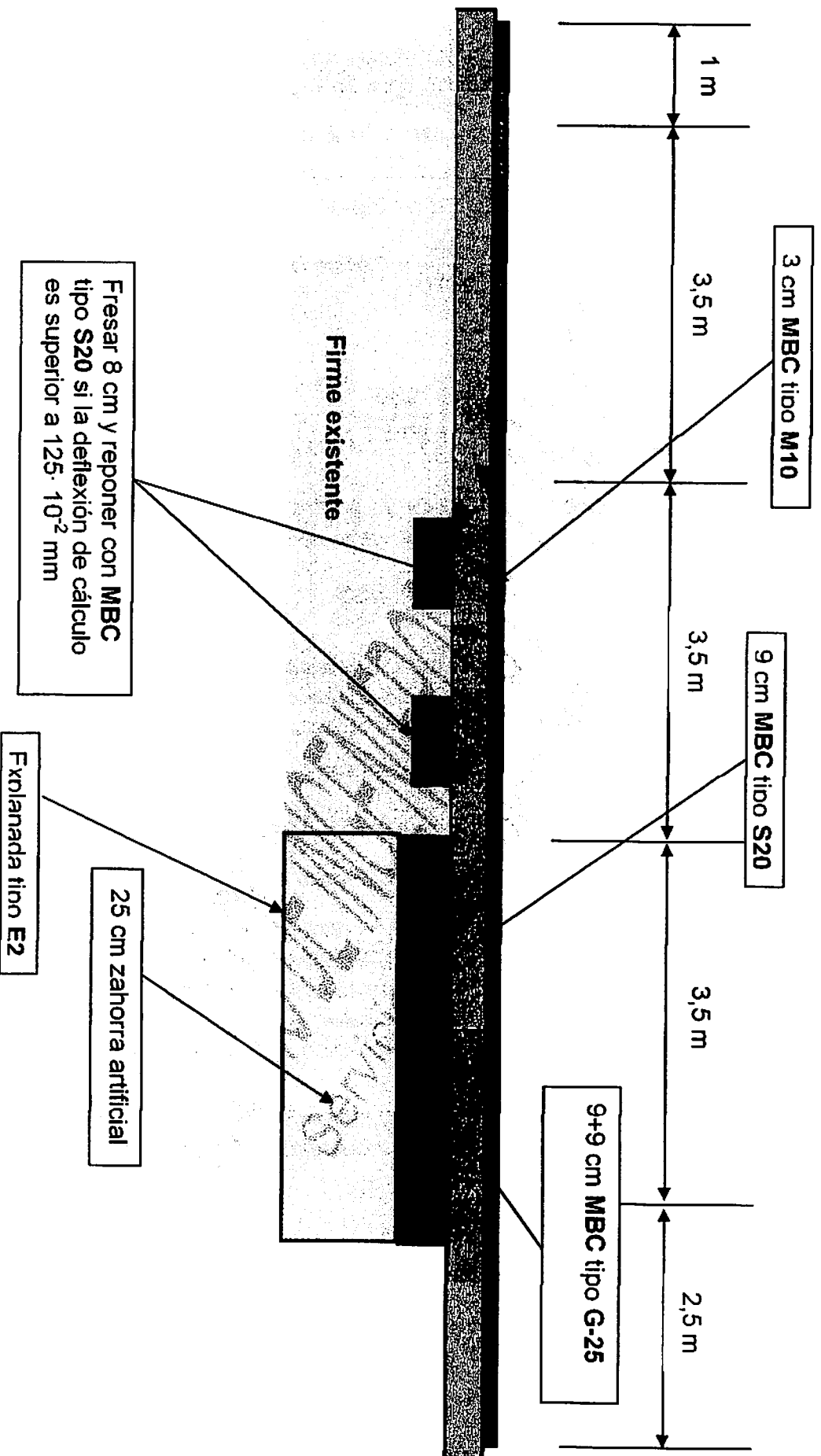
**Coste de la sección:** 25,69 €/m<sup>2</sup> sobre explanada **E3**. El firme cuesta menos que el de la sección **122**, pero la diferencia es inferior a la diferencia de precio que hay entre una explanada **E2** y otra **E3**. Por ello, esta sección queda también descartada en la comparación económica.

La comparación económica queda reducida a comparar las secciones **121** y **131**, con unos precios para el firme de 28,40 y 25,04 €/m, respectivamente. La diferencia de 3,36 €/m<sup>2</sup> es inferior a la diferencia de precio que hay entre una explanada **E2** y otra **E3**, que es de 4,1 euros.

Por lo tanto, se considera más conveniente la sección más económica, que es la **121**, y se representa en el croquis acotado del siguiente apartado.

<sup>1</sup> Estrictamente se podrían poner 8 cm, pero se ha aumentado a 9 para que no resulte inferior al espesor de la capa intermedia.

5. Dibujar un croquis acotado de la solución del firme que se estime más conveniente para la calzada.



**6. Determinar el caudal de referencia en el punto en que desagua la cuenca, para el periodo de retorno que le corresponde según la normativa.**

Siguiendo el método expuesto en el artículo 2 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial":

- Pendiente media del cauce principal:

$$\frac{90}{1800} = 0,05 \text{ m/m}$$

- Tiempo de concentración:

$$T = 0,3 \cdot \left( \frac{1,80}{\sqrt{0,05}} \right)^{0,76} = 0,83 \text{ h}$$

- De la Fig. 2.2 del artículo 2 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial", para el emplazamiento de esta cuenca:

$$\frac{L_r}{L_s} = 10$$

- Precipitación total diaria correspondiente a un periodo de retorno de 100 años, que es la que corresponde a una pequeña obra de desagüe transversal según el artículo 1.3 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial":

$$p_d = 91 \text{ mm}$$

- Intensidad media diaria de precipitación correspondiente a ese periodo de retorno:

$$I_d = \frac{91}{24} = 3,79 \text{ mm/h}$$

- Intensidad media de precipitación para la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos, para un periodo de retorno de 100 años y una duración del aguacero de 0,83 h:

$$I_r = 3,79 \cdot 10^{\frac{28^{0,1} - 0,83^{0,1}}{28^{0,1} - 1}} = 42,3 \text{ mm/h}$$

- Estimación inicial del umbral de escorrentía (Tabla 2.1 del artículo 2.5 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial"):

Cereales de invierno: 10 mm/h

Masa forestal clara: 10 mm/h

Aplicando un coeficiente corrector de 2,5 tomado de la Figura 2.5 del artículo 2.5 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial", se obtiene

$$p_0 = 25 \text{ mm/h}$$

- Coeficiente de escorrentía para un período de retorno de 100 años:

$$C = \frac{\left(\frac{91}{25} - 1\right) \cdot \left(\frac{91}{25} + 23\right)}{\left(\frac{91}{25} + 11\right)^2} = 0,328$$

- Caudal de referencia para un período de retorno de 100 años:

$$Q = \frac{0,85 \cdot 42,3 \cdot 0,328}{3} = 3,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

7. **Determinar si la corriente correspondiente a ese caudal causará daños importantes por erosión a la pequeña obra de desagüe transversal.**

Según el artículo 1.5.1 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial", la corriente no producirá daños importantes por erosión de la superficie del conducto si su velocidad media no excede de los límites fijados en la Tabla 1.3. Para un conducto de hormigón, la velocidad media máxima es de 6,0 m/s.

Para un conducto de sección cuadrada de 4,00 m de lado, en el que el calado  $h$  (m) es variable, son también variables:

- El área de su sección

$$S = 4 \cdot h \text{ (m}^2\text{)}$$

- El perímetro mojado

$$p = 4 + 2 \cdot h \text{ (m)}$$

- El radio hidráulico

$$R = \frac{4}{4 + 2 \cdot h} \text{ (m)}$$

Aplicando la fórmula de Manning-Strickler (artículo 4.2.1 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial"), cuando se desague el caudal de referencia para un período de retorno de 100 años se tendrá:

$$3,93 = 4 \cdot h \cdot \left(\frac{4}{4 + 2 \cdot h}\right)^{2/3} \cdot \sqrt{0,0125} \cdot 60$$

o sea

$$0,058124 = \frac{h^{5/3}}{(4 + 2 \cdot h)^{2/3}}$$

Por lo tanto, el calado con el que se desagua ese caudal de referencia será

$$h = 0,336 \text{ m}$$

y la velocidad media de la corriente será

$$V = \frac{3,93}{4 \cdot 0,336} = 2,92 \text{ m/s}$$

que resulta inferior a la velocidad máxima, luego no habrá erosión.

- 8. Hallar la altura sobre la solera que alcanza el agua a la entrada de la pequeña obra de desagüe transversal, cuando ésta desagua el caudal de referencia. Se considerará justificada la imposibilidad de daños catastróficos por inundación de la cuenca.**

El calado crítico en el conducto se obtiene de la Fig. 5.11 del artículo 5.3.2.1 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial". Para un caudal específico

$$\frac{3,93}{\sqrt{9,81 \cdot 4 \cdot 4^{3/2}}} = 0,04$$

resulta un calado crítico específico de 0,17 y, por lo tanto, el calado crítico será igual a  $0,17 \cdot 4 = 0,68$  m. Con el caudal de referencia para un período de retorno de 100 años, el régimen de desagüe resulta supracrítico.

Por otro lado, la relación entre la longitud del conducto y su pendiente es

$$\frac{52}{1,25} = 41,6 \text{ m/\%}$$

y, entrando en la Fig. 5.13 del artículo 5.3.2.1 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial", se ve que es claramente inferior al límite correspondiente a las dimensiones del conducto.

Por todo lo anterior, el control está a la entrada del conducto; y se puede aplicar la 5.10 del artículo 5.3.2.1 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial" donde, entrando con un caudal específico de 0,04, se obtiene un nivel específico a la entrada igual a 0,2.

El nivel a la entrada está a  $0,2 \cdot 4 = 0,8$  m por encima de la solera.

- 9. Indicar el nivel de retroreflexión exigible para los carteles de señalización.**

En la tabla 701.3 del artículo 701 del PG-3 se indican los niveles de retroreflexión mínimos necesarios para los carteles de señalización retroreflectantes en función del tipo de vía. Para las autopistas, el nivel de retroreflexión exigible es el 3.



**COLEGIO DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

C/ Almagro, 42 3ª pta  
(28010) MADRID

*Servicio de Empleo Nacional*

---

**Enunciados de Ferrocarriles**

**Convocatoria: 2007**



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



## **CUARTO EJERCICIO (15 de noviembre de 2007)**

### **PROBLEMA Nº 2**

En la FIGURA 1 se recoge el esquema de la red ferroviaria existente en Ciudad X. Las instalaciones ferroviarias tienen las siguientes características:

- La línea A-C es de vía doble electrificada, con tráfico exclusivo de viajeros y ancho ibérico (RENFE).
- La línea B-C es de vía única electrificada, con tráfico mixto de mercancías y viajeros y ancho ibérico (RENFE). El número de circulaciones de viajeros es reducido.
- Ambas líneas confluyen en las proximidades de la entrada al haz de vías de la estación de viajeros, que cuenta con una gran superficie de terrenos ocupados por instalaciones obsoletas y en gran parte en desuso.
- Apoyándose en la línea B-C existe una estación de mercancías y unos talleres totalmente operativos para material ferroviario de ancho ibérico. Las instalaciones se encuentran en fondo de saco, ya que los condicionantes externos existentes no permiten la conexión de estas instalaciones con la línea general desde el punto 6. Las mencionadas instalaciones tienen una superficie total de 140.000 m<sup>2</sup>.
- Entre los puntos 8 de la línea A-C y 7 de la línea B-C es factible la construcción de un ramal de conexión entre ambas líneas.
- El tramo 9-10 de la línea A-C es el único que reúne las condiciones óptimas como para ubicar instalaciones auxiliares ferroviarias como talleres o estaciones de mercancías.

El Ministerio de Fomento va a actuar sobre la línea A-C para incorporarla a la red de alta velocidad, cambiando el ancho ibérico existente a ancho UIC. En el nuevo esquema ferroviario resultante de la incorporación de la línea A-C a la red de alta velocidad, todas las vías e instalaciones de la estación de viajeros quedarán exclusivamente en ancho UIC.

Aprovechando esta actuación, el Ministerio de Fomento pretende mejorar la integración urbana de las líneas A-C y B-C de Ciudad X, con la realización de las siguientes actuaciones (Actuaciones mínimas):

- Soterramiento del tramo 1-2, de la línea A-C
- Construcción de una nueva estación de viajeros en superficie, reduciendo y racionalizando las instalaciones actuales. Se estima que pueden liberarse



unos 80.000 m<sup>2</sup> de terrenos ferroviarios sobrantes, que se emplearán en la financiación de la operación de integración.

- Realización de actuaciones puntuales de mejora de la permeabilidad, supresión de pasos a nivel y tratamiento de borde a lo largo del tramo urbano de la línea B-C.

El Ayuntamiento de Ciudad X considera imprescindible que se realice el soterramiento de la línea A-C desde el punto 1 hasta el 4 (tramo 1-4) y que también se soterre la estación de viajeros (Actuación máxima), independientemente de las modificaciones que estas actuaciones puedan hacer necesarias en el resto de líneas e instalaciones de la ciudad.

Ante esta situación, el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento deciden estudiar estas propuestas, acordando que sólo consideraran viable aquella operación de integración que:

- Se autofinancie totalmente a través de las plusvalías que puedan generarse con los terrenos liberados.
- Al menos, el 30 % de los terrenos liberados se deben emplear en vivienda protegida.

Para la valoración de las actuaciones puntuales de mejora de la permeabilidad, supresión de pasos a nivel y tratamiento de borde a lo largo del tramo urbano de la línea B-C, el Ministerio de Fomento licitó mediante concurso un contrato de Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del proyecto.

