

Área de Proyectos y Construcción

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HAN DE REGIR EN EL CONTRATO DE SERVICIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "TERCER CARRIL EN LA CARRETERA M-607. TRAMO TRES CANTOS NORTE-VARIANTE SUR DE COLMENAR VIEJO (M-618)"

PRIMERA.- PRESCRIPCIONES GENERALES.

El presente pliego tiene por objeto describir los trabajos y enumerar las materias que han de ser objeto de estudio, definir las condiciones y criterios técnicos que han de servir de base para el mismo y concretar los documentos en cuya realización ha de intervenir el consultor para que el trabajo pueda ser aceptado por la administración.

Se entenderá por el consultor a la parte contratante obligada a ejecutar el proyecto o trabajo.

Se describen igualmente, los documentos e información que la administración pone a disposición del consultor y se establecen las relaciones entre los representantes de ambos en lo referente a aspectos técnicos y seguimiento del contrato.

SEGUNDA.- CARÁCTERÍSTICAS DEL CONTRATO

TIPO: redacción de proyecto de construcción.

TÍTULO: Tercer carril en la carretera M-607. Tramo Tres Cantos norte-variante sur de Colmenar Viejo (M-618).

SITUACIÓN: términos municipales de Tres Cantos y Colmenar Viejo.

El proyecto de construcción para el que se solicita asistencia técnica consiste en la preparación, de acuerdo con lo exigido al respecto por la legislación vigente, de los documentos -memoria y anejos, planos, pliego de prescripciones técnicas particulares y presupuesto, estudio de seguridad y salud-, necesarios para definir detalladamente las obras que han de efectuarse y la forma de realizarlas, precisando las características de los materiales a emplear, así como su procedencia y las especificaciones de las distintas unidades de obra a ejecutar, con el fin de conseguir los resultados óptimos, conjugando los puntos de vista técnico y económico, tanto en la fase de construcción de las obras, como en la de su conservación y explotación.

Los condicionantes básicos del proyecto son los siguientes:

- Longitud aproximada del tramo: 6 kilómetros.
- Tipo de actuación: ampliación de calzada a tres carriles por sentido.
- Enlaces: uno.
- Estructuras: una.
- Presupuesto aproximado: 25.000.000 euros.
- Antecedentes:
 - Proyecto de trazado “Tercer carril en la carretera M-607. Tramo Tres Cantos Norte. Variante Sur de Colmenar Viejo (M-618)”.
 - Proyecto de construcción “Tercer carril en la carretera M-607. Tramo Tres Cantos – M-609 (Colmenar Viejo)”.
 - Estudio Informativo “Mejora de accesibilidad en la M-607. Tramo: Tres Cantos-Colmenar Viejo”.

TERCERA.- DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL CONSULTOR.

La administración facilitará al consultor toda la documentación relativa a los antecedentes administrativos del proyecto de referencia. El área encargada del contrato facilitará las credenciales oportunas al personal del consultor que se determine para cada una de las fases del trabajo y que se requieran para identificar su adscripción al estudio frente a particulares y organismos de la administración estatal y local.

CUARTA- MEDIOS MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

El consultor deberá disponer de todos los medios materiales necesarios para la consecución de todas las labores propias de este tipo de contrato. Durante la realización de los trabajos, el consultor estará obligado a acudir en el tiempo marcado por la Dirección del Proyecto a las reuniones con las compañías de servicios afectados por las obras, a los organismos oficiales para cumplir los requisitos marcados por la Declaración de Impacto Ambiental, a la toma de datos en el lugar de las obras y realización de la tramitación para las futuras expropiaciones, a las reuniones con los afectados para la reposición de los accesos, a la toma de datos topográficos de detalle así como a cualquier imprevisto que pueda surgir durante la redacción del proyecto.



El consultor estará obligado a poner los medios necesarios para el traslado del Director del Proyecto a la zona de proyecto siempre que así se requiera para el adecuado desarrollo de los trabajos.

Todos estos medios materiales físicos o digitales, en ningún caso podrán suponer menoscabo de las operaciones que sea necesario realizar según se produzca la demanda de asistencia, tanto personal como documental.

QUINTA.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.

5.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Se hará referencia al objeto, contenido y conclusiones relativos a posibles estudios de carreteras (previos, informativos, proyectos de trazado, etcétera) elaborados con anterioridad y que constituyan antecedentes directos o indirectos del presente Proyecto, incluyéndose la documentación completa relativa a sus aprobaciones. Asimismo, se incluirá la Declaración de Impacto Ambiental correspondiente, así como la Orden de Estudio que motivó la redacción del presente Proyecto y sus posibles modificaciones o resoluciones complementarias.

5.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Se recopilará la información relativa al planeamiento urbanístico vigente en cada uno de los términos municipales atravesados por la traza del tramo objeto de estudio y se indicará su adaptación al mismo, evaluándose las posibles interferencias con las zonas calificadas como suelo urbanizado, espacios protegidos en el suelo rural, etc. La información recopilada se plasmará en mapas a escala suficiente para comprobar la situación relativa entre las zonas de afección del trazado propuesto y el alcance previsto para las zonas de urbanizado, espacios protegidos en el suelo rural, etc. de acuerdo con el planeamiento urbanístico vigente en cada uno de los municipios afectados. Si fuera precisa alguna actuación no incluida en el planeamiento, el Consultor preparará la documentación necesaria para legitimar dicha actuación. En particular, se contemplará la adecuación del trazado al planeamiento urbanístico vigente en relación con las servidumbres previstas en la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid.

Igualmente, se analizará con suficiente grado de detalle la localización y determinaciones aplicables a usos tales como centros hospitalarios, equipamiento docente u otros análogos, que pudieran plantear exigencias específicas en cuanto a limitación de ruidos, accesos, etc., y en consecuencia, requerir la adopción de medidas especiales en el proyecto para hacerlo compatible con ellos.



La documentación integrante del Proyecto incorporará como Anexo el planeamiento vigente, tanto escrito como gráfico, y tendrá en consideración, en lo que procedan, las determinaciones recogidas en el mismo.

5.3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

5.3.1. VUELO

La cartografía se obtendrá, en general, por restitución de vuelo a realizar sobre la zona objeto del proyecto.

Se realizará una cobertura fotográfica estereoscópica con cámara analógica o digital de las zonas determinadas por la Administración, a escala 1/5.000 para su realización con cámaras analógicas, y con un tamaño de píxel a escala de suelo GSD (Ground Sample Distance) de 10 cm para su realización con cámaras digitales.

El avión a utilizar estará equipado y debidamente acondicionado para la ejecución de los trabajos encomendados.

5.3.1.1 Especificaciones técnicas para los vuelos

5.3.1.1.1 Condiciones de las cámaras fotogramétricas

Para la obtención de los fotogramas se utilizará una cámara fotogramétrica de precisión, analógica o digital de formato matricial, que disponga de los dispositivos necesarios para la correcta obtención de los fotogramas que deberán usarse en la restitución. La cámara deberá disponer del correspondiente certificado de calibración, como máximo 2 años antes de la obtención de los fotogramas. La cámara se montará de tal modo que se atenúen los efectos de las vibraciones del avión, y que los tubos de escape no empañen sus lentes. Deberá estar provista de un sistema de navegación y adquisición de datos soportado por sistema de posicionamiento Global GPS (Global Positioning System) en modo cinemático, con el fin de proporcionar datos espaciales. Si la cámara es analógica estará equipada con los dispositivos necesarios para que la película se mantenga plana en el momento de la exposición. Si la cámara es digital deberá estar montada sobre plataforma giroestabilizada que permita mantener su verticalidad.

5.3.1.1.2 Líneas de vuelo

Las áreas a fotografiar serán cubiertas por una o varias pasadas paralelas, entendiendo por tales aquéllas cuyos ejes presenten desviaciones relativas inferiores a cinco grados centesimales (5°). Las líneas de vuelo se proyectarán de forma que quede asegurada la cobertura estereoscópica del total de la zona. Todas las pasadas corresponderán a vuelos ininterrumpidos, y los últimos fotogramas de cada tramo recto se superpondrán a los primeros del tramo siguiente. En caso de



ser necesario interrumpir una pasada, al reanudarla, la nueva pasada solapara al menos tres fotogramas con la interrumpida.

5.3.1.1.3 Recubrimientos fotográficos

Los recubrimientos, con un error del cinco por ciento (+ - 5 %), serán los siguientes:

- Longitudinal: Sesenta por ciento (60 %).
- Transversal: Veinticinco por ciento (25 %).

Siempre que exista un cambio de dirección en las líneas de vuelo, el par estereoscópico que corresponda al principio de la nueva sección, se solapará totalmente (100 %), con el último par de la anterior.

5.3.1.1.4 Condiciones meteorológicas

Los vuelos se realizarán cuando el cielo esté despejado, puedan obtenerse imágenes bien definidas, y el terreno a fotografiar ofrezca una situación normal, sin nieve o zonas inundadas.

No se obtendrán fotografías cuando el terreno aparezca oscurecido por niebla, bruma, humo o polvo, o cuando las nubes o sus sombras puedan ocupar más del cinco por ciento (5 %) de la superficie del fotograma.

5.3.1.1.5 Informe de vuelo

Se presentará un informe completo de los vuelos realizados, en el que además de las observaciones que se estime pertinente incluir, se reseñarán los siguientes extremos:

- Condiciones meteorológicas.
- Fecha del vuelo.
- Situación del vuelo.
- Altura del vuelo.
- Hora de comienzo y término de la toma de fotografías.
- Descripción y referencia de las cámaras empleadas.
- Fecha y número de los fotogramas obtenidos.

5.3.1.2 Especificaciones técnicas para los fotogramas

OBTENIDOS CON CÁMARAS ANALÓGICAS

Escala: en ningún caso el denominador de la escala aproximada de los fotogramas que se obtengan será inferior en más del diez por ciento (10 %) del de la escala específica. Verticalidad: la inclinación de cada fotograma será inferior a dos grados centesimales (2°). El formato útil de los fotogramas será de veintitrés por veintitrés centímetros (23 cm x 23 cm). Cada fotograma, además de tener claramente señalados las correspondientes marcas de referencia marginales, incluirá, en uno de sus bordes, la siguiente información:

Título o número de referencia del trabajo.

Fecha y hora en que se tomó la fotografía.



Pasada y número de fotograma.

Altitud media.

Escala de vuelo.

Distancia focal de la cámara.

El revelado, fijado, lavado y secado de la película expuesta se realizará de forma que los negativos obtenidos estén exentos de manchas, huellas digitales o cualquier otro defecto, ofreciendo tonos de color uniforme y con el contraste necesario para discriminar los distintos detalles de las zonas fotografiadas.

Documentos a entregar:

Informe.

Una colección de copias por contacto.

Gráfico de vuelo a escala 1:50.000 o 1:25.000: se marcará el contorno de la zona que corresponda a cada fotografía, aparecerá la posición aproximada de los fotocentros, se señalará el número de pasada y se numerarán aquellos fotogramas cuya situación coincida con un múltiplo de diez (10).

Certificado de calibración de la cámara.

OBTENIDOS CON CÁMARAS DIGITALES

Escala del vuelo: el tamaño del píxel medio para toda la pasada a escala de suelo (GSD) será el solicitado \pm el diez por ciento (10 %). Verticalidad: la inclinación de cada fotograma será inferior a dos grados centesimales (2°). Formato: una vez procesadas las imágenes recogidas por la cámara, el formato de los fotogramas será TIFF (Tagged Image File Format) sin compresión, con máxima resolución geométrica.

Condiciones de las copias fotográficas en papel:

Se obtendrán de las correspondientes imágenes por filmación en papel fotográfico. Sus dimensiones se adaptarán a los formatos estándar de papel fotográfico existente de tal manera que la escala de impresión sea aproximadamente la de la escala de vuelo 1/5.000 solicitada para el caso de realizarse con cámara analógica. Todas las copias serán claras y limpias, y estarán exentas de manchas, defectos, ralladuras, arrugas o cualquier otro defecto que pueda disminuir su utilización. En todo caso, cada copia obtenida incluirá la información:

- Título o número de referencia del trabajo.
- Fecha y hora de realización del vuelo.
- Pasada y número de fotograma.
- Cámara que ha realizado el vuelo.
- Resolución del píxel a escala de suelo (GSD).
- Focal.
- Altura del vuelo.



- Escala aproximada de impresión.

Documentos a entregar:

Informe.

Imágenes digitales en formato TIFF.

Una colección de copias impresas.

Gráfico de vuelo a escala 1:50.000 o 1/25.000: se marcará el contorno de la zona que corresponda a cada fotografía, aparecerá la posición aproximada de los fotocentros, se señalará el número de pasada y se numerarán aquellos fotogramas cuya situación coincida con un múltiplo de diez (10).

Certificado de calibración de la cámara.

5.3.2. TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA DE CAMPO PARA LA OBTENCIÓN DE CARTOGRAFÍA 1/1000

Se realizarán trabajos topográficos de campo para obtener las coordenadas de los puntos de apoyo necesarios para la restitución fotogramétrica, para ello previamente se realizará una Red Básica que además será la base de partida para la confección de la Red de Bases de Replanteo que permitirá la realización del replanteo, la obtención de perfil longitudinal, la obtención de perfiles transversales y la realización de levantamientos topográficos complementarios.

5.3.2.1. Sistema de referencia

El sistema de referencia planimétrico que se utilizará en los trabajos es el oficial en la cartografía española para la península:

- Sistema de Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM).
- Sistema Geodésico de Referencia: ETRS-89 materializado por los vértices de la red REGENTE.

El sistema de referencia altimétrico que se utilizará en los trabajos será el nivel medio del mar en Alicante que es el definido por las líneas de la red N.A.P.

5.3.2.2. Formación de la Red Básica

Se establecerá una Red Básica doble (planimétrica y altimétrica), referida al marco ETRS-89 y a la red N.A.P., que servirá para materializar el sistema de coordenadas que se utilizará en el trabajo en planimetría y en altimetría. Para ello se enlazará en planta con los vértices de la Red REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales) utilizando metodología de observación para la obtención de datos posicionales desde satélites GNSS (Global Navigation Satellite System), y se les transmitirá cota ortométrica a partir de la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P.) o, en su defecto, de la Red de Nivelación de Precisión (R.N.P.).

Se dejará constancia en el terreno de los vértices de la Red Básica mediante hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia. De cada uno de ellos se realizará una reseña y se incluirán en el Proyecto, conteniendo cada una de ellas



un croquis de campo con la representación del entorno y además, se indicarán las referencias a tres puntos fijos del entorno, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas, cota y una fotografía en color que se incluirán en el Proyecto. La descripción de los vértices en las reseñas debe ser lo suficientemente detallada de forma que permita su localización sin necesidad de replantear su posición por coordenadas.

5.3.2.3. Metodologías de trabajo para la formación de la Red Básica

El establecimiento de la Red Básica se compone de las siguientes tareas:

5.3.2.3.1. Enlace con el marco de referencia ETRS-89

Para la georreferenciación planimétrica del proyecto, se enlazará mediante GPS al menos a dos vértices geodésicos de la red REGENTE o estaciones fijas de referencia de redes GNSS (ERGNSS). Este enlace se realizará desde al menos dos puntos fijos de la Red Básica, de forma que los dos vértices geodésicos o ERGNSS quedarán como mínimo birradiados, con el fin de detectar baselíneas erróneas. Posteriormente, en la fase de cálculo, se incluirán como marco de referencia ETRS89 todos los vértices de la Red REGENTE que se consideren necesarios de intervenir con el fin de que circunscriban la zona de trabajo, y como mínimo cuatro. Se calculará una transformación Helmert de siete parámetros, para el paso de coordenadas geodésicas ETRS89 con alturas elipsoidales, a la proyección UTM en el sistema ETRS89 con alturas ortométricas referidas al nivel medio del mar en Alicante.

Se indicará claramente en la memoria la relación de vértices empleados, haciendo distinción entre los vértices observados en campo con GPS y los que solamente han intervenido en el cálculo de la transformación, indicando aquellos que han sido rechazados en el cálculo. En ningún caso, se podrán rechazar en el cálculo la totalidad de los vértices geodésicos o ERGNSS enlazados en campo, en cuyo caso sería necesario volver a realizar las observaciones del enlace a la red REGENTE en el campo.

5.3.2.3.2. Establecimiento de la Red Básica Planimétrica

Se establecerá una red planimétrica de aproximación al trazado, mediante técnicas GPS, compuesta por al menos tres vértices que deberá cubrir la zona que ocupe el proyecto. Esta red servirá de base para el apoyo y posteriores trabajos de topografía. Por tanto sus vértices deberán emplazarse en lugares accesibles, con horizonte despejado libre de obstáculos y que garanticen su permanencia y estabilidad. La metodología de trabajo se basará en el posicionamiento GPS en modo estático relativo con postproceso. El cálculo y compensación de la trilateración, que configura la Red Básica, se realizará por el método de mínimos cuadrados. Las tolerancias en el error medio cuadrático de los incrementos de coordenadas medidas (en las tres dimensiones, ΔX , ΔY , ΔZ) en las observaciones serán de 30 mm.



5.3.2.3.3. Enlace con la Red NAP

La transmisión de cota ortométrica a la Red Básica Altimétrica se realizará mediante una nivelación geométrica doble a partir de la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P.) o de la Red de Nivelación de Precisión (R.N.P.).

La tolerancia para esta nivelación geométrica es:

- error en cota $\leq 10 (k)^{1/2}$ mm; siendo k = longitud del itinerario en km.

5.3.2.3.4. Establecimiento de la Red Básica Altimétrica

Paralelamente a la Red Básica Planimétrica se establecerá una red de clavos de nivelación de al menos 3 puntos, próxima al trazado que constituirá el marco de referencia altimétrico para el proyecto. La metodología de observación de esta red será una nivelación geométrica doble (ida y vuelta), continua, que discorra a lo largo del trazado, materializándose con al menos un vértice cada 2 km. Además, cada vértice de la Red Básica Altimétrica deberá enlazarse al menos a dos vértices de la Red Básica Planimétrica mediante observaciones GPS, de forma que todos los clavos de la red altimétrica tendrán además coordenadas planimétricas promediadas y ajustadas en bloque con el resto de observaciones del conjunto global del proyecto.

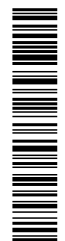
Podrán formar parte de esta red altimétrica aquellos vértices de la red planimétrica que se incluyan en los anillos de nivelación realizados y se les transmita cota ortométrica mediante nivelación geométrica. Al igual que la red planimétrica, se dejará constancia en el terreno de los vértices de la red mediante hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia y estabilidad. De cada uno de ellos se realizará una reseña y se incluirán en el Proyecto, conteniendo cada una de ellas un croquis de campo con la representación del entorno y además, se indicarán las referencias a tres puntos fijos del entorno, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas, cota y una fotografía en color. La descripción de los vértices en las reseñas debe ser lo suficientemente detallada de forma que permita su localización sin necesidad de replantear su posición por coordenadas.

5.3.2.4. Trabajos de apoyo de campo

Los trabajos de apoyo de campo comprenderán la toma de datos en campo que se requieran para determinar la posición planimétrica y altimétrica de los puntos de apoyo necesarios para la restitución fotogramétrica de las fotografías aéreas verticales obtenidas. Para la obtención de sus coordenadas se partirá de la Red Básica realizada.

5.3.2.4.1. Apoyo de campo para vuelos analógicos

El apoyo se efectuará con un mínimo de 5 puntos por par estereoscópico. En las zonas de mayor dificultad topográfica, previa justificación, se podrá reducir a 4. En una colección de copias por contacto de los fotogramas correspondientes, se pincharán los puntos de apoyo y los vértices de la Red Básica que queden incluidos en el fotograma; se pincharán en el fotograma en que su identificación sea más clara (cuyo número y pasada junto con el croquis se indicará en la reseña





del punto de apoyo), enmarcando su posición en los demás fotogramas en los que aparezca. En el anverso de las copias, los puntos pinchados se enmarcarán mediante círculos o triángulos equiláteros, al objeto de localizar su posición. La posición de los puntos de apoyo en los fotogramas será lo bastante próxima a las esquinas de los fotogramas para que la zona a restituir quede en el interior del polígono formado por los puntos. Las coordenadas planimétricas y altimétricas de los puntos de apoyo se obtendrán por radiación desde los vértices de la Red Básica, bien sea por procedimientos clásicos (estación total, teodolito y distanciómetro) o con técnicas GPS. Para la obtención de las coordenadas de los puntos de apoyo por procedimientos clásicos, se limitará la longitud entre el vértice de la Red Básica utilizada para radiar y el punto radiado a 1 km, limitándose esta longitud de radiación con el fin de obtener unas precisiones respecto a la Red Básica iguales o mejores de 0,10 m tanto en planimetría como en altimetría. En caso de utilizarse tecnología GPS podrá utilizarse el método estático relativo con las limitaciones siguientes:

Recepción de, al menos, 4 satélites durante el tiempo de observación con una máscara de elevación de 15 grados de altura.

Longitud baselínea ≤ 10 km

La configuración de la constelación de satélites tiene que ser tal que dispongamos de un indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) inferior a 5 durante toda la observación.

Para la radiación de los puntos de apoyo también podrá utilizarse tecnología RTK, bien sea mediante radio enlace, o mediante enlace por módem con protocolo GPRS (General Packet Radio Service), quedando limitada la longitud de las baselíneas a 10 Km, y siempre que se garantice una precisión respecto a la Red Básica igual o mejor que 10 cm.

5.3.2.4.2. Apoyo de campo para vuelos digitales

Por tener los vuelos digitales realizados con sistemas mixtos GPS/Inerciales (GPS/IMU) una mayor información que los vuelos analógicos, el apoyo de campo podrá realizarse con dos metodologías distintas.

5.3.2.4.2.1. Apoyo de campo continuo para vuelos digitales

La metodología de trabajo para la obtención de los puntos de apoyo es exactamente igual que la descrita en el punto anterior para los vuelos analógicos.

5.3.2.4.2.2. Apoyo de campo con aerotriangulación para vuelos digitales

Siempre que los datos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU) se hayan medido correctamente durante el vuelo, se puede realizar el apoyo mediante una aerotriangulación analítica en la que intervengan estos datos obtenidos más los puntos de apoyo obtenidos en campo de acuerdo con las normas siguientes:

Se obtendrán 2 puntos de apoyo desdoblados en el primer modelo y último de cada pasada, y un punto más desdoblado cada ocho modelos (los puntos se deben desdoblar por la menor



definición que tienen los fotogramas positivos de los vuelos digitales y que dificulta mucho el pinchado y puede inducir a error en la identificación de los puntos).

Los puntos en este primer y último modelo deben estar a una distancia de la esquina del fotograma no inferior a 1,5 cm y no superior de 4 cm.

Si no se puede cumplir los requisitos anteriores en el primer o último modelo, éstos se apoyarán con 4 puntos de apoyo hasta que en un modelo se puedan cumplir los requisitos anteriores.

Se dará un punto de control altimétrico complementario cada 4 modelos en zonas de posado fiable, especialmente en carreteras o plataformas que aparezcan en el vuelo, las coordenadas de estos puntos no se incluirán en el cálculo de la aerotriangulación, sino que servirán para verificar las diferencias entre las coordenadas que les asigne el cálculo de la aerotriangulación y sus coordenadas obtenidas en campo.

Siempre en todas las pasadas debe haber al menos un punto de apoyo en el interior de la pasada.

Obviamente los programa de cálculo de aerotriangulación utilizados debe incluir los datos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU) de la cámara en el proceso de cálculo.

5.3.3. RESTITUCIÓN

La restitución se hará a escala 1:1.000, con curvas de nivel a 1 m de equidistancia salvo indicación expresa en contra de la Dirección del Proyecto. La franja a ambos lados del futuro eje será lo suficientemente amplia para que dé una idea completa del terreno circundante y edificios o lugares necesarios a ubicar en la planimetría. Los planos recogerán la toponimia local de poblaciones, ríos, etc. La restitución se realizará en aparatos analíticos o digitales correctamente calibrados. Se indicará el tipo de aparato empleado y su precisión, adjuntándose los correspondientes certificados de calibración. En el caso de utilizar aparatos digitales se adjuntará el certificado de calibración del escáner fotogramétrico usado así como el detalle de su precisión y resolución geométrica. También se indicará el sistema gráfico original de captura y el formato original de los ficheros magnéticos obtenidos en la restitución. Los errores residuales máximos de los puntos de apoyo en la orientación de los modelos serán:

En planimetría: 25 cm.

En altimetría: 25 cm.

El error medio cuadrático máximo residual de los puntos de apoyo en la orientación tanto en planimetría como en altimetría será: 10 cm.

5.3.3.1 Sistema de coordenadas

En todas las hojas se indicará la posición del norte del sistema de coordenadas mediante un símbolo fácilmente identificable.

5.3.3.2 Toponimia mínima a incluir en los planos





Para la localización e identificación de las distintas zonas del trazado, es fundamental la información que aporta a los planos la incorporación de la toponimia adecuada, como mínimo se incorporará a la cartografía realizada:

Nombre de todos los tramos de las carreteras representadas, incluyendo sus Puntos Kilométricos.

Toda la toponimia de la zona restituida existente en la cartografía 1/25.000 del IGN, de forma especial:

- * Parajes significativos.
- * Accidentes geográficos significativos.
- * Caminos con nombre propio.
- * Hidrónimos.
- * Poblaciones que aparezcan en la cartografía aunque no tengan Ayuntamiento (pedanías, barrios, parroquias, etc.).
- * Nombre de todos los Términos Municipales que figuran en cada hoja de cartografía.
- * Elementos urbanos representativos aunque estén en ocasiones fuera del casco urbano, especialmente cementerios y ermitas.
- * Toda la toponimia relacionada con el Estudio Informativo y la Declaración de Impacto Ambiental (incluyendo -en su caso- los elementos arqueológicos representativos).

5.3.3.3 Documentos a entregar de la cartografía 1/1.000

El Consultor incluirá en el proyecto los planos ploteados junto con un gráfico de distribución de hojas que proporcione una visión de conjunto de la cartografía restituida.

La documentación mínima a entregar de la cartografía 1/1.000 es:

Informe, que contendrá al menos:

Instrumentos empleados.

Sistema gráfico original de captura: formato original de los ficheros magnéticos.

Librería de códigos utilizados: Código – elemento – tipo de línea.

Certificado de calibración del instrumento de restitución o escáner fotogramétrico, si se utilizan equipos digitales con vuelo analógico.

Partes de orientación en los que queden reflejados los puntos de apoyo utilizados en cada par estereoscópico, los parámetros de orientación y los residuos de la orientación absoluta alcanzados en los P.A.

Gráfico de distribución de hojas.

Colección de planos ploteados en color a escala 1/2.000 en formato DIN A3 (reducción de los planos originales a escala 1/1.000 en DIN A1).

Se deberá indicar en los planos junto a la escala gráfica la escala numérica a la que estaría el plano en caso de plotearse en formato DIN A1.

Ficheros sobre soporte magnético en CD de la cartografía tridimensional y del gráfico de distribución de hojas en uno de los formatos estándar de intercambio (DXF, DWG, etc.), y un



fichero de texto en el que se detallen los códigos utilizados para cada uno de los elementos del fichero y el tipo de línea y color usado en su representación gráfica en papel.

5.3.4. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS DE CAMPO ADICIONALES

Se realizarán trabajos topográficos de campo para la realización del replanteo, obtención del perfil longitudinal, obtención de perfiles transversales, levantamientos taquimétricos y la realización de levantamientos topográficos complementarios.

5.3.4.1. Red de bases de replanteo

Partiendo de los vértices de la Red Básica, se establecerá una red de bases de replanteo para la aproximación al trazado definitivo y desde las que se realizarán el replanteo y los trabajos topográficos complementarios, sirviendo además como un control permanente de planimetría y altimetría, para las fases posteriores de replanteo y construcción de la obra.

Para la obtención de sus coordenadas planimétricas se pueden utilizar las metodologías siguientes:

Realizar poligonales de precisión por metodología clásica (estación total, teodolito y distanciómetro) encajadas en los vértices de la Red Básica. En caso de realizarse la red de bases de replanteo por topografía clásica, las coordenadas planimétricas se obtendrán mediante la realización de poligonales de precisión cerradas y compensadas encuadradas entre los vértices de la Red Básica, debiendo ser los errores de cierre de la poligonal inferiores a las tolerancias máximas admitidas. Los ángulos se medirán con anteojo normal e invertido (Regla de Bessel), no debiendo existir entre las dos lecturas divergencias de más de 10 segundos. La medida de las distancias se realizará tres veces, no pudiendo existir entre ellas diferencias mayores de 3 cm.

Confección de una Red Triangulada que se apoye en los vértices de la Red Básica y obtenida con la misma metodología de trabajo descrita para la Red Básica.

Birradiación desde la Red Básica utilizando técnicas GPS para así poder tener una comprobación de las coordenadas obtenidas, realizando un promedio de las coordenadas siempre y cuando la diferencia entre ellas no supere 0,05m, repitiéndose las mediciones en caso de existir diferencias mayores. Para realizar las radiaciones el receptor GPS fijo se ha de situar al menos en dos bases de la Red Básica diferentes; con esta metodología puede utilizarse equipos GPS en RTK (tanto mediante radio enlace, como con enlace mediante tecnología GPRS).

