

MEMORIA

<u>INDICE</u>	
1.- INTRODUCCIÓN.....	4
2.- DATOS PREVIOS	4
2.1.- ANTECEDENTES.....	4
2.2.- OTROS ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	7
2.3.- TRAMITACIÓN AMBIENTAL. ANTECEDENTES AMBIENTALES.....	7
2.4.- DOCUMENTACIÓN PREVIA.....	7
3.- ESTUDIO GENERAL DE LA ACTUACIÓN	8
3.1.- SITUACIÓN ACTUAL	8
3.2.- PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN.....	8
3.3.- CONDICIONANTES CONSIDERADOS.....	9
3.3.1.- Auditoría de seguridad vialia.....	9
3.3.2.- Condicionantes geológico-geotécnicos.....	9
3.3.3.- Condicionantes estructurales	9
3.3.4.- Condicionantes hidráulicos.....	9
3.3.5.- Condicionantes urbanísticos y de planeamiento.....	10
3.3.6.- Servicios afectados	10
3.3.7.- Condicionantes medioambientales y culturales	10
3.3.8.- Otras infraestructuras	10
4.- CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES IMPUESTAS POR LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN.....	11
5.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	13
5.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA.....	13
5.1.1.- Resumen de ejes del proyecto	16
5.2.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	17
5.2.1.- Cartografía	17
5.2.2.- Topografía	18
5.3.- GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES	21
5.3.1.- Geología.....	21
5.3.2.- Procedencia de materiales	23
5.3.3.- Aprovechamiento	25
5.3.4.- Instalaciones de suministro	25
5.3.5.- Vertederos.....	26
5.4.- EFECTOS SÍSMICOS	26
5.4.1.- Acción sísmica	26
5.5.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	27
5.5.1.- Climatología	27
5.5.2.- Estudio de Carrera de Mareas	28
5.5.3.- Pluviometría.....	29
5.6.- PLANEAMIENTO Y TRÁFICO	30
5.6.1.- Planeamiento.....	30
5.6.2.- Tráfico.....	31
5.7.- GEOTECNIA DEL CORREDOR	40
5.7.1.- Trabajos realizados.....	40
5.7.2.- Estudio de terraplenes	40
5.7.3.- Materiales y fases constructivas	42
5.7.4.- Estudio de desmontes	48
5.7.5.- Agresividad al Hormigón.....	49
5.7.6.- Explanada.....	49
5.7.7.- Déficits de medición de núcleo del relleno por consolidación.....	50
5.7.8.- Coeficientes de Paso	50
5.7.9.- Campaña de auscultación propuesta	50
5.8.- ESTUDIO DEL TRAZADO GEOMÉTRICO	51
5.8.1.- Definición de criterios de diseño y parámetros de trazado	51
5.8.2.- Ejes principales.....	54
5.8.3.- Ramales de entrada y salida. dimensionamiento de los carriles	55
5.8.4.- Confluencias y bifurcaciones	57
5.8.5.- Glorietas	59
5.8.6.- Distancias de seguridad disponibles	59
5.8.7.- Secciones tipo	61
5.8.8.- Peraltes	62
5.8.9.- Estudios de visibilidad.....	63
5.9.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS	63
5.9.1.- Introducción y aspectos considerados	63
5.9.2.- Clasificación de los materiales y procedimiento de excavación.....	64
5.9.3.- Necesidades y aprovechamiento de materiales. Balance general de tierras.....	64
5.9.4.- Préstamos, canteras y vertederos.....	66
5.9.5.- Mediciones del proyecto	67
5.9.6.- Distancias de transporte de canteras y vertederos.....	70
5.10.- FIRMES Y PAVIMENTOS	71
5.10.1.- Formación de explanada.....	71
5.10.2.- Secciones de firme adoptadas	72
5.10.3.- Calzas existentes y firmes en ensanche de plataformas	74
5.11.- DRENAJE	76

5.11.1.- <i>Introducción</i>	76	5.20.- REPLANTEO.....	114
5.11.2.- <i>Drenaje transversal</i>	76	5.21.- COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS.....	114
5.11.3.- <i>Drenaje longitudinal</i>	82	5.22.- EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES	117
5.11.4.- <i>Drenaje subterráneo</i>	84	5.22.1.- <i>Delimitación de la superficie de dominio público de carreteras</i>	117
5.12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	84	5.22.2.- <i>Expropiación / ocupación y zonas de reserva</i>	118
5.12.1.- <i>Descripción de la campaña geotécnica realizada</i>	84	5.22.3.- <i>Imposición de servidumbres</i>	119
5.12.2.- <i>Estudio de las estructuras</i>	85	5.22.4.- <i>Ocupación temporal</i>	119
5.12.3.- <i>Otros aspectos</i>	87	5.22.5.- <i>Otras afecciones y elementos valorables</i>	119
5.13.- ESTRUCTURAS	87	5.22.6.- <i>Resumen de las superficies a expropiar - ocupar</i>	120
5.13.1.- <i>Introducción</i>	87	5.22.7.- <i>Planos parcelarios</i>	120
5.13.2.- <i>Descripción de las estructuras</i>	88	5.22.8.- <i>Valoración de los bienes y derechos afectados</i>	120
5.14.- REPOSICIÓN DE CAMINOS	94	5.23.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	120
5.15.- SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	94	5.23.1.- <i>Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana</i>	121
5.15.1.- <i>Enlace P.I. Tres Caminos</i>	95	5.23.2.- <i>Dirección General de Tráfico</i>	122
5.15.2.- <i>Enlace de Tres Caminos</i>	96	5.23.3.- <i>ENDESA</i>	123
5.15.3.- <i>Enlace de Chiclana Norte</i>	99	5.23.4.- <i>TELEFÓNICA</i>	124
5.16.- SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	101	5.23.5.- <i>VODAFONE-ONO</i>	124
5.16.1.- <i>Señalización horizontal</i>	101	5.24.- PLAN DE OBRAS.....	125
5.16.2.- <i>Señalización vertical</i>	101	5.25.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	125
5.16.3.- <i>Balizamiento</i>	101	5.26.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	125
5.16.4.- <i>Sistemas de contención</i>	102	5.27.- PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	126
5.17.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL	103	5.28.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS	127
5.17.1.- <i>Parque Natural Bahía de Cádiz, Red Natura 2000</i>	103	5.29.- VALORACIÓN DE ENSAYOS	127
5.17.2.- <i>Hábitats de interés comunitario</i>	107	5.30.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	127
5.17.3.- <i>Impacto acústico</i>	107	6.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	127
5.17.4.- <i>Vías Pecuarias. Puerta Verde</i>	108	7.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL	
5.17.5.- <i>Antiguo puente sobre el Caño Zurraque (denominado Puente del Duque de la Victoria) y el desmantelamiento de firme de la antigua carretera N-IV.</i>	108	SECTOR PÚBLICO.....	129
5.17.6.- <i>Publicidad de la Declaración de impacto ambiental</i>	108	8.- NORMATIVA APLICADA.....	129
5.17.7.- <i>Plan de Vigilancia ambiental</i>	108	9.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	131
5.18.- SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE	109	10.- RESUMEN Y CONCLUSIÓN.....	132
5.19.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	110		
5.19.1.- <i>Demoliciones y desmontajes</i>	110		
5.19.2.- <i>Cerramientos</i>	111		
5.19.3.- <i>Hitos de deslinde</i>	111		
5.19.4.- <i>Pasos de mediana</i>	112		
5.19.5.- <i>Caminos de acceso a obra</i>	113		
5.19.6.- <i>Iluminación</i>	113		