El 31 de enero de 2006 todos los licitadores presentaron sus ofertas, y el contrato fue adjudicado a la empresa PROYECTISA, con fecha 28 de febrero de 2006, por un importe de 1.000.000,00 €. El correspondiente contrato administrativo fue firmado con fecha 1 de abril de 2006. Durante el desarrollo del Contrato la Administración ha procedido a abonar a la empresa PROYECTISA certificaciones mensuales por los importes que se detallan en la tabla 1, a los cuales no se les ha aplicado cláusula de revisión de precios, por lo que, en caso de tener derecho a la misma, este concepto se abonará en la liquidación del Contrato.

Con estos antecedentes, se pide:

1. Definir el esquema funcional de la propuesta inicial del Ministerio de Fomento (Actuación mínima), indicando el emplazamiento de los cambiadores de ancho necesarios y los anchos de vía de las distintas instalaciones.
2. Comprobar la viabilidad de la operación "Actuación mínima" de acuerdo a los criterios acordados por el Ministerio de Fomento con el Ayuntamiento.
3. Proponer una solución para la red arterial ferroviaria compatible con las propuestas del Ayuntamiento (Actuación máxima), definiendo también su esquema funcional en el que igualmente se indicará el emplazamiento de los cambiadores de ancho necesarios y los anchos de vía de las distintas instalaciones.



4. Comprobar la viabilidad de la operación "Actuación máxima" de acuerdo a los criterios acordados por el Ministerio de Fomento con el Ayuntamiento.
5. Indicar si la empresa PROYECTISA tiene derecho a revisión de precios, y desde cuando debe producirse la misma, considerando que el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del concurso indica que la fórmula de revisión de precios aplicable será el IPC (Índice de Precios de Consumo).
6. Calcular el importe que se debe abonar a PROYECTISA en la liquidación del contrato en concepto de revisión de precios (Tabla 2).

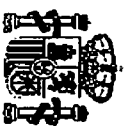
#### **HIPÓTESIS:**

- El terreno se considerará plano.
- Para todos los cálculos se pueden despreciar las longitudes de acuerdos verticales, así como la longitud del cambiador de ancho.
- Se procurará que las nuevas instalaciones ferroviarias tengan las mejores condiciones de explotación posibles.
- No se tendrá en cuenta el coste de la transformación al ancho UIC y adaptación a la alta velocidad de la línea A-C (obras de superestructura, electrificación e instalaciones) ya que se trata de una actuación que ejecutará el Ministerio en cualquier caso.
- Para la estimación de los costes se emplearán los siguientes precios:
  - a. La vía única nueva, de cualquier ancho, se valorará a 3.500 €/m.l., que incluye la plataforma, el montaje de vía, y la parte proporcional de electrificación e instalaciones. En el caso de vía doble, éste precio se incrementará un 40 % adicional.
  - b. La infraestructura del soterramiento (pantallas, solera, losa y parte proporcional de excavación) se valorará al precio de 30.000 €/m.l., que corresponde a una sección de vía única. Cada vía adicional en la sección, supondrá un incremento del 30 % de este precio.
  - c. La infraestructura de los tramos en rampa (pantallas, rampas, solera, plataforma, excavación, etc.) se valora al 40 % del precio del soterramiento de igual número de vías.
  - d. La infraestructura del haz de vías de la estación se valora en 2 millones de euros en el caso de solución en superficie y en 35 millones para la estación soterrada.
  - e. La valoración del vestíbulo y del edificio de la estación, en cualquier solución, se estima en 5 millones de €.
  - f. Un cambiador de ancho se valora en 500.000 €/unidad.
  - g. El coste total de las actuaciones puntuales de integración en la línea B-C es de 6 millones de €.
  - h. El coste de reposición de la estación de mercancías y de los talleres si fuera preciso, se valorará en 85 millones de €.



- i. Cualquier otra valoración que se considere necesario, será estimada según precios habituales.
  - j. Todos los precios incluyen la parte proporcional de las expropiaciones, en los casos en las que éstas sean necesarias.
- En el caso de los posibles ingresos obtenidos por el aprovechamiento urbanístico de los terrenos sobrantes, se considera que se pueden generar 850 €/m<sup>2</sup> liberado. En el caso de suelo empleado para vivienda protegida, esta cantidad se reduce hasta 100 €/m<sup>2</sup> liberado.

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBIOS  
Servicio de Empleo Nacional



**FIGURA 1**

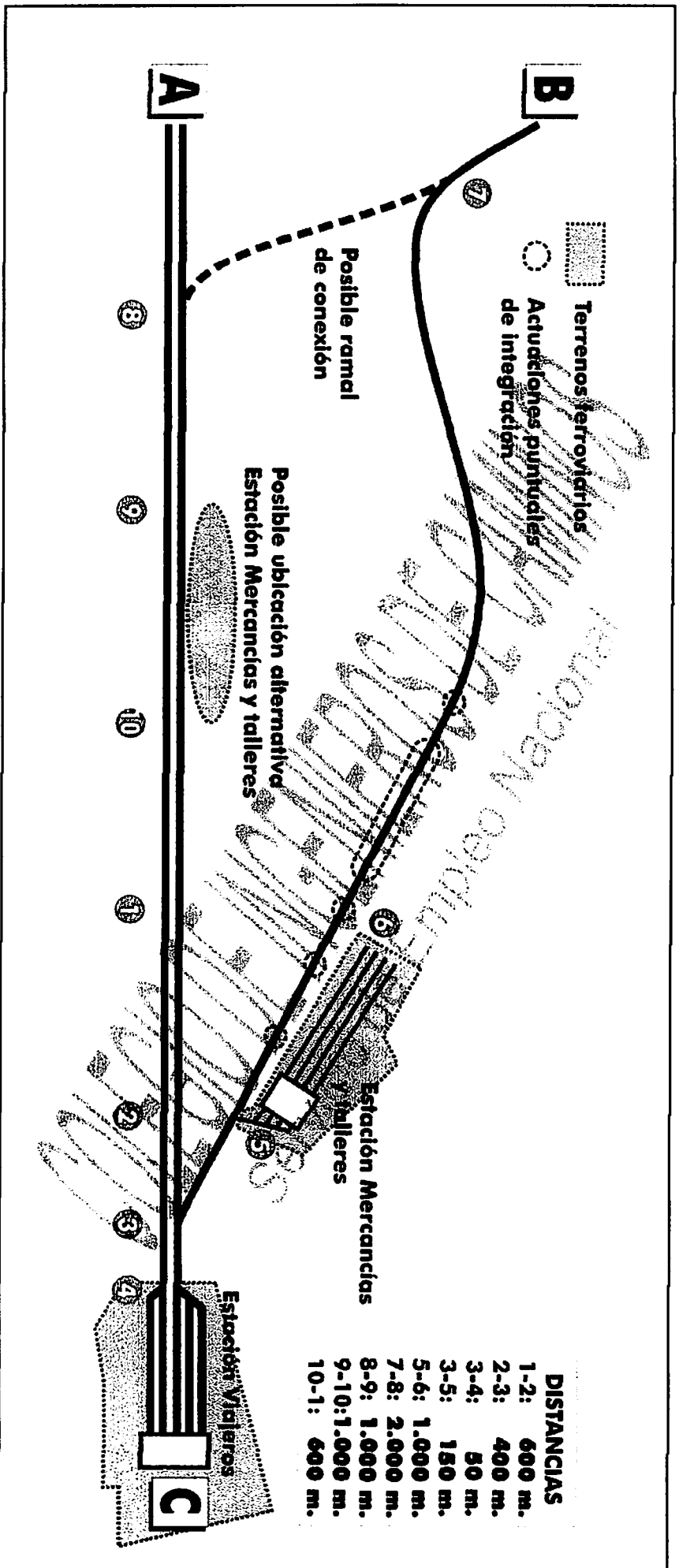




TABLA 1

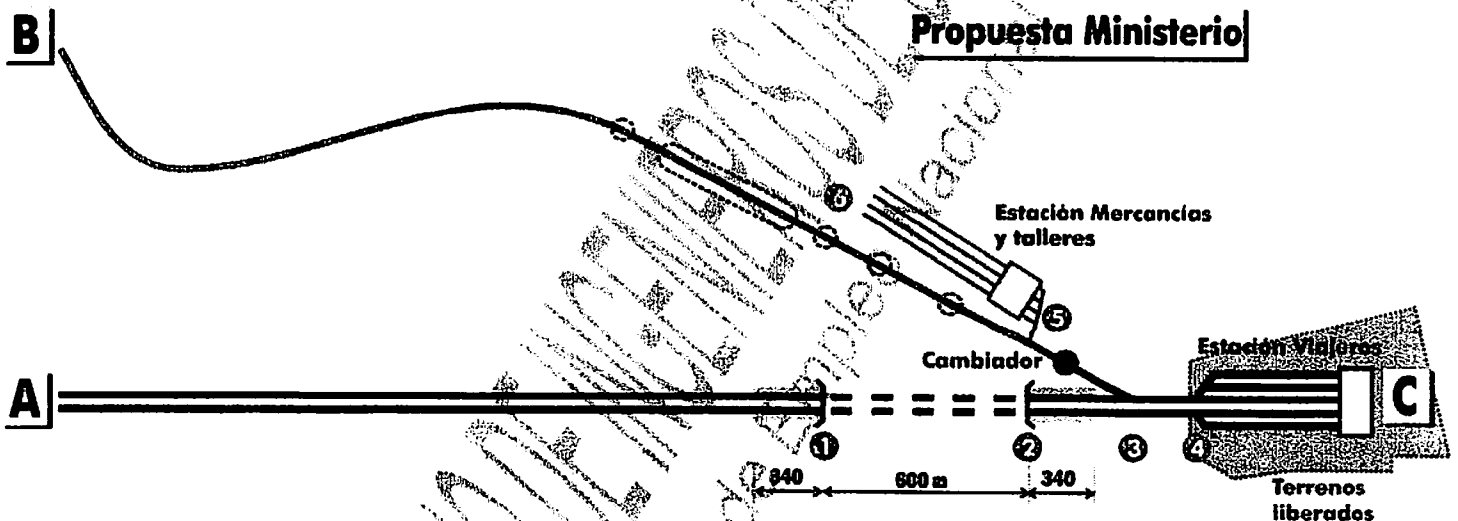
CERTIFICACIONES MENSUALES	
Mes	Importe (€)
Abril 2006	20.000
Mayo 2006	22.000
Junio 2006	45.000
Julio 2006	65.000
Agosto 2006	50.000
Septiembre 2006	40.000
Octubre 2006	50.000
Noviembre 2006	48.000
Diciembre 2006	90.000
Enero 2007	90.000
Febrero 2007	150.000
Marzo 2007	120.000
Abril 2007	110.000
Junio 2007	100.000

TABLA 2. IPC base 2006

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2002	86.089	86.164	86.876	88.056	86.373	88.377	87.763	88.015	88.344	89.219	89.358	89.654
2003	89.285	89.475	90.096	90.829	90.744	90.804	90.236	90.849	90.919	91.533	91.831	91.989
2004	91.343	91.385	92.023	93.283	93.833	93.982	93.289	93.681	93.849	94.813	95.050	94.957
2005	94.157	94.401	95.148	96.518	96.703	96.929	96.336	96.759	97.353	98.145	98.293	98.504
2006	98.105	98.152	98.847	100.241	100.602	100.755	100.155	100.359	100.195	100.606	100.855	101.131
2007	100.451	100.520	101.282	102.681	102.963	103.152	102.402	102.542	102.879			

**Oposición al Cuerpo de ICCP del Estado**  
**Solución ejercicio práctico DE FERROCARRILES**  
**(Noviembre 2007)**

1. Definir el esquema funcional de la propuesta inicial del Ministerio de Fomento (Actuación Mínima), indicando el emplazamiento de los cambiadores de ancho necesarios y los anchos de vía de las distintas instalaciones.
2. Comprobar la viabilidad de la operación "Actuación mínima" de acuerdo a los criterios acordados por el Ministerio de Fomento con el Ayuntamiento.



Hay que calcular el balance financiero de la operación. Para calcular el coste de la actuación, es necesario calcular la longitud de los tramos en rampa.

Con un sistema habitual de electrificación, el gálibo vertical libre más normal para este nivel de estudio es de 7 metros. Suponiendo una losa de 1,5 metros de espesor, la profundidad de la cota de carril en el tramo soterrado sería de 8,5 metros.

Apurando el sistema de fijación de la catenaria o el espesor de la losa, podrían admitirse secciones algo menores, alrededor de 8 metros. Incluso en el caso de proponer catenaria rígida, sería válida una profundidad de 6,5 metros (5,5 de gálibo + 1 de losa).

La línea A-C es exclusiva para viajeros. El valor más deseable para las pendientes máximas normales es el de 20 milésimas, si bien en determinadas



ocasiones pueden alcanzarse 30 en Cercanías o trenes de Alta Velocidad. Tomamos, por tanto, un valor medio, de 25 milésimas.

Con estas pendientes y con la profundidad de 8,5 metros se requieren unas longitudes de rampa de 340 m.