Los vértices de la red de bases de replanteo se nivelarán geométricamente para darles cota desde los puntos nivelados geométricamente en la Red Básica. Se situarán a distancias que permitan su uso satisfactorio para las necesidades de las obras (distancia media del orden de unos 200 m), de forma que permitan su utilización como bases de replanteo del trazado por bisección o polares, una vez definido éste, y al mismo tiempo sirvan para realizar los levantamientos topográficos para obtener la cartografía de detalle necesaria para la correcta definición de elementos concretos del Proyecto, tales como estructuras, obras de fábrica,



encauzamientos, intersecciones, cruces con servicios y servidumbres, etc. Las bases de replanteo se situarán fuera de la zona de obras y de forma que el replanteo por bisección no produzca ángulos inferiores a 15°. Se representarán en los planos de planta del trazado junto con los ejes y la línea que delimita la explanación. Las bases de replanteo se señalarán con el sistema más adecuado, en función de la zona de su implantación, empleando hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia. De cada uno de ellos se realizará una reseña con un croquis de detalle con la representación del entorno y su acceso, y además se tomarán referencias a tres puntos fijos, sus coordenadas, cota y una fotografía en color que se incluirá en el Proyecto. Se describirá en la memoria de los trabajos de topografía con toda exactitud el procedimiento utilizado para la obtención de las coordenadas y cotas de los vértices de Red de Bases de replanteo, especialmente la metodología usada y los puntos utilizados para su enlace con la Red Básica.

La precisión del trabajo (tolerancias) en planimetría será la siguiente:

En caso de utilizar Poligonales de Precisión:

- Error angular $< 40 (N)1/2$ segundos centesimales, siendo $N = N^{\circ}$ de vértices.
- Error lineal (después de compensación angular) $< 100 (K)1/2$ mm; siendo $k =$ longitud del itinerario en km.

En caso de utilizar una Red Triangulada GPS:

- Las tolerancias en el error medio cuadrático de las observaciones será < 4 cm.

En caso de birradiar las bases utilizando tecnología GPS:

- Diferencia máxima en las distintas determinaciones del mismo punto 5 cm.

La precisión del trabajo (tolerancias) en altimetría será la siguiente:

- error en cota $< 15 (k)1/2$ mm, siendo $k =$ longitud del itinerario en km.

5.3.4.2. Replanteo del eje y obtención del perfil longitudinal

Desde la Red de bases de replanteo debidamente niveladas, se realizará el replanteo y estaquillado del eje cada 20 m y obtención del perfil longitudinal, una vez obtenido este longitudinal y tras su comparación con el perfil obtenido de la restitución, se realizará la corrección de las rasantes si fuera necesario.

5.3.4.3. Obtención de perfiles transversales

Se realizará la obtención de los perfiles transversales en cada punto replanteado, con la longitud necesaria en función de la zona de ocupación. Usar cuando sea necesario programas de ayuda para comprobar que los puntos tomados en campo están en la alineación del perfil, evitando los errores ocasionados por la falta de perpendicularidad del perfil respecto al eje replanteado o la falta de alineación de los puntos en el perfil. En el caso de tener que realizarse perfiles transversales en carreteras o autovías en las que sean necesarios obtener los datos del peralte, los procedimientos GPS no dan la suficiente precisión para obtenerlo; para estos casos se



podrán obtener los datos por nivelación geométrica, o con el procedimiento de radiación de los puntos de línea blanca o borde de aglomerado con estaciones totales a distancias no superiores a 150 m, desde las bases de replanteo niveladas, para obtener de esta forma puntos con una precisión altimétrica en torno a 1 cm. Para este tipo de trabajos pueden ser especialmente útiles las estaciones sin prisma, dado que en las autovías en que se deban obtener los perfiles transversales puede ser muy complicada la realización de cortes de carril para poder trabajar sobre la calzada mientras ésta se encuentra en servicio.

5.3.4.4. Trabajos topográficos de campo complementarios

Además de los trabajos expuestos anteriormente, el Consultor deberá realizar los siguientes trabajos de campo y gabinete:

Levantamientos parciales a escala 1:1.000 en caso de que la cartografía ejecutada deje sin restituir zonas.

Levantamientos taquimétricos a escalas 1:200 o 1:500 de las zonas donde se vayan a emplazar obras de fábrica o drenaje, estructuras o túneles.

Levantamiento de perfiles longitudinales y transversales en las zonas en que haya de actuarse en las conexiones con otras vías, a los efectos del diseño de las intersecciones o enlaces.

Fijación, en los planos, de los servicios afectados, a fin de estudiar su modificación si es preciso.

Situación sobre la cartografía, de señales kilométricas (hitos o placas) existentes en la carretera actual.

Obtención, mediante coordenadas de puntos de su eje, de las alineaciones en planta y alzado de las carreteras, caminos u otras infraestructuras con las que se conecte, sobre las que se pase, o de las que hayan de cruzar por encima; asimismo, se obtendrán las coordenadas de los edificios o cualquier elemento próximo al trazado que pueda afectar a éste, así como de los trabajos geotécnicos de campo.

Para la obtención de las coordenadas de los puntos del levantamiento, se partirá de la Red Básica o la Red de bases de replanteo. En caso de no ser posible la radiación directa de los puntos necesarios para efectuar el levantamiento desde los vértices de las citadas redes, se llevará el sistema de coordenadas hasta la zona objeto del levantamiento, bien usando metodología clásica (realizando poligonales de aproximación a la zona con teodolito y distanciómetro o usando estación total), o bien mediante las técnicas GPS que se han descrito para la red de bases de replanteo.

Las tolerancias que se fijen para estos trabajos topográficos complementarios, serán las adecuadas para asegurar las exigencias planimétricas y altimétricas de los diferentes trabajos necesarios, pudiendo tomarse para los levantamientos a escala 1/1000 la misma tolerancia que se exige a la cartografía, y para el resto de los trabajos la correspondiente a una radiación de longitud inferior a 200 m desde las bases de replanteo y que se limita a 5 cm tanto en planimetría como en altimetría.



5.3.4.5. Documentos a entregar de los trabajos topográficos

5.3.4.5.1. Documentación a entregar de las bases de replanteo:

Cálculo y compensación de la red de bases haciendo constar errores de cierre y longitud de la poligonal en caso de topografía clásica, o residuos de las observaciones, error medio cuadrático de las coordenadas compensadas, elipses de error en la determinación de la posición de los vértices de la red en caso de utilizar metodología GPS. Coordenadas de los vértices de la Red Básica usados en la realización de la Red de bases de replanteo (incluso los utilizados para orientar en caso de poligonales de topografía clásica). Reseñas, con croquis, fotografías de las bases y referencias.

Listado de coordenadas de las bases de replanteo.

5.3.4.5.2. Documentación a entregar del replanteo del eje y obtención del perfil longitudinal:

Cotas del perfil longitudinal.

Estado de alineaciones y listado de puntos cada 20 m.

Toda la documentación de este apartado se entregará tanto en formato papel como en formato digital (ASCII).

5.3.4.5.3. Documentación a entregar de los perfiles transversales obtenidos en campo:

Perfiles transversales de campo, en formato digital.

5.3.4.5.4. Documentación a entregar de los levantamientos taquimétricos:

Planos de los levantamientos taquimétricos ploteados en DIN A-3, reducción de los planos originales en DIN A1, y en formato digital.

5.3.4.5.5. Documentación mínima a entregar de otros trabajos topográficos:

Listados de cálculo de los puntos utilizados en los trabajos.

Relación de coordenadas de los puntos utilizados en los trabajos.

Planos en los que se representen los trabajos realizados (en caso de ser un trabajo topográfico que necesite su representación mediante plano).

Toda la documentación de este apartado se entregará tanto en formato papel como en formato digital.

5.4. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

Las canteras, préstamos o vertederos que se estudien en el proyecto tendrán en general carácter informativo. Por lo tanto, de acuerdo con el artículo 34 del Pliego de Cláusulas Administrativas



Generales para la contratación de obras del Estado, el contratista tendrá la libertad para obtener los materiales naturales que las obras precisen de los puntos que tenga por conveniente, siempre que los mismos reúnan las condiciones exigidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas del Contrato. Esta circunstancia deberá quedar reflejada expresamente en los documentos contractuales del Proyecto. Excepcionalmente, la Administración podrá exigir determinadas localizaciones, en cuyo caso figurará esta exigencia de modo expreso en los documentos contractuales del proyecto, como una prescripción técnica más.

5.4.1. ESTUDIO GEOLÓGICO

El estudio geológico de los terrenos atravesados por la traza se realizará tomando como base la información bibliográfica y cartográfica disponible. Se incluirán los planos geológicos existentes, a escala 1:200.000 y 1:50.000, así como cualquier otra que estuviese disponible. Esta información se completará con un estudio de fotogeología de la zona, que deberá incluirse en el Proyecto, y una campaña de apoyo sobre el terreno con el fin de determinar con exactitud los siguientes datos:

- geomorfología;
- espesores y características de los mantos de alteración y materiales de recubrimiento;
- litología, estratigrafía e historia geológica;
- geología estructural y tectónica, haciendo especial hincapié en la detección de paleodeslizamientos y otros riesgos geológicos, en su caso;
- hidrogeología;
- sismicidad.

Con toda la información procedente de los estudios y reconocimientos efectuados se confeccionará un plano de planta geológica a escala 1:5.000, con un ancho de banda mínimo de 500 m. El plano de planta geológica deberá contener al menos:

- Representación de la obra: incluirá los ejes de tronco y ramales con referencias a sus distancias al origen, las calzadas con las ocupaciones de desmontes y terraplenes según los taludes definidos en el proyecto, y la posición de las estructuras y túneles indicando su denominación.
- Representación geológica: se indicarán con colores las diferentes unidades geológicas del sustrato, separando, siempre que sea posible, diferentes litologías existentes dentro de cada una de ellas. Se indicarán con diferente tono las zonas de afloramientos sanos de las zonas cubiertas por suelos de alteración. En este último caso se harán referencias puntuales sobre los espesores



de suelos existentes según las observaciones de campo. Lo mismo es aplicable a las formaciones de recubrimiento cuaternarias. Cada unidad geológica o formación superficial diferenciada tendrá asociada una sigla, tanto en planos como en leyenda.

- Representación hidrogeológica: se representarán mediante simbología adecuada los cursos de agua permanentes, lagunas y charcas. Se indicarán además las zonas húmedas o de aparición de freatofitas. Se deberán marcar los manantiales y pozos. En los primeros se indicará el caudal aproximado, mientras que en los segundos se indicará la profundidad a la que aparece el agua.
- Representación geomorfológica: se representará mediante simbología las diferentes formas del terreno, utilizando diversos colores para cada uno de los agentes morfogenéticos (fluvial, gravitacional, cárstico, antrópico...). Se prestará una especial atención a aquellos procesos que puedan afectar a la obra. En particular, se cartografiarán de manera diferenciada los paleodeslizamientos, que deberán ubicarse en planta y para los que habrá que definir su profundidad y cubicación de modo aproximado.
- Representación de los reconocimientos realizados con la simbología adecuada a cada uno de ellos.

5.4.2. PRÉSTAMOS, YACIMIENTOS GRANULARES Y CANTERAS

Se incluirá un estudio específico y detallado relativo a la posible procedencia de los materiales, actualizando y completando la información obtenida a partir de la cartografía del I.G.M.E. u otros organismos, en su caso. Para cada préstamo, yacimiento o cantera que se proponga utilizar, se describirá con detalle su ubicación en planos a escala 1:50.000, y la forma de acceso mediante el correspondiente croquis. Se realizará un plano a escala 1:500 ó 1:1.000, según convenga, donde queden reflejados los límites previsibles del préstamo, yacimiento o cantera, así como la localización de los reconocimientos realizados para su investigación. En dicho plano se indicará el espesor mínimo aprovechable para el uso que se prevea en cada punto donde se conozca, así como el espesor de suelo de recubrimiento a desechar. Se incluirán, junto al plano de planta a escala 1:500 ó 1:1.000, perfiles longitudinales y transversales donde se identifiquen los distintos niveles litológicos, así como los reconocimientos efectuados.

El número de reconocimientos a realizar y su distribución será el adecuado para conocer las características del préstamo, yacimiento o cantera, y para obtener una cubicación fiable de los mismos, según la normativa aplicable vigente.

Las profundidades y ubicaciones en planta de las muestras recogidas en los reconocimientos deben ser suficientemente representativas dentro de cada uno de los préstamos, yacimientos o



canteras. En el caso de yacimientos granulares o canteras activos, se podrá sustituir la investigación por datos de ensayos suministrados por sus explotadores, que habrá que complementar en durante la redacción del Proyecto con ensayos de contraste.

Asimismo se incluirán los correspondientes partes de reconocimiento (sondeos, calicatas, ensayos geofísicos, penetrómetros, etc.) que se hubiesen realizado, acompañados de la testificación o interpretación pertinente. Con el material proveniente de cada uno de los reconocimientos se realizarán ensayos de identificación y caracterización completa del material. Estos ensayos permitirán asegurar que el material reúne las características exigidas por el PG-3 para cada empleo específico. Las prospecciones, los ensayos de laboratorio y los ensayos de campo deberán sujetarse en su definición y realización a las normas vigentes sobre los mismos, siendo las condiciones concretas de ejecución de algunos de ellos (cuando presenten posibilidades alternativas de ejecución) las que se recojan en el PG-3, o en su defecto las indique el Director. La omisión de la realización de alguno de estos ensayos prescritos por el PG-3 implica que la caracterización efectuada no resulta completa, y la clasificación del suelo que se obtenga a partir de ella puede resultar errónea:

- En el caso de suelos que el proyecto proponga emplear como materiales tipo terraplén, deben seguirse los criterios especificados en el artículo 330 del PG-3 y, en consecuencia, realizarse ensayos de:

- Granulometría (UNE 103101).
- Plasticidad: límites de Atterberg (UNE 103103 y 103104).
- Contenido de materia orgánica (UNE 103204).
- Contenido de sales solubles (UNE 103205).
- Contenido de yeso (UNE 103206).
- Ensayo de hinchamiento libre en edómetro para condiciones de ensayo definidas en el apartado 330.4.4.2 del PG-3, incluso curvas (UNE 103601).
- Ensayo de colapso para condiciones de ensayo definidas en el apartado 330.4.4.1 del PG-3, incluso curvas (UNE 103406).
- Índice CBR (UNE 103502).
- Ensayo Próctor normal (UNE 103500).
- Ensayo Próctor modificado (UNE 103501).
- Humedad natural (UNE 103300).





- En el caso de suelos que el proyecto proponga emplear como materiales para rellenos tipo pedraplén o todo-uno, deben seguirse los criterios especificados en los artículos 331 y 333 del PG-3 y, en consecuencia, realizarse ensayos de:

- Granulometría (UNE 103101).
- Estabilidad frente al desmoronamiento en agua (UNE 146510).
- Estabilidad frente a los ciclos humedad-sequedad (UNE 146511).
- Propiedades químicas: sulfatos (UNE 1744-1).
- Contenido de materia orgánica (UNE 103204).
- Contenido de sales solubles (UNE 103205).
- Contenido de yeso (UNE 103206).

- En el caso de suelos que el proyecto proponga estabilizar in situ, deben seguirse los criterios especificados en el artículo 512 del PG-3.

- En el caso yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como zahorras deben seguirse los criterios especificados en el artículo 510 del PG-3.

- En el caso de materiales granulares que el proyecto proponga destinar a la fabricación de suelo-cemento, deben seguirse los criterios especificados en el artículo 513 del PG-3.

- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en hormigones estructurales, deben seguirse los criterios especificados en la EHE-08.

- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en pavimentos de hormigón o en hormigón magro vibrado deben seguirse los criterios especificados en el artículo 550 y 551 del PG3.

- En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos de mezclas bituminosas, deben seguirse los criterios especificados en los artículos 542 y 543 del PG3.

La campaña de reconocimientos y ensayos de laboratorio de préstamos, yacimientos o canteras deberá estar integrada en la campaña de estudio geotécnico.

5.4.3. INSTALACIONES DE SUMINISTRO



Se investigarán y documentarán las instalaciones de suministro de materiales que pudieran emplearse en las obras: fábricas de cemento, plantas de machaqueo de áridos, plantas de hormigón y plantas de mezclas bituminosas. De cada una de ellas se indicará su naturaleza, el tipo y tamaño de las instalaciones, capacidad de producción, canteras y yacimientos granulares de los que se abastecen, etc. También se recogerá la información de los ensayos de control de materiales y productos acabados disponibles. El Consultor deberá realizar durante la redacción del Proyecto ensayos de contraste de los ensayos de control suministrados por los propietarios de las instalaciones.

5.4.4. PROCEDENCIA DE MATERIALES

Toda la información relativa a la procedencia de materiales se resumirá en un mapa de localización de préstamos, yacimientos, canteras e instalaciones de suministro a escala 1:50.000, en el que se ubicarán todos los puntos de aprovechamiento detectados, con indicación expresa del tipo de material existente (préstamos, yacimientos granulares, canteras) y las instalaciones de suministro localizadas (fábricas de cemento, plantas de áridos, plantas de hormigón y plantas de mezclas bituminosas). Sobre la base de las características geotécnicas y la ubicación de las distintas fuentes de materiales (desmontes de la traza, canteras, préstamos, etc.) y en coordinación con el anejo de movimiento de tierras del Proyecto, se realizará una propuesta razonada de la procedencia de los materiales del Proyecto, y en función de su distancia a la zona de obras, se determinará el coste del transporte que debe incluirse dentro de la justificación del precio unitario de cada unidad de obra. También se estudiará en la justificación de los precios unitarios de los materiales naturales el importe del canon a abonar por la explotación de préstamos, yacimientos granulares o canteras. En ningún caso podrán figurar, dentro de los Cuadros de Precios, unidades de obra cuya ejecución exija el empleo de materiales cuya procedencia no haya sido debidamente justificada.

5.5. ESTUDIO GEOTÉCNICO

El anejo del estudio geotécnico del proyecto se elaborará partiendo de los datos básicos recogidos en el estudio geológico y se complementará con la información obtenida en la campaña geotécnica.

La campaña de investigación geotécnica comprenderá las siguientes fases:

- 1. El Consultor elabora la propuesta de campaña geotécnica del proyecto.



- 2. Remisión de la propuesta de campaña para su aceptación, seguimiento y control al Área de Proyectos y Construcción.
- 3. Aceptación de la campaña.
- 4. Realización de las prospecciones de campo y toma de muestras tras la aceptación de la campaña.
- 5. Realización de los ensayos de laboratorio.
- 6. Preparación de la documentación, que debe comprender la testificación e interpretación de las prospecciones y los ensayos, en su caso.
- 7. Redacción del anejo de geotécnico del proyecto (incluirá un apartado de conclusiones y recomendaciones).

El diseño de la campaña geotécnica se someterá al procedimiento regulado en las Recomendaciones sobre la Campaña Geotécnica en los Proyectos de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (Nota de Servicio 3/2012), la Guía de Cimentaciones en obras de Carreteras de 2009 del Ministerio de Fomento, el Manual de Ingeniería de Taludes de 2006 del Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y resto de normativa vigente aplicable y contendrá como mínimo:

- Prospecciones y ensayos de campo y laboratorio que se consideren más adecuados.
- Otros reconocimientos.
- Técnicos encargados de la realización de los reconocimientos.
- Maquinaria para la realización de las prospecciones y los ensayos.
- Laboratorio acreditado para la realización de los ensayos sobre las muestras del terreno.
- Técnicos encargados de la elaboración del informe geotécnico.

La localización de todos los reconocimientos previstos debe quedar reflejada en un plano de planta y perfil longitudinal del trazado. El número y el tipo de reconocimientos que finalmente se efectúen, así como sus características, y prelación en su orden de ejecución, deberán justificarse adecuadamente en el informe geotécnico del corredor.

Entre otros aspectos deberá abordar de forma expresa las cuestiones relacionadas con la naturaleza de los materiales a excavar, modo de excavación y utilización de los mismos, la capacidad de soporte del terreno para cimentar los rellenos, la forma de realizarlos, sus taludes, los asientos que puedan producirse y el tiempo necesario para que se produzcan, los coeficientes de seguridad adoptados, las medidas a tomar para incrementarlos, caso de no ser aceptables, y las medidas a tomar para disminuir los asientos y/o acelerarlos, etc.





5.5.1. ESTABLECIMIENTO DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA A REALIZAR: RELLENOS, DESMONTES Y PRÉSTAMOS

La totalidad de la traza se tramificará en desmontes, rellenos y secciones a media ladera (a excepción de los túneles y las estructuras). En el Proyecto se deberá realizar una caracterización completa y suficiente de cada uno de ellos, no debiendo quedar ninguno, independientemente de su longitud, sin reconocer y clasificar. Dicha caracterización debe referirse en todos los casos a los siguientes aspectos:

- Materiales necesarios para su ejecución o derivados de la misma:
 - o Caracterización y procedencia de los materiales necesarios para la ejecución de los rellenos.
 - o Caracterización y destino de los excedentes de excavación de desmontes o saneos, en su caso.
- Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes.
- Condiciones de excavabilidad de los desmontes.
- Condiciones resistentes del terreno de apoyo: características de los fondos de los desmontes y los cimientos de los rellenos.

Se deberá tratar de obtenerse la máxima información posible de cada una de las prospecciones o ensayos que se realicen, siendo válidos la mayoría de ellos para más de uno de los fines enumerados en la relación anterior.

5.5.1.1. Materiales

La caracterización de los materiales para rellenos no podrá omitir ninguno de los ensayos que especifica el PG-3, por lo que deberá ser siempre completa, de acuerdo con los criterios especificados en el mismo. En ningún caso una muestra podrá clasificarse conforme a los criterios de aptitud especificados en el PG-3, si previamente no se han efectuado en la misma todos y cada uno de los ensayos referidos en dicho pliego, según el tipo de relleno de que se trate (artículos 330 a 333).

En cada uno de los rellenos (o secciones a media ladera) en que se divida la traza se determinará la procedencia de los materiales que lo constituyen, identificando de modo expreso los desmontes de la traza o los préstamos propuestos.

Deberá efectuarse al menos una clasificación completa en origen, es decir, por cada préstamo o desmonte. El número mínimo de clasificaciones en origen se determinará aplicando de entre los siguientes criterios, el que dé lugar a un número mayor de ellas, siendo las profundidades y



ubicaciones en planta de las muestras suficientemente representativas dentro de cada uno de dichos préstamos o desmontes:

- Cada cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) o fracción, en cada uno de los préstamos o desmontes cuyos materiales de excavación se propongan para la ejecución de rellenos.
- Cada siete mil quinientos metros cuadrados (7.500 m²) o fracción, en cada uno de los préstamos previstos.

Las prospecciones necesarias para la correspondiente toma de muestras se efectuarán mediante sondeos o calicatas, según proceda en cada caso concreto.

Los excedentes de excavación, tanto si se trata de tierras sobrantes provenientes de la ejecución de los desmontes, como si se trata de saneos de la traza, se identificarán, asimismo, de acuerdo con los mismos criterios definidos para rellenos: según su procedencia, y dentro de ésta por lotes de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) o fracción.

5.5.1.2. Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes

Los reconocimientos y ensayos que permiten determinar la estabilidad de los materiales que constituyen los rellenos y los desmontes, son conceptualmente los mismos (triaxiales, corte directo, grado de alteración de las rocas, etc.... con sus respectivas variantes en función de la situación analizada). No obstante, conviene diferenciar entre uno y otro caso:

5.5.1.2.1. Rellenos

Se fijarán, a la vista de las características geotécnicas de los terrenos atravesados por la traza, y del material para la construcción de rellenos, los taludes recomendados, adoptando siempre valores conservadores compatibles con la mínima afección al entorno de las obras.

5.5.1.2.2. Desmontes

Las prospecciones y ensayos a efectuar serán diferentes en función de la altura (o profundidad, longitud del desmonte y naturaleza de los materiales que lo componen.

A la hora de determinar los ángulos estables de las formaciones, se contará con los testigos de los sondeos o muestras procedentes de las calicatas, que se analizarán por unidades litológicas. En el caso de los suelos se efectuarán ensayos de resistencia al corte y en el de las rocas se evaluará su grado de alteración, su estructura y sus características geomecánicas.



Si se desconociera el número y la potencia de las unidades litológicas (lo que únicamente podría ocurrir antes de la realización de los sondeos) o bien se considerasen éstas totalmente homogéneas, deberán preverse al menos, el siguiente número de ensayos de resistencia al corte, en función de la longitud de testigo (L_t) determinados en la normativa vigente aplicable.

Una vez identificadas las correspondientes unidades litológicas y sus profundidades relativas en los sondeos, se deberá aprovechar la información disponible para la ubicación de las bermas intermedias, en su caso.

En aquellos casos en que se considerase conveniente, a la vista de los resultados de los sondeos, se solicitará la realización de las prospecciones geofísicas necesarias.

5.5.1.3. Condiciones de excavabilidad de los desmontes

La excavabilidad potencial de los desmontes en materiales rocosos, y la elección de su procedimiento de ejecución, debe definirse como mínimo a través de:

- Ensayos de resistencia a compresión simple de las rocas (determinaciones directas y correlaciones a través del ensayo PLT).
- Prospección sísmica de refracción, que debe extenderse a la totalidad de la longitud de los desmontes en roca.

5.5.1.4. Condiciones resistentes del terreno de apoyo

5.5.1.4.1. Rellenos

Con carácter general, se realizará 1 prospección por cada 200 m. Se prestará especial atención al caso de los suelos blandos. El tipo de prospección más adecuada en cada ubicación concreta debe determinarse en función de la normativa vigente aplicable.

5.5.1.4.2. Desmontes

Debe caracterizarse el fondo de los desmontes a efectos de determinar su capacidad de soporte. El número mínimo de prospecciones necesarias serán las que se especifican en la normativa vigente aplicable.

Además de lo anterior, podrá procederse a la realización de ensayos geofísicos, que busquen un mayor grado de detalle en la caracterización del fondo de los desmontes.



5.5.2. PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Se realizarán los planos necesarios a escala adecuada, que deben incluir la ubicación de la investigación geotécnica realizada y los datos más significativos y representativos de los mismos (columnas estratigráficas en sondeos y calicatas, gráficos de prospecciones sísmicas y eléctricas, golpes en ensayos de penetración, principales parámetros en los piezoconos, estaciones geomecánicas, etc.). En el caso particular las prospecciones se indicarán sus tres coordenadas (boca del sondeo, ubicación del equipo penetrométrico...) y su distancia al eje del trazado. Se confeccionará un gráfico resumen de cada prospección, que deberá contener toda la información necesaria para poder interpretar las características del terreno investigado. En el caso particular de los sondeos, como mínimo se reflejarán todos los datos geotécnicos de los partes de campo confeccionados por el técnico especialista, incluyendo las coordenadas de la boca, la testificación litológica, el porcentaje de recuperación de testigo, el índice RQD, los resultados (y ubicación sobre la columna) de los ensayos "in situ" que se hayan efectuado, etc. Las descripciones que se incluyan deberán estar contrastadas y ser coincidentes con los ensayos de laboratorio que se hayan efectuado. Además, se acompañarán las fotos en color de las cajas de los sondeos, que previamente habrán sido rotuladas a intervalos regulares de profundidad. En relación con los ensayos de campo y laboratorio, deben presentarse en forma de tabla resumen. Paralelamente se incluirán los correspondientes partes completos. Al menos deberán reflejarse los siguientes aspectos:

- Partes de ensayo:

- Deben hacer mención a la denominación completa (numeración, título y fecha) de la norma con arreglo a la que se han ejecutado.
- Habrán de responder a los modelos de parte recogidos en cada norma de ensayo, que podrán complementarse si se requiriese información adicional.
- Identificarán el lugar de procedencia de la muestra o ensayo in situ (PK, coordenadas UTM,...).
- Cada parte de ensayo llevará un código de identificación (único y diferente de los demás) que posteriormente se trasladará a la hoja resumen.
- Los partes de ensayo se dispondrán correlativamente, atendiendo a un criterio de clasificación lógico derivado del código de identificación del parte de ensayo anteriormente referido (alfabético, numérico...).

- Hoja resumen:

- Se reflejarán los resultados que en cada caso procedan, adecuados a la finalidad específica que se persiga.
- Se especificará el lugar de procedencia de cada muestra o ejecución de ensayo in situ (PK, coordenadas UTM...).





- Cada resultado (o conjunto de ellos correspondiente a una misma muestra o ensayo in situ) irá precedida del código (o códigos) de identificación del parte del cuál provenga.
- Cuando de los resultados anteriores se derive una determinada categoría o clasificación, y excepcionalmente no se hayan realizado todos y cada uno de los ensayos precisos para su obtención (por ejemplo, un suelo al que excepcionalmente le faltara por realizar alguno de los ensayos de caracterización completa que prescribe el art. 330 del PG-3), dicha clasificación será incompleta. Este aspecto se reflejará asimismo, de forma expresa, en la hoja resumen.