MEMORIA

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto de este proyecto es la definición de las unidades de obras necesarias para la ejecución del “Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos, Carreteras A-4, A-48 y CA-33 en la Provincia de Cádiz (Clave: 29-CA-4140 PR-538/06)”, de acuerdo con los preceptos del Pliego de Prescripciones Técnicas del Contrato de Consultoría y Asistencia Técnica.

2.- DATOS PREVIOS

2.1.- ANTECEDENTES

A continuación, se enumeran los antecedentes de mayor importancia del contrato:

1º.- En fecha 30 de junio de 2005, el Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental realiza la Propuesta de la Orden de Estudio del Proyecto de Construcción “Mejora de seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de tres caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33. Provincia de Cádiz”.

2º.- En fecha 22 de noviembre de 2005, la Dirección General de Carreteras dictó Resolución aprobando la Propuesta de Orden de Estudio del Proyecto de Construcción con clave 29-CA-4140 “Mejora de seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de tres caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33. Provincia de Cádiz”.

3º.- Mediante resolución de la Dirección General de Carreteras, el 10 de mayo de 2006 se lleva a cabo la aprobación técnica del pliego de prescripciones técnicas del concurso de consultoría y asistencia para la “Redacción del proyecto de construcción: Mejora de seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de tres caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33. Provincia de Cádiz”.

4º.- La contratación del gasto fue efectuada por el Servicio de Contabilidad Presupuestaria el día 20 de junio de 2006, con cargo a la aplicación presupuestaria 17.38.453B.611 del entonces vigente presupuesto de Gastos del Estado, y su fiscalización previa tuvo lugar con fecha de 7 de julio de 2006.

5º.- La adjudicación del contrato fue acordada por el Director General de Carreteras el 19 de marzo de 2007, de acuerdo con la propuesta elevada por la Mesa de Contratación en su reunión de 17 de noviembre de 2006, con un presupuesto de adjudicación de QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS (594.897,18 €).

6º.- El citado Proyecto de Construcción se adjudica a la UTE formada por las empresas Inserco Ingenieros S.L. y Dintra5 S.L. Con fecha del 16 de abril de 2007 se firma el contrato del Proyecto de Construcción.

7º.- En fecha de 19 de diciembre de 2007 se emite un Informe-Propuesta de Modificación de Orden de Estudio con objeto de justificar la necesidad de solicitar la modificación de la Orden de Estudio emitida por la S.G. de Construcción, para el Proyecto de Construcción “Mejora de la Seguridad Vial. Carretera A-4, A-48 Y CA-33. Acondicionamiento del enlace de tres caminos” de la Red de Carreteras del Estado en Cádiz.

8º.- El 15 de julio de 2008 se redacta el documento de Modificación de la Orden de estudio del Proyecto de Construcción debido a las nuevas necesidades surgidas descritas anteriormente.

9º.- En fecha 22 de julio de 2008 la Dirección General de Carreteras, dictó Resolución aprobando la modificación de la Orden de Estudio, en la que se propone una solución adecuada a los condicionantes existentes, con un trazado que solucione de forma íntegra, la congestión de la zona del proyecto de construcción; lo que supuso un significativo aumento de los trabajos a realizar incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que sirve de base al contrato.

10º.- El 25 de noviembre de 2008 se realiza la comunicación oficial a la U.T.E. Dintra5-Inserco Ingenieros de la aprobación del gasto del Modificado del Contrato de Consultoría y Asistencia, siendo definitivamente aprobado el 15 de diciembre de 2008.

11º.- El 12 de febrero de 2009 se formaliza el documento administrativo del Contrato Modificado de Consultoría y Asistencia.

12º.- Con fecha de Julio de 2009 se recibe notificación de decisión de someter a Evaluación de Impacto Ambiental y comunicación del alcance del estudio de Impacto Ambiental y respuestas a consultas realizadas por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

13º.- Con fecha 4 de marzo de 2010, se hace entrega al Director del Proyecto, del Proyecto de Trazado completo de “Mejora de seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33. Provincia de Cádiz”, así como el pertinente Estudio de Impacto Ambiental.

14º.- Debido al elevado coste estimado de la obra, por motivos de control presupuestario, con la difícil coyuntura económica existente en aquel momento y con la entrada en vigor de la Orden FOM/3317/2010, de mejora de la eficiencia para la construcción de obras públicas, se plantea la ejecución del proyecto por fases de ejecución, de modo que se reparta la inversión prevista a lo largo de un período más dilatado.