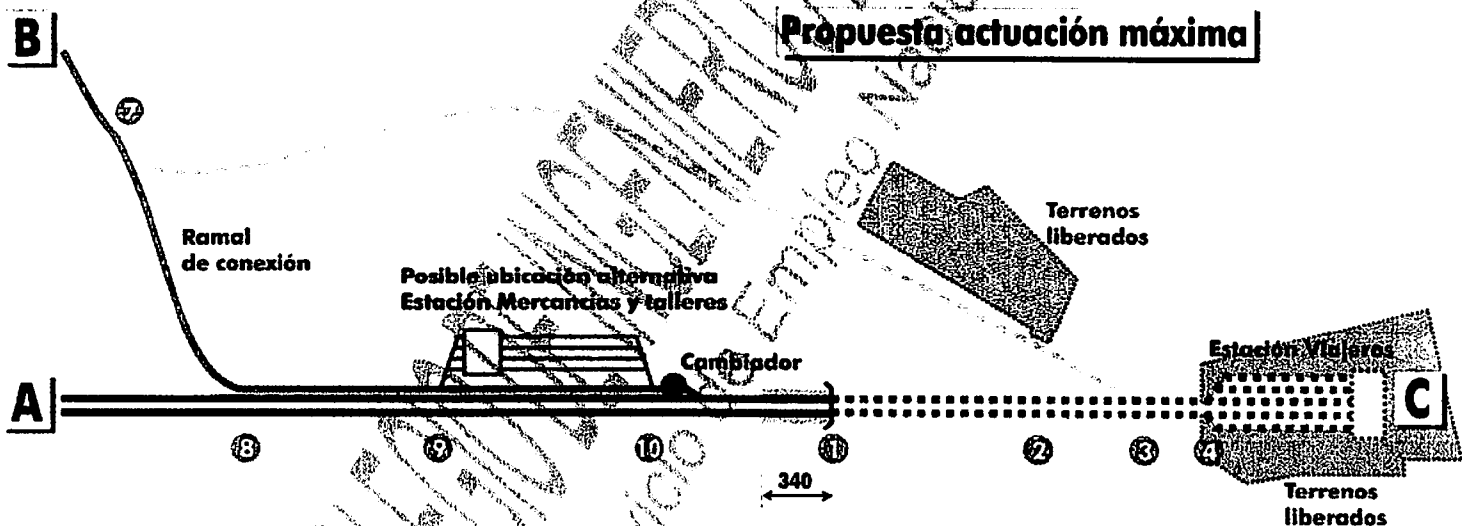
Con esta longitud de rampa, se puede recuperar la cota de la línea A-C antes del punto de conexión con B-C, así que no es necesario modificar su cota.

<b>Soterramiento:</b>		<b>23.400.000</b>
Longitud (metros)	600	
Precio unitario (€/ml)	30.000	
Incremento por vía doble	30%	
<b>Tramos en rampa:</b>		<b>10.608.000</b>
Longitud (metros)	680	
Precio unitario (€/ml)	15.600	
<b>Estación en superficie:</b>		<b>7.000.000</b>
Edificio (€)	5.000.000	
Infraestructura (€)	2.000.000	
<b>Cambiador de ancho (€):</b>		<b>500.000</b>
<b>Actuaciones puntuales línea B-C (€):</b>		<b>6.000.000</b>
<b>COSTE TOTAL DE LA ACTUACIÓN "MÍNIMA":</b>		<b>47.508.000</b>
<b>Superficie liberada</b>		<b>80.000</b>
Estación de viajeros (m <sup>2</sup> )	80.000	
<b>Plusvalías unitarias por m<sup>2</sup></b>		
Suelo libre (€/m <sup>2</sup> )	850	
Suelo dedicado VPO (€/m <sup>2</sup> )	100	
<b>Superficies dedicadas a cada tipo de suelo</b>		
Suelo libre (m <sup>2</sup> )		<b>52.677</b>
Suelo dedicado VPO (m <sup>2</sup> )		<b>27.323</b>
<b>PORCENTAJE DEDICADO VPO</b>		<b>34%</b>

3. **Proponer una solución para la red arterial ferroviaria compatible con las propuestas del Ayuntamiento (Actuación Máxima), definiendo también su esquema funcional en el que igualmente se indicará el emplazamiento de los cambiadores de ancho necesarios y los anchos de vía de las distintas instalaciones.**
4. **Comprobar la viabilidad de la operación "Actuación máxima" de acuerdo a los criterios acordados por el Ministerio de Fomento con el Ayuntamiento.**

El soterramiento de la línea A-C y de la estación supone que la cota del punto 3 de conexión entre ambas líneas cambia. No es posible recuperar la cota inicial antes de llegar al punto 5, si se decide soterrar también la línea B-C en su entrada a la estación.

Esto obligaría a modificar la rasante de los talleres y la estación de mercancías, ya que no es posible redefinirlos para conectarlos con la línea en superficie en el punto 6.



Para no crear unos talleres semideprimidos o soterrados, es necesario reubicarlos a la zona 9-10, que es la única que tiene las condiciones óptimas. También es necesaria una variante de la línea B-C para unirla a la línea A-C y que el pasillo soterrado de entrada a la estación sea único. Esto es admisible dado que el número de circulaciones de viajeros por la línea B-C es reducido y no se generará problemas de capacidad.

De esta forma es posible dismantelar el tramo 7-3 de la línea B-C. Esto permite ahorrarse las actuaciones puntuales de integración.

Aunque en esta operación las actuaciones son más y de mayor coste, se cuenta con la superficie liberada de los talleres y de la estación de mercancías.

El nuevo balance financiero es el siguiente:

<b>Soterramiento:</b>		<b>40.950.000</b>
Longitud (metros)	1.050	
Precio unitario (€/ml)	30.000	
Incremento por vía doble	30%	
<b>Tramos en rampa:</b>		<b>5.304.000</b>
Longitud (metros)	340	
Precio unitario (€/ml)	15.600	
<b>Nuevas vías</b>		<b>14.000.000</b>
Longitud ramal 7-8 (metros)	2.000	
Longitud vía adicional 8-10 (m)	2.000	
Precio unitario (€/ml)	3.500	
<b>Estación soterrada:</b>		<b>40.000.000</b>
Edificio (€)	5.000.000	
Infraestructura (€)	35.000.000	
<b>Reposición estación mercancías y talleres</b>		<b>85.000.000</b>
<b>Cambiador de ancho (€):</b>		<b>500.000</b>
<b>Actuaciones puntuales línea B-C (€):</b>		<b>-</b>
<b>COSTE TOTAL DE LA ACTUACIÓN "MÁXIMA"</b>		<b>185.754.000</b>
<b>Superficie liberada</b>		<b>220.000</b>
Estación de viajeros (m <sup>2</sup> )	80.000	
Estación mercancías (m <sup>2</sup> )	140.000	
<b>Plusvalías unitarias por m<sup>2</sup></b>		
Suelo libre (€/m <sup>2</sup> )	850	
Suelo dedicado VPO (€/m <sup>2</sup> )	100	
<b>Superficies dedicadas a cada tipo de suelo</b>		
Suelo libre (m <sup>2</sup> )		<b>218.339</b>
Suelo dedicado VPO (m <sup>2</sup> )		<b>1.661</b>
<b>PORCENTAJE DEDICADO VPO</b>		<b>1%</b>

**5. Indicar si la empresa PROYECTISA tiene derecho a revisión de precios, y desde cuando debe producirse la misma, considerando que el pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del concurso indica que la formula de revisión de precios aplicable será el Índice de Precios al Consumo.**

El Artículo 103 del Real Decreto legislativo 2/2000 de la Ley de Contratos de las Administraciones Publicas establece que los Contratos regulados en la misma tendrán derecho a revisión de precios salvo que en el pliego de Cláusulas Administrativas particulares se indique lo contrario en resolución motivada.

El mismo Artículo establece que la revisión tendrá lugar cuando se haya ejecutado el 20% de su importe y haya transcurrido un año desde su adjudicación. Por tanto en este caso:

Mes	Importe Certificación (€)	Certificación acumulada (€)
abr-06	20.000	20.000
may-06	22.000	42.000
jun-06	45.000	87.000
jul-06	65.000	152.000
ago-06	50.000	202.000
sep-06	40.000	242.000
oct-06	50.000	292.000
nov-06	48.000	340.000
dic-06	90.000	430.000
ene-07	90.000	520.000
feb-07	150.000	670.000
mar-07	120.000	790.000
abr-07	110.000	900.000
jun-07	100.000	1.000.000

- Un año desde adjudicación: 28 de febrero de 2007
- Ejecutado un 20% del contrato: agosto de 2006 (certificaciones acumuladas suman más de 200.000 €).

Por tanto al ser la posterior de las dos fechas febrero de 2007 la primera certificación con derecho a revisión será la correspondiente a marzo de 2007.

**6. Calcular el importe que se debe abonar a PROYECTISA en la liquidación del contrato en concepto de revisión de precios.**

De acuerdo con el Artículo 104 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas la revisión se realiza respecto de la fecha final del plazo de presentación de ofertas, en este caso 31 de enero de 2006.

En la tabla 2 vemos que el IPC para febrero de 2006 es 98,105. Por tanto el coeficiente para la revisión correspondiente a cada certificación con derecho a revisión y los importes serán:

Mes	Certificación (€)	I <sub>mes</sub>	$(\frac{I_{mes}}{I_{enero\ 2006}}) - 1$	Importe revisión precios (€)
mar-07	120.000	101,282	0,032383671	3.886,04
abr-07	110.000	102,681	0,046643902	5.130,83
jun-07	100.000	103,152	0,05144488	5.144,49
			<b>Total</b>	<b>14.161,36</b>

**El importe total a cobrar en la liquidación en concepto de revisión de precios será de 14.161,36 €.**



**COLEGIO DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

C/ Almagro, 42 3ª pta  
(28010) MADRID

*Servicio de Empleo Nacional*

---

## **Enunciados de Carreteras**

**Convocatoria: 2007**

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



## **CUARTO EJERCICIO (15 de noviembre de 2007)**

### **PROBLEMA Nº 3**

La empresa Autovías, S.A. es adjudicataria de la construcción de un tramo de autovía que incluye un viaducto sobre el río Alfa.

El río discurre por una terraza de unos 40 m de anchura, que, en la zona donde cruza la autovía, es sensiblemente rectilínea, con una pendiente media de 0,3%. El fondo de la terraza está ocupado por vegetación de tipo herbáceo, de unos 30 cm de altura. Los extremos de la terraza son casi verticales, de manera que se puede considerar que el cauce de aguas altas tiene sección aproximadamente rectangular. El cauce de aguas bajas, de capacidad hidráulica despreciable, discurre serpenteando por el centro de la terraza. El tramo ha sido deslindeado recientemente, quedando delimitada la zona de dominio público hidráulico en una franja de 20 m de anchura, ocupando la zona central de la terraza.

A unos 600 m aguas abajo del punto previsto de cruce hay un azud de 3 m de altura que permite la derivación de agua para la toma de una acequia de riego. El azud dispone de un vertedero frontal de perfil Creager que ocupa los 40 m de ancho de la terraza. A 100 m aguas arriba del punto de cruce hay unos terrenos urbanizados, situados a 4 m por encima del fondo de la terraza.

El estudio hidrológico del proyecto, que puede darse por bueno, ha estimado el caudal de 500 años de periodo de retorno en  $600 \text{ m}^3/\text{s}$ , y el de 50 años en  $370 \text{ m}^3/\text{s}$ , ambos obtenidos mediante un ajuste a la ley de Gumbel de los caudales máximos anuales observados en una estación de aforo próxima.

La solución del proyecto adjudicado para el cruce de la autovía con el río consiste en la ejecución de un viaducto de vigas de canto variable hormigonadas in situ, con un único vano de 32 m de luz. En su Plan de Obra, el contratista propone el siguiente proceso constructivo: se ejecutarán en primer lugar los dos estribos de aproximación, ocupando cada uno de ellos 4 m de la sección libre del cauce de aguas altas del río. El hormigonado de las vigas se ejecutará utilizando una cimbra cuajada que se apoyará sobre un terraplén provisional, que ocupará el resto de la sección libre del río, a excepción de los 10 m centrales. El terraplén se construirá hasta una cota 4 m superior a la del fondo del cauce de aguas altas. La cimbra deja un gálibo libre de 4 m sobre el fondo del cauce de aguas altas en los 10 m centrales.

El contratista argumenta que esta solución resulta muy difícil de ejecutar y estará expuesta al riesgo de inundación durante el periodo de ejecución, que se estima en 12 meses. Por este motivo, propone una solución alternativa que consiste en la ejecución de un viaducto de vigas prefabricadas con un único vano de 22 m de luz. Los estribos de aproximación ocuparán cada uno 9 m de la sección libre del río. Las





vigas se podrán lanzar desde los estribos sin necesidad de ocupar espacio en el dominio público hidráulico.

El Director de Obra ha requerido de la Comisaría de Aguas competente la emisión de un informe sobre la propuesta del contratista, indicando que la Dirección General de Carreteras pretende que la sobreelevación de lámina de agua en los terrenos urbanizados no supere los 5 cm para la avenida de 500 años de periodo de retorno, y que las instalaciones provisionales de obra tengan capacidad para evacuar con seguridad la avenida de 10 años de periodo de retorno.

Finalmente, una vez recibido el informe solicitado y teniendo en cuenta además otras consideraciones (plazo, coste, etc.), la Dirección General de Carreteras decide mantener la solución adoptada en proyecto.

Durante la ejecución de las obras se produce una crecida de  $185 \text{ m}^3/\text{s}$  en el río, que destruye parcialmente la cimbra de hormigonado. El contratista reclama de la Administración una compensación por los daños sufridos, argumentando que han sido motivados por causa de fuerza mayor y que él ha ejecutado las instalaciones provisionales previstas en su Plan de Obra que fue aceptado por el Director de Obra. La Dirección General de Carreteras, por el contrario, argumenta que el periodo de retorno estimado de la crecida es únicamente de 8 años, por lo que no ha lugar compensación por daños excepcionales (fuerza mayor).

#### **SE PIDE:**

1. Redacte un informe similar al que elaboraría la Comisaría de Aguas sobre la propuesta del contratista, incluyendo los siguientes aspectos:

- Funcionamiento hidráulico de ambas soluciones.
- Capacidad hidráulica de cada solución e incremento de nivel de agua originado a la altura de los terrenos urbanizados.
- Aspectos relativos a la seguridad durante la ejecución de las obras.
- Aspectos relativos a la ocupación del dominio público hidráulico.
- Propuesta de la solución más adecuada.