5.5.3. REDACCIÓN DEL ANEJO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR

Sobre la base de la información geológica, las observaciones de campo y la investigación geotécnica de detalle, tanto de campo como de laboratorio, se redactará el anejo de estudio geotécnico del corredor (fases II y III del seguimiento y control del proyecto).

5.5.3.1. Perfil geotécnico

Sobre la base de la información geológica y geotécnica obtenida se realizará el perfil geotécnico de la traza a escala H. 1:5.000 y V. 1:500. El perfil longitudinal debe resultar consecuente con la planta contenida en el estudio geológico (Apdo. 5.5.1). Sobre dicha planta se superpondrá, a partir de las conclusiones del estudio fotogeológico, la ubicación de los paleodeslizamientos u otros fenómenos de inestabilidad de ladera que se hubieran detectado. En dicho perfil se representarán la rasante de la traza y las obras a realizar: obras de paso superiores e inferiores, viaductos, puentes y túneles, así como la situación de las prospecciones e investigaciones realizadas (catas, penetraciones y sondeos, perfiles geofísicos, etc.), que se anotarán con su proyección en el eje, su profundidad y la distancia al eje indicando si es a la derecha o a izquierda de la progresiva. Al pie del perfil longitudinal se representará una "guitarra" con la siguiente información:

- Indicación, por tramos, del espesor de la tierra vegetal;
- En los desmontes: en suelo, se indicarán los porcentajes de suelo inadecuado, marginal, tolerable, adecuado o seleccionado para la formación de rellenos; en desmontes en roca, la aptitud del material excavado para la formación de todouno o pedraplenes; se tramificarán las características del material de fondo de desmonte como cimiento de la explanada del firme; también se indicará si el material es excavable mediante medios mecánicos, con o sin ripado, o si es necesario el uso de explosivos, en función de la profundidad;
- En los rellenos o zonas de tránsito de terraplén a desmonte: el espesor de material a sustituir por saneo, adicional al espesor de tierra vegetal, para la cimentación del relleno o de la propia explanada;



- Emplazamiento de las calicatas y de los sondeos mecánicos efectuados, con indicación simplificada de los materiales encontrados y su clasificación, y los gráficos simplificados de las penetraciones Y prospecciones geofísicas.

Finalmente, se preparará un resumen en el que se incluirán los principales problemas geotécnicos del corredor, su localización y sus soluciones. Tanto en los Planos, como en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Presupuesto se recogerán estas soluciones.

5.5.3.2. Desmontes

Se estudiará para cada uno de los desmontes la estabilidad del mismo con indicación expresa de los taludes a adoptar, en ambos márgenes de la carretera, en función de las características geotécnicas de los materiales a excavar. Para ello se efectuará previamente la caracterización geomecánica de las formaciones afectadas.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento (estabilidad global) mínimo a adoptar, salvo justificación, será el especificado en la Guía de Cimentaciones en obras de carreteras del Ministerio de Fomento.

En desmontes importantes se definirán los anchos de bermas a pie de talud e intermedias, necesarias para asegurar una eficaz protección a la vía frente a desprendimientos y la conservación de los taludes. En el caso de las bermas intermedias, tendrán preferiblemente las siguientes características:

- Procurará dividir en talud en diferentes zonas accesibles de forma independiente para los equipos de conservación que transiten por las mismas.
- Anchura mínima de 5 ó 6 m para permitir el acceso de maquinaria.
- Pendiente transversal hacia el interior del talud del 4 %.
- Pendiente longitudinal entre el 2 % y el 4 %, independientemente de la pendiente de la rasante de la carretera.
- Contarán con cunetas revestidas de hormigón para el encauzamiento de las aguas de escorrentía del talud y de la propia berma.
- En caso de que sea posible, se aprovecharán contactos litológicos subhorizontales para su establecimiento, ubicándose sobre horizontes competentes. En otras circunstancias se establecerán a intervalos relativamente regulares, empezando sucómputo desde la cota de fondo de desmonte.



Se clasificarán los materiales procedentes de la excavación, para su uso en la formación de rellenos y explanadas, de la forma indicada en la ejecución del perfil geotécnico. Se realizarán recomendaciones sobre el procedimiento de ejecución, junto con la utilización de los materiales en la formación de rellenos, y se definirán los coeficientes de paso (en coordinación con el anejo de Geología y Procedencia de Materiales y el anejo de Movimientos de Tierras del Proyecto).

En los desmontes en roca se estará a lo especificado en el artículo 322 del PG-3 y se definirán los correspondientes procedimientos de voladura, indicando expresamente la necesidad de hacer precorte y su justificación.

Además se tendrán en cuenta las cuestiones relacionadas con:

- Capacidad de soporte del fondo.
- Drenaje superficial y subterráneo.
- Interacción con las laderas adedañas, presentando especial atención a los paleodeslizamientos y otros fenómenos similares.
- Transición con los rellenos adedañas.

Se preparará un cuadro resumen con indicación por D.O. de todos y cada uno de los desmontes con los taludes recomendados en ambas márgenes, las posibles medidas a tomar para asegurar su estabilidad y conservación, la capacidad de soporte del fondo de la excavación y la previsible utilización de los materiales excavados.

5.5.3.3. Rellenos

Se fijarán, a la vista de las características geotécnicas de los terrenos atravesados por la traza, y del material para la construcción de rellenos, los taludes recomendados, adoptando siempre valores conservadores compatibles con la mínima afección al entorno de las obras. Salvo casos excepcionales, debidamente justificados, las pautas básicas serán las siguientes:

Se estudiará la forma de ejecución, teniendo en cuenta tanto las características de los materiales que se obtendrán de los desmontes y préstamos como la forma de excavación. En caso de aparición de roca en los desmontes del trazado que pudiera emplearse en la construcción de pedraplenes, se indicará su idoneidad para este uso, la forma de ejecutarlos y el tamaño de la fragmentación de la roca. Se analizarán, en aquellos rellenos cimentados sobre terrenos blandos y en los rellenos de altura superior a 10 m, los asentamientos previsibles y el tiempo necesario para alcanzar un determinado porcentaje de consolidación compatible con que no se produzcan daños en el firme. Se estudiarán las medidas a adoptar para acelerar y/o disminuir los asentamientos. En



especial se estudiarán los asientos de los rellenos en el trasdós de las obras de fábrica, para estudiar la mejor forma de ejecución de los estribos y la aparición de rozamiento negativo, caso de que éstos hayan de ser pilotados. Se analizarán aquellos rellenos a media ladera en los que la naturaleza del cimiento y/o la pendiente transversal del terreno recomiende la adopción de medidas especiales, con indicación razonada de aquellas que se adopten. El proyecto de la cimentación de cada relleno debe tener una justificación expresa de la estabilidad global de la obra.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento del conjunto relleno-terreno (estabilidad global) mínimo a adoptar, salvo justificación, será el especificado en la Guía de Cimentaciones en obras de carreteras del Ministerio de Fomento.

Se establecerá un cuadro resumen con referencia al eje de la traza (PK, DO,...) de todos y cada uno de los rellenos, especificando su tipología e incluyendo los taludes recomendados, así como las medidas especiales a adoptar.

5.6. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

El estudio climatológico de la zona objeto del Proyecto tiene por finalidad conocer las condiciones climáticas e hidrológicas del entorno afectado por las obras. El estudio climatológico se orientará a la definición de los principales rasgos climáticos de la zona. Basándose en ellos se establecerá la incidencia que tendrá el clima en la obra, mediante el cálculo de los coeficientes medios de aprovechamiento de días laborables para la realización de las principales unidades de obra, así como la definición de los índices agroclimáticos que servirán de partida para el diseño de las plantaciones a realizar en la obra. Este estudio deberá servir de apoyo al diseño de la solución a adoptar y a la definición del plan de obra del proyecto.

El estudio hidrológico tiene por finalidad, previo análisis del régimen de precipitaciones y del resto de las características hidrológicas de la zona objeto del Proyecto, determinar los caudales generados en las cuencas interceptadas por la traza.

5.6.1. CLIMATOLOGÍA

5.6.1.1. Datos de partida

Se consultarán las publicaciones existentes, tanto del Ministerio de Fomento como de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET.), o cualquier otro organismo, en lo referente a los datos





climáticos de la zona. En el caso de que la obra esté situada en un lugar donde algunos de los datos recogidos en dichas publicaciones no sean representativos por estar basados en estaciones climatológicas alejadas de la traza, se elaborará un estudio específico partiendo de los datos disponibles en AEMET. Será preceptiva la incorporación de los datos originales suministrados, así como el proceso seguido para su selección, en el que se tendrán en cuenta condiciones de proximidad a la traza, número de años con datos completos y altitud de la estación de registro. Se elaborará un cuadro resumen con las estaciones seleccionadas, con indicación expresa del código de identificación, cuenca hidrográfica en la que se localiza, tipo de estación (pluviométrica, termopluviométrica, etcétera), nombre, coordenadas, altitud, número de años con datos y número de años con datos completos. Además, sobre un plano a escala adecuada, se reflejará la posición de dichas estaciones, indicando su nombre y código, así como la traza objeto del Proyecto.

5.6.1.2. Contenidos mínimos

El estudio se estructurará en tres apartados:

- Obtención, mediante estudio estadístico, de las principales variables climáticas.
- Clasificación e índices climáticos.
- Determinación del número de días aprovechables en la ejecución de las obras. Dentro del apartado de las variables climáticas, se obtendrán las siguientes:
 - o precipitación media mensual y anual;
 - o precipitación máxima en 24 horas (por meses y anual);
 - o precipitación máxima mensual;
 - o número de días de lluvia;
 - o número de días de nieve;
 - o número de días de granizo;
 - o número de días de tormenta;
 - o número de días de niebla;
 - o número de días de rocío;
 - o número de días de escarcha;
 - o temperatura media mensual y anual;
 - o temperatura media de las mínimas (mensual y anual);
 - o temperatura media de las máximas (mensual y anual);
 - o temperatura mínima absoluta (mensual y anual);
 - o temperatura máxima absoluta (mensual y anual);
 - o oscilación de las temperaturas extremas medias mensuales;
 - o oscilación verano-invierno de las temperaturas medias;



- o oscilación máxima de las temperaturas;
- o humedad media relativa;
- o evaporación media diaria;
- o número medio anual de días de sol;
- o número medio anual de días despejados;
- o número medio de días con heladas;
- o análisis de los vientos dominantes (dirección, recorrido, velocidad, etcétera).

Siempre que sea posible se presentarán los resultados en forma de gráficos con la especificación de los valores más representativos. En el apartado de clasificación e índices climáticos, se obtendrán los usuales (Aridez de Martonne, termo-pluviométrico de Dantin-Revenga, pluviosidad de Lang, clasificaciones agroclimáticas de Köppen o Papadakis, etcétera) que hacen referencia a la influencia del clima sobre la vegetación y los cultivos. Se incorporarán los diagramas ombrotérmicos de Walter-Gausson, de cada una de las estaciones seleccionadas, donde queden reflejados los períodos secos y húmedos a lo largo del año.

5.6.2. HIDROLOGÍA

El apartado de hidrología incluirá una descripción general de la hidrología de la zona, sobre la base de los datos disponibles de la geología y las visitas realizadas a la traza, con especificación de los cursos de agua atravesados, surgencias, manantiales, rías, marismas, pozos, etcétera, localizados en el ámbito del proyecto y que afecten directa o indirectamente a la traza. Esta descripción servirá de base para estimar los estudios que se desarrollarán posteriormente y los datos necesarios a recopilar para ello.

5.6.2.1. Datos de partida

Además de los datos pluviométricos de la Agencia Estatal de Meteorología, que deberán tener el mismo tratamiento descrito para los datos climatológicos, se deberán mantener los contactos necesarios con los organismos afectados (Confederaciones Hidrográficas o administración hidráulica competente, Costas, Organismos autónomos regentes de Trasvases, Puertos, etcétera) para recabar la información disponible (aforos de cursos de agua, zonas inundables, deslinde de dominio público hidráulico o marítimo-terrestre, carreras de mareas, etcétera), así como los condicionantes que afectarán en el diseño posterior de las obras de drenaje necesarias o interferencias con otros proyectos en desarrollo.

5.6.2.2. Contenido



El objetivo fundamental de los trabajos de hidrología es garantizar la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera, mediante su eventual acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal o puentes. Con carácter general, se determinarán los caudales de referencia de los cauces interceptados a partir de la información sobre caudales máximos asociados a distintos períodos de retorno que, en su caso, pueda tener la Administración Hidráulica. En especial, se tendrá en cuenta la información de los Mapas de Caudales Máximos elaborados por las Confederaciones Hidrográficas y el Cédex. En caso de no disponer de la información de caudales aludida en el párrafo anterior, o en el caso de que las circunstancias lo aconsejen, se deberá realizar un estudio hidrológico específico. En el caso de cuencas pequeñas, con superficie menor a cincuenta kilómetros cuadrados (50 km²) se podrá aplicar el método hidrometeorológico. Para cuencas mayores, el método de cálculo deberá basarse principalmente en el análisis estadístico de los datos de caudal medidos en las estaciones de aforos próximas a la zona de estudio, bien mediante la estimación directa del caudal de referencia si la estación está cercana, bien para la calibración de los posibles métodos hidrometeorológicos que se empleen. En todo caso, no es aconsejable el empleo del método hidrometeorológico para cuencas con más de quinientos kilómetros cuadrados (500 km²).

5.6.2.2.1. Estudio de las precipitaciones máximas previsibles

Se calcularán las precipitaciones máximas previsibles en 24 horas para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500. Para ello se empleará la publicación “Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular”, editada por el Ministerio de Fomento. Como contraste, se estudiarán los datos sobre precipitaciones máximas diarias en las estaciones pluviométricas seleccionadas. Se generarán series de precipitaciones máximas en 24 horas, con indicación del año y mes de ocurrencia, sobre las que se ajustarán las distribuciones de probabilidad de Gumbel y SQRT-ETmáx. Se representará gráficamente en papel de probabilidad las funciones de distribución de Gumbel y SQRT-ETmáx junto con los datos de la muestra y se realizarán test estadísticos, con el objetivo de comprobar la bondad del ajuste. Se asignará la precipitación de cálculo desde las estaciones pluviométricas seleccionadas a las cuencas en que se emplee el método hidrometeorológico, justificándose el método empleado (media aritmética, isohietas, polígonos de Thiessen, etc.).

Se realizará un cuadro resumen con las precipitaciones máximas diarias adoptadas para las distintas cuencas del proyecto en que se emplee el método hidrometeorológico, en función de los períodos de retorno considerados, justificándose adecuadamente los valores finalmente adoptados en el cálculo.



5.6.2.2.2. Estudio de cuencas por el método hidrometeorológico

Se delimitarán las distintas cuencas vertientes a la traza sobre planos a escala 1:1.000 y 1:5.000; las cuencas que por su superficie no se observasen a estas escalas se deberán estudiar a escalas menores. Estos planos dispondrán de la toponimia y curvas de nivel suficientes para apreciar el correcto trazado de las divisorias. De cada cuenca se obtendrán las características físicas necesarias para el cálculo de los caudales en ella generados, realizándose los cuadros resúmenes necesarios donde se especifiquen, al menos, las siguientes características de cada cuenca:

- nomenclatura;
- obra de drenaje prevista;
- superficie de la cuenca hasta el punto de cruce con la traza;
- longitud de la cuenca siguiendo el recorrido posible de la escorrentía;
- desnivel entre la cabecera de la cuenca y el punto de incidencia en la traza;
- pendiente media resultante;
- umbral de escorrentía, en función del uso de la tierra, la pendiente, las características hidrológicas y el tipo de suelo.

5.6.2.2.3. Cálculo de los caudales por el método hidrometeorológico

Para el cálculo de los caudales generados por las cuencas se seguirán las recomendaciones de la vigente Instrucción de Carreteras 5.2-IC, así como el resto de las publicaciones específicas para el cálculo de caudales máximos en cuencas naturales, métodos y aplicaciones informáticas sancionadas por el Cédex y las Confederaciones Hidrográficas. En caso de utilizar aplicaciones informáticas, se deberá incluir un resumen del procedimiento de cálculo realizado por la aplicación, así como una descripción y análisis de los parámetros empleados en el proceso. Una vez calculados los caudales de las distintas cuencas se elaborará un cuadro resumen con la especificación de:

- nombre de la cuenca;
- obra de drenaje prevista;
- área de la cuenca;
- tiempo de concentración;
- coeficiente de uniformidad de la cuenca;
- intensidad media diaria de precipitación en mm/h para los periodos de retorno considerados;
- factor de torrencialidad;



- intensidad media de precipitación del aguacero de cálculo en mm/h para los periodos de retorno considerados;
- umbral de escorrentía en condiciones medias de humedad y coeficientes correctores;
- coeficiente de escorrentía medio de la cuenca para los periodos de retorno considerados;
- caudales para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

5.6.2.2.4. Otros estudios necesarios

En función de las características particulares de la traza, serán necesarios estudios o especificación de datos particulares de carreras de mareas, caudales de aliviaderos en presas, niveles de agua en embalses, aforos de ríos y estimación de caudales máximos en ellos, aforos de manantiales y surgencias, etcétera, que se deberán llevar a cabo de acuerdo con las especificaciones del Director y los criterios y condiciones que impongan las Administraciones hidráulicas afectadas y los demás organismos competentes. Una vez completado el anejo se remitirá una copia del mismo a la Administración hidráulica afectada por la traza para recabar su aprobación al estudio y el informe de las obras de drenaje previstas sobre cauces públicos.

5.7. TRÁFICO

5.7.1. ANÁLISIS DE TRÁFICO

Se recopilarán todos los estudios de tráfico existentes. Si los estudios de tráfico recopilados no se considerasen adecuados debido, bien a su antigüedad, bien a que se estime que no están correctamente realizados, o que no contengan el detalle necesario para el diseño de los distintos elementos del proyecto, se procederá a hacer un nuevo estudio con la recogida de información necesaria.

5.7.1.1. Datos de partida

Se obtendrán los registros correspondientes a las estaciones de aforo de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid, así como de las pertenecientes a otras administraciones, situadas en el entorno del tramo objeto del Proyecto. La situación de las estaciones seleccionadas se indicará en un plano o croquis en tamaño A-3, en el que se reflejarán también las distintas carreteras interceptadas, incluyendo su denominación y las poblaciones que unen entre sí.

En caso de no ser suficientes los datos anteriores, el consultor obtendrá mediante aforos las características del tráfico de las vías interceptadas, con objeto de justificar y diseñar correctamente las intersecciones y enlaces correspondientes.



5.7.1.2. Cálculo de la I.M.D. en el año actual

A la vista de los datos básicos anteriores, y si la longitud o características del tramo así lo aconsejaran, se dividirá éste en varios subtramos, seleccionando para cada uno de ellos una estación de aforo representativa del mismo, en función de su proximidad, o de su mayor serie de registros de datos disponibles. Para cada una de las estaciones seleccionadas se representará gráficamente la evolución histórica (eje de abscisas) de su I.M.D. (eje de ordenadas).

El cálculo de la I.M.D. correspondiente al año actual se hará, para cada uno de los tramos obtenidos, partiendo de los registros de datos de su estación representativa y aplicando las tasas de crecimiento interanual deducidas de los últimos estudios del corredor en el que se integra. Para cada uno de estos tramos se realizará una estimación de tráfico de vehículos pesados. Estos valores podrán matizarse si se dispone de estudios concretos relativos a tramos adyacentes que puedan considerarse representativos o del corredor en el que se integra el tramo objeto de estudio.

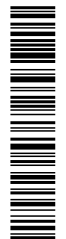
5.7.1.3. Previsión de la demanda futura

La prognosis de tráfico se realizará de la siguiente manera:

- año horizonte: veinte (20) años después de la fecha prevista para la entrada en servicio de la carretera;
- crecimiento medio anual: se calculará la I.M.D. en el año horizonte con tasas de crecimiento anual del 0 (crecimiento nulo); 1,5; 2,5; y 3,5 %;
- inducción prevista por el estudio;
- captación: la que resulte del estudio;
- hora de proyecto del año horizonte: se adoptará la hora cien (100).

Los resultados se recogerán en un cuadro resumen, en el que se indicará, para cada tramo y para cada una de las hipótesis de crecimiento medio anual anteriormente enumeradas, la I.M.D. correspondiente a cada año hasta el año horizonte. Se resaltarán especialmente los valores correspondientes a los años 10 y 20 desde la entrada en servicio de la carretera. Se justificará (en función de los crecimientos pasados del tráfico en el corredor y de la tendencia actual, de las perspectivas de crecimiento futuro, de los estudios de inducción y captación de tráfico, etc.) la intensidad del tráfico finalmente adoptada para la hora de proyecto en el año horizonte en cada una de los elementos características del Proyecto.

5.7.1.4. Capacidad y niveles de servicio (en proyectos de nueva sección)



Para cada uno de los subtramos individualizados en el análisis del tráfico, se realizará un estudio de capacidad y niveles de servicio a lo largo de la vida del proyecto en la hora de proyecto considerada y con el crecimiento, inducción y captación del tráfico adoptados, siguiendo los criterios del Manual de Capacidad de Carreteras (2010). Se considerará justificación suficiente de las características generales de la sección transversal (no de las características de detalle, carriles adicionales en rampa o pendiente, etc.), el que éstas se hayan definido en un estudio de carreteras debidamente aprobado.

5.7.1.5. Secciones y elementos especiales (en proyectos de nueva sección)

Serán objeto de estudio independiente, desde el punto de vista de la capacidad de cada tramo, aquellos segmentos de características geométricas especiales susceptibles de tratamientos individualizados para la mejora de la circulación:

- Rampas y pendientes pronunciadas: necesidad de carriles adicionales;
- Nudos: carriles y cuñas de cambio de velocidad, trenzados, lazos y ramales, carriles centrales de giro a la izquierda, gloriets, etc.
- Vías colectoras o vías de servicio.

5.8. TRAZADO GEOMÉTRICO

Para el encaje del trazado geométrico se realizarán cuantos tanteos sean necesarios, en el perfil longitudinal y en planta, para optimizar el trazado con respecto a los diversos condicionantes de tipo geométrico, geotécnico, de movimiento de tierras, drenaje, ambientales, etcétera. Como resultado de los mencionados tanteos, se justificará con detalle el trazado óptimo seleccionado.

La definición del trazado incluirá los siguientes datos generales:

- Radios en planta, máximos y mínimos;
- Parámetros de clotoide, máximos y mínimos;
- Pendientes y rampas, máximos y mínimos;
- Parámetros de acuerdo vertical, máximos y mínimos;
- Análisis de visibilidad;
- Secciones transversales tipo;
- Gálidos;
- Definición de sobreanchos y peraltes;
- Tipología de enlaces e intersecciones (previo análisis técnico y económico de las alternativas que conduzcan a la selección de la mejor solución entre las estudiadas).



En la definición de alineaciones y rasantes, los datos deberán aparecer con la máxima precisión posible, que no podrá ser inferior en ningún caso a una cienmilésima parte de unidad, con el fin de que si es necesario rehacer el cálculo, o modificar ligeramente el trazado o la forma de definición de sus elementos, se introduzcan los mínimos errores posibles. Para las coordenadas de los puntos equidistantes en planta y las cotas de los puntos equidistantes del perfil longitudinal, así como los datos de replanteo, se redondearán las distancias, cotas y coordenadas a milímetros, y los ángulos a segundos centesimales.

5.8.1. TRAZADO EN PLANTA

5.8.1.1. Estado de alineaciones

Se incluirá la definición correspondiente a los elementos de trazado en planta, para lo cual se tomará como punto de partida el origen del proyecto, al que se le podrá asignar una Distancia al Origen (D.O.) arbitraria, que a su vez se verá aumentada con las longitudes de los distintos elementos del trazado, determinando así las D.O. crecientes del mismo.

Se utilizarán únicamente tres tipos de elementos:

- Alineación recta;
- Alineación circular;
- Curva de transición tipo clotoide.

5.8.1.2. Definición en planta cada 20 m

Se definirán las coordenadas de los puntos del trazado en planta cada 20 m sobre el eje, así como las de todos los puntos singulares del estado de alineaciones:

- En las alineaciones rectas, se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y) de cada punto, y el azimut de la recta;
- En las alineaciones circulares, se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y) y el azimut de cada punto, así como el radio de la circunferencia;
- En las curvas de transición tipo clotoide se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y), el azimut (Az) y el radio de curvatura (R) en cada punto, así como el parámetro de la clotoide.

5.8.2. TRAZADO EN ALZADO

5.8.2.1. Estado de rasantes

Se incluirá la definición correspondiente a los elementos de trazado en alzado, partiendo del origen del proyecto, cuya D.O. se habrá establecido al definir el trazado en planta.



Se utilizarán únicamente dos tipos de elementos:

- Rasantes de inclinación uniforme (rectas);
- Curvas de acuerdo vertical (parábolas de 2º grado).

5.8.2.2. Definición de puntos en alzado cada 20 m

Se definirán las cotas de los puntos del trazado en alzado cada 20 m sobre el eje, así como las de todos los puntos singulares del estado de rasantes. El listado incluirá la D.O. de cada punto, su cota y la inclinación de la rasante correspondiente, con su signo (positivo para las rampas, negativo para las pendientes).

5.8.3. ESTUDIO DE VISIBILIDAD

Se realizará un estudio de visibilidad del trazado, determinando los retranqueos de obstáculos y los parámetros geométricos mínimos que proporcionen una visibilidad superior a la distancia de parada. Se analizarán, en su caso, las zonas donde no pueda cumplirse lo indicado anteriormente, adoptando las medidas complementarias necesarias para mantener la seguridad vial.

5.8.4. SECCIONES TRANSVERSALES TIPO

Se incluirá la descripción y representación de todas las secciones tipo de los diversos viales proyectados, incluyéndose las dimensiones de sus elementos. En el caso de secciones tipo con previsión de ampliación del número de carriles se analizará la situación futura, por si ésta pudiera condicionar la inicialmente proyectada.

5.8.5. INTERSECCIONES, ENLACES Y VÍAS DE SERVICIO

La definición geométrica del trazado de intersecciones, enlaces o vías de servicio se hará de la misma forma en que se ha descrito en los apartados anteriores. A tales efectos, se individualizarán tantos ejes como sean necesarios para definir perfectamente las obras proyectadas, y cada uno de ellos será objeto de un estudio por separado, definiendo sus distintos elementos de trazado, tanto en planta como en alzado, y las coordenadas de los puntos equidistantes, de la misma forma que si del eje principal se tratase. Asimismo, se definirán con exactitud los puntos de intersección de los distintos ejes que concurren en una



intersección o enlace, con objeto de facilitar el replanteo de los mismos. En especial se determinarán las longitudes y puntos singulares de los carriles de cambio de velocidad.

Para el estudio en planta de los nudos y la definición de los peraltes, se preparará un plano de planta a escala 1:500, como mínimo, en el que se definan las coordenadas de los puntos singulares de las mismas, los correspondientes radios y acuerdos, los anchos de carriles y sobrecanchos, en su caso, así como los peraltes de cada uno de los ramales. Cuando el radio de las alineaciones curvas sea inferior a 150 m, o el parámetro de los acuerdos verticales sea inferior a 1.000 m, la definición de los puntos equidistantes del eje se hará cada diez (10) metros.

5.8.6. PERFILES TRANSVERSALES

Se incluirán perfiles transversales, al menos cada 20 m, de cada uno de los viales proyectados. Se tendrá en cuenta la proximidad entre viales cuyas explanaciones puedan interferirse, así como la existencia de estructuras.

5.9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

5.9.1. CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

Atendiendo a los resultados de la campaña de reconocimiento geotécnico de los terrenos, se clasificarán los materiales procedentes de las excavaciones de la traza según su mayor o menor facilidad para ser removidos y su aptitud para formar rellenos. Esta clasificación se reflejará tanto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares como en el Presupuesto, que incluirán la definición precisa de las distintas unidades de obra que integren el capítulo de explanaciones, sus precios correspondientes y los presupuestos parciales a que den lugar.

5.9.2. COMPENSACIÓN DE LAS EXPLANACIONES

Del estudio geotécnico se deducirán los volúmenes de desmonte que deben ser llevados a vertedero por no reunir el material las condiciones necesarias para la construcción de rellenos y el volumen de material de préstamo necesario para conseguir la explanada tipo de proyecto (a colocar sobre el fondo de excavación en desmontes o en la capa de coronación de rellenos). Se estudiará en primer lugar la posibilidad de efectuar compensaciones transversales en el caso de que existan tramos cuya sección transversal discorra con perfiles a media ladera.



A continuación, se procederá a realizar un estudio de compensación longitudinal, empleando el método del diagrama de masas, que dará información sobre lo siguiente:

- Volúmenes de relleno que se construyen con materiales procedentes de los desmontes de la traza.
- Distancias de transporte para los distintos volúmenes transportados.

El estudio de la compensación longitudinal irá acompañado del correspondiente estudio de costes de transporte, determinando las distancias medias de transporte para los volúmenes transportados, en función de la distancia existente entre los centros de gravedad del diagrama de masas en las zonas correspondientes a origen y destino.