15º.- Con fecha 5 de mayo de 2010, se realiza envío de la primera propuesta de ejecución por fases, pero el asunto queda en revisión por parte del Ministerio de Fomento.

Finalmente, en mayo de 2011, se insta a la UTE Dintra5-Inserco a continuar con el proyecto del trazado, incluyendo la ejecución por fases, motivo por el cual se rehace el trabajo entregado con anterioridad. Como se ha indicado, la obra se divide en fases de ejecución por motivos de control presupuestario, además de para dar cumplimiento a lo estipulado por la Orden FOM/3317/2010, de mejora de la eficiencia en la construcción de obras públicas, reflejado en el seguimiento de los parámetros de eficiencia indicados en dicha Orden. La solución final al término de la ejecución todas las fases, será la misma que la que se plantea como completa en el proyecto de trazado de fecha marzo de 2010.

16º.- Con fecha 12 de Julio de 2012, la Subdirección General de Estudios y Proyectos, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, emite resolución por la que se aprueba provisionalmente, y se ordena la incoación del expediente de información oficial y pública del Proyecto de trazado “Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33. Provincia de Cádiz. Clave: 29-CA-4140”, y su estudio de impacto ambiental, realizándose dicha Información Pública de acuerdo a los trámites requeridos.

17º.- Con fecha 30 de octubre de 2012, se realiza la publicación en el BOE del Anuncio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental sobre la aprobación provisional indicada.

18º.- Con fecha 19 de diciembre de 2012, tiene entrada en la Subdirección General de Estudios y Proyectos de la Dirección General de Carreteras, Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente por la que se declara la terminación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental del Proyecto del Asunto.

19º.- Con fecha 20 de diciembre de 2012, la Subdirección General de Estudios y Proyectos solicita la revocación de la citada Resolución, dado que en ese momento no se había terminado el plazo de alegaciones del periodo de la primera información pública del proyecto de trazado y su correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

20º.- Con la entrada en vigor de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, se ha reconsiderado la tramitación ambiental a seguir en la presente actuación, proponiéndose, mediante oficio de fecha 3 de marzo de 2014, el desistimiento de la solicitud de fecha 20 de diciembre y el inicio de un nuevo procedimiento de evaluación ambiental.

21º.- Con fecha 4 de julio de 2014, se recibe oficio de la Subdirección General de Evaluación Ambiental sobre necesidad de nueva información pública en aplicación de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

22º. La Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental remite un nuevo Proyecto de Trazado “Mejora de la Seguridad Vial. Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33”, y su correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, revisado y adaptado a la nueva Normativa, para su supervisión reglamentaria, previa a la aprobación del mismo.

23º.- Finalmente, con fecha 21 de noviembre de 2014, se aprueba provisionalmente el Proyecto de Trazado, redactado en septiembre de 2014, “Mejora de la Seguridad Vial. Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33”. A su vez, se ordena que, por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, se proceda a incoar nuevamente el correspondiente Expediente de Información Oficial y Pública del Proyecto.

24º.- Publicación en el B.O.E. de 1 de enero de 2015 del Anuncio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental sobre la aprobación provisional indicada.

25º.- Con fecha de abril de 2015, tras haberse realizado esta nueva Información Oficial y Pública, con arreglo a Normativa, se eleva el Informe de Alegaciones a la Información Oficial y Pública del Proyecto de trazado MEJORA DE SEGURIDAD VIAL. ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33. PROVINCIA DE CÁDIZ. CLAVE: 29-CA-4140 PR-538/06.

26º.- A la vista de los antecedentes señalados con anterioridad, especialmente los relativos a la división del proyecto en fases de ejecución, con fecha junio de 2015 se solicitó modificado del contrato, debido al previsible aumento de los trabajos a realizar, por la necesidad de independizar las actuaciones y los proyectos de construcción de cada una de las fases constructivas. Adicionalmente el Proyecto de Trazado debía ser sometido a una auditoría de seguridad vial, no contemplada en el pliego de condiciones original del contrato, que generaría trabajos adicionales a los contractualmente vigentes. Todo ello se recogió en la petición de modificado N.º 2 de fecha junio de 2015. El importe de este contrato modificado ascendía a la cantidad de 106.980,61 €.

27º.- Con fecha 26 de agosto de 2015. El Secretario General de Infraestructuras aprobó la modificación del referido contrato por el importe indicado en el punto anterior.

28º.- Con fecha septiembre de 2015 se entrega el informe de respuesta a la auditoría de seguridad viaria de la fase previa de proyecto de trazado.

29º.- Con fecha 28 de octubre de 2015 se formaliza mediante las correspondientes firmas de las partes el contrato modificado N.º 2.

30º.- Con fecha 10 de mayo de 2016 se emite propuesta de resolución autorizando la cesión del contrato de la parte correspondiente al cedente, Inserco Ingenieros S.L., a favor del cessionario, Ingenieros Dintra 5 S.L.

31º.- Con fecha 3 de octubre de 2017 la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, emite resolución por la que se formula la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto “Mejora de la Seguridad Vial. Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33”.

32º.- Con fecha 16 de octubre de 2017, tiene lugar la publicación en el B.O.E de la Resolución de 3 de octubre de 2017, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental.

33º.- Con fecha 7 de febrero de 2018, se emite resolución del Ministerio de Fomento por la que se aprueba el expediente de información oficial y pública, y definitivamente el proyecto de trazado “Mejora de la Seguridad Vial. Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33”.

34º.- Con fecha 14 de febrero de 2018, se publica en el B.O.E el anuncio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental sobre la aprobación definitiva comentada.

35º.- Dicha resolución formula el cumplimiento de una serie de prescripciones a cumplimentar durante la realización del Proyecto de Construcción, esencialmente que se considerará el condicionado de la Resolución de 3 de octubre de 2017, de Declaración de Impacto Ambiental, así como que se atenderá las conclusiones obtenidas del procedimiento de Auditoría de Seguridad Vial, entre otras.