2. Describa sucintamente la tramitación que debe realizar el contratista para poder ejecutar en el dominio público hidráulico las obras descritas, indicando si debe abonar un canon por ello y cuál sería su cuantía.

3. Redacte un informe similar al que realizaría la Dirección de Obra sobre la reclamación de daños que solicita el contratista, incluyendo los siguientes aspectos:

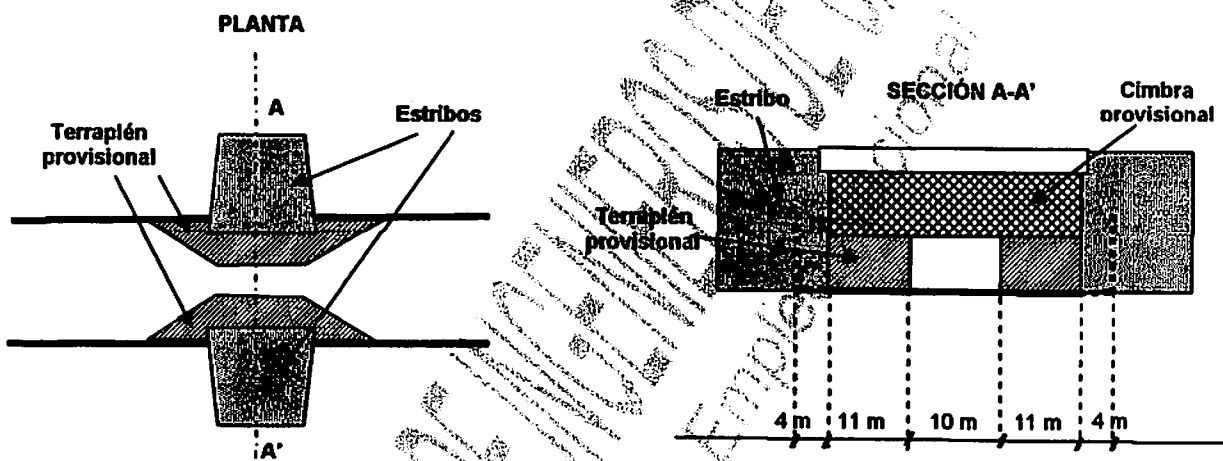
- Periodo de retorno estimado de la crecida en el río.
- Motivo, a su juicio, por el que se ha producido la ruina de la instalación provisional de obra.



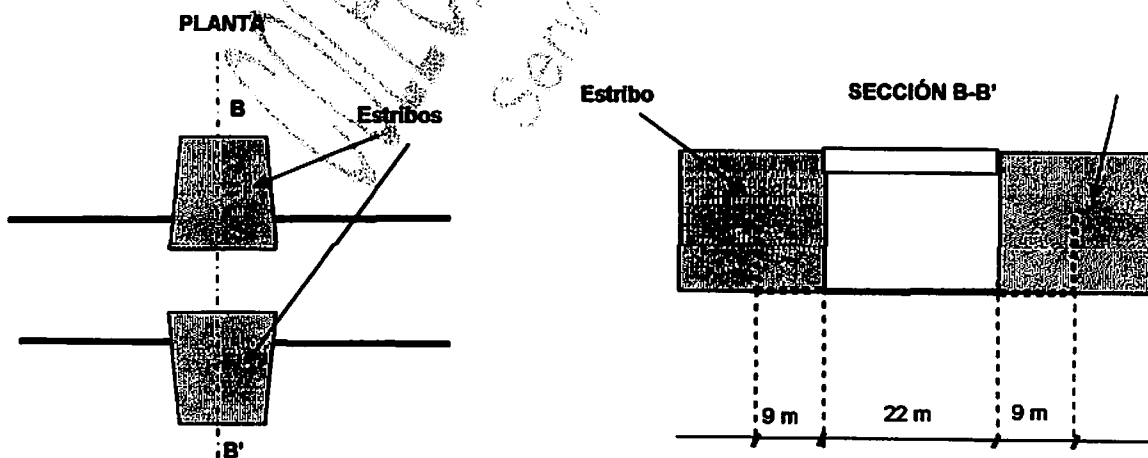
- o Conclusión, en su caso, sobre si los daños han sido debidos a cálculos incorrectos en proyecto o a una organización inadecuada de las instalaciones de obra.

4. Suponga, independientemente de lo concluido en el apartado anterior, que el contratista entiende que tiene derecho a la indemnización que reclama. Describa sucintamente la tramitación que debe seguirse para abonarla.

### SOLUCION DEL PROYECTO



### SOLUCION PROPUESTA POR EL CONTRATISTA



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional

## ESQUEMA DE SOLUCIÓN

### Informe sobre propuesta

Se debe analizar en primer lugar la capacidad hidráulica de las dos soluciones propuestas para evacuar la avenida de 500 años de periodo de retorno.

Se calcula inicialmente el calado de régimen uniforme y el calado crítico en el cauce de avenidas.

$$S = by = 40y$$
$$P = b + 2y = 40 + 2y$$
$$Q = \frac{S^{5/3} \sqrt{I_0}}{P^{2/3} n} = \frac{(40y)^{5/3} \sqrt{0,003}}{(40 + 2y)^{2/3} 0,040} = 600 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Resolviendo, resulta  $y_{01} = 4,56 \text{ m}$

$$\text{El calado crítico es: } y_{c1} = \sqrt[3]{\frac{(Q/b)^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(600/40)^2}{g}} = 2,84 \text{ m}$$

Resulta pendiente suave, por lo que el azud de riego producirá un remanso que afectará la cota de lámina de agua en el entorno del viaducto (desde el punto de vista hidráulico es incorrecto suponer régimen uniforme).

Como la pendiente es suave, el régimen será lento, por lo que la capacidad hidráulica vendrá determinada por la energía específica disponible para superar el estrechamiento originado por los estribos. Se calcula la curva de remanso hasta el extremo de aguas abajo del viaducto y se obtiene la energía específica correspondiente a ese calado. El cálculo de la curva de remanso puede ser aproximado.

En el azud, el calado es 3 m más el calado vertiente sobre el vertedero, que se calcula por la expresión:

$$h = \left( \frac{Q}{c_d L_u} \right)^{2/3} = \left( \frac{600}{2,1 \cdot 40} \right)^{2/3} = 3,71 \text{ m}$$

El cálculo de la curva de remanso se hace en esta tabla:

y	y+v2/2g	I	$\Delta(y+v2/2g)$	$(I1+I2)/2$	$\Delta x$	x
6.71	6.96371	0.00093				0
6.5	6.77143	0.00102	0.192	0.0009759	95.00	95.0
6	6.31855	0.00130	0.453	0.0011618	246.37	341.4
5.5	5.87910	0.00169	0.439	0.0014980	292.58	633.9
5	5.45872	0.00227	0.420	0.0019813	412.67	1046.6

Interpolando, para una distancia de 600 m, se obtiene un calado de 5,56 m, al que corresponde una velocidad de 2,70 m/s y una energía específica de 5,93 m.

En este caso también sería admisible una integración rápida de la curva de remanso, en un solo paso, planteando la ecuación de Bernoulli entre el viaducto y el azud:

Se compara esa energía específica con la energía específica crítica en la sección de máximo estrechamiento, y con ello se determina si se puede superar el estrechamiento.

En la solución de proyecto, el ancho libre que queda es de 32 m, por lo que la energía específica mínima necesaria es:

$$H_{\min}^0 = \frac{3}{2} y_c = \frac{3}{2} \left( \frac{(Q/b)^2}{g} \right)^{1/3} = \frac{3}{2} \left( \frac{(600/32)^2}{9,8} \right)^{1/3} = 4,95m$$

Esta solución es factible, ya que la energía específica disponible es superior a la crítica.

En la solución alternativa, el ancho libre que queda es de 22 m, por lo que la energía específica mínima necesaria es:

$$H_{\min}^0 = \frac{3}{2} y_c = \frac{3}{2} \left( \frac{(Q/b)^2}{g} \right)^{1/3} = \frac{3}{2} \left( \frac{(600/22)^2}{9,8} \right)^{1/3} = 6,35m$$

Como esta energía específica es superior a la disponible, la sección no tiene capacidad, y se produciría un cambio a régimen rápido y el correspondiente resalto hidráulico, lo que se considera inadmisibles por los problemas de erosión que ocasionaría. Esta solución debe ser rechazada categóricamente.

La afección aguas arriba se estima en función de la pérdida de carga localizada al pasar el puente. Lo más sencillo es suponer una pérdida en el estrechamiento y ensanchamiento originados por los estribos. Esta pérdida es equivalente a la sobreelevación en la zona de afección, ya que ésta se encuentra lo suficientemente próxima al viaducto como para poder despreciar los efectos del remanso.

Calculamos en primer lugar el calado en el estrechamiento, aplicando la igualdad de energías específicas:

$$H_0 = y_e + \frac{v^2}{2g} = y_e + \frac{Q^2}{2g(by_e)^2} = y_e + \frac{600^2}{2g(40y_e)^2} = 5,93m$$

Resolviendo la ecuación, se obtiene un calado en el estrechamiento de  $y_e=5,29$  m, que corresponde a una velocidad de 3,55 m/s.

Se puede suponer que la pérdida de carga en el viaducto sería proporcional a la variación de energía cinética:  $\Delta H = K_e \frac{(v_e - v)^2}{2g}$ , donde  $K_e$  es un coeficiente.

El valor de  $K_e$  dependería de la forma de los estribos, pero puede suponerse del orden de 0,3 para el estrechamiento y 0,6 para el ensanchamiento. En conjunto, la pérdida de carga total sería:

$$\Delta H = K_e \frac{(v_e - v)^2}{2g} = (0,3 + 0,6) \frac{(3,55 - 2,79)^2}{2g} = 0,033m$$

La pérdida es, por tanto, inferior a los 5 cm que admite la DGC.

La seguridad durante las obras se analiza de manera similar al estrechamiento del puente, pero con la avenida de 10 años de periodo de retorno. En el informe bastaría con mencionar que la solución alternativa propuesta sería más segura y no necesitaría ocupación del dominio público hidráulico, pero es rechazable porque no tiene capacidad hidráulica.

Si se resuelve, se comprueba que en la solución de proyecto se produciría resalto para la avenida de 10 años, por lo que debería especificarse en el informe que se debe incrementar la luz libre de la cimbra.

La avenida de 10 años se determina a partir de los datos disponibles. Si los caudales de avenida están tomados de la distribución de Gumbel, ambos cumplen:

$$p = 1 - \left[ \exp \left[ - \exp \left( \frac{x - \alpha}{\beta} \right) \right] \right]$$

Donde  $p$  es la probabilidad de excedencia (igual a  $1/T$ ),  $x$  es el valor del caudal y  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros de la distribución. Para determinarlos se plantea el sistema:

$$\frac{1}{500} = 1 - \left[ \exp \left[ - \exp \left( \frac{600 - \alpha}{\beta} \right) \right] \right] ; \quad \frac{1}{50} = 1 - \left[ \exp \left[ - \exp \left( \frac{370 - \alpha}{\beta} \right) \right] \right]$$

Resolviéndolo, se obtiene.  $\alpha = -18,22$  y  $\beta = -99,50$

El caudal correspondiente a 10 años de periodo de retorno es:

$$Q_{10} = \alpha + \beta \left[ \ln \left[ - \ln \left( 1 - \frac{1}{10} \right) \right] \right] = -18,22 - 99,50 \left[ \ln \left[ - \ln \left( 1 - \frac{1}{10} \right) \right] \right] = 205,68 m^3 / s$$

Repitiendo los cálculos anteriores, se obtiene:  
Calado vertiente en el azud:

$$h = \left( \frac{Q}{c_d L_v} \right)^{2/3} = \left( \frac{205,68}{2,1.40} \right)^{2/3} = 1,82m$$

El cálculo de la curva de remanso se hace en esta tabla:

y	y+v2/2g	l	$\Delta(y+v2/2g)$	$(l1+l2)/2$	$\Delta x$	x
4.82	4.87473	0.00030				0
4.5	4.56655	0.00037	0.308	0.0003337	115.59	115.6
4	4.08422	0.00053	0.482	0.0004498	189.13	304.7
3.5	3.61001	0.00081	0.474	0.0006684	203.38	508.1
3	3.14973	0.00131	0.460	0.0010573	236.93	745.0

Interpolando, para una distancia de 600 m, se obtiene un calado de 3,30 m, al que corresponde una velocidad de 1,56 m/s y una energía específica de 3,43 m.

En la instalación de obra, el ancho libre que queda es de 10 m, por lo que la energía específica mínima necesaria es:

$$H_{\min}^0 = \frac{3}{2} y_c = \frac{3}{2} \left( \frac{(Q/b)^2}{g} \right)^{1/3} = \frac{3}{2} \left( \frac{(205,68/10)^2}{9,8} \right)^{1/3} = 5,26m$$

Por tanto, la instalación provisional de obra propuesta por el contratista no tiene capacidad hidráulica.

El ancho mínimo que debe dejarse para que pueda circular la avenida de 10 años de periodo de retorno sin que se produzca cambio de régimen es:

$$b_{\min} = \frac{Q}{\sqrt{g \left( \frac{2}{3} H^0 \right)^3}} = \frac{205,68}{\sqrt{g \left( \frac{2}{3} 3,43 \right)^3}} = 19m$$

### Ocupación del Dominio Público

La ocupación del dph requiere de la previa autorización del Organismo de cuenca, según se establece en los artículos 51.c y 126 del Reglamento del DPH (RD 849/1986, de 11 de abril)

La tramitación a seguir viene descrita en los artículos 52 a 54 del mismo texto. Resumidamente es:

- Presentación de la documentación (por parte del contratista, en este caso) en el Organismo de cuenca (la que indica en el artículo 126.b)
- Información pública
- Resolución de la Administración en un determinado plazo.