5.9.3. PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

Cuando las características del proyecto obliguen a la descompensación de las tierras, o existan materiales en los desmontes del proyecto que no sean económica o técnicamente viables para la construcción de la carretera, se deberá estudiar y proponer (en coordinación con el anejo de Geología y Procedencia de Materiales) los préstamos y vertederos que sean necesarios para satisfacer las necesidades de la obra, en función de las características de los materiales, las reservas y las distancias de transporte.

5.9.4. RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

El anejo de movimientos de tierras debe contar con un cuadro resumen donde se especifique:

- El volumen de núcleo/cimiento de relleno necesario, desglosando por materiales utilizados (suelos marginales debidamente tratados, tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno; pedraplén), y distinguiendo también su origen (desmontes de la traza y/o préstamos; compensación transversal). Se indicarán las distancias medias de transporte estimadas diferenciando por tipo de material, origen y destino, y los coeficientes de paso adoptados.
- Volumen de materiales para la coronación de la explanada y las cuñas de transición en estructuras, desglosando por materiales utilizados (suelos tolerables, adecuados o seleccionados; suelos estabilizados; etc.), distinguiendo también su origen (desmontes de la traza y/o préstamos). Se indicarán las distancias medias de transporte estimadas diferenciando por tipo de material, origen y destino, y los coeficientes de paso.
- Volumen de excavaciones en desmontes, distinguiendo si es preciso la forma de extracción (medios mecánicos con o sin ripado, voladura) y los materiales que previsiblemente se obtendrán (suelos marginales, tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno; pedraplén; materiales





inadecuados), y distinguiendo su destino (compensación transversal, formación de rellenos, cuñas de transición de estructuras, capas de coronación de explanadas o vertedero).

- Volumen de tierra vegetal y eventuales saneos para las cimentaciones de rellenos y estructuras, indicando la parte que podrá ser empleada en las labores de revegetación, y la parte que será llevada a vertedero. Se debe indicar la distancia media de transporte a vertedero, y los coeficientes de paso adoptados.
- Volumen de material procedente de préstamos, desglosando por material a extraer (suelos tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno o pedraplén) y origen (diferentes préstamos estudiados en fase de proyecto). También se indicará el destino de los materiales (rellenos, explanada, cuñas de transición) y las distancias medias de transporte previstas.
- Volumen de material a vertedero, indicando su origen (materiales inadecuados, suelos marginales o sobrantes de la excavación de desmontes; tierra vegetal o saneos de cimentación) y su destino (vertederos estudiados en el proyecto). Se indicará también la distancia media de transporte a vertedero.
- Verificación de la existencia de balance nulo en el conjunto del movimiento de tierras (material excavado/préstamo vs. Material vertido/llevado a vertedero), considerando los coeficientes de paso correspondientes.

Dentro de cada uno de los apartados anteriores, a su vez es aconsejable desglosar las mediciones correspondientes al tronco, los viales de los nudos, las vías de servicio, a las reposiciones de caminos, etc.

5.9.5. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL CAPÍTULO DE EXPLANACIONES

Las conclusiones del estudio de compensación de volúmenes del movimiento de tierras, se reflejarán en el Anejo de justificación de precios y en los documentos contractuales del Proyecto, incluso en el caso de que se fije un precio único para la excavación en desmonte (sin diferenciación de ningún tipo), combinado con un precio único de relleno (cualquiera que sea su procedencia), modelo que será el normalmente utilizado, salvo justificación expresa en contrario. En el caso de que sea necesario establecer matizaciones, tales como distinguir varios tipos de terrenos en desmonte, varias procedencias de materiales en el relleno, o incluso varias distancias de transporte (introduciendo el concepto de unidad de transporte adicional por encima de una distancia), deberá ser objeto de una detallada definición contractual en el Proyecto.



5.10. FIRMES Y PAVIMENTOS

Para el proyecto de las estructuras de firme y de explanada en el tronco principal, intersecciones y enlaces se obtendrán, en primer lugar, los factores de dimensionamiento: tráfico pesado y materiales disponibles para las secciones de firme/explanada. La categoría de tráfico pesado se determinará en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) en el carril de proyecto, para el año de puesta en servicio, en cada uno de los subtramos diferenciados en el Estudio de Tráfico. Las características de la cimentación de la explanada se obtendrán de las conclusiones expuestas en el Estudio Geotécnico del corredor, para cada subtramo diferenciando, en función del tipo de material de fondo de desmonte o de coronación del relleno y de su capacidad portante (C.B.R.), según los criterios de clasificación del PG3 y de la Instrucción 6.1 IC "Secciones de firme". Los datos sobre la disponibilidad y las características de los materiales para las secciones de explanada y de firme serán extraídos de la información específica y detallada incluida en el anejo de Geología y de Procedencia de Materiales del Proyecto. Establecidos los factores de dimensionamiento, se hará un estudio conjunto de la explanada y firme, siguiendo las recomendaciones de la Instrucción 6.1 "Secciones de firme" y 6.3-IC "Rehabilitaciones de firmes".

5.10.1. SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRME

5.10.1.1. Eje principal

Determinadas las categorías de tráfico pesado y las características del material de cimentación de la explanada correspondientes a cada subtramo, se plantearán distintas secciones estructurales posibles de combinación de explanadas y firmes. A continuación, se realizará un estudio comparativo a fin de seleccionar entre ellas la que resulte más adecuada técnica y económicamente, teniendo en cuenta las posibilidades de formar una u otra explanada, la disponibilidad de materiales para ejecutar las distintas unidades de obra, y su medición y coste. El estudio comparativo se efectuará por unidad de longitud de la vía, incluyendo arcenes. La determinación de los costes tendrá carácter global, considerando, tanto los de construcción, como la actualización de los gastos de conservación. En casos excepcionales, fundamentalmente cuando por una cuestión de disponibilidad de materiales se hayan incluido en el análisis secciones distintas de las del catálogo de la Instrucción, se valorará el comportamiento estructural de las diferentes opciones mediante un método de dimensionamiento analítico.



5.10.1.2. Ramales de intersecciones y enlaces

Se seleccionará la sección estructural más adecuada en cada caso, mediante un análisis comparativo similar al descrito en el apartado anterior.

5.10.1.3. Vías de servicio, caminos agrícolas y otros

La sección estructural se proyectará de acuerdo con la normativa vigente al respecto.

5.10.1.4. Pavimento sobre tableros de puentes y viaductos

Se tomará en consideración la naturaleza y características generales de flexibilidad de los tableros, de acuerdo con lo que se haya establecido en el anejo de Estructuras del Proyecto; el tipo de pavimento empleado en los tramos contiguos de la vía, el acabado de la superficie del tablero y la existencia de elementos complementarios (aceras, desagües, juntas, etcétera).

Para el firme en las estructuras se examinarán las siguientes posibilidades:

- Empleo de pavimento de hormigón, incorporado o superpuesto, sobre estructuras de hormigón y tramos adyacentes con firme de este material;
- Mezclas bituminosas especiales de pequeño espesor o discontinuas, en tableros metálicos;
- Mezclas tipo hormigón bituminoso, mezclas drenantes o discontinuas en tableros de hormigón, con pavimento bituminoso en los tramos adyacentes.

5.10.2. REFUERZOS DE FIRME EXISTENTE

La información sobre el estado del firme existente se obtendrá de la inspección visual, debidamente interpretada, complementada mediante la auscultación con equipos adecuados al tipo de sección, que midan el grado de evolución de las características del firme. En caso necesario, se recurrirá también a la realización de catas, sondeos, toma de muestras y ensayos de laboratorio para verificar las hipótesis de la inspección visual.

Tanto si es necesaria una rehabilitación superficial como si lo es una rehabilitación estructural, se emplearán los criterios de la norma 6.3 IC "Rehabilitación de firmes". En el caso de que se prevean ensanches de vías existentes, se cuidará que la solución proyectada no sólo no perjudique el drenaje del firme a mantener, sino que lo mejore, realizando el ensanche con un material realmente drenante, siempre que sea posible. El dimensionamiento de los ensanches se realizará adaptando las secciones de la Norma 6.1 IC de Secciones de firme al caso que corresponda. Para paliar los efectos derivados de la dificultad de ejecución, podrá aumentarse en una la categoría del tráfico pesado considerada. Por razones constructivas podrá ser conveniente



enrasar la base o subbase del ensanche con la capa superior del firme existente y extender sobre ambos firmes el recrecimiento necesario.

5.11. DRENAJE

Se realizará el cálculo y la justificación de los elementos de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera (drenaje longitudinal) –tanto superficiales como subterráneos- y del drenaje transversal de los cauces naturales interceptados por la carretera. También se realizará la comprobación, en su caso, de los elementos de drenaje ya existentes.

Para el dimensionamiento del sistema hidráulico de drenaje se seguirán las especificaciones contenidas en la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial" y en la Orden Circular 17/03 de "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera".

El anejo de Drenaje debe contener un resumen con los condicionantes que afectan a la definición del drenaje:

- Criterios específicos de las Confederaciones Hidrográficas o las administraciones hidráulicas competentes;
- Condiciones hidrogeológicas;
- Condiciones medioambientales (estudio de impacto ambiental y DIA);
- Facilidad de la conservación y el mantenimiento;
- Otros condicionantes.

5.11.1. CÁLCULO DE CAUDALES

La obtención de los caudales del drenaje transversal (los cauces naturales interceptados por la carretera) se habrá realizado y justificado previamente en el anejo de Climatología e Hidrología. A estos caudales se debe incorporar el estudio de los caudales del drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, y de las superficies vertientes hacia ellos, que se recogerán en el anejo de Drenaje del Proyecto. El cálculo de los caudales se realizará según la metodología expuesta en la instrucción 5.2-IC. Los periodos de retorno utilizados en el cálculo de caudales serán los mínimos especificados en la instrucción 5.2 IC en función del tipo de elemento de drenaje, salvo que la Confederación Hidrográfica u Administración Hidráulica competente requiera otros más exigentes.



Para la comprobación de las condiciones de desagüe de una obra de drenaje transversal donde haya posibilidad de daños catastróficos, o para la comprobación de la erosión fluvial en apoyos de puentes, el período de retorno a adoptar será de 500 años, salvo que la Confederación Hidrográfica u Administración Hidráulica competente exija un valor más elevado.

5.11.2. DRENAJE DE LA PLATAFORMA Y MÁRGENES (LONGITUDINAL)

El drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera comprende la recogida, conducción y desagüe de los caudales procedentes de la escorrentía superficial de los mismos y de sus zonas aledañas vertientes. Se considerarán elementos de la plataforma y márgenes de la carretera:

- Medianas;
- Superficies de la plataforma pavimentadas (calzadas, arcenes);
- Superficies de la plataforma no pavimentadas (bermas, etc.);
- Taludes de desmontes;
- Espaldones de rellenos;
- Zonas interiores de enlaces e intersecciones (isletas, lazos, etc.) o entre viales de la carretera (entre tronco y vía de servicio, etc.);
- Zonas de estacionamiento, áreas de descanso, de servicio, etc.;
- Lechos de frenado;
- Estructuras, muros y túneles.

Para definir la red de drenaje de la plataforma y márgenes se han de tener presentes las características del sistema hidrológico de la zona y la Declaración de Impacto Ambiental, cuando exista, evitando en cualquier caso el vertido directo accidental de las aguas de escorrentía de la plataforma de la carretera a los cursos de agua permanentes.

El proyecto de los elementos que forman la red de drenaje de plataforma y márgenes incluye las siguientes fases:

- Determinación de las áreas vertientes.
- Cálculo de los caudales y asignación de estos por tramos.
- Definición de los elementos de drenaje (cuneta, caces, bajantes, colectores, etc.) y dimensionamiento hidráulico.
- Comprobaciones: capacidad hidráulica; riesgo de erosión o aterramiento; continuidad geométrica e hidráulica; no introducción de caudales a los elementos de drenaje subterráneo, etc.
- Definición de puntos y caudales de desagüe.



Se utilizarán preferentemente dispositivos superficiales –caces y cunetas-, cuyos costes de construcción y conservación son inferiores a los dispositivos enterrados (sumideros, colectores). Para el proyecto del drenaje se tendrán en cuenta los criterios que se definen en la Instrucción 5.2-IC respecto a tipología de elementos y características de los mismos.

En general, se proyectarán salidas de las cunetas y caces con una distancia máxima de 500 m. Las salidas se resolverán mediante arquetas de hormigón con arenero, desagües por medio de bajantes, o bien a través de obras transversales para drenaje longitudinal (O.T.D.L.) habilitadas o colectores. También será admisible el vertido a una obra de drenaje transversal, mediante la arqueta correspondiente, debiéndose analizar, en estos casos, la incidencia en la ejecución de las obras y el funcionamiento posterior de la obra de drenaje transversal.

Se proyectarán los detalles precisos para pasar de un tipo de dispositivo de drenaje a otro, tales como empalmes en arquetas, partidores, etc., de forma que se asegure la continuidad de la red.

Se proyectarán cunetas de guarda en la coronación de los taludes en los desmontes y de pie en los espaldones de terraplenes, de manera que se proteja a estos elementos allí donde la escorrentía superficial del terreno se dirija hacia ellos. En estas cunetas se preverá el proyecto de rampas rugosas para el escape de la fauna pequeña. Se intentará evitar que la carretera intercepte vaguadas en desmonte o trinchera (vaguadas colgadas). En caso de que no sea posible, el caudal a considerar para dimensionar los elementos de desagüe (bajante en el punto bajo de la coronación de desmonte, cunetas y colectores) será similar al correspondiente a los periodos de retorno del drenaje transversal. En las bajantes que conducen sus aguas al drenaje longitudinal de la trinchera (cuneta o colector) se procurará:

- Que los caudales unitarios por metro de ancho no excedan de 1 m³/s.
- Que para alturas de caída superiores a 3 m, la bajante sea escalonada, siguiendo una inclinación más tendida que el talud de desmonte para crear un cuenco de recogida en cabecera que concentre la entrada de agua a la bajante.

Se consideran singularmente problemáticas aquellas bajantes con caudales superiores a 1 m³/s o aquellas que presenten quiebras, que serán proyectadas detalladamente.

Una vez definida la red completa de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, se elaborará un cuadro resumen de las obras de drenaje (cunetas, tubos pasacunetas, caces, colectores longitudinales, obras transversales de drenaje longitudinal, arquetas, etcétera), en el



que se indicará la ubicación de cada obra (D.O.), sus dimensiones geométricas (sección transversal, longitud, etcétera) la función que realiza dentro del conjunto de la red y el dimensionamiento de la misma. La sección tipo de las cunetas, así como los restantes detalles de los elementos que integren el sistema de drenaje de la plataforma y márgenes, se definirán con toda exactitud en los planos del Proyecto. En el caso de que la posición de cunetas, colectores y otros elementos del drenaje de la plataforma y márgenes no pueda ser deducida del replanteo de las calzadas del proyecto, los planos del proyecto definirán los perfiles longitudinales, plantas y cuadros de replanteo que definan geométricamente estos elementos.

5.11.3. DRENAJE TRANSVERSAL

El objetivo del drenaje transversal es la restitución de la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, arroyos, ríos) interceptada por la carretera. Las obras de drenaje transversal también pueden ser útiles para la el desagüe de la red de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, o para el paso de la fauna o la reposición de servicios.

En general, cabe distinguir dos grupos en el drenaje transversal:

- Las pequeñas obras de drenaje, de sección cerrada, fundamentalmente tubos o marcos. Se denominan en general Obras de Drenaje Transversal (ODT).
- Obras de paso de grandes dimensiones, tales como puentes y viaductos, y que se estudian con técnicas de hidráulica fluvial.

5.11.3.1. Datos de campo

Para la implantación del drenaje transversal de la carretera debe realizarse:

- Cartografía de detalle mediante taquimetría del emplazamiento previsto de las obras de drenaje transversal y de la vegetación de las riberas, así como del cauce natural en una distancia suficiente para su correcta modelización hidráulica. También debe hacerse inventario de represas y obstáculos, así como de escarpes o indicios de erosión, para que puedan ser tenidos en cuenta en el diseño del drenaje.
- Toma de datos de las obras de drenaje existentes actualmente en las inmediaciones de la carretera y que pueden influir en el drenaje de la carretera (situación, tipología, características geométricas). Estudio especial de aquellas que, en el caso de realizarse el aprovechamiento de una carretera existente, sean susceptibles de ser utilizadas en el drenaje del nuevo proyecto mediante rehabilitación, ampliación, etc.



- En zonas urbanas y periurbanas deben inventariarse y recogerse datos del sistema de alcantarillado de los núcleos de población (sumideros, colectores, estanques de tormenta, etc.), por la incidencia que podría tener en el proyecto del drenaje de la carretera.

5.11.3.2. Implantación de las ODT

La implantación de las obras de drenaje transversal se realizará según los criterios definidos en la Instrucción 5.2-IC, evitando en la medida de lo posible las situaciones que se indican a continuación:

- Apoyos heterogéneos del cuerpo de la obra;
- Salidas mediante bajadas escalonadas apoyadas en un relleno;
- Traslase de agua de una cuenca principal a otra;
- Soleras escalonadas;
- Cambios bruscos de alineación, en especial en régimen rápido.
- Entradas en pozo, cuando sea conveniente que la obras de drenaje sirvan como paso de fauna.

5.11.3.3. Dimensionamiento de las ODT

El dimensionamiento hidráulico de los elementos de drenaje transversal se realizará siguiendo los métodos indicados en la Instrucción 5.2-IC. En el dimensionamiento de las obras y elección de su tipología se tendrán en cuenta los costes de construcción y conservación, evitando en lo posible obras multicelulares por el peligro de obstrucción. En todos los casos se procurará, dentro de lo posible, dimensionar cada obra de drenaje de manera que la sección de control del flujo esté a la entrada de la misma y que la altura de agua que se produce en el remanso respecto a la cota de la solera en la entrada de la obra de drenaje sea menor de 1,2 veces el diámetro del tubo o de la altura libre ($HE < 1,2 D$), con el fin de evitar la posibilidad de que se produzcan daños materiales a las propiedades colindantes. Este último aspecto deberá ser tenido en cuenta especialmente en los casos en los que el cauce natural de la escorrentía no exista, o no esté bien definido, y quepa entonces la posibilidad de que no se alcance el régimen uniforme antes de la entrada del flujo en el conducto transversal correspondiente. En estos casos, deberá relacionarse la capacidad de desagüe de la sección (Q) con la altura de energía específica del agua (HE) inmediatamente antes de la embocadura, que para el caso de que se formen remansos coincidirá, dada la pequeña velocidad de aproximación del agua, con el nivel máximo que alcance la superficie libre con respecto al umbral inferior de la obra de fábrica de desagüe. De esta manera podrá dimensionarse la obra de fábrica para un determinado caudal de cálculo Q, y conocer HE, que determinará la posible existencia de daños a terceros. Cuando los niveles de agua a la salida de la ODT, o las características de la ODT (pendiente, longitud, rugosidad)



influyen a los niveles de aguas arriba, la altura de agua a la entrada de la ODT deberá ser calculada preferentemente mediante métodos basados en el análisis de las curvas de remanso.

La comprobación hidráulica de la ODT debe comprender:

- Cuando el caudal de proyecto es superior a 20 m³/s, o las circunstancias así lo aconsejen, se debe hacer un estudio hidráulico del cauce mediante modelización numérica, teniendo en cuenta el riesgo de obstrucción y haciendo las mismas comprobaciones de la superficie de inundación que las usuales en el proyecto de puentes (ver puntos 10.11.3.4 y 10.11.3.5).
- El resguardo entre la lámina de agua aguas arriba y la calzada debe ser superior a 1 m. La ODT debe ser capaz de desaguar el caudal de proyecto, con los resguardos necesarios para tener en cuenta el riesgo de obstrucción y comprobándose que la velocidad media de la corriente es inferior a las velocidades máximas admisibles indicadas en la instrucción 5.2 I.C.
- La ODT no debe entrar en carga para el caudal de proyecto.
- Se estudiará el riesgo de aterramiento y de erosión, y se proyectarán las medidas de protección necesarias.

El proyecto incluirá el cálculo mecánico de las obras de drenaje transversal:

- En el caso de marcos, se abordarán el cálculo de estos elementos en el anejo de Estructuras, de conformidad con la normativa vigente..
- En el caso de tubos, cuando la normativa técnica así lo prevea, el anejo de drenaje debe concretar su resistencia mecánica mediante una adecuada elección de la clase resistente. Ésta debe justificarse mediante cálculos que figurarán en el anejo de Drenaje.

En el caso de que las obras de drenaje se puedan adaptar como pasos de fauna, se tendrán en cuenta las “Prescripciones para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales” editado por el antiguo Ministerio de Medio Ambiente.

5.11.3.4. Estudio de las cuencas más importantes

Se realizará un estudio particular de los cauces correspondientes a los cursos de agua principales (ríos, arroyos, etcétera) interceptados por la carretera, normalmente salvados por puentes o viaductos. El estudio hidráulico se extenderá por el cauce aguas arriba y aguas abajo hasta que se pueda aceptar que las condiciones del cauce no influyen en el funcionamiento hidráulico de la obra de drenaje, ni está en el funcionamiento hidráulico del cauce. La obra de drenaje y el cauce se deberán modelar incluyendo todos los puntos singulares, de cambio de sección, pendiente o alineación en planta.



En el anejo de Drenaje se incluirán planos de la obra de drenaje y el cauce en los que se representará la lámina de agua (tanto en planta como en alzado) para el caudal de proyecto y para el caudal de las máximas avenidas ordinarias. Además, se representarán los calados de régimen crítico y de la energía específica, y el régimen de velocidades de la corriente. La elección del modelo hidráulico se realizará en función del riesgo de daño catastrófico (riesgo de pérdida de vidas humanas o graves daños personales; afecciones a núcleos poblados o industriales), la configuración de la zona de proyecto y el caudal de cálculo:

- Zona con riesgo de daños catastróficos o caudal $> 50 \text{ m}^3/\text{s}$: Análisis mediante modelo en régimen gradualmente variado en una dimensión (HEC-RAS o similar) o en dos dimensiones (en zonas en las que el drenaje de avenidas se produzca por varias obras de drenaje o puentes correspondientes a distintos cauces de aguas bajas, o cuando en el entorno de la obra de drenaje o el puente se produzcan confluencias de cauces).
- Zona sin riesgo de daños catastróficos y caudal inferior a $50 \text{ m}^3/\text{s}$: Además de modelos en régimen gradualmente variado, se acepta la metodología simplificada propuesta por la Instrucción 5.2 – IC.

En zonas de obras de drenaje transversal, encauzamientos o reintegración al cauce natural de los caudales en los que no se hayan podido evitar cambios bruscos de trazado en planta, se deberán calcular los calados y sobreelevaciones con modelos numéricos en dos dimensiones en régimen variable o con otros métodos respaldados por la experimentación.

Se definirán con exactitud la tipología de la obra de cruce, dimensiones de la sección transversal, régimen hidráulico de funcionamiento de las obras de drenaje proyectadas, sobreelevación y socavación, tanto la generalizada del cauce como la localizada en la zona de pilas y estribos.

El cálculo de las socavaciones, así como de las protecciones necesarias, se hará con la Instrucción 5.2 I.C. o con las recomendaciones del "Control de la erosión fluvial en puentes", editadas por el anterior M.O.P.T. Se podrán admitir otros métodos de cálculo, siempre que se justifique la adecuación del método. En aquellos casos en los que el estudio de socavación revista especial importancia, puede ser necesario contrastar los cálculos de los modelos numéricos con modelos reducidos de laboratorio.

5.11.3.5 Condiciones de desagüe de puentes y viaductos

Según la ley de Aguas y su reglamento:



- El cauce: es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias. La determinación de este terreno debe hacerse atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles. El reglamento define el caudal de la máxima crecida ordinaria como la media de los máximos caudales anuales producidos durante diez años consecutivos representativos del comportamiento hidráulico de la corriente. Este caudal se podrá obtener mediante datos de aforos o mediante los mapas de caudales máximos elaborados por las Confederaciones Hidrográficas y el CEDEX. Cuando no se disponga de éstos, se estimarán mediante métodos hidrometeorológicos. En la Guía Metodológica para la estimación del caudal de la Máxima Crecida Ordinaria del CEDEX se expone una metodología para definir dicho caudal a partir de valores estadísticos deducidos de la distribución temporal de máximos anuales.

- Márgenes: es el terreno que linda con el cauce.

- Ribera: es la franja lateral del cauce situada por encima del nivel de aguas bajas.

- Zona de servidumbre: Franja de 5 metros de anchura en las márgenes del cauce, destinada a uso público.

- Zona inundable: se consideran zonas inundables las delimitadas por los niveles por las aguas en avenidas de 500 años de periodo de retorno, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como a series de avenidas históricas y documentos o avenidas históricas de las mismas.

- Vía de intenso desagüe: es la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor de 0,30 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La autoridad hidráulica competente puede reducir la sobreelevación a 0,10 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios, o aumentarla a 0,50 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

- Zona de flujo preferente: Es aquella zona constituida por la envolvente de la unión de la vía de intenso desagüe con aquellas zonas donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas de la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- Que el calado sea superior a 1 m.
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

Normalmente, el cumplimiento de la legislación de aguas y de las prescripciones medioambientales que se formulan mediante DIA exigen:



- Que los estribos de las estructuras se sitúen en el exterior de la zona de servidumbre.
- Que las pilas situadas dentro de cauce natural se coloquen de 5 a 10 m, según los casos, de la vegetación de ribera.

Normalmente, la autoridad hidráulica competente exigirá comprobaciones hidráulicas de este tipo:

- Que la infraestructura no altere significativamente la zona inundable previa a la ejecución de las obras. En casos excepcionales, la autoridad hidráulica puede autorizar que no se cumpla la anterior condición si se hace un estudio especial de la posibilidad de daños en la nueva zona inundable, en concreto en la zona de flujo preferente tras las obras.
- Que la infraestructura no altere la vía de intenso desagüe, es decir, que las sobreelevaciones no sobrepasen 0,30 m de las cotas que se producirían en la llanura de inundación con anterioridad a la ejecución de las obras.
- Que exista un resguardo mínimo de 1 m entre la parte inferior del tablero y la lámina de agua de periodo de retorno de 500 años; y de 2 m entre la parte inferior del tablero y la lámina de agua y la lámina de agua para la avenida de 100 años.

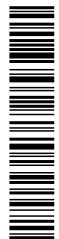
Por lo tanto, el encaje de una estructura sobre un cauce público requiere un estudio hidráulico para definir:

- La zona inundada por la máxima crecida ordinaria (a no ser que exista deslinde del dominio público hidráulico), para definir el dominio público.
- La zona inundable, establecida para la avenida de 500 años de periodo de retorno (a no ser que haya sido definida por la autoridad hidráulica).
- La vía de intenso desagüe y la zona de flujo preferente, establecidas normalmente para la avenida de 100 años de periodo de retorno, y las alteraciones que puede provocar la infraestructura en ellas.
- Los resguardos del tablero respecto a las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Además, el encaje debe contar con una cartografía de detalle de la vegetación de ribera existente en la zona de cauce donde se implanta la estructura.

5.11.4. DRENAJE SUBTERRÁNEO

El proyecto del drenaje subterráneo se llevará a cabo siguiendo las directrices de la Orden Circular 17/2003 sobre "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera". En especial debe evitarse en el proyecto del drenaje de la



carretera que las aguas del drenaje superficial lleguen a introducirse en los elementos del drenaje subterráneo.

Como criterios de proyecto, deben contemplarse:

- La explanada debe estar a la mayor distancia posible del nivel freático, de acuerdo con las especificaciones de la instrucción 6.1 IC, lo que debe estudiarse desde las primeras fases del proyecto. Así, en el caso de que el material de cimiento de la explanada sea un suelo seleccionado o una roca, la cota de coronación de la explanada debe estar a un mínimo de 60 cm sobre el nivel más alto del freático; en el caso de suelos adecuados, debe aumentarse a 80 cm; para suelos tolerables, a 100 cm. Para suelos marginales o inadecuados, a 120 cm. Para ello debe optarse siempre que sea posible por la elevación de la rasante, y cuando no, por el rebaje del nivel freático mediante drenes, capas drenantes y geotextiles.
- Se debe evitar la penetración de agua superficial a la explanada por infiltración a través de la calzada, arcenes, bermas y medianas, por lo que debe realizarse un tratamiento correcto de estos elementos de acuerdo con los detalles y especificaciones de las Recomendaciones.
- El proyecto debe prever la evacuación de las aguas infiltradas en función del recorrido previsible de éstas en la sección transversal de la carretera, que se preverá según las características de la explanada y el firme (casos F, E y S de las Recomendaciones). Se proyectarán las zanjas drenantes, drenes y colectores en las ubicaciones en que sean necesarios de acuerdo con los detalles y especificaciones de las Recomendaciones.
- El proyecto también debe considerar los flujos subterráneos longitudinales al trazado de la carretera. En especial, cuando existe una transición de desmonte-trinchera a relleno, el desmonte tiene una longitud de más de 150 m y la pendiente longitudinal de la carretera es igual o superior al 3 %, se proyectarán zanjas drenantes transversales al trazado en la zona de transición.
- El proyecto prestará especial atención a los elementos de drenaje subterráneo que resuelvan problemas singulares (captación de fuentes y manantiales, túneles, rebajes del nivel freático, estabilización de taludes, etc.).