36º.- De la Declaración de Impacto Ambiental reseñada, se desprende la necesidad de realizar unos trabajos adicionales a los contemplados en los pliegos y contrato vigente en la actualidad para dar respuesta al condicionado de la citada Declaración, y consecuentemente, a la Resolución de Aprobación emitida por el Ministerio de Fomento. Por otro lado, de las conclusiones del procedimiento de Auditoría de Seguridad Vial, se concluye con que las obras del enlace principal de Tres Caminos, deben abordarse en una única fase, para evitar la generación de conflictos temporales relacionados con la Seguridad Vial, originados por división de la obra en fases constructivas.

37º.- Debido a lo indicado en el punto anterior, con fecha 8 de mayo de 2018 se realiza propuesta de modificación de contrato de consultoría, interesando la modificación técnica del contrato, sin modificación económica, de modo que queden recogidas las modificaciones del proyecto señaladas.

38º.- Con fecha 13 de junio de 2018, la dirección General de Carreteras ha dispuesto la aprobación técnica de la Modificación de dicho contrato sin que suponga coste adicional alguno sobre el presupuesto vigente aprobado.

39º.- Con fecha 19 de junio de 2018, la Dirección General de Carreteras dispuso aprobar la Modificación nº 3 del Contrato de Consultoría y Asistencia, para redacción del proyecto de construcción MEJORA DE SEGURIDAD VIAL. ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33. PROVINCIA DE CÁDIZ, a favor de la empresa Ingenieros Dintra 5, S.L.

40º.- Ingenieros Dintra 5, S.L. solicitó la cesión del citado contrato a VS INGENOVA S.L., dado que presentó pre-concurso de acreedores con fecha 10 de abril de 2018, y su situación no le permitía continuar con la ejecución del contrato descrito, teniendo a su vez VS INGENOVA S.L., interés en continuar con el desarrollo del mismo.

41º.- Con fecha 18 de julio de 2018 se firma el convenio por el que ambas empresas acuerdan la cesión y transmisión de la totalidad de la titularidad del contrato, en cuanto a bienes, derechos y obligaciones.

42º.- Con fecha 10 de octubre de 2018, el director general de carreteras dictó resolución autorizando la cesión del contrato, condicionada a la presentación de ciertos documentos, que se entregan posteriormente.

43º.- Con fecha 11 de diciembre de 2018, la Dirección General de Carreteras resuelve aprobar definitivamente una prórroga hasta del 30 de noviembre de 2019 del Contrato de Consultoría y Asistencia adjudicado a la empresa VSING INNOVA 2016, S.L. (VS INGENOVA) y aprobar el siguiente reajuste de anualidades:

Año 2018.....	37.059,32 €
Año 2019.....	160.028,93 €

44º.- Con fecha 8 de octubre de 2019, la Demarcación General de Carretera remite solicitud de reajuste de anualidades, y petición de prórroga de contrato, aprobada posteriormente por la Dirección General de Carreteras, siendo la nueva fecha de finalización del contrato 30 de noviembre de 2020, y quedando vigente el siguiente reajuste de anualidades:

Año 2019.....	130.016,27 €
Año 2020.....	30.012,66 €

45º.- Con fecha abril de 2020, la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental emite Informe-Respuesta a la Auditoría de Seguridad Vial efectuada sobre el proyecto de construcción.

46º.- Con fecha abril de 2020, la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía eleva Propuesta de Modificación del Contrato de Consultoría y Asistencia para la redacción del Proyecto, debido a la necesidad de ejecución de nuevas actividades no contempladas en el contrato vigente en dicha fecha.

47º.- Con fecha 9 de diciembre de 2020, se comunica la aprobación del gasto asociado al Modificado nº 4 citado en el punto anterior, siendo la nueva fecha de finalización del contrato 30 de noviembre de 2021, y quedando el siguiente reajuste de anualidades:

Año 2020.....	33.996,84 €
Año 2021.....	302.557,57 €

48º.- Con fecha 11 de diciembre de 2020, se firma el Modificado nº 4 del Contrato de Consultoría 29-CA-4140, clave PR-538/06.

En los apéndices del anexo nº 1: antecedentes, se incluye la documentación originada de mayor importancia, originada desde la aprobación provisional del Proyecto de Trazado.

2.2.- OTROS ANTECEDENTES TÉCNICOS

Con fecha 4 de julio de 2019 se remite oficio a la Delegación Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en Cádiz solicitando la aprobación y autorización de las medidas ambientales incorporadas al Proyecto de Construcción.

Con fecha 4 de septiembre de 2019 se recibe respuesta unificada y coordinada de la Delegación Territorial de Medio Ambiente mediante la cual se informa favorablemente a las actuaciones proyectadas.

Del mismo modo, con fecha 17 de mayo de 2019 se solicita informe preceptivo a la Demarcación de Costas Andalucía – Atlántico solicitando su conformidad a las actuaciones proyectadas en relación a las medidas adoptadas para controlar y preservar la carrera y la dinámica mareal durante el periodo de obras y durante el periodo de explotación de la carretera.

Con fecha 26 de septiembre de 2019, se recibe escrito de dicho organismo con la conformidad a las actuaciones proyectadas y medidas específicas contempladas para la preservación de la dinámica litoral y la carrera de marea.

2.3.- TRAMITACIÓN AMBIENTAL. ANTECEDENTES AMBIENTALES

En el apartado anterior se indican los principales antecedentes ambientales y tramitación ambiental realizada hasta la fecha, de acuerdo a los puntos 16 a 25, y 31 a 35 del epígrafe anterior.

Se concluye con que la actuación ha sido sometida a Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria, con resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de fecha octubre de 2017 (referencia: SGEA/AJR/mIIR/20150091CAR).