Según establece el artículo 54 del mismo Reglamento, las autorizaciones estarán sujetas al pago del canon de ocupación de los terrenos de dp establecido en el artículo 112 del TRLA y 284 del RDPH.

**Artículo 112. Canon de utilización de los bienes del dominio público hidráulico.**

1. La ocupación, utilización y aprovechamiento de los bienes del dominio público hidráulico incluidos en los párrafos b) y c) del artículo 2 de la presente Ley, que requieran concesión o autorización administrativa, devengarán a favor del Organismo de cuenca competente una tasa denominada canon de utilización de bienes del dominio público hidráulico, destinada a la protección y mejora de dicho dominio. Los concesionarios de aguas estarán exentos del pago del canon por la ocupación o utilización de los terrenos de dominio público necesarios para llevar a cabo la concesión.

2. El devengo de la tasa se producirá con el otorgamiento inicial y el mantenimiento anual de la concesión o autorización y será exigible en la cuantía que corresponda y en los plazos que se señalen en las condiciones de dicha concesión o autorización.

3. Serán sujetos pasivos del canon los concesionarios o personas autorizadas o, en su caso, quienes se subroguen en lugar de aquéllas.

4. La base imponible de la exacción se determinará por el Organismo de cuenca según los siguientes supuestos:

- a) En el caso de ocupación de terrenos del dominio público hidráulico, por el valor del terreno ocupado tomando como referencia el valor de mercado de los terrenos contiguos.

- b) En el caso de utilización del dominio público hidráulico, por el valor de dicha utilización o del beneficio obtenido con la misma.

- c) En el caso de aprovechamiento de bienes del dominio público hidráulico, por el valor de los materiales consumidos o la utilidad que reporte dicho aprovechamiento.

5. El tipo de gravamen anual será del 5 por 100 en los supuestos previstos en los párrafos a) y b) del apartado anterior, y del 100 por 100 en el supuesto del párrafo c), que se aplicarán sobre el valor de la base imponible resultante en cada caso.

6. En el supuesto de cuencas intercomunitarias este canon será recaudado por el Organismo de cuenca o bien por la Administración Tributaria del Estado, en virtud de convenio con aquél. En este segundo caso la Agencia Estatal de la Administración Tributaria recibirá del Organismo de cuenca los datos y censos pertinentes que faciliten su gestión, e informará periódicamente a éste en la forma que se determine por vía reglamentaria. El canon recaudado será puesto a disposición del Organismo de cuenca correspondiente.

**CAPITULO PRIMERO. CANON DE OCUPACION. Art. 284. del RDPH**

1. La ocupación o utilización que requiera autorización o concesión de los bienes del dominio público hidráulico en los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas, y en los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses superficiales en cauces públicos, se gravará con un canon destinado a la protección y mejora de dicho dominio, cuya aplicación se hará pública por el Organismo de cuenca. Los concesionarios de aguas estarán exentos del pago del canon por la ocupación o utilización de los terrenos de dominio público necesarios para llevar a cabo la concesión (Art. 104.1 de la LA, se corresponde con el actual artículo 112.1 del Texto Refundido de la Ley de Aguas).

2. La base imponible de esta exacción será el valor del bien utilizado, teniendo en cuenta el rendimiento que reporte. El tipo de gravamen anual será el 4 por 100 sobre el valor de la base imponible (Art. 104.2 de la LA, se corresponde con el actual artículo 112.2, 3, 4 y 5 del Texto Refundido de la Ley de Aguas).

3. Este canon será gestionado y recaudado, en nombre del Estado, por los Organismos de cuenca, quienes informarán al Ministerio de Economía y Hacienda periódicamente en la forma que el mismo determine (Art. 104.3 de la LA, se corresponde con el actual artículo 112.6 del Texto Refundido de la Ley de Aguas).

Base imponible:

➤ Valor de los suelos colindantes: 5 €/M<sup>2</sup> (o cualquier otro valor, hay mucha disparidad)

Superficie ocupada de dph: 20 x 30 M<sup>2</sup>

Gravamen: 5 % s/(20\*30\*5)= 150 €/año



## Informe sobre daños

Si se ha resuelto correctamente el primer apartado, la parte correspondiente a los daños es sencilla, ya que debe determinarse el periodo de retorno de la avenida y explicar que los daños se han producido por la incapacidad hidráulica de la instalación de obra.

El periodo de retorno se calcula aplicando la distribución de Gumbel

$$p = 1 - \left[ \exp \left[ - \exp \left( \frac{x - \alpha}{\beta} \right) \right] \right] = 1 - \left[ \exp \left[ - \exp \left( \frac{185 + 18,22}{-99,46} \right) \right] \right] = 0,122$$

Resulta un periodo de retorno  $T = 1/p = 8,22$  años, inferior a los 10 para los que los daños se consideran excepcionales.

La explicación de los daños, para el caudal de  $185 \text{ m}^3/\text{s}$  es:  
Calado vertiente en el azud:

$$h = \left( \frac{Q}{c_d L_u} \right)^{2/3} = \left( \frac{185}{2,1 \cdot 40} \right)^{2/3} = 1,69 \text{ m}$$

El cálculo de la curva de remanso se hace en esta tabla:

y	$y+v^2/2g$	T	$\Delta(y+v^2/2g)$	$(I_1+I_2)/2$	$\Delta x$	x
4.69	4.74227	0.00028				0
4.5	4.55384	0.00030	0.188	0.0002801	69.28	69.3
4	4.06814	0.00043	0.486	0.0003639	184.25	253.5
3.5	3.58900	0.00065	0.479	0.0005407	194.83	448.4
3	3.12114	0.00108	0.465	0.0008554	218.16	666.5

Interpolando, para una distancia de 600 m, se obtiene un calado de 3,15 m, al que corresponde una energía específica de 3,26 m.

Como la energía específica mínima necesaria es 5,26 m, la instalación provisional de obra ejecutada por el contratista no tenía capacidad para evacuar la avenida de  $185 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## Pago de daños

(En cuanto a quién debe pagar los daños, no estoy seguro. Lo más sencillo es poner un periodo de retorno superior al mínimo establecido por la Dirección de Obra. )

El artículo 143 del TRLCAP establece que "Durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía, el contratista es responsable de los defectos que en la construcción puedan advertirse."

Asimismo, el artículo 144 del TRLCAP indica qué casos se consideran de fuerza mayor:

**Artículo 144. Fuerza mayor.**

1. En casos de fuerza mayor y siempre que no exista actuación imprudente por parte del contratista, éste tendrá derecho a una indemnización por los daños y perjuicios que se le hubieren producido.

2. Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes:

- a) Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- b) Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- c) Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

La avenida sufrida en el punto de la obra no puede considerarse un daño causado por fuerza mayor por lo que se considera que el contratista no tiene derecho a percibir la indemnización que reclama.

En todo caso, la tramitación a seguir para pagar la reclamación, en caso de que fuera procedente se establece en el artículo 146 del RGLC

**Artículo 146. Procedimiento en casos de fuerza mayor.**

1. El contratista que estime que concurre la aplicación de alguno de los casos de fuerza mayor enumerados en el artículo 144.2 de la Ley presentará la oportuna comunicación al director de la obra en el plazo de veinte días contados desde la fecha final del acontecimiento, manifestando los fundamentos en que se apoya, los medios que haya empleado para contrarrestar sus efectos y la naturaleza, entidad e importe estimado de los daños sufridos.

2. El director de la obra comprobará seguidamente sobre el terreno la realidad de los hechos, y previa toma de los datos necesarios y de las informaciones pertinentes, procederá a la valoración de los daños causados, efectuando propuesta sobre la existencia de la causa alegada, de su relación con los perjuicios ocasionados y, en definitiva, sobre la procedencia o no de indemnización.

3. La resolución del expediente corresponderá al órgano de contratación, previa audiencia del contratista e informe de la Asesoría Jurídica.

Otros artículos relacionados:

97 del TRLCAP y 97 del RCAP

En la tramitación del expediente para indemnización por daños de fuerza mayor se recaba informe del Consejo de Estado y, previamente a éste, informe del Consejo de Obras Públicas.

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



**COLEGIO DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

C/ Almagro, 42 3ª pta  
(28010) MADRID

*Servicio de Empleo Nacional*

---

## **Enunciados de Costas**

**Convocatoria: 2007**

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



## **CUARTO EJERCICIO (15 de noviembre de 2007)**

### **PROBLEMA N° 4**

La playa de la Garita, en el término municipal de Telde (Gran Canaria), es una playa encajada al abrigo de la punta de la Mareta.

Urbanísticamente está consolidada, disponiendo de Plan de Ordenación Urbana aprobado con anterioridad a la promulgación de la Ley 22/1988.

El tramo de costa tiene el deslinde aprobado, cuya línea se refleja en el plano n° 1.

Una promotora ha adquirido las edificaciones marcadas con las letras A y B del plano n° 1 (bordeado de +- negro) para desarrollar un complejo turístico cuya planta se refleja en el plano n° 2 (+- rojo).

Este proyecto incluye un dique al sur de la Punta de la Mareta para modificar la planta de la playa, ampliando la zona seca próxima a sus solares y en lo posible estabilizar el resto de la playa.

Del expediente total se han segregado los documentos de:

- Cartografía e información general
- Clima marítimo
- Dique de apoyo de la playa
- Nuevos perfiles y equilibrio de la playa
- Nuevos aprovechamientos del suelo

Se pide, razonando y justificando las propuestas:

- Emitir un informe sobre aquellos puntos, ya sean de naturaleza técnica, urbanística, administrativa o legal, que deban completarse o modificarse para que el informe de la concesión administrativa pueda ser favorable. El informe deberá considerar al menos los siguientes puntos:
  - a) Idoneidad de la aplicación del clima marítimo empleado.
  - b) Idoneidad de la solución de estabilización de la playa.
  - c) Forma de la playa en planta y perfil. Plano 2, +- verde.
  - d) Estabilidad del dique completo y en sus fases constructivas.



- Definir gráficamente las zonas ocupadas por las obras solicitadas y que deban ser objeto de concesión, autorización o solo informe.
- Indicar si existe alguna materia en el proceso que no sea competencia de la Dirección General de Costas y por tanto debe tramitarse por otra vía, o con carácter previo.

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL  
Servicio de Empleo Nacional

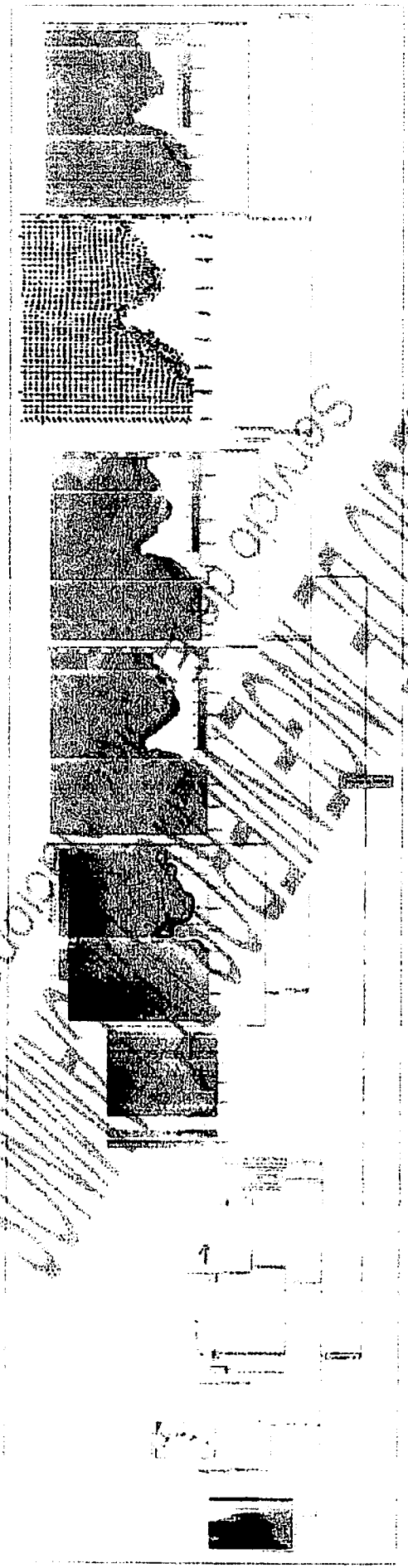
# Datos de Partida

---

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



SECRET



1	Clima Marítimo .....	4
1.1	Enclave.....	4
1.1.1	Palma de Gran Canarias, Costa oeste.....	4
1.2	Fuentes de información.....	4
1.2.1	Institución-Empresa.....	4
1.2.2	Detalles .....	4
1.3	Régimen medio.....	4
1.3.1	Distribución conjunta Hs-Tp.....	4
1.3.2	Distribución conjunta Hs-Dirección .....	5
1.3.3	Rosas de oleaje.....	6
	Altura de ola y periodo .....	6
1.4	Valores de cálculo .....	6
1.5	Niveles del Mar .....	6
2	Estudio Hidrodinámico.....	7
2.1	Batimetría.....	7
2.1.1	Playa .....	7
	Sin actuaciones .....	7
	Con dique de abrigo .....	8
2.2	Factores de amplificación del oleaje.....	9
2.2.1	Sin actuaciones.....	9
2.2.2	Con dique de abrigo .....	10
2.3	Frentes de onda .....	11
2.3.1	Sin actuaciones.....	11
2.3.2	Con dique de abrigo .....	11
2.4	Corrientes y transporte potencial.....	11
2.4.1	Sin actuaciones.....	11
2.4.2	Con dique de abrigo .....	12
2.5	Perfil batimétrico .....	12