5.11.5. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE EN LOS PLANOS

Los planos del Proyecto deberán incluir los datos precisos para definir con toda exactitud la ubicación, orientación, dimensiones y pendiente hidráulica de todos y cada uno de los elementos del drenaje proyectados.



Con este objeto, deberán incluirse siempre los siguientes datos:

- Coordenadas de situación de las arquetas y embocaduras de obras de fábrica;
- Cotas de la solera en las embocaduras de las obras de fábrica;
- Definición geométrica de la rasante del vértice inferior de las cunetas de drenaje (pendientes, cotas y coordenadas de los puntos singulares, etcétera), siempre que no se deduzcan directamente de los perfiles longitudinales y secciones tipo de los viales del Proyecto;
- Definición geométrica de la solera de los conductos subterráneos de drenaje;
- Definición concreta de las dimensiones geométricas, espesores de solera, recubrimientos y especificaciones relativas a la calidad que deben cumplir los materiales a emplear en la construcción de las distintas obras de fábrica, pesos de escollera, etcétera.

Las obras de drenaje transversal, puentes y viaductos deberán definirse sobre planos de topografía de detalle realizada al efecto. En el caso de puentes, viaductos y grandes obras de drenaje transversal, en la hoja de planta y alzado general de la estructura se representará los límites de cauce público, de la zona inundable y de la zona de flujo preferente, así como la vegetación de ribera cartografiada, lo que permitirá asegurar el correcto encaje de las estructuras en el cauce. Se incluirán, también, los planos de detalle necesarios para definir y replantar en obra los distintos elementos singulares que se proyecten (zanjas drenantes, bajantes escalonadas, reposición de fuentes y manantiales, encauzamientos, etcétera).

5.12. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Para la planificación de la investigación geotécnica de la cimentación de las estructuras y se deberá tener en cuenta su carácter de obra puntual, lo que requiere un conocimiento más específico y enfocado a problemas más concretos. Por lo demás, se seguirán las indicaciones que se hicieron en el estudio geotécnico del corredor. Realizada la campaña geotécnica del corredor y finalizada la redacción definitiva del anejo de Geotecnia del corredor, el Consultor realizará una propuesta de campaña geotécnica para la cimentación de estructuras. Esta campaña debe apoyarse sobre el conocimiento del terreno aportado por los reconocimientos y ensayos efectuados en la campaña del corredor, para aproximarse con el detalle necesario al diseño de las cimentaciones de las estructuras y de la ejecución de los túneles.

La campaña geotécnica de estructuras y túneles comprenderá las siguientes fases:

- 1. Elaboración de la propuesta de campaña geotécnica de estructuras y túneles por parte del Consultor.
- 3. Remisión de la propuesta de campaña para su seguimiento y control.



- 4. Aceptación de la campaña por parte del Área encargada de los trabajos.
- 5. Realización de las prospecciones, ensayos de campo y toma de muestras, tras la aceptación de la campaña.
- 5. Realización de los ensayos de laboratorio.
- 6. Preparación de la documentación.
- 7. Redacción del informe geotécnico de estructuras.

La campaña de estructuras, como mínimo:

- Reconocimientos previamente realizados en la campaña de geotecnia del corredor y que son útiles para la caracterización de las condiciones de la cimentación de las estructuras.
- Prospecciones y ensayos de campo y laboratorio que se consideren más adecuados.
- Estaciones geomecánicas.
- Técnicos encargados de la realización de los reconocimientos.
- Maquinaria para la realización de las prospecciones y los ensayos
- Laboratorio acreditado para la realización de los ensayos sobre las muestras del terreno.
- Técnicos encargados de la elaboración del informe geotécnico.

La localización de todos los reconocimientos previstos debe quedar reflejada en los planos geotécnicos de planta y perfil longitudinal de cada una de las estructuras. En estos planos también figurarán los reconocimientos efectuados previamente en la campaña de geotecnia del corredor, pero con colores diferentes para facilitar su diferenciación. El número y el tipo de reconocimientos que finalmente se efectúen, así como sus características, deberá justificarse adecuadamente en el informe geotécnico de cimentación de estructuras y túneles (fase IV del seguimiento y control del proyecto).

5.12.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Realizado el estudio geotécnico del corredor, en el que se habrán descrito los trabajos de reconocimiento realizados, y se habrán recopilado los resultados obtenidos, se estudiarán por separado cada una de las estructuras importantes proyectadas, analizando los resultados de su estudio geotécnico y concluyendo sobre el tipo de cimentación más adecuado.

5.12.1.1. Trabajos de reconocimiento

Con carácter general, se empleará como técnica de reconocimiento fundamentalmente el sondeo con extracción de testigo continuo. Así, en el caso de condiciones de cimentación normales, se



recomienda que la investigación geotécnica de las estructuras cuente con los siguientes reconocimientos:

- En el caso de puentes y viaductos: Un (1) sondeo por pila o estribo. Cuando en vías de calzadas separadas se construyan estructuras “gemelas”, con idéntica distribución de luces y pilas enfrentadas, los reconocimientos deberán ser independientes para cada una de ellas. Únicamente en determinadas circunstancias, justificadas de manera expresa para cada situación concreta por el Director, podrían omitirse los reconocimientos en algún apoyo de una de las calzadas, o bien sustituirse algún sondeo por calicatas o penetrómetros.
- Marcos, pórticos, bóvedas y falsos túneles: Si su longitud es inferior a 20 m, un reconocimiento mediante sondeo. Si su longitud es superior o igual a 20 m, un reconocimiento adicional mediante sondeo por cada 50 m o fracción. En este caso, se puede justificar razonadamente la sustitución de algunos de los reconocimientos mediante sondeos por calicatas o penetrómetros, en función de la dificultad de la cimentación y de la naturaleza del terreno:
 - En suelos blandos, entre 1/2 y 2/3 de los puntos deben reconocerse mediante piezoconos.
 - En suelos de consistencia media, hasta 1/2 de los puntos pueden reconocerse mediante penetrómetros dinámicos.
 - En suelos firmes o muy firmes, hasta 1/2 de los reconocimientos se pueden sustituir por calicatas.
 - En rocas aflorantes en superficie, hasta 2/3 de los puntos podrán reconocerse mediante estaciones geomecánicas con censado de litoclasas.

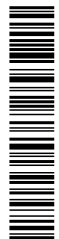
Cuando el marco, bóveda o pórtico apoye sobre zonas de rigidez marcadamente diferente, éstas deberán caracterizarse de forma independiente, resultando conveniente la realización de al menos una sísmica de refracción según el eje del paso.

- Muros: Se reconocerán perfiles cada 250 m de longitud del muro mediante sondeos.

En el interior de todos los sondeos (100 %) se deberán efectuar lecturas de nivel piezométrico con igual periodicidad que en el caso de los desmontes y de los túneles. Los ensayos de campo y laboratorio a realizar en cada caso, serán los necesarios para efectuar las comprobaciones de estados límite últimos que serán función del modelo de cálculo y del tipo de terreno.

Deberá efectuarse, al menos, uno de estos ensayos por cada litología atravesada, con un mínimo de cuatro (4) unidades por cada vertical prospectada:

- En roca: resistencia a compresión simple
- En suelos cohesivos: resistencia al corte (molinete o triaxiales UU)



- En terrenos granulares: el índice SPT, determinado al menos cada tres metros (3 m) de profundidad de la prospección.

Complementariamente resultaría del máximo interés realizar ensayos presiométricos con igual espaciamiento. Complementariamente a todo lo anterior deberá efectuarse una estimación de los asientos en el terreno de apoyo en formaciones tipo suelo, que se efectuará partir de las prospecciones y muestras tomadas en cada emplazamiento. Los ensayos a realizar dependen del tipo de terreno:

- En terrenos cohesivos la deformabilidad del terreno de apoyo se determinará mediante ensayos edométricos, a partir de muestras representativas tomadas en los sondeos bajo los apoyos anteriormente aludidos. Se tomará al menos una muestra por litología, con un mínimo por emplazamiento que depende de la profundidad del sondeo L_s :

- Tres (3) muestras para $L_s \leq 10$ m.
- Cuatro (4) muestras para $L_s > 10$ m.

- En terrenos granulares el asiento podrá estimarse a partir de los datos del ensayo SPT evaluados cada dos o tres metros (2 - 3 m) de profundidad de la prospección.

Se realizarán ensayos con muestras del agua y suelo extraídos en los sondeos o calicatas para determinar la agresividad del terreno de cimentación frente al hormigón estructural. En el caso de las muestras de agua, el análisis químico determinará:

- pH (UNE 83.952);
- CO₂ agresivo (UNE-EN 13.577);
- Ión amonio (UNE 83.954);
- Ión magnesio (UNE 83.955);
- Ión sulfato (UNE 83.956);
- Residuo seco (UNE 83.957).

En el caso de las muestras de suelo, el análisis determinará:

- Grado de acidez Baumann-Gully (UNE 83.962);
- Ión sulfato (UNE 83.963)

5.12.1.2. Resultado de los trabajos

Sobre la base de los datos obtenidos, se proporcionará información sobre:

- Tipologías de cimentación adoptadas, incluyendo la total definición de los materiales a emplear.
- Acciones (cargas, momentos...) que dan lugar a los estados límite últimos correspondientes y coeficientes de seguridad asociados.



- Evaluación de los asientos previsibles.
- Situación del plano de cimentación;
- Dimensionamiento, cálculo y procedimiento constructivo de la cimentación.

Se realizará un cuadro resumen que contenga la información anterior. Este cuadro resumen no podrá sustituir en manera alguna al estudio individual de las cimentaciones de todas y cada una de las estructuras. Para cada estructura se realizará una planta y un perfil geotécnico a escala adecuada para representar el corte completo del terreno en el que se apoye, en el que se representará la situación de las pilas y la de los sondeos, calicatas, ensayos de penetración dinámica, y cualquier otro reconocimiento realizado, tanto en planta como en alzado. En cada perfil se incluirán los distintos estratos u horizontes litológicos atravesados, indicando su espesor y características geotécnicas, resistencia y compresibilidad.

Los planos del proyecto deberán incluir los datos precisos para definir con exactitud la ubicación del plano de cimentación, de los estribos y pilas de cada estructura proyectada, así como las dimensiones y posición de la cimentación propiamente dicha, y la definición de los taludes de la excavación.

En el caso de cimentaciones en laderas con pendientes acusadas, en lugares con dificultades de acceso o de cimentaciones que puedan afectar a otras construcciones, además se debe:

- Realizar planos de detalle de la excavación de las cimentaciones, y definir los elementos de sostenimiento necesarios.
- Diseñar y definir en planos los caminos de acceso de la maquinaria, sus eventuales plataformas de trabajo y fases constructivas.
- Estos planos permitirán definir completamente las expropiaciones y ocupaciones temporales que deban realizarse en el proyecto.

5.13. ESTRUCTURAS

5.13.1. Tipo

Basándose en la documentación existente (planos de trazado, secciones tipo, taquimétricos de las zonas en que se ubicarán las estructuras, perfiles del estudio geotécnico, estudio de impacto ambiental del estudio informativo, fotografías, etcétera) se deberá preparar la documentación complementaria que resulte necesaria (haciendo las visitas que procedan al terreno) para conocer y definir los condicionantes existentes (trazado, sección tipo, geotécnicos, constructivos, económicos, estéticos y ambientales, y de durabilidad) para enmarcar las



estructuras, realizándose las prospecciones geotécnicas que, complementando y detallando las del estudio geotécnico del corredor (y de acuerdo con el apartado 5.12.1 del Pliego), definan las cimentaciones. Se debe realizar una topografía de detalle mediante taquimetría de los lugares donde se vayan a ubicar las estructuras. Se estudiarán las diferentes tipologías estructurales, así como su encaje en el entorno y la concepción de sus elementos. Se realizarán los croquis necesarios, a escalas pequeñas (1:500) y grandes (1:50 o 1:100), que incluyan sus elementos fundamentales y un predimensionamiento para estudiar su viabilidad y aproximación al coste.

Las soluciones consideradas más idóneas, serán dibujadas detalladamente y predimensionadas para confirmar su validez. Se elegirá, razonadamente, la solución final, definiéndose las formas, materiales y acabados. Si la importancia de la estructura lo requiere y siempre que el Director lo exija, se realizará una maqueta y un fotomontaje de la estructura enmarcada en el paisaje.

El Proyecto de Construcción definirá por completo la estructura. Se incluirán todos los cálculos estáticos y resistentes, tanto en lo que se refiere a la obra terminada como en lo que respecta a las diversas secuencias del procedimiento constructivo elegido. La Memoria describirá todos los supuestos e hipótesis considerados en los cálculos. Los Planos definirán de modo completo la estructura, incluyendo los detalles constructivos de sus componentes. Se incluirá un despiece completo de las armaduras y datos para el replanteo de los bordes de tablero y estribos. En el caso de cimentaciones en laderas con pendientes acusadas, en lugares con dificultades de acceso o de cimentaciones que puedan afectar a otras construcciones, se debe:

- Realizar planos de excavación de las cimentaciones, y prever los posibles elementos de sostenimiento que sean necesarios para reducir las afecciones ocasionadas por la construcción de las cimentaciones.
- Diseñar y definir en planos los caminos de acceso de la maquinaria, y sus eventuales plataformas de trabajo.
- Estos planos permitirán definir completamente las expropiaciones y ocupaciones temporales que deban realizarse en el Proyecto.

En el caso de estructuras que atraviesen cauces de arroyos y ríos, de acuerdo con las definiciones de la ley de Aguas y de su Reglamento, debe representarse en el encaje de la estructura en el terreno:

- El deslinde del dominio público hidráulico, si existe, o el cauce natural definido por el estudio hidrológico que se realice en el Proyecto.
- La zona inundable y la vía de intenso desagüe.
- El nivel de aguas bajas y la vegetación de ribera cartografiada.



Por razones estéticas y de conservación, en estructuras que cuenten con estribos abiertos o cargaderos, los espaldones de los rellenos situados bajo los tableros deberán protegerse mediante un encachado de piedra, pavimento o similar.

Se debe prever, desde las primeras fases del proyecto de las estructuras, la elección de un pretil acorde con el nivel de contención exigido por las Recomendaciones de Sistemas de Contención. En especial se cuidará que no existan obstáculos a la deformación del pretil (farolas, postes, etc.) detrás del mismo, de acuerdo con la anchura de trabajo especificada en las fichas.

El tablero debe tener anchura suficiente para albergar: la calzada, los arcenes, los despejes que sean necesarios por condiciones de visibilidad, la anchura del pretil (y su anchura de trabajo), aceras y otros elementos que sean necesarios (farolas, barandillas, semáforos, postes de banderolas y pórticos de señalización, etc.), para lo cual es necesaria la coordinación entre varios aspectos del Proyecto (trazado; estructuras; señalización, balizamiento y defensa; iluminación; túneles, etc.).

Debe también estudiarse y definirse en el proyecto de las estructuras:

- El sistema de impermeabilización de los tableros: Salvo justificación en contra, la impermeabilización se proyectará mediante imprimación con emulsión bituminosa y posterior colocación de una lámina termosoldable de betún elastómero (4 mm de espesor y 6 kg/m²) armada con geotextil de 200 g/m² y autoprotegida en superficie por una capa de gránulos minerales de naturaleza silíceos.
- Las juntas del tablero. Como norma general se seguirán estos criterios (siempre que no haya peligro de sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles):
 - En puentes de hormigón pretensado con menos de 60 m de longitud entre juntas, y en mixtos con menos de 100 m, se instalarán preferentemente juntas de perfil de caucho comprimido o juntas de betún modificado.
 - En puente de hormigón pretensado con longitud entre juntas de 60 a 400 m, y en mixtos de 100 a 650 m, se instalarán preferentemente juntas de perfiles de elastómero armado (transflex o similar).
 - En puentes con longitudes entre juntas superiores a las indicadas anteriormente se instalarán preferentemente juntas modulares (de travesaños).
- La evacuación de las aguas de los tableros: Como norma general, debe formarse un caz entre el borde del arcén pavimentado y la acera o imposta. Los imbornales o sumideros de desagüe se colocarán, como norma general, al menos antes de las juntas de dilatación de las estructuras. En



el caso de puentes de vigas prefabricadas, se colocarán sumideros en cada pila, con independencia de la existencia de junta de dilatación.

- El proyectista debe decidir entre realizar el drenaje del tablero mediante imbornales con desagüe libre, o sumideros, colectores y bajantes con desagüe controlado. La utilización de desagüe controlado con bajantes es obligada:

- En entornos donde el fuerte viento pueda causar salpicaduras sobre elementos estructurales.
- Zonas donde la caída del agua desde el tablero pueda causar erosiones.
- Por razones medioambientales, para impedir la contaminación de ríos o arroyos con aceites y combustibles.
- En entornos urbanos.
- Cuando se pasa sobre otra carretera o ferrocarril.

- Deben estudiarse con especial atención los detalles de impermeabilización y drenaje de los estribos y de las juntas de dilatación del tablero.

- Se deben diseñar goterones en el paramento inferior de los bordes de los tableros.

El estudio de las cimentaciones irá acompañado de la información geotécnica necesaria para asegurar la correcta ejecución de las cimentaciones, debiendo incluir en esta documentación los sondeos realizados. En los alzados longitudinales se dibujará el perfil del estrato en el que se incluirán las cimentaciones.

Las Mediciones y Presupuestos incluirán todos los datos para valorar, incluso con mediciones auxiliares, las estructuras. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares recogerá la descripción técnica, tanto del proyecto como de los materiales a utilizar, del procedimiento constructivo, y de los controles en la fase de construcción. De este modo permitirá, junto con los planos, resolver todos los problemas que se presenten durante la ejecución de la obra.

El análisis de cada estructura recogerá como mínimo los siguientes aspectos:

- Análisis global del terreno en su situación definitiva;
- Definición y análisis global de las fases de construcción;
- Definición de esfuerzos y del estado tensional en cada una de las fases constructivas y en el puente terminado, y evolución de éstas a lo largo del tiempo;
- Análisis de proceso constructivo (fases de montaje de los prefabricados; fases de hormigonado del tablero; fases de lanzamiento del tablero, etc);
- Análisis de flechas y deformaciones a lo largo del tiempo y evolución de esfuerzos en función de los fenómenos reológicos del acero activo y de los hormigones;



- Programa de desarrollo constructivo, en el que se describan, calculen y analicen las operaciones a realizar y sus consecuencias, reflejando todas las operaciones a realizar;
- Proyecto de la prueba de carga, en el que se definirán:
 - Fases de prueba y esfuerzos en cada una;
 - Trenes de carga: tipo de camión y su posición;
 - Secciones y puntos de medición de flechas;
 - Valores previstos.

En definitiva, los trabajos anteriores se concretarán en los siguientes puntos:

- Dimensionamiento, cálculo, comprobación y definición -al nivel de proyecto de construcción- de cimentaciones, estribos, pilas, tableros, aparatos de apoyo, pavimentos y cuantos elementos complementarios integran las estructuras proyectadas;
- Documentos de Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Mediciones y Presupuestos, con detalle suficiente para la determinación de las obras y su comprobación;
- Estudio geotécnico de cada una de las cimentaciones;

Como resumen, cada estructura se describirá indicando:

- Tipo, número de vanos, longitud y esviaje;
- Dimensiones y composición del tablero;
- Tipo y dimensiones de las pilas y estribos;
- Tipo y dimensiones de la cimentación;
- Aparatos de apoyo y tipo de juntas de tablero;
- Descripción del proceso constructivo;

5.13.2. Cálculo estructural: tablero, pilas, estribos y cimentaciones

Se incluirá el cálculo completo de las estructuras y de sus cimentaciones. Al principio de los cálculos se describirán las acciones consideradas, con especial referencia a los efectos sísmicos y coeficientes adoptados. Se indicará el método de cálculo empleado (teorías de primer o segundo orden, elementos finitos, emparrillado, cálculo dinámico, etcétera) para cada uno de los elementos estructurales: tablero, pilas, estribos, cimentaciones, aparatos de apoyo, amortiguadores sísmicos, etc., así como las simplificaciones hechas en el modelo elegido.

Se incluirá un cuadro con las hipótesis consideradas y sus combinaciones ponderadas, y un resumen de dimensionamiento por elemento: tablero, pilas, estribos y cimentaciones, en el que figuren las secciones críticas de armado y la combinación más desfavorable con la que se ha hecho, así como el tipo de esfuerzo para el que se arma.



Cuando se empleen programas informáticos se seguirán las prescripciones indicadas en el apartado 10 del Pliego: "Cálculos realizados con ordenador".

En los muros se justificarán los empujes del terreno y los parámetros del mismo, que permitan la determinación de empujes y rozamientos muro-relleno.

5.13.3. Normativa técnica

Las estructuras se dimensionarán de forma que puedan resistir, con suficiente seguridad, todos los esfuerzos producidos por las distintas hipótesis de carga prescritas en la "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP)". Se determinará, en función de la ubicación de la estructura dentro de las distintas zonas definidas en la "Norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07)", si es o no necesario considerar las acciones sísmicas en el cálculo de los elementos estructurales. Para el dimensionamiento y comprobación de los distintos elementos estructurales se tendrán en cuenta las prescripciones de la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE- 08)" y el resto de la Normativa en vigor.

5.13.4. Plan de inspección y mantenimiento

Será obligatorio redactar un Plan de Inspección y Mantenimiento de las estructuras del proyecto que contenga:

- Descripción de la estructura y de las clases de exposición de sus elementos.
- Vida útil considerada.
- Puntos críticos de la estructura, precisados de especial atención a efectos de inspección y mantenimiento.
- Periodicidad de las inspecciones.
- Medios auxiliares necesarios para el acceso a las distintas zonas de la estructura, en su caso.
- Técnicas y criterios de inspección recomendados.
- Identificación y descripción, con el nivel adecuado de detalle, de la técnica de mantenimiento recomendada.

5.14. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando la ejecución de las obras afecte, en todo o en parte, a algún tramo de la calzada existente que deba mantenerse en servicio, se adoptarán las medidas necesarias para que la interferencia entre las obras y el tráfico de la carretera sea mínima durante las distintas fases del



proyecto constructivo. En consecuencia, se estudiará la factibilidad de adoptar alguna de las soluciones indicadas a continuación y sus fases correspondientes.

5.14.1. DESVÍO GENERAL A TRAVÉS DE ITINERARIOS ALTERNATIVOS

Cuando la magnitud de la afección entre las obras y la circulación de la carretera sea elevada (voladuras, interrupción total del tráfico, etcétera), o bien cuando se afecte a toda la longitud del tramo y no sea posible la ejecución por el sistema de medias calzadas, se estudiará la posibilidad de habilitar temporalmente un itinerario alternativo, utilizando tramos de carreteras con suficiente capacidad. Cuando la diferencia entre el volumen de tráfico habitual que circule por el itinerario alternativo y el tráfico inducido por el desvío sea importante, y éste se efectúe durante un período largo de tiempo, se evaluará la incidencia de aquel en el deterioro del estado de conservación del firme, y se incluirá dentro del presupuesto del Proyecto las correspondientes partidas que recojan los trabajos de conservación ordinaria, renovación superficial y, eventualmente, refuerzo del firme del itinerario elegido.

5.14.2. DESVÍOS PROVISIONALES

5.14.2.1. Desvío provisional de la calzada actual

Cuando las características de las obras a realizar así lo exijan (obras de fábrica, modificaciones de trazado en alzado, entronque de variantes con la carretera actual, etcétera), deberán habilitarse desvíos provisionales para el tráfico, siguiendo las prescripciones que se indican en la Norma 8.3-IC "Señalización, balizamiento, limpieza, defensa y terminación y de las obras en vías fuera de poblado" y en los manuales de ejemplo de "Señalización de obras fijas" y "Señalización móvil de obras" editados por la Dirección General de Carreteras, así como la Guía de recomendaciones para una correcta señalización de obras.

La ubicación, el trazado y la sección estructural del firme en los citados desvíos provisionales deberá figurar en los documentos contractuales del Proyecto (Planos, P.P.T.P., y Presupuestos), y los terrenos necesarios para su ejecución deberán figurar expresamente en el Anejo de Expropiaciones.

5.14.2.2. Desvío provisional de otros viales o caminos interceptados

Cuando sea preciso habilitar desvíos provisionales de otros viales, caminos o cualquier otra servidumbre de paso afectada, serán objeto de definición precisa en los documentos



contractuales del Proyecto, y se incluirán dentro del Anejo de Expropiaciones los terrenos necesarios para su construcción.

5.15. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

En la realización del proyecto de señalización, balizamiento y defensa se tendrán en cuenta los siguientes documentos:

- Norma de carreteras 8.1 –IC “Señalización vertical”;
- Norma de carreteras 8.2 –IC “Marcas viales”;
- Norma de carreteras 8.3 –IC “Señalización, balizamiento y defensa de obras”;
- “Señales verticales de circulación”, tomos I y II, editados por el Ministerio de Fomento.
- Anexo I del Reglamento General de Circulación aprobado por Real Decreto 1428/03;
- “Manual de ejemplos de señalización de obras fijas”, y “Señalización móvil de obras”, editados por el Ministerio de Fomento;
- Orden circular 309/90 sobre hitos en arista;
- Orden Circular 321/95 TyP “Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos”, y su catálogo de sistemas de contención actualizado;
- Orden circular 23/08 sobre requisitos de aplicación de pretiles metálicos en carreteras;
- Orden circular 18/04 sobre criterios de empleo de sistemas de protección de motociclistas;
- Orden circular 18bis/08 sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas.
- Orden circular 28/2009 sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas.

5.15.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

En los planos de Proyecto se incluirán las plantas generales de señalización y los detalles, así como la denominación de cada una de las marcas viales utilizadas: longitudinales, transversales, flechas, isletas, etcétera.

En el diseño de la señalización horizontal se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

- Se asegurará la coherencia entre la señalización horizontal y vertical;
- El dimensionamiento de las marcas viales estará en función del tipo de vía o de la velocidad máxima (VM) que las características del proyecto permitan.

Se prestará especial atención a la señalización horizontal de:



- Carriles de cambio de velocidad;
- Carriles adicionales para circulación lenta o rápida;
- Bifurcaciones;
- Tramos con visibilidad reducida; prohibición de adelantamiento.

En el proyecto de las marcas viales se tendrá en cuenta las prescripciones del artículo 700 del PG-3. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto debe fijar:

- La clase del material de las marcas viales (pinturas, termoplásticos aplicados en frío o en calientes, marcas prefabricadas, etc.), que ha de estar justificada en función del “factor de desgaste” esperado. Se definirá la necesidad de aplicar marcas de tipo II (con resaltos) siempre que lo requiera una mejora de la seguridad vial, y en general, donde el número medio de días de lluvia al año sea mayor de cien (100).
- Dosificación de la mezcla (pintura, microesferas de vidrio) y calidad de los materiales a emplear.
- Métodos y maquinaria de ejecución. Controles de calidad.
- Condiciones de medición y abono: cuando las marcas viales sean de ancho constante se abonarán por metros realmente aplicados. Cuando no, por metros cuadrados ejecutados.

5.15.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

En los planos de planta correspondientes se dibujarán las señales, indicando el punto donde deben instalarse, y para las señales de código, la numeración correspondiente según la normativa vigente.

En el diseño de la señalización vertical se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

- Se asegurará la uniformidad entre tramos de carreteras del mismo itinerario;
- Velocidad máxima (VM) en función de las características geométricas y de la visibilidad disponible;
- Se prestará especial atención a la señalización de:
 - tramos de visibilidad reducida;
 - tramos de fuerte curvatura;
 - bifurcaciones y divergencias;
 - tramos de prohibición de adelantamiento;
 - carriles adicionales para circulación lenta o rápida;



- tramos afectados frecuentemente por nieblas, heladas, vientos de cierta importancia y frecuencia, etcétera;
- conexiones temporales con la red viaria existente. Paso de doble calzada a única con circulación en los dos sentidos;
- túneles;
- desvíos de tráfico por obras.

En el proyecto de las marcas viales se tendrá en cuenta las prescripciones del artículo 701 del PG-3. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto debe fijar:

- Las características del material de sustrato (aluminio o acero galvanizado) y de los materiales retrorreflectantes.
- El nivel de retrorreflexión, en función del tipo de señal y del tipo de vía.
- El valor mínimo del coeficiente de retrorreflexión de las señales y carteles verticales, así como las coordenadas cromáticas y el factor de luminancia de las zonas reflectantes y no reflectantes.
- El periodo de garantía, superior a los mínimos especificados en el PG-3.
- Las condiciones de medición y abono. Las señales verticales se abonarán por unidades, incluido en el precio sus elementos de sustentación, anclaje y cimentación. Los carteles verticales se abonarán por metros cuadrados, siendo independiente la medición y abono de los elementos de sustentación, anclajes y cimentaciones.