En este proyecto se ha tenido en cuenta el condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental, manteniendo una adecuada coordinación con el Parque Natural de la Bahía de Cádiz, así como con la Delegación Territorial en Cádiz de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía. También se han mantenido los correspondientes contactos con la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico del Ministerio para la Transición Ecológica.

En los apartados y documentos ambientales se desarrolla todo el análisis ambiental y medidas para el cumplimiento de la DIA que se han incorporado al Proyecto.

2.4.- DOCUMENTACIÓN PREVIA

La documentación básica empleada para la redacción del presente Proyecto de Construcción, está recopilada y analizada en las entregas de fases anteriores:

- FASE 1: Trabajos Previos
- FASE 2: Avance del Proyecto de Trazado
- FASE 3: Maqueta del Proyecto de Trazado
- PROYECTO DE TRAZADO Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL aprobados.
- FASE 4: Maqueta del Proyecto de Construcción.

3.- ESTUDIO GENERAL DE LA ACTUACIÓN

3.1.- SITUACIÓN ACTUAL

El enlace objeto de remodelación del proyecto sirve para la conexión de tres carreteras, la A-4, la A-48 y la CA-33, en la bahía de Cádiz.

Se trata de una zona de marisma, con presencia de caños y esteros, prácticamente llana topográficamente hablando, y con formaciones geológicas constituidas por arenas, arcillas margosas y limos, así como por depósitos de marisma, principalmente.

La totalidad de terrenos afectados fuera del viario existente se catalogan como Dominio Público Marítimo Terrestre, y pertenecen a la Dirección General de Costas, con algunas adscripciones de terrenos, por ejemplo, a Ferrocarriles de la Junta de Andalucía, existiendo también algunas concesiones para la explotación salina y piscifactoría (esteros) de algunas parcelas.

En cuanto al viario y funcionalidad del enlace, en la actualidad, y después de la duplicación de la carretera A-4 (Barrio de Jarana), el enlace de Tres Caminos ha quedado obsoleto y escaso de capacidad, con lo que se convierte en un cuello de botella para el importante tráfico existente en la zona. Especialmente problemáticos, sobre todo fines de semana y en época estival, son los movimientos San Fernando-Chiclana y Chiclana-Sevilla.

Hay que tener en cuenta que las carreteras comunicadas con el enlace son todas autovías, la A-4, CA-33 y la A-48, de calzadas separadas y dos carriles por sentido, y que los ramales existentes presentan únicamente un carril por sentido.

Las carreteras A-48 y CA-33 son vías de gran capacidad, y sus itinerarios se encuentran en continuidad, mientras que la nueva A-4 cuenta igualmente con dos calzadas de dos carriles, que se separan bifurcándose, uno de ellos dirección Polígono de Tres Caminos, y el otro dirección Chiclana, mediante un lazo. Precisamente, resulta muy problemático actualmente el lazo Sevilla-Chiclana, de escasísima capacidad para el volumen de tráfico que soporta. Se trata de un movimiento constreñido entre el ramal San Fernando-Puerto Real, y la curva de la autovía A-48 Chiclana-San Fernando, por lo que el radio

Igualmente, la plataforma de la A-48 presenta una densidad de tráfico muy considerable, con dos calzadas de tres carriles por sentido, ganándose el tercer carril a costa de la anchura de los mismos y de la inexistencia de arcenes, e igualmente presenta dificultades en cuanto a niveles de servicio y densidad de circulación.

Por tanto, con las obras de duplicación de la A-4 el enlace de Tres Caminos ha quedado sobrecargado, con posibilidad de fuertes retenciones y bruscas reducciones de velocidad en la entrada de la A-4 al actual enlace, que actúa como embudo viario al disponer los ramales más sobrecargados únicamente de un carril de circulación y de condición de parada en los accesos a las carreteras A-48 y CA-33, que constituyen el itinerario proyectado.

La búsqueda de una solución técnica adecuada a esta problemática por parte de la dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento ha derivado en la redacción del presente Proyecto.

Aparte de esta actuación principal, también se pretende mejorar la accesibilidad de Chiclana de La Frontera, tanto la entrada hacia el núcleo urbano, como la salida del mismo.

En la actualidad, el enlace de Chiclana Norte presenta una estructura de un carril por sentido, insuficiente a todas luces sobre todo desde el punto de vista de la salida del municipio. Esta estructura presenta altos niveles de congestión durante un buen número de horas al año.

3.2.- PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

Las obras proyectadas consisten básicamente en el acondicionamiento del enlace de Tres Caminos situado entre las carreteras A-4, A-48 y CA-33 en la Provincia de Cádiz, contemplándose las siguientes actuaciones específicas:

- Duplicación de los carriles en los ramales principales del enlace.
- Ampliación a tres carriles de las dos calzadas de la A-48 por el margen exterior de cada una.
- Reordenación del acceso al polígono Tres Caminos.
- Remodelación del enlace de Chiclana Norte.
- Actuaciones de reparación rellenos de estribos en la estructura para cambio de sentido en la A-48.

Con dichas actuaciones se pretende conseguir los siguientes objetivos buscados:

- Mantenimiento de un nivel de servicio mínimo aceptable en todos los movimientos del enlace a lo largo de un período de 20 años.
- Mejora de la seguridad vial de los movimientos más conflictivos y de las conexiones de los mismos con las vías de gran capacidad.
- Dotar de dos carriles al ramal directo entre la A-48 y la A-4 (antigua N-IV), que sirve para el movimiento Chiclana de la Frontera-Puerto Real. Esto se realiza en confluencia posterior con la calzada San Fernando-Puerto Real, y siguiendo en planta el eje actual.