# 1 Clima Marítimo

## 1.1 Enclave

### 1.1.1 Palma de Gran Canarias, Costa oeste.



## 1.2 Fuentes de información

### 1.2.1 Institución-Empresa Puertos del Estado

#### 1.2.2 Detalles

- Tipo de Fuente:Punto WANA
- Localización:
  - Latitud:28.000º
  - Longitud:-15.250º
- Serie temporal:1995 - 2007

## 1.3 Régimen medio

### 1.3.1 Distribución conjunta Hs-Tp

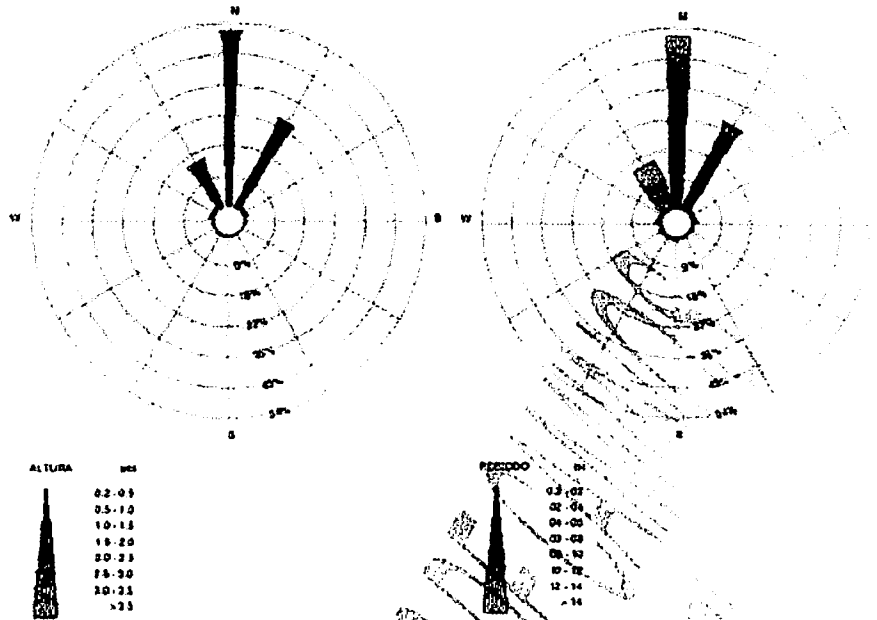
Hs (m)	Hs (m)											Total
	<=1.0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10.0	
<=0.5	---	---	---	---	---	0.352	---	0.078	0.352	---	0.078	0.85
1	---	---	---	0.078	1.173	3.754	2.582	1.447	4.145	2.698	6.648	22.487
1.5	---	---	---	---	0.587	5.319	5.944	4.186	4.186	6.162	18.813	44.036
2	---	---	---	---	---	0.274	2.816	9.324	1.638	0.508	10.559	19.32
2.5	---	---	---	---	---	---	0.156	0.821	1.721	0.548	3.652	3.878
3	---	---	---	---	---	---	---	0.059	0.274	0.665	0.469	3.833
3.5	---	---	---	---	---	---	---	0.039	---	---	0.352	0.391
4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.196	0.196
4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0
5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0
>=5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0
<b>Total</b>	---	---	---	0.078	1.76	9.692	11.498	10.09	12.828	9.386	44.662	%

### 1.3.2 Distribución conjunta Hs-Dirección

Dirección	Hs (m)											Total
	<=0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	>5.0	
N	0	0.41	11.615	2.62	0.41	0.77	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	51.467
30	---	---	0.821	0.821	0.821	0.821	0.821	0.821	0.821	0.821	0.821	29.214
45	---	---	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	1.095
60	---	---	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.43
120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.039
150	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
180	---	---	---	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.196
210	---	---	---	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.548
250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.274
270	---	---	---	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.43
300	---	---	---	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	1.056
330	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	15.252
<b>Total</b>	---	22.487	44.036	19.32	8.878	3.833	0.391	0.196	---	---	---	1

### 1.3.3 Rosas de oleaje

#### Altura de ola y periodo



### 1.4 Valores de cálculo

- Altura de cálculo: 1.5 m
- Periodo de pico: 12 s
- Dirección: 0ºN

### 1.5 Niveles del Mar

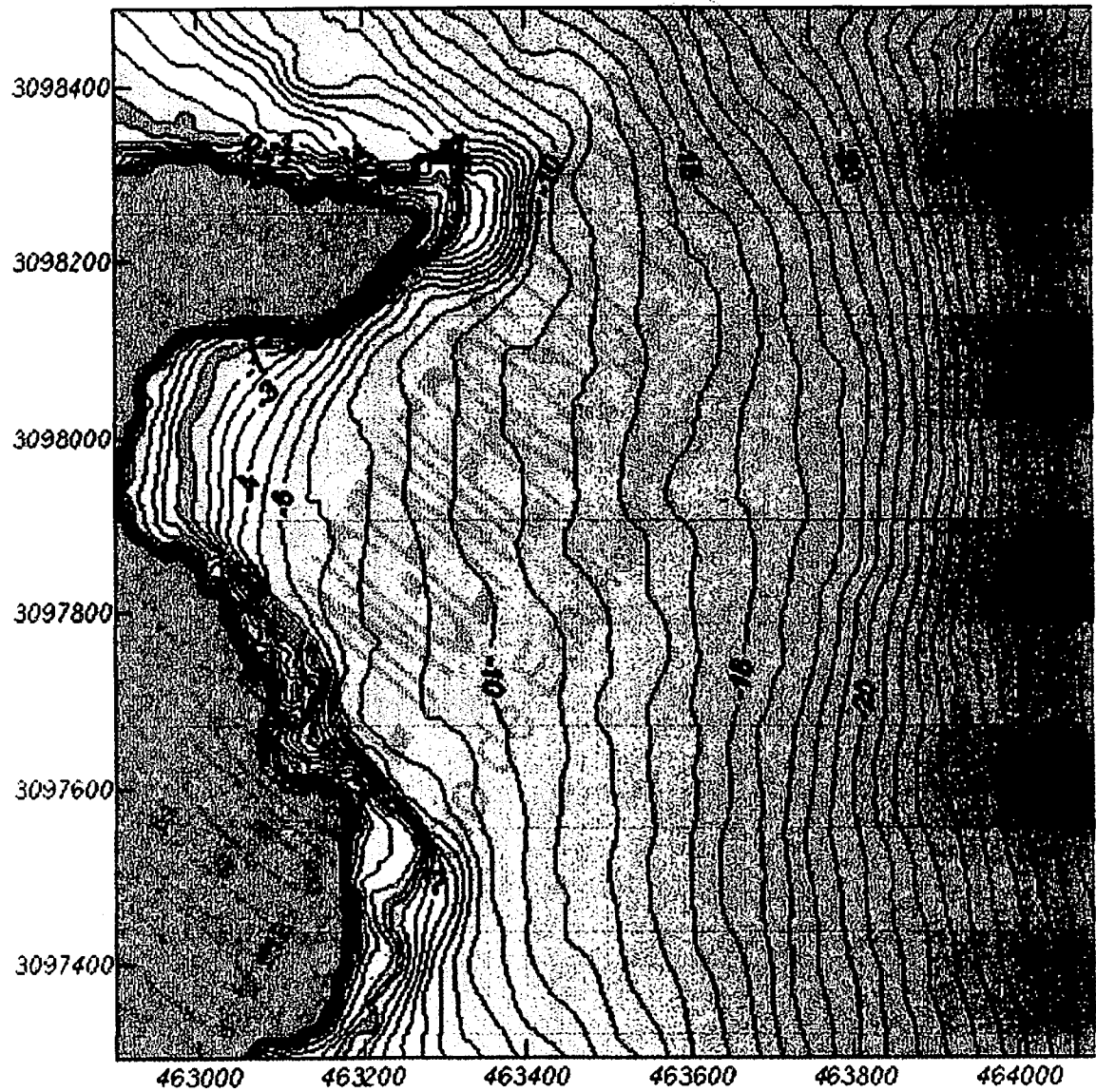
- Carrera de Marea: 2.80 m
- Referencia altimétrica marítima terrestre: Bajamar Viva Equinoccial