En los planos de detalles se indicarán las dimensiones y el texto de los carteles verticales.

Se incluirán los cálculos de los pórticos y banderolas, y de sus cimentaciones.

5.15.3. BALIZAMIENTO

Además de la señalización horizontal y vertical se diseñarán los correspondientes elementos de balizamiento, y en particular:

- se colocarán hitos kilométricos y miramétricos, con la numeración que la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras les asigne, complementados con los hitos delimitadores del hectómetro correspondiente;
- se instalarán captafaros reflectantes en los arcenes del tronco de la traza, en las intersecciones, en los enlaces, en las curvas de radio menor de 250 m y sobre la barrera de seguridad semirrígida;
- se instalarán hitos de arista, para balizamiento con captafaros reflectantes, de acuerdo con las recomendaciones publicadas al respecto por la Dirección General de Carreteras;



- se instalarán balizas flexibles e hitos de vértice como complemento a los hitos y captafaros, en zonas de divergencias y bifurcaciones;
- se proyectarán paneles direccionales en tramos de fuerte curvatura;
- se proyectarán mangas catavientos y pantallas antideslumbrantes, cuando sea preciso;

La disposición de los distintos elementos que componen el balizamiento vendrá reflejada en los planos de planta correspondientes. Las dimensiones se definirán en los planos de detalles. Las características de los materiales a emplear y la instalación se definirán en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el diseño del balizamiento se prestará especial atención a las zonas siguientes:

- bifurcaciones y divergencias;
- tramos de visibilidad reducida;
- conexiones temporales con la red viaria existente;
- paso de doble calzada a única con circulación en los dos sentidos;
- tramos de fuerte curvatura;
- túneles;
- desvíos de tráfico por obras.

5.15.4 BARRERAS DE SEGURIDAD

La disposición de los distintos elementos que componen los sistemas de contención de vehículos vendrá reflejada en los planos de planta de la señalización, balizamiento y defensas, indicando el tipo de sistema empleado en cada zona o tramo. En los planos de detalle se definirán los distintos elementos utilizados (posición longitudinal y transversal, dimensiones y cimentaciones, transiciones, etcétera).

En el diseño de las defensas en su conjunto se prestará especial atención a los casos siguientes:

- medianas, en carreteras de calzadas separadas;
- zonas donde otros viales discurran en paralelo y muy próximos a la calzada principal (vías colectoras, vías de servicios, etcétera);
- zonas donde los vehículos circulen próximos a obstáculos laterales (pilas de pasos superiores, edificaciones, soportes de pórticos y banderolas, pantallas antirruido, etcétera);
- zonas especiales: acceso a puentes, viaductos, obras de paso o túneles; vías de giro en intersecciones y ramales en enlaces; "Narices" en salidas, bifurcaciones y divergencias; comienzo de mediana.



5.16. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Con base en el Estudio de Impacto Ambiental y en el condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental, deberán proyectarse las medidas preventivas y correctoras de la incidencia de las obras proyectadas, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación, de manera que se consiga la integración ambiental de la carretera y la reducción de los impactos.

Será obligación del consultor la realización de cualquier documentación técnica que haya de realizarse para cualquier tipo de tramitación medioambiental que surja, siempre y cuando sea distinta de una Declaración de Impacto Ambiental.

5.16.1. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y VEGETACIÓN

5.16.1.1 Localización y señalización del terreno a ocupar

Los elementos auxiliares, tanto de carácter temporal como permanentes, como son las instalaciones auxiliares (parques de maquinaria, almacenes, instalaciones de obra, etc.), canteras, zonas de préstamo y vertedero, caminos de acceso, etc., se deben ubicar en las zonas de menor valor ambiental y agrológico. Pare ello, se deben elaborar planos (que deben figurar en el documento de Planos del Proyecto) en los que se clasifique el territorio en:

- Zonas excluidas: las de mayor fragilidad y calidad ambiental (espacios naturales protegidos, catalogados, inventariados o propuestos para su protección, riberas de ríos, masas forestales, yacimientos arqueológicos, etc.). En estas zonas se debe evitar la localización de cualquier construcción temporal o permanente, salvo que resultara inexcusable para la construcción de las obras.
- Zonas Restringidas: áreas de cierto valor ambiental, de conservación deseable, donde solamente se admite la localización de instalaciones al servicio de las obras, con carácter temporal durante la realización de las mismas, que se deben retirar al completo al finalizar las obras para proceder a la restauración de los espacios ocupados.
- Zonas Admisibles: constituyen las zonas del territorio con menor mérito de conservación (zonas degradadas, vertederos, etc.). En estas zonas se podrán localizar las instalaciones y elementos de obra que tengan un carácter permanente (por ejemplo, vertederos y zonas de préstamo). Se deben proyectar las medidas de integración de estos elementos en el entorno.

Con el objetivo de evitar la afección de los terrenos exteriores a las superficies afectadas por las obras, se deben incorporar al proyecto planos que indiquen las superficies que previsiblemente





se alterarán, tanto por la explanación de las obras como por los caminos de acceso y los elementos auxiliares, a fin de que se proceda a su jalonamiento.

5.16.1.2 Tierra vegetal

Se recuperará la capa superior de suelo vegetal que vaya a ser alterada por cualquier elemento de la obra (trazado o elementos auxiliares) para su posterior utilización en los procesos de restauración del suelo y de la vegetación. El acopio se realizará en cordones a lo largo de la traza o, en su defecto, en zonas próximas a ella. Para la ubicación de las zonas de acopio se seguirán los criterios aplicables a los elementos temporales y se especificarán las posibles localizaciones optando preferentemente por terrenos llanos y de fácil drenaje. El Proyecto determinará la(s) superficie(s) necesarias para realizar este acopio y su localización estará reflejada en los documentos de Planos y Mediciones del Proyecto. El acopio se realizará en montones de unos 1,5 m de altura. En el caso de que el acopio de tierra vegetal se prolongue más de seis meses, el Pliego establecerá los tratamientos y labores de mantenimiento necesarios (siembra, riego, abonado periódico,...) a realizar por el contratista de las obras para conservar en condiciones óptimas el acopio. Estos trabajos tendrán la partida presupuestaria correspondiente.

El Anejo de Integración Ambiental deberá incorporar un balance de tierra vegetal aproximado, en coordinación con el anejo de movimiento de tierras y las mediciones del Proyecto. Dicha estimación implica definir la superficie total de terraplenes (en todos ellos se debe proceder a la restauración vegetal) y la de aquellos desmontes en los que la pendiente entre bermas sea igual o inferior a 3H/2V. Este cómputo incorporará las superficies de elementos permanentes y temporales que deban restaurarse. La suma de las superficies mencionadas constituirá la base de cálculo de los volúmenes necesarios considerando un espesor promedio de la capa de tierra vegetal a añadir de 0,3 m. Se definirán en memoria y planos las superficies que se restaurarán con tierra vegetal.

Para facilitar el extendido de la tierra vegetal, la revegetación y la integración paisajística de la carretera:

- Se procurará adoptar taludes de desmonte y terraplén lo más tendidos posibles, a no ser que sea necesario primar la mínima ocupación de la infraestructura sobre un territorio valioso.
- Se alabearán las superficies de transición de desmonte a terraplén.
- Se redondearán las aristas vivas de las obras de explanación.

5.16.1.3 Protección de la vegetación natural



El Anejo de Integración Ambiental deberá incluir un inventario de arbolado autóctono de interés afectado, señalando su tamaño, estado y posibilidades de arraigo tras el transplante, con objeto de ser utilizados posteriormente en las labores de restauración. Si se localizaran ejemplares susceptibles de transplante, el Pliego deberá establecer los criterios y condicionantes en la ejecución de los mismos que garanticen la mayor probabilidad de éxito (fecha y método de transplante, labores previas, programación de los trabajos, indicadores de control y seguimiento), etc. Como norma general, deberá preverse la protección de la vegetación singular existente en las zonas adyacentes a las obras para evitar los daños accidentales que pueda producir la maquinaria. Las protecciones del arbolado singular deberán describirse adecuadamente, acompañando planos de detalle y estableciendo la partida económica específica correspondiente.

Cuando se identifiquen masas de vegetación interceptadas por el trazado que presenten riesgo de incendio, el proyecto incluirá referencias a este riesgo. En un apéndice específico del anejo de integración ambiental se incluirá un Plan de prevención y extinción de incendios donde se identifique claramente la zona de riesgo, así como actuaciones peligrosas y épocas de riesgo, abordando en consecuencia medidas de prevención, protección y procedimientos de actuación. El contenido de dicho apéndice debe estar acorde con la normativa de aplicación, identificándola. Este plan debe ser desarrollado por el Plan de Aseguramiento de la Calidad del adjudicatario de las obras, circunstancia que debe plasmarse en el correspondiente artículo del pliego. Se debería incluir, asimismo, planos a escala de proyecto identificando las zonas de riesgo atravesadas.

Se minimizará la afección producida por los caminos de acceso a la obra, que deben proyectarse aprovechando al máximo los caminos existentes y la propia zona de ocupación de la traza. En cualquier caso, se deben respetar las prohibiciones o restricciones de uso de caminos que se señalen en la declaración de impacto ambiental, así como cualquier otra derivada de instrumentos específicos de gestión de espacios, o de la normativa sectorial de aplicación.

5.16.2 PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO Y DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

5.16.2.1 Protección del sistema hidrológico

Siempre que sea técnicamente posible, las pilas (incluyendo su cimentación) y estribos de los viaductos y obras de paso sobre cauces se deben ubicar de forma que no se afecte ni a la morfología del cauce (respetando la zona de servidumbre), ni a la vegetación de ribera (respetando una franja adecuada de no afección).



Asimismo se deberá permitir la permeabilidad transversal de la fauna asociada al río y sus orillas, adaptando convenientemente las estructuras de drenaje según lo especificado en el apartado correspondiente a la fauna.

Las riberas a proteger serán “zonas excluidas” y se señalizarán convenientemente. Con carácter general, no se realizarán rectificaciones ni canalizaciones de cauces, si ello no es imprescindible. Deben estudiarse y señalarse todas las alternativas posibles a la rectificación o canalización de cauces.

Los proyectos establecerán las medidas necesarias: programación de los trabajos, criterios de operación y directrices para emergencias y accidentes (en coordinación con las operaciones de seguridad e higiene) a fin de extremar las precauciones en todas las operaciones que afecten directamente al cauce, especialmente en lo que se refiere a vertidos incontrolados que puedan alcanzar las aguas (vertidos de la maquinaria, en la cimentación de estribos de puentes y pilas de viaductos, etc.). Para ello, el Proyecto establecerá, las superficies a ocupar por las zonas de almacenamiento de residuos, parques de maquinaria y áreas habilitadas para el mantenimiento de la misma, balsas de decantación temporales (durante la obra) o permanentes, barreras de retención de sedimentos, accesos, etc. El pliego de prescripciones técnicas del Proyecto establecerá detalladamente el o los tratamientos necesarios en estas superficies con el fin de garantizar el correcto funcionamiento durante la obra. Estas áreas se trasladarán al capítulo de planos, mediciones y presupuesto.

Los tratamientos y restauración de las márgenes fluviales alteradas y zonas que rodean las pilas y estribos constituirán un tratamiento específico detallado, y conformarán una unidad de obra específica; los trabajos deben haberse programado de manera que puedan ejecutarse inmediatamente después de terminar las obras de construcción en el entorno del río.

5.16.2.2 Protección de la calidad de las aguas

Como medida precautoria para evitar que se afecte a la calidad de las aguas subterráneas, las áreas de recarga o vulnerables se considerarán como “zonas excluidas”. Dicha información podría obtenerse, entre otras fuentes, de los mapas de vulnerabilidad de acuíferos y de orientación al vertido que viene editando el Instituto Tecnológico Geo-Minero de España, o de otra cartografía geológica o geotécnica.



Para la utilización de zonas adyacentes a dichas áreas vulnerables, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La distancia del posible foco contaminante a los puntos de captación de las aguas.
- El descenso del nivel del agua debido al bombeo y la consiguiente llamada de agua de fuera del área de influencia.
- Aspectos hidrogeológicos específicos. Deben tenerse en cuenta aspectos como la geometría del acuífero y el funcionamiento del mismo, sus áreas de recarga, los tiempos de tránsito o de residencia, etc.

En las zonas donde las aguas subterráneas sean un recurso, el proyecto deberá analizar la posible afección a pozos (en la cantidad y en la calidad de los recursos) determinando si fuera el caso, medidas dirigidas a la adecuada reposición de modo que queden garantizados los niveles de extracción existentes (o potenciales) en el momento del análisis. Si se afecta significativamente algún flujo de aguas subterráneas las medidas irán encaminadas a derivar el agua que pueda aparecer en la zona de obras, mediante drenajes subterráneos transversales o laterales, intentando minimizar los trasvases de cuencas hidrológicas y sus sistemas acuíferos asociados.

Los proyectos incluirán un sistema específico para la recogida y el tratamiento de las aguas procedentes de la excavación de túneles y construcción de viaductos (pilas y estribos), y otras aguas residuales que generen las obras y los terrenos afectados por las mismas. De manera general, las instalaciones en las que pueda generarse cualquier tipo de aguas residuales (especialmente en las plantas de hormigonado, plantas de machaqueo, parques de maquinaria, plantas de tratamiento y zonas de vertido o acopio de tierras) en el Proyecto se diseñarán las instalaciones necesarias y adecuadas para la recogida y tratamiento de estas aguas residuales: balsas de decantación, sistemas de separación de grasas e instalaciones de neutralización, si fueran necesarias. Dichos sistemas se localizarán detalladamente y se definirán los planos de detalles constructivos, presentados de modo claro y homogéneo con respecto a los restantes planos de detalle.

Como complemento a las balsas, en las cercanías de los sistemas fluviales y zonas húmedas, y en previsión de arrastres de sólidos en determinados puntos durante la realización de las obras, puede ser conveniente la instalación de barreras de sedimentos. Las barreras de sedimentos son obras provisionales construidas de distintas formas y materiales, láminas filtrantes, sacos terreros, balas de paja, etc. La localización de este tipo de barreras deberá estar correctamente definida en los Planos del Proyecto.



En las zonas de parques de maquinarias o instalaciones donde puedan manejarse materiales potencialmente contaminantes debería considerarse la posibilidad de incorporar sistemas de protección ante vertidos accidentales; para ello será necesario impermeabilizar un área suficientemente dimensionada en la que se restringirá el desarrollo de posibles actividades contaminantes. Es conveniente valorar la incorporación de un murete perimetral de retención, así como una arqueta de recogida de posibles lixiviados. Los residuos de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos generados durante cualquier fase o proceso de la obra, no serán en ningún caso vertidos ni al terreno ni a los cursos de agua. La gestión de esos productos residuales deberá estar de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso. En este sentido el Pliego del proyecto exigirá las medidas para la adecuada gestión y tratamiento en cada caso. El Proyecto definirá la necesidad de establecer puntos de recogida y almacenamiento temporal de los residuos para su posterior transferencia a un gestor autorizado. El Proyecto debe contemplar la partida presupuestaria correspondiente e incluir unos planos de detalle para su ejecución.

5.16.3 PROTECCIÓN DE LA FAUNA

5.16.3.1. Pasos de fauna

Para reducir el efecto barrera de la infraestructura sobre la fauna deberán diseñarse, presupuestarse y ejecutarse los pasos artificiales que se consideren necesarios para facilitar la permeabilidad de la carretera al paso de la fauna. Para el diseño de los pasos de fauna se seguirá el documento de “Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales” del Ministerio de Medio Ambiente.

La definición de los pasos artificiales de fauna a nivel de Proyecto de construcción requiere la realización de estudios complementarios con trabajo específico de campo. Los parámetros que dan información útil acerca de los pasos de fauna son, principalmente:

- Especies presentes en la zona.
- Distribución de sus hábitats en el entorno y grado de fragmentación.
- Comportamiento territorial de esas especies (dominios vitales, áreas principales de campeo, rutas de desplazamiento más habituales,...).
- Tipos de desplazamiento: habituales (o diarios) y migratorios (o estacionales). Corredores biológicos y principales pasos naturales de fauna.
- Tamaño del grupo faunístico que pasa diferenciándose, salvo casos específicos, en fauna de tamaño grande, mediana y pequeña.
- Recelo de la fauna a utilizar el paso (que puede conocerse a través de escenarios comparados).



- Predación (igualmente, puede conocerse según escenarios comparados).

Resulta fundamental la ubicación de los pasos de manera que se eviten las molestias del ser humano en los mismos, para lo cual se situarán lejos de las áreas con actividad humana permanente o frecuente. En relación con este tipo de alteraciones, es muy importante adecuar el tamaño del paso al tipo de fauna que puede utilizarlo, dotarle de elementos disuasorios (grandes bloques, rodetes de matorral u obstáculos en la entrada), así como texturas (empedrados, suelo natural) que impidan el paso de vehículos, ya que si son utilizados por las personas se perjudica el uso del paso por la fauna.

Las dimensiones de los pasos se establecen en función de su utilidad para alguno o varios de los tres grupos de vertebrados siguientes, según su tamaño:

- Grandes, tales como los ungulados y grandes depredadores.
- Medianos, que comprenden las especies de tamaño desde un zorro hasta de un conejo.
- Pequeños, incluyendo a micromamíferos y anfibios.

El factor determinante para que un paso inferior sea efectivo como paso de fauna es el llamado índice de abertura (anchura x altura/longitud). En las "Recomendaciones para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales" se establece dicho índice para cada tipología propuesta: en el Proyecto deben respetarse las anchuras y alturas mínimas recomendadas para cada grupo de fauna. Además de esto, el diseño de los pasos faunísticos debe tener en cuenta una serie de características que inciden de forma determinante en la utilización efectiva de estos pasos:

- Evitar relieves abruptos o encajonados en las entradas de los pasos.
- Realizar la base de los pasos de tal forma que se garantice siempre la existencia de una banda libre de encharcamiento entre ambas bocas.
- Diseñar el cerramiento de manera que forme embudos lo más abiertos posibles hacia las entradas de los pasos.
- En el caso de anfibios, la base de la malla de cerramiento debe ser opaca o de luz muy pequeña, de modo que se les encauce hacia pasos determinados. Alternativamente, se pueden disponer elementos específicos, independientes del cerramiento propiamente dicho.
- Proyectar plantaciones de árboles y arbustos en las entradas de los pasos, que dirijan a los animales hacia ellas y que den continuidad a la vegetación natural colindante. Se recomienda utilizar especies autóctonas similares a las presentes en el entorno. Estas plantaciones pueden requerir un incremento en la banda de ocupación que debe ser adecuadamente previsto en las expropiaciones del proyecto.



En cuanto a la definición del diseño, se deben incluir planos de los detalles constructivos de un modo completo y homogéneo con el resto de planos de detalle del proyecto. En ocasiones, los drenajes propios de la infraestructura, además de para lograr su objetivo principal de permitir el desagüe de las aguas, pueden también servir como pasos de fauna. Para ello conviene que sean adecuados para posibilitar el efectivo paso de fauna, mediante vías paralelas para el agua y para los animales dentro del tubo de drenaje, la colocación de una anchura suficiente para permitir ambos usos, la geometría más adecuada, etc.

Para optimizar su eficacia se observarán, siempre que sea posible, las siguientes directrices:

- Sobredimensionamiento de las obras de drenaje.
- Priorizar la utilización de cajones o bóvedas como alternativa a los tubos cilíndricos.
- Adecuación de una banda lateral en seco: esta banda tiene que garantizar el paso en seco de los animales y no condicionar el funcionamiento hidráulico de la obra.
- Construir pequeñas rampas a la salida de los drenajes en el supuesto de que haya un escalón entre la boca del desnivel y la bajante. Es muy recomendable conseguir la integración de estas rampas en el entorno.
- Adecuar el cierre perimetral de la infraestructura, si fuera preciso, de forma que conduzca a los animales hacia el drenaje habilitado. Esta medida puede complementarse con plantaciones.

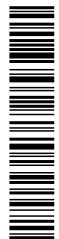
En las inmediaciones de pasos de fauna deben instalarse rampas de escape de la fauna desde la carretera vallada hacia el exterior.

5.16.3.2 Adecuación de cunetas y arquetas

Las especies caídas a las cunetas (anfibios, ciertos micromamíferos y reptiles) deben poder salir de ellas; para ello se realizará un adecuado diseño de las mismas abriendo los ángulos que dan al exterior. Si las cunetas no cuentan con la inclinación apropiada para que los animales caídos puedan salir de ellas, pueden realizarse cada cierta distancia (40- 50 m) rampas con suelo rugoso y pendientes suaves para que puedan escapar. Igualmente, deberá ser posible la salida de la fauna que caiga accidentalmente a las arquetas de entrada al sistema de drenaje y a los sifones. Una manera de conseguirlo es que al menos dos lados de estas estructuras sean lo suficientemente tendidos y rugosos como para permitir el escape de la fauna que caiga en ellos accidentalmente.

5.16.3.3 Cerramientos

Los cerramientos de la carretera irán convenientemente adaptados para imposibilitar el paso de las diferentes especies. En el diseño de estos cerramientos, se tendrá en cuenta el documento



“Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales” elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente. El cerramiento irá suficientemente enterrado en el suelo (un mínimo de 20 cm y un óptimo de 40 cm) y la luz de malla en la parte que está junto al suelo será lo suficientemente pequeña para no permitir el paso de la fauna de pequeño tamaño (micromamíferos y anfibios). En los tramos donde se detecte una alta actividad de la fauna o poblaciones significativas se deberá reforzar el cerramiento, ajustándolo -en altura, densidad de apoyos verticales y tamaño de malla- al tipo de fauna concreto de que se trate. Así, en los tramos en que abunden los conejos o los jabalíes, es conveniente reforzar la valla en su base con uno o varios alambres de mayor grosor y fijarla convenientemente al suelo. Se descartará el empleo de alambre de espino. De forma integrada con el cierre, se estudiará la conveniencia de incorporar dispositivos de fuga para animales que accidentalmente puedan conseguir entrar en la vía.

5.16.3.4 Protección de la fauna durante la construcción

Entre las medidas complementarias que deben figurar en el Pliego del proyecto, para proteger las poblaciones animales durante la fase de construcción pueden señalarse las siguientes:

- Efectuar las voladuras fuera de las horas de mayor actividad biológica de las aves - normalmente primeras horas de la mañana y últimas de la tarde- dependiendo de la época del año y de las especies de que se trate en cada caso. Esta medida deberá especificarse en los programas de obras.
- Localizar los parques de maquinaria lejos de las áreas de nidificación preferente: cortados, cantiles, riberas y zonas boscosas, así como evitar la proximidad de los puntos de corte con la traza de los corredores faunísticos detectados. Dichas áreas deben quedar incluidas en las zonas excluidas del mapa de clasificación del territorio (apartado 10.16.3.1 a efectos de localización de elementos temporales y permanentes.
- Adoptar las medidas técnicas disponibles para disminuir el ruido en las voladuras y movimiento de maquinaria en las zonas especialmente sensibles.

5.16.4. PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

El Pliego del Proyecto debe establecer la frecuencia de aplicación de los riegos con agua para el control del polvo, en función de la época de año, y de la aridez de la zona y de las zonas de máxima protección (zonas residenciales, entorno de cultivos, industrias,...). Las principales fuentes de polvo durante la obra son el transporte de materiales, la excavación y carga de los mismos y las voladuras, que generan polvo al proyectarse al aire y desplazar la roca y los materiales disgregados.



Respecto al polvo generado en las voladuras, debe exigirse la retirada de la superficie de todo el detritus de la perforación y utilizar para el retacado material granular de préstamo y tacos de arcilla o tacos hidráulicos, si se tratara de barrenos especiales. Los equipos de perforación deben incorporar captadores que disminuyen la producción de polvo en el barrenado.

5.16.5 PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

5.16.5.1 Estudio de ruido y proyecto de pantallas acústicas

El estudio del ruido deberá incluir los siguientes aspectos:

5.16.5.1.1. Medición de ruido en la situación actual

Zonificación Acústica:

Se hará la zonificación acústica del entorno afectado por las obras a proyectar de acuerdo con las directrices marcadas en el RD 1367/2007 tomando como base de partida la clasificación de los usos del suelo en el entorno de la actuación

Metodología:

Se evaluará la situación acústica existente en el entorno de la zona de la actuación tanto para la fase actual como la fase de explotación.

Para valorar la afección acústica se emplearán técnicas predictivas basadas en modelos matemáticos que determinen el nivel sonoro generado por el tráfico rodado y se emplearán técnicas experimentales a base de mediciones para validar los cálculos realizados por los modelos matemáticos recomendados por la Directiva Europea 2002/49/CE para la realización de estudios predictivos.

El cálculo del sonido procedente de la carretera M-506 se llevará a cabo mediante el método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», o cualquier otro Método recomendado por la Directiva del Parlamento Europeo 49/2002/CE sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental, así como el Real Decreto 1513/2005.

Tras introducir en el Modelo todos los datos referentes a la orografía del terreno, edificios, trazado de la carretera y tráfico se calcularán los valores de ruido en la zona. Se utilizará una malla que abarcará toda la zona de estudio y con un tamaño de celda de 2x2 metros y a una altura de 4 metros, tal y como marca el R.D 1367/2007 y la Directiva Europea 2002/49/CE.

Asimismo, se realizarán los Mapas de Ruido de la zona en los que se representarán los niveles de ruido en el exterior, considerando también las reflexiones donde se diferenciarán tres períodos, el correspondiente al día (12 horas comprendidas entre las 7:00. y las 19:00), el



correspondiente a la tarde (4 horas comprendidas entre las 19:00 y las 23:00) y el correspondiente al período nocturno (8 horas comprendidas entre las 23:00 y las 7:00 del día siguiente).

Medidas experimentales:

Además de los cálculos por modelos matemáticos se realizará una campaña de medidas para validar el modelo de cálculo.

La campaña de mediciones se definirá tomando como referencia lo establecido en el Real Decreto 1367/2007 y en la norma ISO 1996/2007 parte 2. Se realizarán medidas en continuo durante al menos dos días laborales.

Los instrumentos de medida cumplirán con lo especificado en la Orden del Ministerio de Fomento de 16/12/98 (BOE 29/12/98), según marca la disposición transitoria primera de la Orden ITC/2845/2007 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Plan de Medidas Correctoras:

El citado estudio acústico debe permitir localizar los tramos en los que resulte imprescindible la instalación de pantallas acústicas y evaluará la Eficacia de la Pantalla acústica incluida en el Proyecto.

Las alternativas a considerar en la propuesta de medidas correctoras deben contemplar no sólo el apantallamiento estándar, sino también otras medidas en las que puedan combinarse (con criterios estéticos y paisajísticos, en función del tipo de zona atravesada) diques o rellenos de tierra convenientemente revegetados, a fin de conseguir la adecuación e integración paisajística de las actuaciones correctoras y evitar impactos adicionales.

En cualquiera de las alternativas planteadas debe establecerse la localización óptima de las medidas propuestas, reservando para ello el espacio necesario (bermas de rellenos, tableros en caso de viaductos, etc.). Estas necesidades deben contemplarse lo antes posible en el diseño del Proyecto.

Las pantallas deben instalarse lo más cerca posible de las calzadas, respetándose siempre la seguridad de la circulación (por visibilidad, como obstáculo, etc.). Se justificará convenientemente que con la altura y la longitud de las pantallas no se superará los niveles máximos de ruido recomendados. Según el caso, podrán utilizarse pantallas absorbentes o reflectantes.

La elección del tipo de pantalla tendrá en cuenta la disponibilidad de espacio. Cuando haya suficiente espacio y su coste sea asumible debe considerarse preferentemente la opción de instalar diques de tierra adecuadamente revegetados. Si no hay espacio se pondrán pantallas acústicas absorbentes.



5.16.5.1.2. Evaluación de la situación futura.

Entorno:

La base de trabajo será la cartografía que se tome para elaboración del proyecto para la situación actual.

Sobre ella se incluirá en el ámbito de actuación de la obra la información derivada del Proyecto, con los datos de cota de la plataforma de los ejes de carretera y de las estructuras que integran el enlace con la carretera M-506 y los ejes de los ramales de enlace.

Trafico:

La emisión acústica de la carretera se obtendrá a partir de los datos de entrada de intensidad media de vehículos ligeros y pesados en cada uno de los periodos de evaluación y, como velocidad media, la máxima permitida de circulación.

Para definir las condiciones de tráfico en la situación actual se realizarán los aforos para la toma de datos necesarios de tráfico de la carretera M-506 para la realización de un estudio de tráfico en la situación futura.

Condiciones meteorológicas de la zona:

Las recomendaciones 1 de aplicación de la Directiva Europea 2002/49/CE, cuya transposición ha dado lugar a la legislación vigente, establece que los datos necesarios para definir el año medio deben estar adquiridos en una zona que represente el comportamiento de la zona analizada y, para minimizar el efecto de condiciones extremas, se recomienda que se utilice la media de un histórico de 10 años.