- Anular el lazo existente y construir un nuevo ramal directo entre Puerto Real y Chiclana, dotado de dos carriles y con un trazado de mejores características. Esto se realiza a diferentes niveles bajo la calzada Puerto Real-San Fernando y sobre la calzada Chiclana- San Fernando. Se dota del radio máximo conseguido (165 metros), que compatibiliza la máxima capacidad posible con el mantenimiento de las dos estructuras existentes sobre el caño Zurquie, y la disponibilidad de espacio para la ubicación del resto de ramales.
- En general, dotar al menos de dos carriles por sentido todos los movimientos o ramales principales comentados en el apartado anterior.
- Ampliación de la plataforma de la A-48, de modo que presente su sección completa de tres carriles, arcenes y bermas. Se realiza, y además se dota desde el cambio de sentido hasta Chiclana Norte de vías de servicio separadas físicamente del tronco. Igualmente, se realiza la transición de tres a cuatro carriles para permitir la confluencia y bifurcación dos a dos de los viales de salida y acceso a Chiclana.
- Mejorar los accesos al polígono de Tres Caminos, de modo que estos se puedan realizar con las mayores garantías de seguridad y sin alterar considerablemente los tráficos principales.
- En el enlace de Chiclana norte, dotar de dos carriles por sentido la salida desde Chiclana hacia Puerto Real y San Fernando, reponiendo la salida hacia Chiclana desde Algeciras con la construcción de una nueva estructura.

3.3.- CONDICIONANTES CONSIDERADOS

3.3.1.- Auditoría de seguridad viaria

El proyecto de trazado fue sometido a una auditoría de seguridad viaria en la que de las observaciones de mayor relevancia para la seguridad vial estaban relacionadas con la posible división de la obra en fases de ejecución planteadas durante la redacción de dicho proyecto, en las que en las fases intermedias quedaban movimientos poco adecuados desde el punto de vista de la seguridad vial.

Finalmente, al considerarse en este proyecto una única fase de construcción de la obra completa, todas las observaciones relacionadas con la división de la obra en fases de ejecución quedan automáticamente resueltas.

Además, se tenían ciertos aspectos de trazado que se han corregido en la versión definitiva del mismo.

En el mes de octubre de 2019 se realiza y recibe informe de Auditoría de Seguridad Vial del Proyecto de Construcción, incorporándose las conclusiones de la misma al proyecto.

3.3.2.- Condicionantes geológico-geotécnicos

Aspecto fundamental debido al encuadre geológico de la zona. Prácticamente toda la traza se encuentra en zona de marismas, con las inestabilidades y suelos poco consolidados que ello conlleva.

En cuanto al trazado afecta directamente en la dificultad de ejecutar viales en altura, debido a que la cimentación de los rellenos puede resultar muy inestable. Así, a partir de cierta altura, los rellenos deben ser sustituidos por zonas pilotadas para garantizar la estabilidad del conjunto.

Se tendrá muy en cuenta el estudio Geológico-Geotécnico a la hora de establecer y aconsejar las cimentaciones de las diferentes estructuras y muros que será necesario ejecutar, así como la profundidad mínima a la que debería llegar dicha cimentación.

En el tramo de ampliación a tercer carril en la A-48 hasta Chiclana, se tendrá especial precaución en la consolidación y saneo de las zonas de las márgenes exteriores hacia donde se tiene previsto ampliar la plataforma, para evitar la formación de escalones y juntas longitudinales de rotura.

3.3.3.- Condicionantes estructurales

Condiciona la definición en alzado de varios de los viales, debido a la necesidad de generar gálibos suficientes entre cruces de ejes a distinto nivel. El gálibo mínimo admisible será de 5,30 metros, aunque en la estructura existente del polígono de Tres Caminos ello no va a ser posible, debido a la necesidad de apoyarse en las plataformas existentes. Este condicionante va a obligar a proyectar algunos ejes con unas rasantes un tanto forzadas para permitir la inclusión de las estructuras. Se prevé la ejecución de varias estructuras en la definición del trazado, la mayoría de ellas con una luz importante, debido a la imposibilidad de realizar terraplenes de aproximación de altura considerable. Además de las luces importantes, resultan complicadas debido a las curvaturas, los esviajes y los sobreanchos, como se puede apreciar en la parte del documento referente a estructuras.

3.3.4.- Condicionantes hidráulicos

Al tratarse de zona de marismas, con un terreno básicamente llano, no se tienen cuencas importantes que se intercepten por ninguno de los viales. Los únicos caudales a los que será necesario dar continuidad serán los derivados de las corrientes mareales. Se ha realizado un estudio de la dinámica litoral y carreras de marea, a fin de obtener cotas de inundabilidad y localizar los movimientos direccionales de las aguas.

3.3.5.- Condicionantes urbanísticos y de planeamiento

La zona de actuación no ocupa terrenos catalogados como urbanizables por los respectivos planes urbanísticos de San Fernando, Puerto Real ni Chiclana de la Frontera. No condiciona en la definición del trazado, y no acotan en ninguna medida las posibilidades de actuación, que sí que vienen acotadas por la disposición actual de los viales.

3.3.6.- Servicios afectados

Existen algunas afecciones a compañías de servicios en la zona de obras. Dichas afecciones, aun siendo algunas de cierta importancia, no suponen un condicionante como tal de trazado.

Los servicios que más se ven afectados son los relacionados especialmente con las líneas eléctricas, siendo algunas de ellas de cierta importancia, líneas telefónicas, de telecomunicaciones, y redes de abastecimiento de agua.

A continuación se indican las compañías que poseen servicios y suministros que se ven afectados en la zona:

- Líneas eléctricas media tensión y baja (Endesa).
- Red de telecomunicaciones (Vodafone - ONO).
- Red de telecomunicaciones (Telefónica).
- Redes de abastecimiento de Agua (Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana)
- Redes de equipamientos para control del tráfico (DGT).

Estos servicios se han repuesto en coordinación con las compañías suministradoras afectadas, pero como se ha indicado, no suponen un elemento que sea un condicionante decisivo a considerar para la definición de la geometría del proyecto.

3.3.7.- Condicionantes medioambientales y culturales

El enlace se localiza dentro de zonas de gran valor ambiental (Zona de Dominio Marítimo Terrestre y Parque Natural de la Bahía de Cádiz).

Como principal referente ambiental se tiene la resolución de Declaración de Impacto Ambiental, con una serie de condicionantes y prescripciones que debe cumplir el proyecto.