## 2 Estudio Hidrodinámico

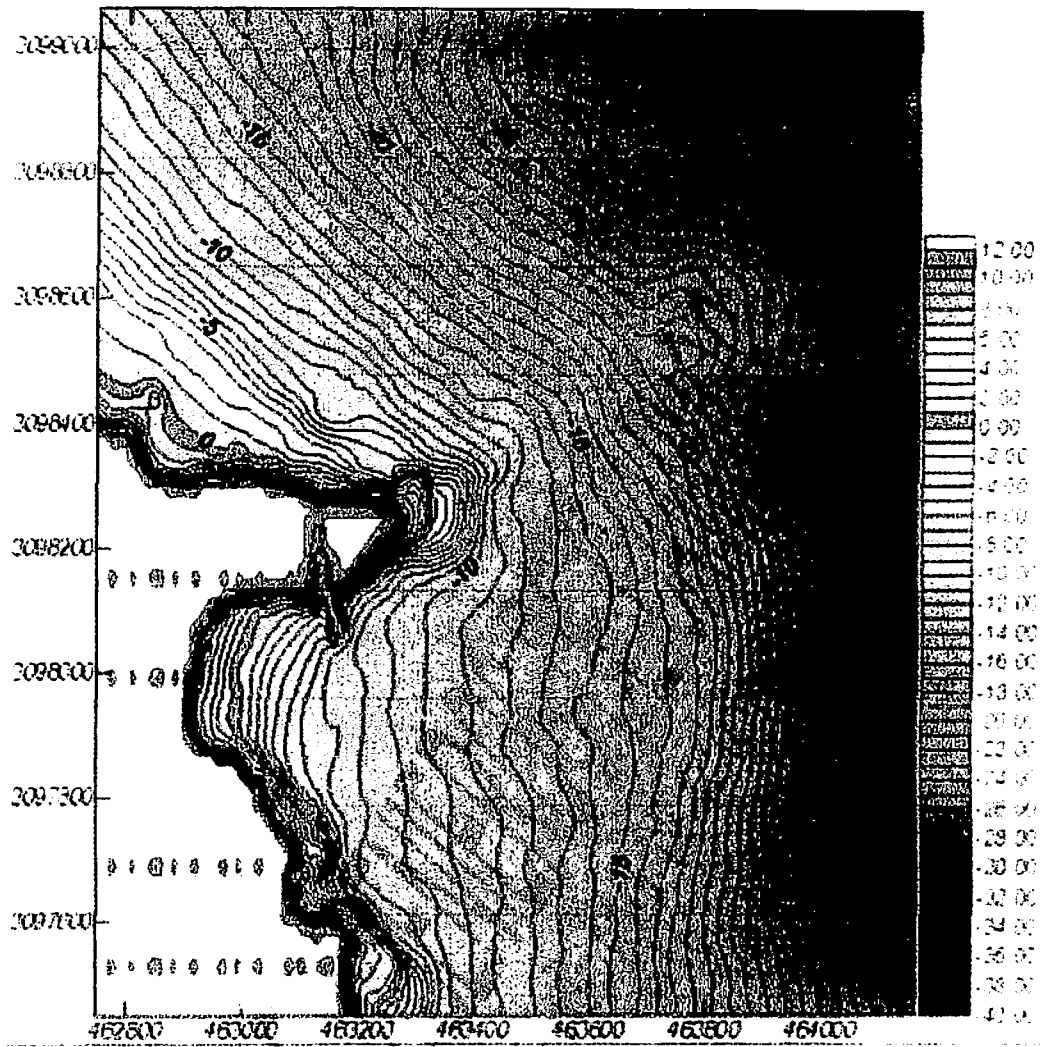
### 2.1 Batimetría

#### 2.1.1 Playa

*Sin actuaciones*

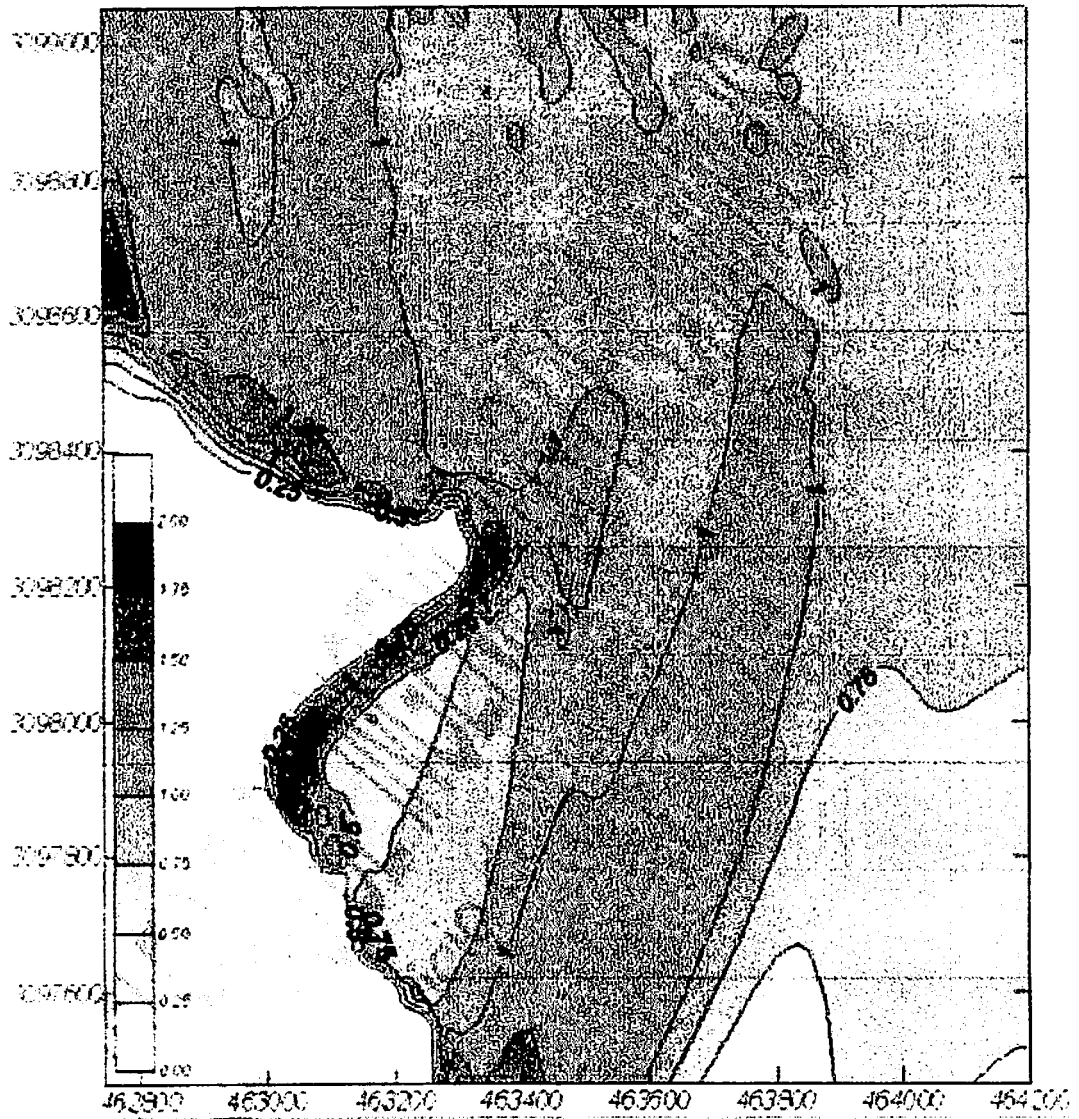


Con dique de abrigo

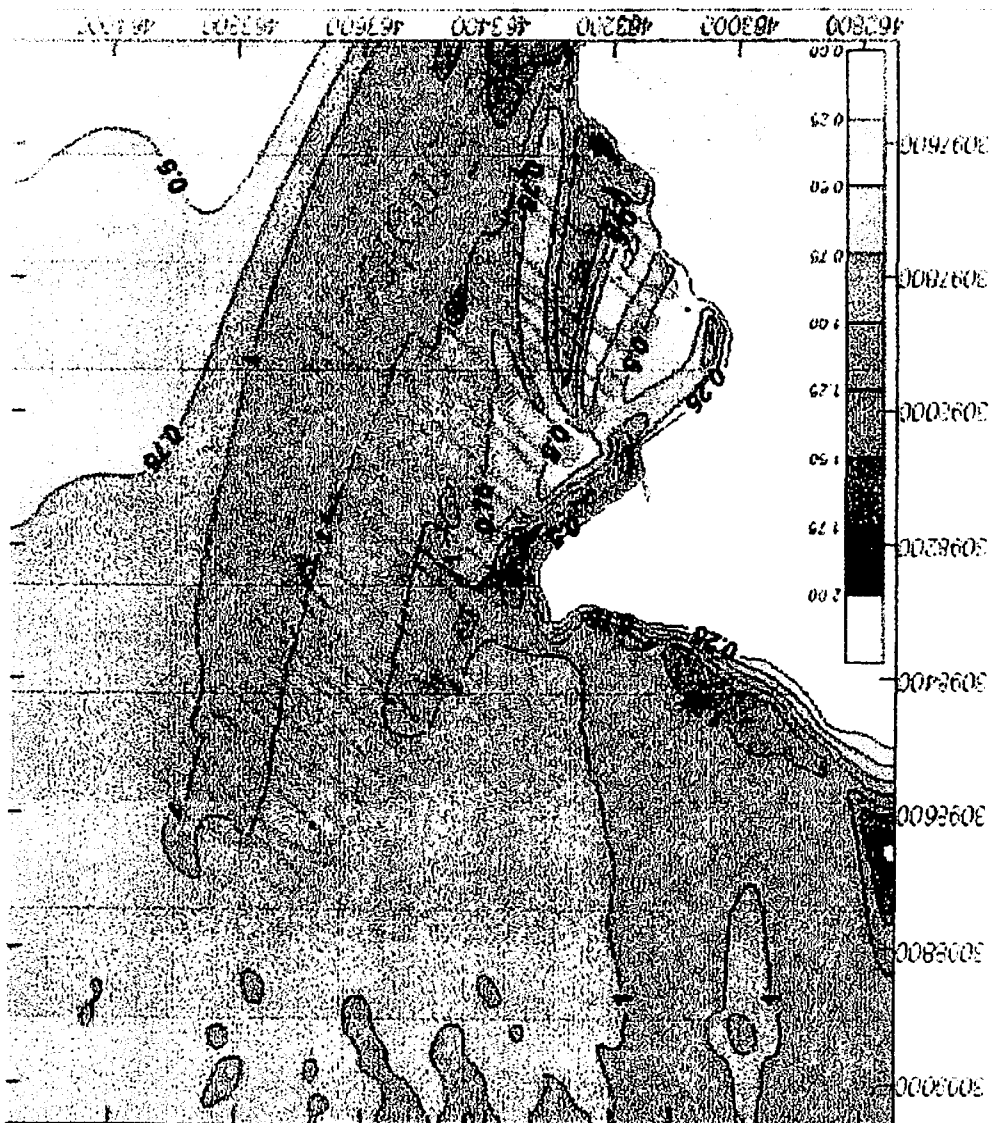


## 2.2 Factores de amplificación del oleaje

### 2.2.1 Sin actuaciones







2.2.2 Con dique de abrigo

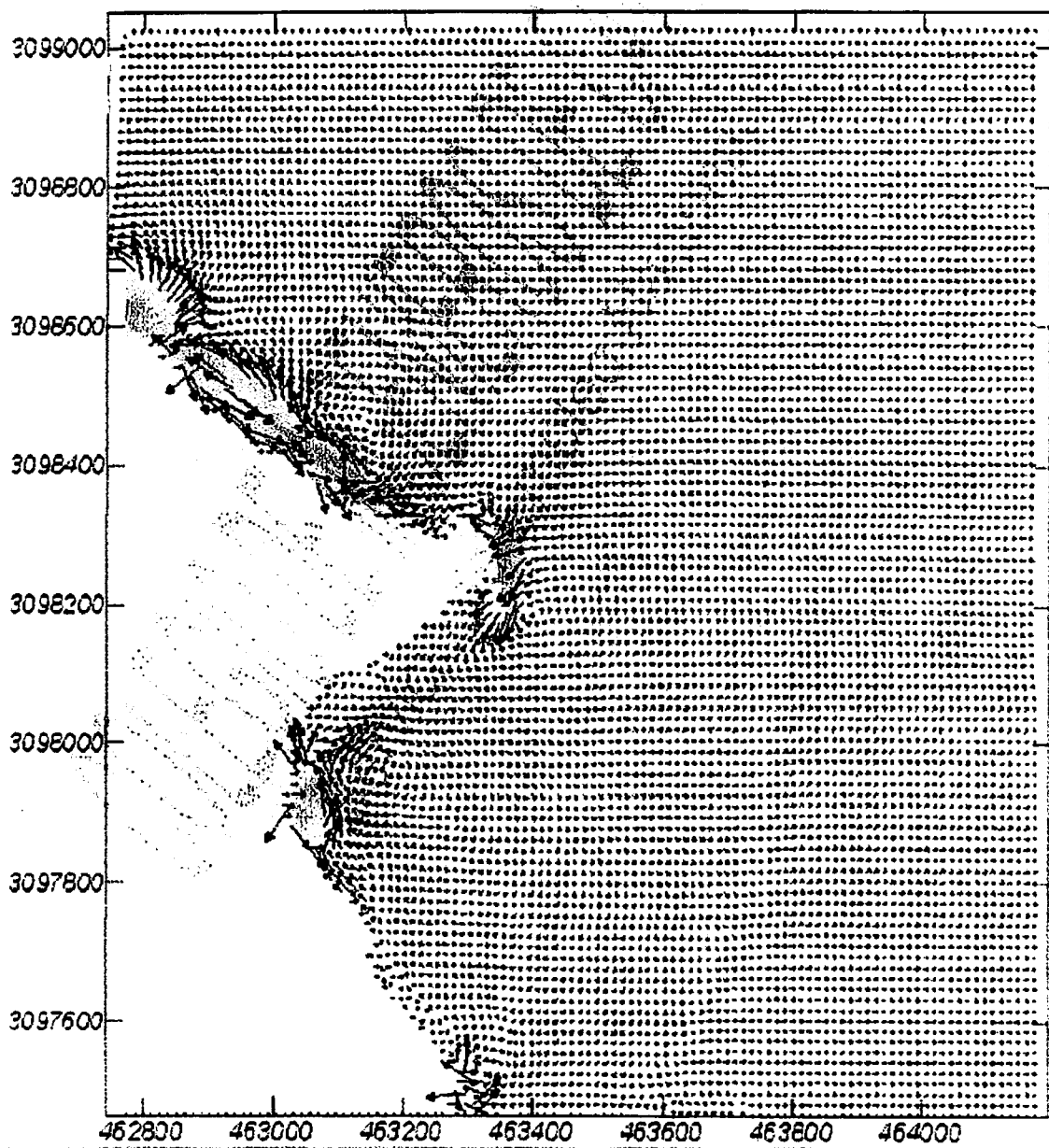
## 2.3 Frentes de onda

### 2.3.1 Sin actuaciones

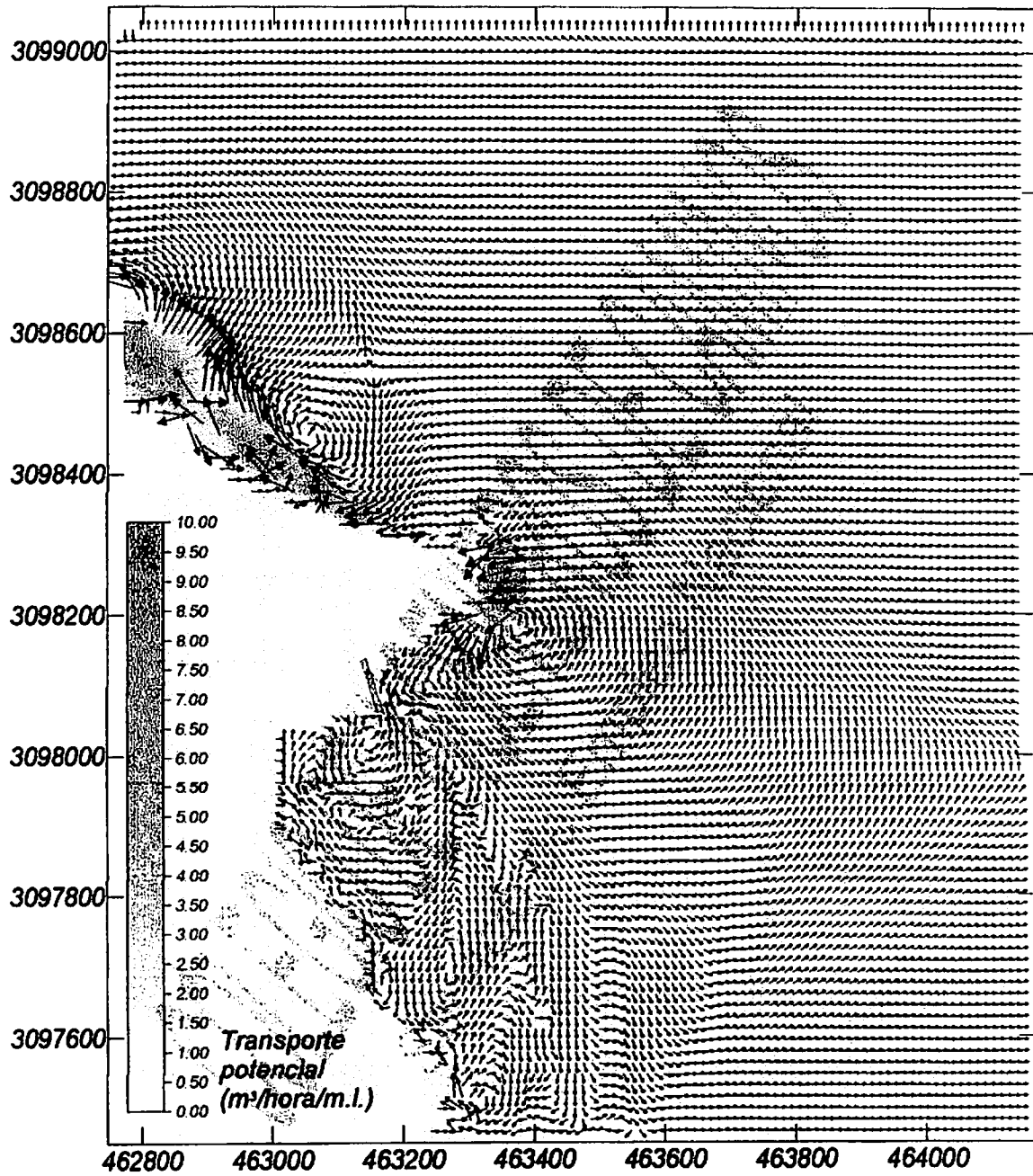
### 2.3.2 Con dique de abrigo

## 2.4 Corrientes y transporte potencial

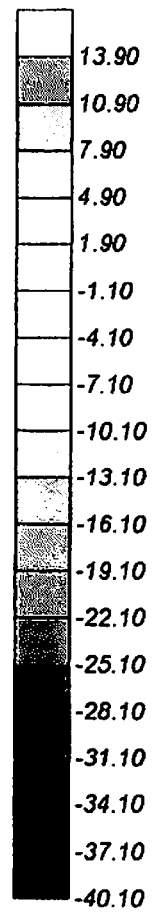
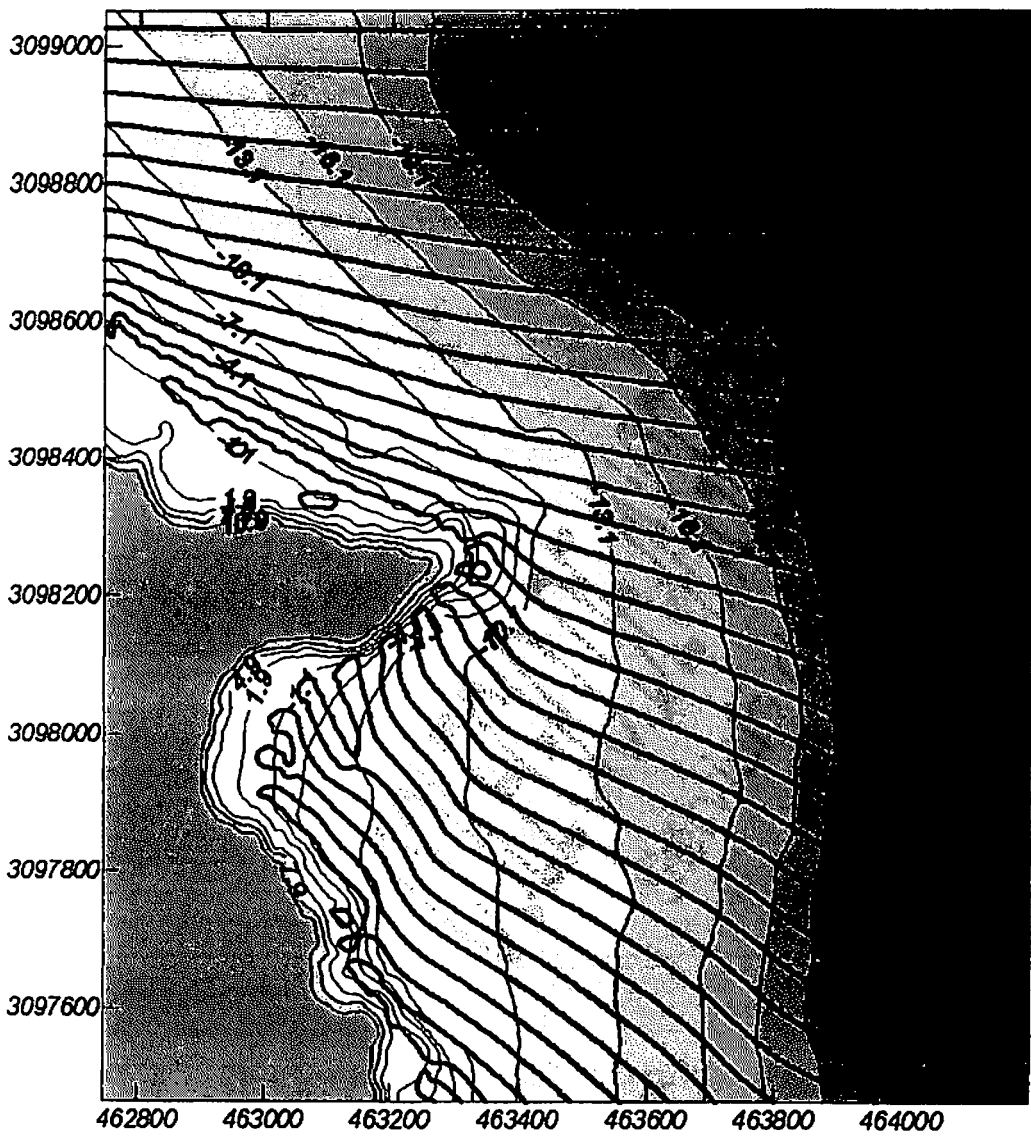
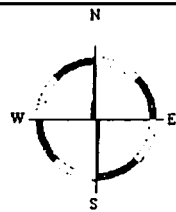
### 2.4.1 Sin actuaciones



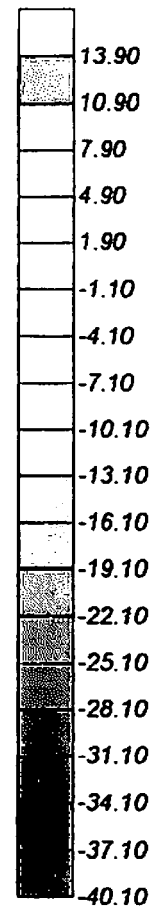
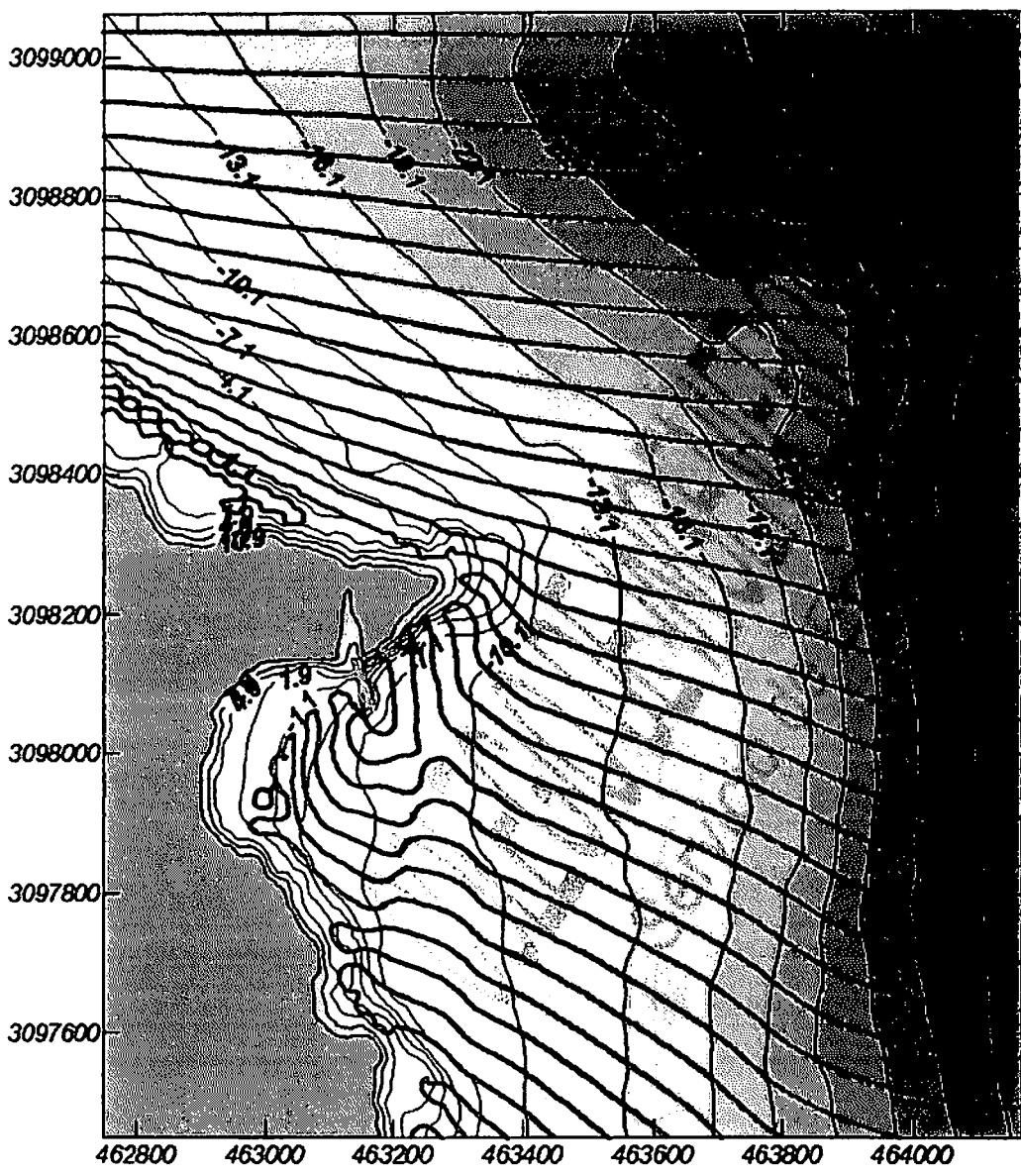
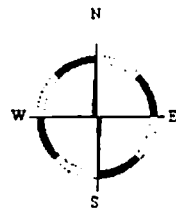
### 2.4.2 Con dique de abrigo



### 2.5 Perfil batimétrico



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMBODIA  
Servicio de Empleo Nacional

## SOLUCION AL PROBLEMA DE COSTAS

- LOS DATOS DE PARTIDA SON CIENTOS Y FIABLES
- LA LINEA DE DESLINDE CORRESPONDE PRACTICAMENTE CON LA LINEA DE PLEAMAR, POR LO QUE HAY QUE DAR POR SENTADO QUE ES EL BORDE DE LA RIBERA DEL MAR. (NO HAY DUNAS).
- LA SOLUCION DE DIQUE COMO ESTABILIZADOR DE LA PLAYA ES IDONEA YA QUE SE COMPROBABA QUE DESAPARECE LA ZONA DE EROSION POTENCIAL AL SUR, Y LOS FRENTES DE ONDA INCIDEN NORMALES A LA COSTA Y NO OBLICUOS COMO SE VEN EN LA FIGURA QUE NO MUESTRA EL DIQUE.
- LA BUNTA DE LA PLAYA MODIFICADA ES CORRECTA (PUEDE COMPROBARSE TRAZANDO LOS RADIOS VECTORES DESDE EL PULO Y MIDiendo EL ANGULO CON LA TANGENTE) PERO NO ASI SU SITUACION RELATIVA, YA QUE SERIA NECESARIA LA APORTACION DE ARENA PARA COMPLETAR EL VOLUMEN (PUEDE DEDUCIRSE DE LA PROPIA PLANTA O DE LOS PERFILES).
- EL RÉGIMEN MEDIO USADO PARA LOS CÁLCULOS ES CORRECTO PARA LA DEFINICION DE LA NUEVA PLANTA, PERO NO PARA EL CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD DEL DIQUE, PARA LO QUE HAY QUE UTILIZAR EL RÉGIMEN EXTREMAL. NO ES NECESARIO LLEGAR A PERIODOS DE RETORNO DE MAS DE 25 AÑOS. SE PUEDEN EMPLEAR VARIAS FORMULAS PARA PASAR DE UNO A OTRO, PERO EN NINGUN CASO  $H_{EXT} < 1,27 H_{MED}$ .