Al no disponer de esta información, la representación de la situación media anual de la situación meteorológica se basa en los valores propuestos por defecto en los Documentos de aplicación de la Directiva Europea transpuesta mediante la Ley de Ruido

La evaluación del nivel de ruido para la situación futura se realizará con la misma metodología empleada para la situación Actual.

Se realizarán los Mapas de Ruido de la zona correspondientes a la situación Futura con la actuación prevista en el Proyecto, para el tráfico previsto en la puesta en servicio de la obra y en el año horizonte donde estarán reflejadas las líneas isófonas para los siguientes índices: LDía, Ltarde , Lnoche y Lmax, para una altura de 4 m, en función de las áreas de sensibilidad acústicas atravesadas o, en su defecto, de los usos de suelo consolidados y se evaluará la eficacia de la pantalla acústica incluida en el Proyecto y se expresará la diferencia de niveles de ruido entre una situación ficticia, la situación futura sin la presencia de la pantalla, y la situación futura planificada, con la pantalla.

Se hará un análisis comparativo entre la situación actual y futura y se especificarán las conclusiones del estudio.



5.16.5.1.3. Cumplimiento de la legislación vigente en materia acústica.

La reglamentación aplicable es de ámbito estatal (Ley 37/2003 y su desarrollo, el Real Decreto 1513/2005 y Real Decreto 1367/2007), de ámbito autonómico: En la Comunidad Autónoma de Madrid: el Decreto 55/2012 que establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid y de ámbito municipal de Fuenlabrada la ordenanza de ruido y protección de animales domésticos.

5.16.5.2 Prevención de ruidos en la fase de obras

Como normas generales, exigibles en determinadas zonas sensibles (zonas hospitalarias, de enseñanza, residenciales, de interés para la fauna,...) para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte, descarga y perforaciones, etc. el Pliego del Proyecto debe prescribir medidas tales como la utilización de compresores y perforadoras de bajo nivel sónico, la revisión y control periódico de los silenciadores de los motores, y la utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes. Toda la maquinaria debe cumplir la normativa vigente en materia de contaminación acústica.

Otras medidas complementarias pueden ser: Limitar la ejecución de actividades ruidosas al horario diurno, así como valorar la necesidad de instalar pantallas acústicas temporales durante la obra.

5.16.6 PROTECCIÓN AL PATRIMONIO CULTURAL

5.16.6.1 Patrimonio arqueológico, paleontológico, etnológico e histórico

Se recopilará la documentación referente a los bienes patrimoniales catalogados. Para la efectiva protección del patrimonio arqueológico, paleontológico, etnológico e histórico se deben realizar las correspondientes consultas a los órganos competentes de la Comunidad de Madrid. Se solicitará de los mismos las autorizaciones oportunas, así como las recomendaciones precisas para el desarrollo y vigilancia de los trabajos.

Es necesario realizar un estudio del patrimonio del lugar, así como un trabajo de campo para el reconocimiento de restos arqueológicos. Este trabajo consistirá en una prospección superficial detallada de cobertura total de todos los terrenos afectados por el proyecto, tratándose de una prospección intensiva en el caso de zonas de yacimientos catalogados. Las prospecciones arqueológicas no deben limitarse a la franja de ocupación del trazado, sino que abarcarán todas las superficies destinadas a acoger préstamos, vertederos, instalaciones auxiliares y caminos de



accesos a la obra, y se realizarán de forma paralela a la redacción del Proyecto. Establecerán las medidas preventivas y correctoras necesarias, incluyendo valoración económica.

El arqueólogo encargado de la realización de la prospección elaborará un informe en el que se enumerarán los elementos patrimoniales existentes:

- Los yacimientos arqueológicos catalogados y detectados.
- Los yacimientos paleontológicos.
- Los elementos arquitectónicos y etnológicos que existan en la zona de influencia de la obra.

Además se determinará el grado de afección que la obra ejerce sobre cada elemento patrimonial. Se determinará el valor arqueológico de los hallazgos encontrados en las prospecciones arqueológicas. Se evaluarán sus resultados y se determinarán las previsiones necesarias. El informe enumerará también las medidas de protección de cada uno de los elementos arqueológicos o patrimoniales, que se definirán más específicamente en el Programa de Protección del Patrimonio y que se incluirá en el Proyecto constructivo.

Cualquier evidencia de interés arqueológico o patrimonial deberá ser convenientemente descrita y documentada mediante dibujos (plantas y secciones) y fotografías.

El proyecto de Construcción incorporará un programa de actuación, compatible con el plan de obra, en coordinación con las autoridades competentes en materia de Patrimonio de la Comunidad de Madrid, con el fin de evitar cualquier afección a los yacimientos existentes.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto se desarrollarán las prescripciones necesarias para el control y seguimiento arqueológico de la obra. Se especificará la obligación de la inclusión en el equipo de un arqueólogo acreditado por parte de la empresa adjudicataria de las obras, que supervisará a pie de obra cualquier movimiento de tierras a lo largo de la duración total de la misma.

5.16.6.2 Vías pecuarias

El proyecto recogerá la reposición de todas las vías pecuarias afectadas. Esta reposición se realizará de acuerdo con la normativa vigente referente a Vías pecuarias, y siguiendo las instrucciones de la consejería competente, garantizando el mantenimiento de sus características, su itinerario, y los usos compatibles definidos. De la misma manera, se deberá garantizar la continuidad del tránsito ganadero durante las obras.



Se procurará que la reposición se realice en el mismo punto de corte, o en su entorno inmediato. El paso debe tener una anchura adecuada, y su sustrato estar adaptado convenientemente para el paso de ganado. Si la reposición fuese mediante un paso inferior, deberá tener unas dimensiones tales que permitan una luminosidad suficiente en su interior, posibilitando el paso de ganado. Procurará evitarse la reposición aprovechando estructuras donde también se prevea tráfico rodado. Si no fuera posible, se garantizará una adecuada separación de usos, adaptando convenientemente el paso de la estructura destinada a vía pecuaria (sustrato, pantallas opacas, anchura,...).

5.16.7 PERMEABILIDAD TERRITORIAL

El proyecto debe asegurar el mantenimiento del nivel existente de permeabilidad transversal del territorio y preverá los desvíos necesarios, provisionales o permanentes, señalizándolos adecuadamente. Como criterio general, ningún camino principal debe reponerse a más de 500 metros de su punto de corte. También con carácter general se deberán reponer todos los caminos que cuenten con pasos sobre o bajo las infraestructuras existentes que discurren paralelas y cercanas al trazado. Se asegurará la continuidad de los servicios interceptados durante la construcción y durante la explotación de la carretera, especialmente las carreteras, vías pecuarias, acequias, caminos agrícolas y de servicio. Para ello los pasos localizados en áreas rurales y destinados a permitir la continuidad de las actividades agrícolas serán lo suficientemente amplios como para permitir el paso de la maquinaria agrícola. La reposición de estas infraestructuras se realizará manteniendo los contactos oportunos con los responsables de su explotación, así como con los ayuntamientos afectados.

5.16.8 DEFENSA CONTRA LA EROSIÓN E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

Se incluirán en el Proyecto el diseño de las plantaciones necesarias para contribuir a la mejora estética y funcional de las obras.

En particular, se procurará alcanzar los siguientes objetivos:

- conseguir un elemento de enlace entre la carretera y el entorno que atraviesa;
- reducir el impacto visual de las obras proyectadas;
- suavizar aspectos paisajísticos no gratos para el usuario;
- facilitar la circulación ayudando a mejorar la guía óptica, tanto de día como de noche;
- contribuir al balizamiento de la calzada, evitando el deslumbramiento;
- proteger a los vehículos contra los efectos del viento y atenuar las consecuencias de algunos accidentes.



5.16.8.1 Diseño de plantaciones

Se realizará el diseño de las plantaciones seleccionando las especies vegetales cuyo desarrollo se ajuste mejor a las características climáticas y edafológicas de la zona del proyecto, para lo cual se tendrán en cuenta:

- factores climáticos:
 - se obtendrán del estudio climatológico e hidrológico realizado con anterioridad;
- factores edafológicos:
 - tipo de suelo;
 - humedad y contenido en sales;
 - situación del nivel freático;
- factores ecológicos:
 - existencia de especies autóctonas de la región;
 - afinidad con otras especies de la zona;
- factores estéticos y paisajísticos:
 - Especies cuyos valores ornamentales armonicen con el paisaje existente.

5.16.8.2 Especies seleccionadas

Se especificarán sus principales características y las cualidades por las que han sido seleccionadas. El Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto definirá convenientemente las condiciones técnicas y épocas de siembra y plantación, así como las características de calidad de las semillas, plantas y pies a utilizar, tipo de contenedor, transporte, sustrato, etc., a fin de evitar que se planten o siembren ejemplares maltrechos o deficientes. El Pliego definirá las condiciones de aceptación o rechazo en el suministro de las partidas de las especies seleccionadas.

En cualquier caso, se considerará como objetivo primordial no entorpecer con las plantaciones la visibilidad necesaria para el usuario de la carretera.

5.17. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El proyecto incluirá la descripción de las obras accesorias o complementarias que, aunque no sean indispensables, sí resulten convenientes de cara a la conservación y explotación de las obras proyectadas (iluminación, cerramientos, accesos, áreas de descanso, etcétera).



5.17.1. ILUMINACIÓN

Se estudiará la necesidad de modificar la iluminación existente en función de las nuevas características de sección transversal del tramo, de forma que la circulación nocturna se realice con la seguridad y comodidad adecuada. Ello ha de estar justificado por la alta intensidad de circulación o la peligrosidad de la zona. En el proyecto de la iluminación se tendrán en cuenta las “Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles” editadas por el Ministerio de fomento, el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el “Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07” y el Real Decreto 842/02, de 2 de agosto, por el que se aprueba el “Reglamento electrotécnico para baja tensión”.

Para ello se definirán los siguientes apartados:

- calidad luminotécnica;
 - nivel de iluminación;
 - control de deslumbramiento, comodidad visual;
 - visibilidad ambiental;
 - enlaces e intersecciones;
 - zonas de adaptación o transición;
- diseño geométrico;
 - guiado visual, guiado óptico;
 - alturas de montaje;
 - tipos de implantación;
 - puntos especiales, curvas, cruces o bifurcaciones, etcétera;
 - especificaciones sobre la situación de los puntos de luz;
- diseño de la instalación eléctrica;
 - suministros, acometidas;
 - centros de transformación (ubicaciones);
 - dimensionamiento de la red eléctrica, red de tierra;
- exigencias básicas;
 - tipo de luminarias;
 - sistemas de encendido;
 - cruzamientos;
- diseño de instalaciones especiales;
 - iluminación con postes de gran altura (> 20 m);
 - pasos peatonales subterráneos y al nivel de calzada.



En los planos de proyecto se incluirán las plantas generales de iluminación y los detalles. Las características de los materiales a emplear y de la instalación de los distintos elementos que componen la iluminación serán objeto de definición en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

5.17.2. CERRAMIENTOS

Si es necesario, se dispondrá el cerramiento de la calzada principal a lo largo de todo el trazado como factor coadyuvante a la protección mutua de márgenes y carretera, y como limitador, ordenador y encauzador de accesos. Se definirán, en las plantas generales correspondientes y planos de detalles, además de los tipos de vallas necesarios, las puertas de acceso y los dispositivos de escape para mamíferos. En el diseño del cerramiento y de los posibles escapes de fauna se tendrán en cuenta la publicación “Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallado perimetrales” elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente. Las características de los materiales a emplear se especificarán en los apartados correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

5.18. REPLANTEO

Los diferentes replanteos deberán poder ser verificados, por lo que en el caso de desaparición de los clavos o estaquillas, éstas deberán ser repuestas para el momento de la verificación.

5.18.1. BASES DE REPLANTEO

El diseño y la materialización de las bases de replanteo se han establecido en el punto 5.3 de este Pliego. La documentación sobre ellas figurará en el Anejo nº 3: Cartografía y topografía.

5.18.2. REPLANTEO DEL EJE CADA 20 METROS

Se adjuntarán en formato digital los listados para el replanteo de los distintos ejes necesarios para definir completamente el trazado proyectado, de tal forma que posibiliten el uso de los distintos métodos para el replanteo de los puntos de la traza (por bisección, polares, referencia al Norte, etcétera).



Los listados de replanteo deberán contener, como mínimo, los siguientes datos:

- coordenadas, cota y coeficiente de anamorfosis de cada base y situación relativa entre cada par de bases de replanteo;
- distancia al origen (D.O.), coordenadas y cota del punto a replantear;
- distancia y acimut (respecto al vector que une las dos bases) del punto a replantear, con respecto a cada una de ellas.

Los datos de replanteo corresponderán a los puntos equidistantes del eje, como máximo cada 20 m, y a todos los puntos singulares del trazado en planta. En las alineaciones curvas de radio igual o inferior a 150 m los datos de replanteo corresponderán a los puntos equidistantes del eje 10 m entre sí, como máximo.

5.18.3. REPLANTEO DE LAS ESTRUCTURAS

Se adjuntarán también los listados de replanteo correspondientes a todas y cada una de las estructuras proyectadas, incluyendo:

- cotas del plano de cimentación;
- coordenadas de replanteo de las esquinas de las zapatas o encepados de pilas o estribos;
- coordenadas y cotas de apoyo de vigas;
- coordenadas para la definición geométrica de elementos curvos.

5.19. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

Durante la redacción del Proyecto se establecerán contactos con todos aquellos organismos, entidades y empresas concesionarias de servicios que sea preciso, bien sea por resultar directamente afectados por la ejecución de las obras, o bien por disponer de información de utilidad referente a la zona objeto de estudio. Dichos contactos requerirán la aprobación previa y expresa del Director y se formalizarán, en todo caso, por escrito. En consecuencia, el consultor no podrá ponerse en contacto con Ayuntamientos, organismos, entidades, etc., en cumplimiento de las prescripciones señaladas en el presente Pliego, en tanto no disponga de la pertinente orden formulada por el Director. A tales efectos, la Administración otorgará al consultor las credenciales precisas para contactar y obtener la información necesaria para el correcto y adecuado diseño de las obras proyectadas.



En particular, se establecerá contacto con los siguientes Organismos y Entidades:

- Ayuntamientos afectados. Se obtendrá información relativa al Planeamiento urbanístico vigente, relación de titulares, bienes y derechos afectados, problemas de comunicación entre ambas márgenes de la carretera, servicios municipales afectados, etc.

- Confederaciones Hidrográficas o Administraciones hidráulicas competentes: Se recabará información relativa a posibles actuaciones de encauzamiento, datos de caudales, condiciones de autorización de obras sobre el dominio público hidráulico, así como la posible afección a redes de riego, canales, acequias, carreteras de su titularidad, etc.

- Entidades y empresas relacionadas con servicios públicos: Se recabará información relativa a la localización, identificación y reposición de servicios y servidumbres afectadas, incluyendo su valoración correspondiente.

Se deberá contactar con:

- Titulares de redes e instalaciones de telefonía: Telefónica; Orange; Vodafone; ONO; Jazztel, etc.
- Sociedad Estatal Correos y Telégrafos.
- Titulares de redes de transporte y distribución de energía eléctrica: Red Eléctrica de España y compañías distribuidoras de energía eléctrica.
- Titulares de gaseoductos: Enagás S.A., y resto de empresas transportistas y distribuidoras de gas natural.
- Titulares de oleoductos: Compañía logística de hidrocarburos (CLH).
- Administrador de Infraestructuras ferroviarias (ADIF).
- Entidad Estatal de Suelo (SEPES).
- Organismos titulares de redes de transporte de agua para abastecimiento de poblaciones o riego.

- Administraciones titulares de otros viales, carreteras y vías pecuarias interceptadas (Comunidades autónomas, diputaciones provinciales, ayuntamientos, etc.): se recabará información relativa a las características de tráfico, y actuaciones previstas en las mismas, con objeto de tenerlo en cuenta en el diseño de intersecciones, enlaces y reposiciones.

- Agencia Estatal de Meteorología: Se obtendrán los datos climáticos de la zona objeto de estudio.



- Centro de Estudios Hidrográficos: Se obtendrán datos hidrológicos y de aforos relativos a los cursos de agua importantes.

- Entidades relacionadas con el cumplimiento de las condiciones de la Declaración de Impacto Ambiental: departamentos de medio ambiente y patrimonio de las comunidades autónomas; confederaciones hidrográficas; patronatos de parques nacionales; etc.

Se incluirá la documentación correspondiente a los contactos establecidos.

5.20. EXPROPIACIONES

La realización del anejo de expropiaciones se ajustará a las especificaciones “CONTENIDO DEL ANEJO DE EXPROPIACIONES” adjuntas a este pliego, extraídas de la Instrucción Relativa al Contenido al que Deben Ajustarse los Anejos de Expropiaciones que Forman Parte de los Proyectos de Construcción de Carretera y Otras Infraestructuras del Transporte, de fecha 7 de abril de 2017 y que sustituye a la Instrucción de 14 de julio de 2016, elaborada por el Área de Expropiaciones de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras.

5.21. REPOSICIÓN DE CAMINOS

El trazado de las carreteras, caminos agrícolas, vías pecuarias, vías verdes, carriles ciclistas, etc., objetos de reposición, así como sus cruces con la carretera objeto del proyecto, deberán ser estudiados teniendo en cuenta los condicionantes que reseñen los diferentes organismos encargados de su gestión. Se deben consensuar los criterios y resolver las reposiciones de la forma más adecuada a los distintos intereses.

5.21.1 CRITERIOS GENERALES

El proyecto debe asegurar el mantenimiento del nivel existente de permeabilidad transversal de la población y estudiará la reposición de caminos, provisionales o permanentes, para lograr este objetivo. Como criterio general, ningún camino principal debe reponerse a más de 500 metros de su punto de corte. También con carácter general, se deberán reponer todos los caminos que cuenten con pasos sobre o bajo las infraestructuras existentes que discurren paralelas y cercanas al trazado de la carretera. Como regla de buena práctica, se intentarán localizar los



cruces de caminos en aquellos puntos del trazado en los que la diferencia de cotas entre el perfil longitudinal del terreno y la rasante proyectada permita habilitar el cruce mediante obras de paso de coste menor.

Cuando sea necesario se deberán diseñar nuevos caminos que conecten entre sí los distintos caminos interceptados a través de las obras de paso proyectadas. Si es necesario diseñar caminos paralelos a la traza de la carretera objeto de proyecto, se situarán preferentemente fuera de la zona de dominio público de la carretera para su cesión posterior a los organismos titulares de la gestión de los caminos.

El trazado y la sección transversal de la reposición de caminos se ajustarán a lo dispuesto en la normativa vigente.

5.21.2 CONTENIDO DEL ANEJO DE REPOSICIÓN DE CAMINOS

El anejo debe contener:

- Estudio de la ordenación de márgenes, de modo que se resuelvan los problemas de los accesos a fincas, modificando las conexiones que resulten peligrosas para el tráfico o, teniendo en cuenta la limitación de accesos, proyectando los pasos y los caminos necesarios en ambas márgenes.
- Estudio de la continuidad de las carreteras, vías pecuarias y caminos agrícolas interceptados, tanto durante la construcción como durante la explotación. Para ello los pasos localizados en áreas rurales y destinados a permitir la continuidad de las actividades agrícolas serán lo suficientemente amplios como para permitir el paso de la maquinaria agrícola.
- Contactos mantenidos con los responsables de la gestión de los caminos, carreteras y vías pecuarias, así como con los ayuntamientos afectados, para promover la autorización de la reposición de caminos prevista y consensuar su posterior cesión a los titulares de estas infraestructuras.
- Definición del trazado de la reposición de caminos: ejes en planta y alzado, y sección transversal tipo.
- Planos de planta con la reposición de caminos proyectada, que deben tener una anchura de banda suficiente como para permitir comprobar la accesibilidad de las fincas afectadas. Planos con plantas, perfiles longitudinales y perfiles transversales de cada uno de los caminos diseñados. Los planos se incluirán también en el documento Planos del proyecto.

5.22. REPOSICIÓN DE SERVICIOS





Se incluirán dentro de este concepto todos aquellos servicios afectados por la ejecución de las obras, y cuya restitución se proyecte y se incluya en el presupuesto de ejecución material del proyecto. El proyecto de estas reposiciones integrará el anejo de Reposición de Servicios del Proyecto. Salvo justificación expresa en contrario, todos los servicios, servidumbres de paso, riegos, etcétera, se estudiarán dentro del presente apartado, diseñándose los correspondientes elementos y obras accesorias para la correcta reposición de los mismos.

Se incluirán también en este anejo las afecciones a los servicios públicos que se afecten y cuya modificación esté sujeta a condiciones específicas del titular. En este caso, se estimarán tanto el coste de modificaciones y reposiciones como su coordinación con el plan de obras y se reflejará en el presupuesto para conocimiento de la administración.

5.22.1. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

Una vez definido el trazado geométrico de las obras proyectadas, y las dimensiones y características de las estructuras y obras de fábrica más importantes, se replanteará la situación sobre el terreno, identificando y señalando la ubicación de los distintos servicios y servidumbres afectadas, entre los que se citan, sin exhaustividad, los siguientes:

- Líneas eléctricas, fibra óptica y telefónicas.
- Redes de riego, abastecimiento de aguas o saneamiento.
- Oleoductos y gasoductos.

La ubicación de todos y cada uno de los posibles servicios afectados se reflejará con claridad en los planos correspondientes.

5.22.2. DISEÑO DE REPOSICIONES

Una vez localizados e identificados, se realizará, en los casos en que la reposición lo requiera, un levantamiento topográfico local en el entorno del punto de intercepción, determinando con exactitud las coordenadas y cotas de los diferentes elementos del trazado afectado (postes de apoyo, tendidos aéreos, arquetas de registro, etcétera). Toda la información anterior se reflejará sobre planos de planta y alzado a escala adecuada, los cuales serán remitidos a la Entidad o Empresa propietaria o concesionaria del servicio en cuestión, recabando información relativa a



los condicionantes existentes y características técnicas que deben cumplir las obras de reposición.

El proyecto de reposición de cada uno de los servicios afectados correrá a cargo del consultor, el cual podrá elaborarlo por sí mismo, o bien por intervención de otros técnicos especialistas, o bien asesorado por la propia compañía gestora del servicio afectado. En cualquier caso, la solución adoptada deberá contar con la aprobación de la Entidad o Empresa titular del servicio en cuestión, y con la conformidad del Área encargada de los trabajos.

En el caso en que la solución adoptada no pueda ser definida con antelación a la ejecución de las obras, o no cuente con la aprobación final de la Entidad o Empresa titular del servicio en cuestión porque requiera de condiciones especiales o los trabajos deban, por razones de seguridad del personal y garantía del servicio, ejecutarse por la propia compañía y por ello no sea posible su definición exacta, se realizará una estimación y valoración del diseño de la reposición.

5.22.3. DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES EN LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES DEL PROYECTO.

CASO A: CUANDO EXISTA UN PROYECTO DE REPOSICIÓN CON APROBACIÓN EXPRESA DE LA ENTIDAD O EMPRESA Y CUYOS TRABAJOS PUEDAN SER EJECUTADOS POR EL FUTURO CONTRATISTA.

Toda la información recogida y proyectada, relativa a los servicios afectados, se sintetizará en unas fichas resumen que se incorporarán al Anejo “Reposición de Servicios”, con independencia del resto de la documentación (Planos, comunicaciones, etc.) general y justificativa de los servicios afectados por las obras.

5.22.3.1. Planos

Los planos integrantes de los distintos proyectos de reposición de servicios pasarán a formar parte de los planos del Proyecto.

5.22.3.2. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

El P.P.T.P. del Proyecto incluirá la definición exacta de todas y cada una de las unidades de obra necesarias para la ejecución material de las restituciones proyectadas, las especificaciones de calidad que deben de cumplir los materiales empleados, así como la forma de medición y abono,



haciendo referencia expresa a los precios del Cuadro de Precios N° 1 que sean de aplicación en cada caso.

5.22.3.3. Cuadros de Precios

El Cuadro de Precios N° 1 deberá incluir los precios unitarios de ejecución material correspondientes a todas y cada una de las unidades de obra incluidas en los proyectos de reposición de servicios. El Cuadro de Precios N° 2 reflejará su descomposición reglamentaria correspondiente.

5.22.3.4. Presupuestos

Los distintos presupuestos de reposición de cada uno de los servicios afectados se incorporarán como presupuestos parciales dentro del Capítulo General de Reposición de Servicios, cuyo importe total se incorporará al resto de los capítulos del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto.

El Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto recogerá las actuaciones necesarias en esta materia que estén contempladas en los proyectos de reposición.

CASO B: CUANDO NO EXISTA UN PROYECTO DE REPOSICIÓN CON APROBACIÓN EXPRESA DE LA ENTIDAD O EMPRESA O CUANDO LOS TRABAJOS NO PUEDAN SER EJECUTADOS POR EL FUTURO CONTRATISTA.

En este caso el presupuesto estimado se derivará de la elaboración de una separata de reposición del servicio afectado en la que se incluirá la definición de la reposición mediante la descripción de los trabajos, los planos y la valoración mediante un presupuesto. Dicho presupuesto se incluirá en el presupuesto para conocimiento de la administración del Proyecto sin ser necesaria la inclusión de las unidades de obra de la separata de reposición en el pliego de prescripciones técnicas particulares, cuadros de precios y presupuesto del Proyecto.

5.23. PLAN DE OBRAS

Se elaborará un programa de trabajos, en cumplimiento de lo establecido en los artículos 132 del Reglamento de la ley de contratos de las administraciones públicas (Real Decreto 1098/2001) y 123 del Texto refundido la ley de contratos del sector público (Real Decreto Ley 3/2011), haciendo constar el carácter meramente indicativo que tendrá esta programación.



El Contratista está obligado a presentar un programa de trabajos que deberá estar ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta las actividades correspondientes a las distintas unidades de obra, los equipos más adecuados para su ejecución y sus rendimientos medios previsibles, los plazos de ejecución de instalaciones auxiliares de obra y trabajos de replanteo, plazos previsibles para la demolición de elementos y servicios afectados existentes, las interferencias con instalaciones y conducciones existentes, las previsiones de plazos para trámites administrativos y de obtención de las licencias preceptivas, los plazos de llegada a la obra de materiales y medios auxiliares, los plazos de entrega de suministros, la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables según cálculos probabilísticos de posibilidades, así como la lógica del proceso de construcción de las obras.

Se adjuntará un diagrama de barras representativo del desarrollo de las obras, justificativo del plazo total estimado para la terminación de las mismas, con indicación de las inversiones previstas en cada actividad y mes durante todo el plazo de ejecución.

5.24. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Se propondrá la clasificación exigible al Contratista para poder licitar en la contratación de las obras proyectadas, en cumplimiento de lo previsto en la legislación vigente. Se señalarán los grupos, subgrupos y categorías en que deban estar clasificados los contratistas que, en su día, opten a la adjudicación del contrato de ejecución de las obras objeto del proyecto.

5.25. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

El anejo de Justificación de Precios carecerá de carácter contractual y su objeto será acreditar ante la Administración la situación del mercado y servir de base para la confección de los Cuadros de Precios números 1 y 2. En este anejo se presentará la justificación del cálculo de los precios adoptados, las bases fijadas para la valoración de las unidades de obra y de las partidas alzadas propuestas. El cálculo de precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del IVA.

Los costes a determinar serán los siguientes:

- Directos:





- mano de obra, con consideración del rendimiento: se calcularán los jornales por trabajador, según las distintas categorías, de acuerdo con lo que dispongan los convenios colectivos provinciales vigentes del sector de la construcción;
- materiales a pie de obra, considerando el precio de origen y los gastos de transporte, así como los gastos de ensayos de autocontrol a cargo del contratista de las obras;
- maquinaria: gastos de personal, combustible, energía, etcétera, relacionados con el funcionamiento de la maquinaria e instalaciones, considerándose el rendimiento, así como gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones, indicando los costes para los diferentes tipos de maquinaria a emplear en la ejecución de las obras.

- Indirectos:

- oficinas a pie de obra;
- comunicaciones;
- edificios temporales;
- personal técnico y administrativo, adscrito exclusivamente a la obra y que no se pueda asignar directamente en la ejecución de unidades concretas;
- imprevistos.

Los costes indirectos se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el técnico autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada. El valor del porcentaje que corresponde a costes indirectos será como máximo del 6 %. El valor del coeficiente representativo de los costes indirectos estará compuesto por dos sumandos: $K = K1 + K2$. El primero, $K1$, es el porcentaje que resulta de la relación entre la valoración de los costes indirectos y la de los costes directos: $K1 = \text{Coste indirecto} / \text{Coste directo}$. El segundo, $K2$, es el porcentaje correspondiente a la incidencia de los imprevistos, que será función del tipo y situación de las obras proyectadas.

Una vez determinados los costes directos de las distintas unidades de obra (Cd) y establecido el porcentaje correspondiente a los costes indirectos (K), se obtendrán los precios de ejecución material (P) de todas las unidades de obra que intervengan en el proyecto mediante la expresión: $P = Cd.(1 + k/100)$.