De cara a lo que es la geometría del trazado, un condicionante es la existencia del Cordel del Puerto de Santa María a San Fernando, al que se debe garantizar la continuidad necesaria para conformar la Puerta Verde de San Fernando, actuación competencia de la Junta de Andalucía.

Con el trazado proyectado se garantiza dicha continuidad mediante los caminos existentes, el nuevo camino de la plataforma del tranvía, y un nuevo tramo de vía que pasa bajo el puente existente del Duque de la Victoria.

Otro importante condicionante resulta ser la existencia de la antigua batería del Portazgo, que se sitúa justo en el centro del enlace existente y proyectado. Ya en la resolución de aprobación del expediente de información pública y aprobación definitiva del proyecto de trazado, se indicaba en la prescripción 1.4. lo siguiente:

1.4. "Se revisará el encaje geométrico de las pilas de las estructuras E-1 y E-2, de modo que dichas pilas no coincidan en planta con la ubicación estimada del parapeto de la batería defensiva conocida como Batería del Portazgo, de acuerdo con los planos facilitados en su escrito por la Fundación Legado de las Cortes de la Real Isla de León."

Se han efectuado unos sondeos arqueológicos en los puntos donde se proyectan las pilas de las estructuras E-1 y E-2 en el área de influencia, garantizándose que ninguna de las pilas afecta al posible antiguo parapeto de la batería, puesto que de los sondeos realizados no se han obtenido restos de la citada batería defensiva.

3.3.8.- Otras infraestructuras

En la zona se ha construido en los últimos años el Tren Tranvía de Chiclana a San Fernando, infraestructura que transcurre de forma paralela a nuestra actuación por una de las márgenes, suponiendo una acotación del espacio disponible para poder implantar soluciones que afecten a la plataforma del tranvía.

4.- CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES IMPUESTAS POR LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN

Este apartado implica una serie de condicionantes al proyecto, que, por su importancia, se tratan en este epígrafe de forma independiente.

Así en los siguientes puntos se va a ir desarrollando la manera en que se ha dado cumplimiento a cada una de las prescripciones impuestas al proyecto de construcción en la Resolución del Ministerio de Fomento de 7 de febrero de 2018, según resolución del Ministerio de Fomento por la que se aprueba el expediente de información oficial y pública, y definitivamente el proyecto de trazado "Mejora de la Seguridad Vial. Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33".

1.1. *Se tendrá en cuenta el condicionado de la Resolución de 3 de octubre de 2017 (B.O.E. de 16 de octubre de 2017) de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, por la que se formula la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "Mejora de la Seguridad Vial. Acondicionamiento del Enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33 (Cádiz)".*

Como se ha indicado con anterioridad, en los documentos ambientales del proyecto, concretamente en el anexo nº 18: Ordenación ecológica, estética y paisajística, y colección de planos 2.14 del documento nº 2: Planos, se indica cómo se ha incorporado todo el condicionado de la DIA al proyecto, dando respuesta a todos los puntos de la misma de forma detallada y precisa. Todas las medidas adoptadas han sido además oportunamente trasladadas al presupuesto de las obras.

1.2. *Se proseguirá la coordinación mantenida con el Parque Natural de la Bahía de Cádiz y con la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía en relación al cumplimiento del condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental, de modo que sean consensuados con dichos organismos autonómicos las medidas preventivas, correctoras y, en su caso, compensatorias a contemplar en el Proyecto de Construcción, así como el proyecto de restauración paisajística y el correspondiente programa de seguimiento y vigilancia ambiental.*

Del mismo modo que en el apartado anterior, en la información ambiental del proyecto queda perfectamente justificada la coordinación mantenida, mediante reuniones y correspondencia por carta o correo electrónico, resultando las medidas adoptadas de los consensos alcanzados entre el promotor y los organismos ambientales.

1.3. *Se analizarán las posibles soluciones constructivas para el nuevo viaducto sobre el caño Zurraque de manera que se minimice la afección a las secciones de paso de las corrientes de marea. En el caso de que no sea técnicamente viable prescindir de la ejecución de penínsulas provisionales*

para la construcción del viaducto, estas se realizarán de modo que la superficie libre de cauce restante sea la máxima posible, compatible con la viabilidad de ejecución de los elementos estructurales.

En el anexo de estructuras se incluyen el estudio de tipologías y soluciones constructivas de la nueva estructura a construir sobre el caño Zurraque. Finalmente, la solución adoptada consiste en una estructura de vigas artesa con vano central en el caño Zurraque de 48 metros de luz, mejorando por tanto la anchura libre de paso de agua durante la construcción.

Dichas soluciones son las que se han tenido además en cuenta en el documento ESTUDIO HIDRODINÁMICO Y MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA PRESERVAR Y CONTROLAR LA CARRERA MAREAL DURANTE EL PERIODO DE OBRAS Y DURANTE EL PERIODO DE EXPLOTACIÓN, que se incluye como apéndice en el anexo de medioambiente.

1.4. *Se revisará el encaje geométrico de las pilas de las estructuras E-1 y E-2, de modo que dichas pilas no coincidan en planta con la ubicación estimada del parapeto de la batería defensiva conocida como Batería del Portazgo, de acuerdo con los planos facilitados en su escrito por la Fundación Legado de las Cortes de la Real Isla de León.*

Se ha actualizado el encaje geométrico de las pilas. Además, se ha confirmado que no se afecta a ningún elemento patrimonial de acuerdo al proyecto de investigación arqueológica realizada, en la que se realizaron sondeos arqueológicos en la ubicación de cada una de las pilas proyectadas en las estructuras E-1 y E-2 en las inmediaciones del supuesto parapeto de la antigua batería defensiva, sin que se detectase nada existente, ni ningún vestigio de restos, con lo que no se verá afectado.