- POR LO ANTERIOR EL PESO DE LOS CANTOS DEL MANTO DEL DIQUE NO SON SUFICIENTEMENTE PESADOS Y POR TANTO TAMPOCO EL ESPESOR DE ESTE. TAMBIEN AFECTA AL FILTRO.
  - LA SECCION DEL DIQUE ES REBASABLE, POR LO QUE AMBAS CARAS SON DE CANTOS DEL MISMO PESO.
  - LAS COTAS A LAS QUE SE CORRAN EL NUCLEO Y SU ANCHURA NO PERMITEN SU EJECUCION NI CON CANAL (POCO CALADO) NI POR CAMION (SUMERGIDO EN PLEAMAR) POR LO QUE HAY QUE CAMBIARLA DEBIDO AL SISTEMA CONSTRUCTIVO, BIEN ENSANZMANDO Y ELEVANDO LA CROWNACION DEL DIQUE O BIEN MANTENIENDO LA SECCION EXTERIOR Y UTILIZAR ESCALLERA DE GRANULOMETRIA CONTINUA.
  - EL MORRO EXIGIRIA PESOS ~~DE~~ MAYORES EN LOS CANTOS, PERO PUEDE COMPENSARSE CON UN TRUPO MAS TENDIDO, QUE ES LO NORMAL Y LO QUE OCURRIRIA CON LA ESCALLERA DE GRANULOMETRIA CONTINUA.
  - LAS OBRAS DEL DIQUE Y PASA SON OBJETO DE CONCESION.
  - LAS OBRAS DEL PASEO MARITIMO SE REALIZAN PARCIALMENTE (TRAMO NORTE) DENTRO DE LA ZONA MARITIMO TERRESTRE, INCLUSO EN LA CARRETERA DE MAREA, POR LO QUE NO DEBEN AUTORIZARSE. SI SE AUTORIZARA SERIAN OBJETO DE CONCESION
-

- AL NO CAMBIAR LAS LÍNEAS DE DESLINDE, (COISA QUE HUBIERA OCURRIDO SI SE AUTORIZA EL PASEO MARÍTIMO) TODA LA PARCELA B QUEDA DENTRO DE LA SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN, INCLUYENDO LOS B.M. DE VIGILANCIA Y POR TANTO LAS OBRAS EN ELLA CONTEMPLADAS DEBEN SER AUTORIZADAS SIEMPRE QUE SUS USOS SEAN COMPATIBLES. ESTOS SOLO LO SON EN EL CASO DE LA PISCINA (SI FUERA PÚBLICA Y NO PRIVADA) Y DEL PARKING, EN NINGÚN CASO DEL EDIFICIO.
- ) AL ESTAR EL DESLINDE APROBADO ANTES DE LA LEY NO ES DE APLICACIÓN EL RESTO DE RESTRICCIONES AL USO DEL SUELO.
- EL EDIFICIO DE LA PARCELA A TIENE UNA PEQUEÑA PARTE DENTRO DE LA SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN PERO PUEDE PASAR DESAPERCIBIDA.
- LA AUTORIZACIONES SOLO PODRÁN Ocurrirse SI EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO, QUE DEBE RECIBIR ) LAS LIMITACIONES DE LA LEY DE COSTAS, ASÍ LO TIENEN PREVISTO.