En el caso de que en el presupuesto figuren partidas alzadas se incluirá en el mismo anejo el estudio de las mismas, indicando su necesidad o conveniencia y los criterios que se han seguido para su estimación y forma de pago. Será preciso distinguir las partidas alzadas "a justificar",



cuyo abono se hará mediante precios del proyecto, de las de "abono íntegro", que tendrán el carácter de nuevos precios, y, por tanto, deberán figurar como tales en los Cuadros de Precios números 1 y 2.

5.26. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Se obtendrá el Presupuesto para conocimiento de la Administración, que englobará los siguientes conceptos:

- presupuesto base de licitación de las obras, que se obtendrá como suma del presupuesto de ejecución material (PEM), más los gastos generales (13% del PEM), más el beneficio industrial (6% del PEM), más el I.V.A. vigente (21% de (PEM + gastos generales + beneficio industrial));
- importe estimado de las expropiaciones e indemnizaciones necesarias;
- 1 % del presupuesto de ejecución material, para trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico;
- importe estimado de los ensayos de contraste a cargo de la Dirección de obra.
- importe estimado de los servicios afectados (CASO B del apartado 5.22.3).

Se realizará una estimación del Presupuesto para conocimiento de la Administración de aquellos gastos relacionados con el Proyecto que no se incluyan dentro del presupuesto base de licitación de la obra.

5.27. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Se propondrá la fórmula tipo de revisión de precios aplicable en el contrato para la ejecución de las obras proyectadas, de acuerdo con la legislación vigente en el momento de la redacción del proyecto.

En el caso excepcional de que el proyecto conste de dos o más partes esenciales diferenciadas y que, según las Instrucciones citadas no pueda aplicarse una única fórmula de revisión, el Presupuesto podrá dividirse en dos o más partes y se calculará para cada una de ellas su correspondiente fórmula polinómica.

5.28. CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS

A partir de las mediciones correspondientes a las unidades de obra fundamentales del proyecto y siguiendo las especificaciones de las "Recomendaciones para el control de Calidad en obras de carreteras" (1978), se calculará el número de ensayos a prever para cada una de las unidades



de obra seleccionadas: primero, en el proceso de autocontrol totalmente a cargo del Contratista; El número de ensayos de contraste, a iniciativa del Director de las Obras, se determinará como un porcentaje de los ensayos de autocontrol.

De acuerdo con la Cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales del Estado para la Contratación de Obras, aprobado por el Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, los ensayos de contraste serán por cuenta del Contratista de las obras siempre que el importe máximo de éstos no supere el 1 % del presupuesto de ejecución material de la obra. Tan sólo serán por cuenta de la Dirección de Obra el exceso del valor de los ensayos de contraste sobre el 1 % del presupuesto de ejecución material, lo que deberá quedar contemplado como una partida del Presupuesto para conocimiento de la Administración.

5.29. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El proyecto debe incluir un estudio de gestión de de residuos de construcción y demolición para dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este estudio se realizará de acuerdo con la normativa comunitaria, estatal y autonómica con mención especial al cumplimiento de la OC 2726/2009 de 16 de julio por la que se regula la Gestión de Residuos de Demolición y Construcción de la Comunidad de Madrid y el Plan de Gestión Integrado de los Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid (2002-2011).

El estudio debe prever:

- Estimación de cantidad de residuos de construcción y demolición codificada según la Orden MAM/304/2002. Inventario de residuos peligrosos objeto de retirada selectiva.
- Medidas preventivas de producción de residuos.
- Medidas de reutilización, valorización o eliminación de residuos.
- Medidas de separación de residuos.
- Planos de instalaciones de gestión de residuos de construcción y demolición.
- Pliego con prescripciones sobre la gestión de residuos, que debe incorporarse al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.
- Valoración del coste de gestión de residuos, que debe incorporarse como capítulo independiente del Presupuesto de ejecución material del proyecto.

Según la disposición adicional 2ª del R.D. 105/2008, como Administración pública debemos fomentar:



- Que en la fase de proyecto de la obra se tengan en cuenta las alternativas de diseño y constructivas que generen menos residuos en la fase de construcción y de explotación, y aquellas que favorezcan el desmantelamiento ambientalmente correcto de la obra al final de su vida útil.
- El empleo en las unidades de obra de áridos y otros productos procedentes de valorización de residuos.
- Las prescripciones técnicas de los contratos se definirán, en la medida de lo posible, teniendo en cuenta la menor generación de residuos de construcción y demolición.

SEXTA.- DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL PROYECTO.

El Proyecto de Construcción constará de los siguientes documentos:

1. DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

1.1. Memoria

La Memoria recogerá:

- Las necesidades a satisfacer;
- Los factores de todo orden que se han tenido en cuenta: económicos, sociales, administrativos, técnicos, estéticos, etc. Debe realizarse una justificación de la solución adoptada como la mejor opción entre las estudiadas, atendiendo a los factores contemplados.
- Las características principales que definan las obras proyectadas.

Se indicarán los datos previos, los métodos de cálculo, los ensayos efectuados y el dimensionamiento de las obras (cuyo detalle y cuyo desarrollo figurarán en los anejos).

1.2. Anejos a la Memoria

En ellos se incluirán todos los datos de tráfico, topográficos, hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geotécnicos, territoriales, ambientales, y otros cálculos y estudios que se deban utilizarse para la elaboración del Proyecto.

Su metodología y contenido son los descritos en la cláusula quinta. A continuación se incluye su relación:

1. Antecedentes;
2. Planeamiento urbanístico;
3. Cartografía y topografía;
4. Geología y procedencia de materiales;
5. Estudio geotécnico del corredor;



6. Climatología e hidrología;
7. Tráfico;
8. Trazado geométrico;
9. Movimiento de tierras;
10. Firmes y pavimentos;
11. Drenaje;
12. Estudio geotécnico para la cimentación de estructuras;
13. Estructuras;
14. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras;
15. Señalización, balizamiento y defensa;
16. Integración Ambiental;
17. Obras complementarias;
18. Replanteo;
19. Coordinación con otros organismos y servicios;
20. Expropiaciones;
21. Reposición de caminos;
22. Servicios afectados y reposición;
23. Plan de obra;
24. Clasificación del contratista;
25. Justificación de precios;
26. Presupuesto para conocimiento de la administración;
27. Fórmula de revisión de precios;
28. Control de calidad de las obras;
29. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

2. DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

Los planos tendrán carácter contractual y, por tanto, deberán estar firmados. Los planos -de conjunto y de detalle- deberán definir perfectamente la obra, con la precisión y el detalle suficiente para que se pueda ejecutar en su totalidad. A partir de los planos deberá ser posible deducir las mediciones. Asimismo, en los planos se incluirán las características resistentes de los materiales. A continuación se incluye su relación:

- 2.1. Índice del documento;
- 2.2. Plano de situación a escala 1:50.000;
- 2.3. Plano de conjunto con alzado esquemático (planta a escala A1 1:5.000);





- 2.4. Planta de trazado y replanteo (planta a escala A1 1:1.000, con todos los ejes proyectados, tanto del tronco como del resto de viales, con las bases de replanteo y poligonal de expropiación);
- 2.5. Planta general y perfil longitudinal del tronco (planta a escala A1 1:1.000, donde se representarán obras de tierras, estructuras, túneles y obras de drenaje. Perfil longitudinal con guitarra de parámetros de trazado);
- 2.6. Planta y perfil longitudinal de intersecciones, enlaces y vías de servicio;
- 2.7. Secciones tipo;
- 2.8. Perfiles transversales;
- 2.9. Estructuras;
- 2.9.1. Planta, alzado y sección tipo;
- 2.9.2. Tablero (definición geom., replanteo, armado activo y pasivo);
- 2.9.3. Pilas y aparatos de apoyo;
- 2.9.4. Estribos y muros de acompañamiento;
- 2.9.5. Acabados (impermeabilización, juntas de dilatación, pretil);
- 2.10. Drenaje;
- 2.10.1. Planta de drenaje;
- 2.10.2. Obras de drenaje;
- 2.10.3. Detalles;
- 2.11. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras;
- 2.11.1. Plantas y perfiles longitudinales;
- 2.11.2. Secciones tipo;
- 2.11.3. Perfiles transversales;
- 2.11.4. Señalización;
- 2.12. Señalización, balizamiento y defensa;
- 2.12.1. Planta de señalización, balizamiento y defensa (planta a escala A1 1:1000);
- 2.12.2. Detalles;
- 2.13. Integración ambiental;
- 2.13.1. Planos de zonas excluidas, restringidas y admisibles;
- 2.13.2. Planta de actuaciones preventivas y correctoras;
- 2.13.3. Detalles de actuaciones preventivas y correctoras;
- 2.14. Obras complementarias;
- 2.14.1. Iluminación;
- 2.14.2. Cerramientos;
- 2.15. Reposición de servidumbres y servicios afectados;



3. DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Por su carácter contractual, deberá estar firmado. Deberá describir las obras y regular su ejecución: características de los materiales (procedencia, ensayos), normas para la elaboración de las distintas unidades de obra, instalaciones exigibles y precauciones a adoptar. La descripción de las obras atenderá fundamentalmente a la forma en que éstas se deban construir, con expresión de la secuencia y enlace entre las distintas unidades, y cualquier aspecto no cubierto por los planos.

Deberá detallar las formas de medición y valoración (unidades de obra y partidas alzadas), estableciendo el plazo de garantía, y especificando las normas y pruebas previstas para las recepciones.

Se describirán las partidas alzadas a justificar o de abono íntegro, indicando la forma de medición y abono de las mismas.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se redactará de forma que concrete solamente aquellos puntos no establecidos en el PG-3 o que seleccione las alternativas ofrecidas por éste, especificando las particularidades que se deben definir en el proyecto redactado con relación al PG-3. A tales efectos, la numeración de sus diferentes capítulos, artículos, apartados y subapartados se corresponderá con toda exactitud con la del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), de tal forma que, si no hace referencia a un determinado epígrafe, se entenderá que prevalecen las prescripciones de éste, tal como figuran en el Pliego General. Por lo tanto, los artículos relativos a materiales y/o unidades de obra no incluidos dentro del PG-3 deberán figurar expresamente con distinta numeración y se incluirán dentro del capítulo que les corresponda.

Se tendrá en cuenta lo dispuesto en los apartados 1 y 8 del artículo 117 del RDL 3/2011, de 14 de noviembre del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, sobre reglas para el establecimiento de prescripciones técnicas.

Existirá coherencia total en la definición de los materiales y unidades de obra incluidos en el Pliego, en los Planos y en el Presupuesto, especialmente en los Cuadros de Precios de este último.

4. DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO



En primer lugar, figurará el estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración, incluyendo todos los datos necesarios para que la comprobación pueda hacerse sin consultar los planos.

A continuación, se incluirán los Cuadros de Precios, y seguidamente se obtendrán los presupuestos parciales de cada capítulo, obtenidos como producto del nº de cada unidad por su precio unitario y sumando las partidas alzadas.

Las mediciones y el presupuesto se organizarán en capítulos y subcapítulos agrupados en las diferentes partes de la obra en las que se pueda dividir ésta (Capítulo 4. Estructuras; Subcapítulo 4.1. Viaducto 1;... Subcapítulo 4.5. Paso superior 1;...etc.), de acuerdo con las distintas actividades previstas para la ejecución de los trabajos, salvo indicación contraria por parte del Director.

Como norma general, la organización de capítulos del presupuesto será la siguiente:

1. Explanación;
2. Drenaje;
3. Firmes;
4. Estructuras;
5. Señalización, Balizamiento y defensa;
6. Integración ambiental;
7. Obras complementarias;
8. Reposición de servidumbres y servicios;
9. Seguridad y Salud;
10. Gestión de residuos de construcción y demolición.

Se proseguirá obteniendo el presupuesto de ejecución material (PEM) como suma de todos los presupuestos parciales. Finalmente, se obtendrá el Presupuesto Base de Licitación (sin IVA) como suma del PEM, más los gastos generales (13% del PEM) y más el beneficio industrial (6% del PEM). Adicionalmente, se obtendrá el importe del Presupuesto Base de Licitación (21% del PBL (sin IVA)).

Por su carácter contractual, los Cuadros de Precios y el Presupuesto Base de Licitación deberán ir firmados.



5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 se redactará el estudio de seguridad y salud. El estudio contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

a) Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos, y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos. En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra (camino de evacuación de heridos, proximidad de centros ambulatorios u hospitalarios), tipología y características de los materiales y maquinaria que hayan de utilizarse, los procesos constructivos y orden de ejecución de los trabajos, etc.

Se incorporará en la memoria una valoración de todos los costes que se correspondan con las medidas relacionadas con la seguridad y salud prescritas en este estudio. En esta valoración se tendrán en cuenta tanto las unidades presupuestadas específicamente, como todos los recursos incorporados en los precios de las distintas unidades que tengan relación con medidas preventivas relacionadas con la seguridad y salud de la obra. Estos últimos no pueden estar valorados en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud al tratarse de elementos que no pueden desprenderse de sus unidades constructivas.

b) Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

c) Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias. En estos planos no deberá trasladarse copias de documentación contenida en normas vigentes de seguridad y salud.



d) Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

e) Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud. El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al Cuadro de Precios sobre el que se calcula. El presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo. No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados.

El estudio de seguridad y salud se encuadrará en tomo independiente.

SÉPTIMA.- PRESENTACION DEL PROYECTO.

La edición del Proyecto se realizará con los medios propios del Consultor. Serán entregados **dos (2) ejemplares debidamente encuadrados en papel** con la premisa de conseguir el máximo ahorro posible para la edición documental, de acuerdo con las directrices que determine el área responsable. Los listados resultantes de programas de ordenador solo se incorporarán en la versión digital (CD o DVD en formato PDF) que se incluirán en cada uno de esos ejemplares, y teniendo en cuenta que queden expresados convenientemente las correspondencias necesarias en los textos en papel.

El adjudicatario deberá entregar también **siete (7) ejemplares del proyecto completo en soporte CD o DVD no regrabable en formato PDF**, coincidente de forma garantizada con la versión encuadrada, más los listados de programas de ordenador. **Uno de estos ejemplares deberá incorporar las firmas digitales preceptivas del proyecto y deberá ser un archivo PDF único.** Además, se entregarán **cinco (5) ejemplares en soporte CD o DVD de todos los archivos fuente utilizando los siguientes formatos:**

- Para Memoria, Anejos, Pliego, etc. procesador de textos Microsoft WORD y Acrobat Reader (pdf), hoja de cálculo Microsoft EXCEL y base de datos Microsoft ACCESS.





- Las Mediciones, Cuadros de Precios, Presupuestos y Anejo de Justificación de Precios en fichero en formato de intercambio estándar de base de datos de la construcción versión 3 (FIEBDC-3), ficheros de texto tipo ASCII, procesador de textos Microsoft WORD, hoja de cálculo Microsoft EXCEL.
- Los planos se incluirán en ficheros tipo "DXF" o "DWG", incluyendo en los mismos los ficheros de parámetros de impresión.

La documentación en papel del proyecto que se entregue deberá contener un índice completo de los ficheros informáticos que se presentan. Dicho índice habrá de identificar los directorios en que se ordena la información, la denominación de los ficheros, su formato y su contenido. Este mismo índice se presentará como fichero en formato Microsoft WORD, con el nombre de INDICE y situado en el primer CD-R/DVD-R, si hubiera más de uno.

En todos los estudios que requieran un experto con conocimientos específicos, deberá estar identificado éste como autor, incluida su firma; en concreto, especialistas en cálculo de estructuras, geotecnia, medio ambiente, arqueología y paleontología, coordinadores de seguridad y salud.

OCTAVA.- CÁLCULOS REALIZADOS CON ORDENADOR.

Los cálculos realizados con ordenador deberán adecuarse a las especificaciones siguientes:

1.- Información sobre el programa de ordenador:

- Descripción de los problemas a resolver por el programa.
- Descripción de todas las notaciones, abreviaturas, unidades y símbolos utilizados.
Fecha del programa y nombre.
- Hipótesis hechas en el problema planteado y simplificaciones admitidas para acomodar al programa, o para hacer posible el cálculo electrónico.
- Constantes de diseño y ecuaciones usadas en el programa.
- Distinción clara entre los datos de entrada y cálculos en el programa.
- Diagrama general y detallado y descripción escrita, paso a paso, de todos los cálculos.
- Nombre comercial del programa utilizado para la realización del trabajo.

2.- Criterios de proyecto usados, especialmente diagramas o croquis que muestren las condiciones de carga y estructura supuestas, completamente dimensionados.





3.- Los listados resultantes del programa de ordenador solo se presentarán en formato digital, estableciéndose un sistema de referencias entre los textos y los archivos a consultar. Estos listados cumplirán lo siguiente:

- Las hojas estarán numeradas y existirá un índice de ellas.
- En los cálculos de estructuras, deberán imprimirse las tensiones intermedias de cualquier clase.
- Se incluirá una leyenda de los términos y abreviaturas usados.
- Deberán consignarse las unidades empleadas y su signo.
- Se acompañará una explicación de los listados de resultados ofrecidos por el ordenador.

4.- Interpretación de resultados, determinando si los cálculos se ajustan al problema y cumplen con las Instrucciones y normas aplicables en cada caso. Además, indicación de controles al programa, resultados intermedios importantes y de comprobación, además de los resultados finales. Cálculos manuales para los análisis no cubiertos por el programa. En el caso de tratarse de cálculos estructurales, el documento resultante deberá ir firmado por el ingeniero responsable.

En síntesis, los cálculos deberán ser siempre los valores que se requieren normalmente (momentos de inercia, tensiones, límites, etc.) e información suficiente para que cualquier sección o parte de los cálculos pueda ser contrastada fácilmente.

NOVENA.- OTRAS OBLIGACIONES DEL CONSULTOR.

Durante la ejecución de trabajos necesarios para la redacción del proyecto en la zona de influencia de la carretera, será por cuenta del consultor la señalización, que en todo caso se hará de acuerdo con la Instrucción 8.3-IC sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado", de la Dirección General de Carreteras y demás disposiciones al respecto que pudiesen entrar en vigor antes del fin de los trabajos. A medida que los trabajos vayan realizándose, se removerán los elementos y materiales utilizados, y se restituirá la carretera a su estado original. Mientras duren los trabajos el consultor, bajo su cuenta y responsabilidad, asegurará el mantenimiento del tráfico en todo momento.

Corresponderá al contratista recoger los datos relativos a la coordinación con las actuaciones de las administraciones públicas o afección a otros servicios, sin perjuicio de que la administración facilite la gestión oficial con los organismos afectados.



Asimismo el contratista se encargará de la totalidad de los trabajos de producción (mecanografía, delineación, reproducción, ordenación y similares), tanto de los documentos redactados por él como de los preparados directamente por la administración sin intervención del contratista.

DÉCIMA – PRESUPUESTO DEL CONTRATO

El presupuesto tipo de este Contrato es de **TRESCIENTOS VEINTIDÓS MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON ONCE (322.553,11 €), IVA INCLUIDO**, cuyo desglose es siguiente:

Base Imponible: 266.572,82 €

IVA 21 %: 55.980,29 €

El presupuesto de ejecución del presente contrato se distribuye aproximadamente de la siguiente forma:

▪ Estudios previos:	10%
▪ Cartografía y Topografía:	10%
▪ Geología y Geotecnia:	10%
▪ Anejos (excepto el de Expropiaciones):	28%
▪ Anejo de Expropiaciones	2%
▪ Planos:	15%
▪ Pliego y Presupuestos:	15%
▪ Maquetación y Encuadernación:	10%

Se entenderá que en dicho presupuesto están comprendidos todos los trabajos anteriormente relacionados.

Asimismo, se entenderán incluidos todos los impuestos que sean consecuencia del contrato, sin que pueda imputarse a la administración ningún pago por dichos conceptos.





La valoración del presupuesto del contrato de servicios se realiza por "Tanto Alzado", adoptando criterios en función del tipo de obra, la ubicación de la misma dentro del territorio de la Comunidad de Madrid y del coste aproximado de su ejecución.

El plazo para la realización del presente contrato será de **QUINCE (15)** meses.

DECIMOPRIMERA.- NORMATIVA APLICABLE

El consultor deberá realizar su actuación según el estado del arte de la ingeniería y de las ciencias y de acuerdo con la normativa técnica, medioambiental y administrativa que resulte de aplicación y que se encuentre vigente durante la redacción del trabajo.

LA JEFA DEL SERVICIO DE PROYECTOS II

Firmado digitalmente por MARÍA YOLANDA ALCARAZ NUÑO
Organización: COMUNIDAD DE MADRID
Fecha: 2017.05.24 13:50:31 CEST
Huella dig.: 375fb4960310372b3274a3345efb32d5be409606

EL JEFE DEL ÁREA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Firmado digitalmente por EMILIO AGUILAR SÁNCHEZ
Organización: COMUNIDAD DE MADRID
Fecha: 2017.05.24 15:17:24 CEST
Huella dig.: 375fb4960310372b3274a3345efb32d5be409606





Dirección General de Carreteras e Infraestructuras

CONSEJERÍA DE TRANSPORTES,
VIVIENDA E INFRAESTRUCTURAS

Comunidad de Madrid

ANEJO AL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

CONTENIDO DE LOS ANEJOS DE EXPROPIACIONES

El Anejo de Expropiaciones tiene por objeto definir con toda precisión posible los terrenos cuya obtención sea estrictamente necesaria para la correcta ejecución de las obras correspondientes, así como la identificación de sus propietarios y demás titulares de derechos sobre los mismos, sirviendo de base para el inicio de los correspondientes expedientes expropiatorios y su posterior inscripción en el Registro de la Propiedad.

A tal efecto el Anejo de Expropiaciones contendrá la siguiente documentación e información que deberá figurar en formato papel y soporte informático:

1. Relación de los bienes y derechos afectados, con identificación de propietarios y titulares de los mismos.

Toda parcela afectada por el proyecto e incluida en la relación de bienes y derechos afectados, llevará asociada una ficha en la que se hará constar:

- La referencia catastral de la parcela.
- Los datos de inscripción registral de la finca o, en su defecto, la constancia de su no inscripción.
- La identificación de los bienes afectados existentes en cada una de las parcelas (vallados, muros, pozos, pequeñas construcciones, cerramientos diversos, vegetación, etc.) debiendo señalarse cuales van a ser repuestos tras ejecutarse el proyecto, así como los que deban valorarse e indemnizarse en el expediente expropiatorio.
- El aprovechamiento existente, pudiendo o no coincidir con los que figuran catastrados.
- Las características y estado de las construcciones afectadas, croquis acotados y fotos representativas de las mismas.
- La identificación de los propietarios y demás titulares de derechos sobre la finca afectada que deberá efectuarse a partir de los datos que se obtengan de los correspondientes registros de la propiedad, a cuyo efecto, deberá solicitarse la oportuna certificación de dominio y cargas.

En los casos de fincas no inmatriculadas deberá obtenerse del Registro la correspondiente certificación negativa, consignándose en la ficha los datos de titularidad que resulten del Catastro. En el caso de que el titular catastral sea desconocido se utilizarán todas las fuentes de información posibles como Cámaras Agrarias, Ayuntamientos, Comunidades de Regantes y cualquier otro que pudiera aclarar la titularidad.

- Deberán asimismo reflejarse los datos relativos a cultivadores, aparceros, arrendatarios e inquilinos que se hayan podido obtener del Registro, Catastro y demás fuentes de información utilizadas.
- Tratándose de bienes o derechos titularidad de las Administraciones públicas deberá consignarse su régimen jurídico. Sólo se incluirán en la relación de bienes y derechos afectados de expropiación los bienes de las Administraciones públicas de naturaleza patrimonial. Tratándose de bienes de dominio público su inclusión en el anejo de expropiaciones se hará a

los solos efectos informativos sin que proceda el inicio de expediente expropiatorio alguno, debiendo hacerse constar expresamente esta circunstancia.

- Si como consecuencia de la ejecución del proyecto resultara afectada alguna Vía Pecuaria deberán indicarse los terrenos que son necesarios para su reposición y representarse gráficamente de forma adecuada.
- En caso de que fuera necesario realizar ocupaciones temporales se señalará el número de meses que está prevista su duración sin que quepan indicaciones imprecisas o genéricas.
- En caso de que fuera necesario el establecimiento de servidumbre en alguna parcela, se señalará qué tipo de servidumbre es, así como las limitaciones que supone en el uso posterior de la parcela a su propietario.
- Las superficies de expropiación, servidumbre y ocupación temporal se expresarán en metros cuadrados, evitándose los decímetros cuadrados, centímetros cuadrados y los milímetros cuadrados, redondeándose con el criterio que marque la Dirección General del Catastro en sus informes de validación (se detallan más adelante), para que el proyecto tenga coherencia con la información que nos proporcione Catastro.
- Cuando se trate de proyectos modificados, se debe marcar claramente, sobre el plano y en la relación de propietarios afectados, la diferencia entre la zona afectada en el proyecto original y en el proyecto modificado.

Las certificaciones expedidas por el Registro de la Propiedad así como las certificaciones descriptivas y gráficas de cada una de las fincas se incorporarán como documentación complementaria del Anejo de Expropiaciones.

2.- Representación gráfica de las parcelas afectadas.

El anejo de expropiaciones debe contener la representación gráfica del trazado de la nueva infraestructura y de su franja correspondiente de dominio público, así como la representación gráfica de la afección en cada una de las parcelas, sea ésta expropiación total o parcial o consista en la imposición de cualquier clase de servidumbre.

La base de representación gráfica será la cartografía catastral y en caso de discrepancia entre ésta y la realidad física deberá elaborarse una representación gráfica alternativa (RGA), conforme a los requisitos previstos en la “Resolución conjunta de la Dirección General de los Registros y del Notariado y de la Dirección General del Catastro, por la que se regulan los requisitos técnicos para el intercambio de información entre el Catastro y el Registro de la Propiedad publicada mediante Resolución de la Subsecretaría de 29 de octubre de 2015” (BOE 30 de octubre de 2015).

- Metodología de elaboración. La representación gráfica de la obra que se va a ejecutar se podrá obtener mediante la realización de un levantamiento topográfico sobre el terreno, en el que se detallen, entre otras cuestiones, sus características técnicas y escala, o mediante otra metodología que se considere más apropiada al entorno de trabajo.
- Sistema de georreferenciación. Se utilizará como sistema geodésico de representación el de la cartografía catastral, que es el sistema de referencia ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), empleando la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), de acuerdo con



lo dispuesto en el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

- Delimitación geográfica de las fincas y de sus afecciones. La delimitación geográfica de las fincas y de sus afecciones correspondientes deberá realizarse mediante la expresión de las coordenadas georreferenciadas de los vértices del perímetro externo (e interno si los hay) de la parcela.

Para cada parcela deben definirse las siguientes superficies con sus correspondientes coordenadas georreferenciadas, validadas por la Dirección General de Catastro (se incorporará en el anejo de expropiaciones copia de los informes, que deberán tener validación positiva) :

- 1.- Superficie de la parcela antes de la afección
- 2.- Superficie de la zona expropiada o sometida a servidumbre
- 3.- Superficie resultante de la parcela después de la afección, en el caso de expropiaciones parciales.

- En la documentación digital deberá incluirse el fichero GML de cada una de las superficies afectadas en cada parcela (superficie inicial, superficie de afección y superficie restante) cuya definición se puede obtener en la Sede Electrónica del Catastro.
- Los datos derivados del plano georreferenciado y los datos descriptivos y de la superficie de la parcela o parcelas resultantes que consten en el proyecto deben ser coincidentes (lo que se acreditará con los informes de validación positivos emitidos por la Dirección General de Catastro).
- Topología. La representación gráfica de las parcelas deberá tener una topología de tipo recinto en la cual no existan auto intersecciones, pudiendo tener recintos inscritos en la finca (huecos, construcciones u otros). En el caso de fincas discontinuas se efectuará una representación gráfica de cada una de las porciones que la compongan.
- Precisión métrica. Se deberá garantizar las precisiones métricas consecuentes con la metodología aplicada.

Si la representación gráfica deriva de un levantamiento topográfico, éste debe tener una precisión tal que el error máximo sea inferior a 25 cm y que el 85% de los puntos tengan un error máximo de 20 cm.

Cuando la representación gráfica se realice mediante digitalización sobre la cartografía catastral, la precisión geométrica será de +/- 0,20 m o de +/- 0,40 m, según se represente sobre cartografía catastral urbana o rústica respectivamente.

3.- Cartografía:

- Plano de situación a escala 1/50.000
- Plano catastral.
- Planos de conjunto (planta 1/5.000)
- Plano del planeamiento vigente en el Término Municipal.

- Plano de vías pecuarias si resultan afectadas y plano de reposición.
- Plano parcelario de cada expediente expropiatorio.
- Ortofotoplanos.
- Planos de bases de replanteo y coordenadas de los límites de afección.
- CD con planos parcelarios en AUTOCAD y PDF.
- Planos de reposición tanto de la red viaria, carreteras, caminos vecinales, vías pecuarias, así como de todo tipo de servicios afectados (riegos, saneamientos, líneas eléctricas, telefónicas, gasoductos, etc.). De cada una de las reposiciones debe aportarse plano de planta, con la situación actual del servicio y la futura reposición.