1.5. *En relación a los desvíos de tuberías de abastecimiento competencia del Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana:*

- *Se tendrán en cuenta los derechos de ocupación indicados en su escrito, para delimitar correctamente la propiedad y titularidad del suelo a expropiar.*
- *Se definirá y analizará la actual ubicación del denominado Ramal Sur, una vez ejecutado el desvío debido a la afección de las obras del Tren-Tranvía Chiclana-San Fernando, así como el resto de posibles afecciones.*
- *Se tendrán en cuenta los criterios técnicos señalados por el Consorcio para la definición de las reposiciones.*

Todos estos aspectos han sido contemplados en el anexo de reposiciones de servicios afectados, proyecto específico de abastecimiento de aguas, actualizándose además la nueva disposición del ramal Sur en los tramos ya repuestos por las obras del tren – tranvía de Chiclana

a San Fernando. Se ha mantenido la oportuna coordinación con el CAZG para consensuar el trazado de las reposiciones necesarias para trasladar las tuberías afectadas por las obras.

1.6. Se proseguirá con la coordinación establecida con ENDESA Distribución Eléctrica S.L.U en relación a las reposiciones de las líneas eléctricas de su competencia afectadas por las obras.

Se ha proseguido como queda de manifiesto tanto en el anejo de reposición de servicios afectados como en el anejo de coordinación con otros organismos y servicios. Es importante resaltar que dicha reposición se realizará conforme a lo establecido por el artículo 17 de la Ley 37/2015, de Carreteras, así como lo establecido por la legislación forzosa y sobre el suelo y valoraciones, por el cual se incoará un expediente expropiatorio.

1.7. Se mantendrá la oportuna coordinación con la compañía de distribución Redexis Gas, en relación a la posible afección a tuberías de gas en la zona del enlace de Tres Caminos.

Así se ha realizado, actualizando la información disponible mediante contactos mantenidos por e-mail como se muestra en el anejo de coordinación con organismo. No existen actualmente tuberías de gas, únicamente hay un proyecto de despliegue de una tubería de gas, en la margen derecha de la A-4, no habiendo interferencias entre los trazados proyectados de ambas infraestructuras.

1.8. Se proseguirá la coordinación con la empresa ONO-Cableeuropa S.A.U para la reposición de las líneas de telecomunicaciones de su titularidad.

Así se ha procedido, como queda de manifiesto tanto en el anejo de reposición de servicios afectados como en el anejo de coordinación con otros organismos y servicios.

1.9. Se definirá conjuntamente con el Parque Natural de la Bahía de Cádiz y la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico el procedimiento y alcance de la retirada de rellenos junto al caño de Sancti-Petri.

Se ha mantenido la adecuada coordinación para definir la retirada de dichos rellenos, que se describe en los apartados correspondientes del anejo medioambiental del presente proyecto.

Se ha realizado una batimetría y topografía de la zona, cubicando mediante la realización de perfiles transversales el alcance de la retirada de los rellenos.

Se indica en el plan de obras que esta actividad debe realizarse al inicio de las mismas.

1.10. Se consensuará con el Ayuntamiento de Puerto Real y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía el posible desmantelamiento de los restos del antiguo puente sobre el Caño Zurraque (denominado Puente del Duque de la Victoria) y el desmantelamiento de firme de la antigua carretera N-IV.

Tras conversaciones con el Parque Natural de la Bahía de Cádiz, se ha optado por incluir el desmantelamiento de los restos del antiguo puente incluyendo una cautela de consulta al Ayuntamiento de Puerto Real previo a las obras de demolición del mismo.

El firme de la antigua N-IV queda desmantelado, realizándose la escarificación del mismo, convirtiéndose la antigua carretera en vía pecuaria (vía verde de Puerto Real a San Fernando).

1.11. Se revisará y actualizará la documentación aportada en relación con los derechos mineros existentes en la zona, la posible existencia de concesiones salinas, así como la titularidad y particularidades de las parcelas afectadas por la expropiación o por el establecimiento de servidumbres.

Se está en proceso de actualizar dicha información, si bien el proyecto de construcción debe salir a información pública a efectos de la Ley de Expropiaciones, siendo uno de los objetivos de la misma precisamente aclarar las particularidades de cada una de las parcelas que es necesario ocupar temporal o definitivamente para la implantación de la infraestructura.

1.12. Se tendrá en cuenta la Orden Circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. En su caso se adoptará, preferentemente, el empleo de luminarias con tecnología LED, que ofrezcan soluciones eficientes energéticamente y económicas en su mantenimiento.

De acuerdo a las indicaciones de la declaración de impacto ambiental, así como considerando los criterios incluidos en el apartado 8. Iluminación y medioambiente de la citada OC 36/2015, así como las recomendaciones y preferencias del Parque Natural Bahía de Cádiz, en relación a la contaminación lumínica que se generaría, la implantación de numerosos elementos verticales de gran altura (báculos) y su fuerte impacto sobre la horizontalidad del paisaje, la clasificación como zona E1 por donde discurre la carretera, finalmente, de acuerdo igualmente con el criterio del Director del Proyecto, se decide no incluir alumbrado en los viales del proyecto.

Además, actualmente el enlace no tiene alumbrado, salvo la presencia de algunos báculos en las inmediaciones del Polígono, que actualmente están sin servicio.

1.13. Se atenderán las conclusiones obtenidas del procedimiento de Auditoría de Seguridad Viaria realizado en 2016 sobre el Proyecto de Trazado. En particular, se tendrán en cuenta las observaciones relativas a las fases de ejecución y puesta en servicio de los nuevos ramales del enlace de Tres Caminos.

Se ha tenido en cuenta el procedimiento de auditoría en los aspectos referentes al diseño geométrico, los desvíos de tráfico y la señalización. Finalmente, no se realizarán puestas en servicio de obras parciales puesto que el enlace se ejecutará completamente de forma global en una única actuación.

1.14. Se tendrán en cuenta, en la medida de lo posible, los criterios establecidos en la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la "Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento".

Así se ha procedido, elaborándose el correspondiente informe de cumplimiento de los criterios establecidos en la Orden FOM/3317/2010 que se incluye junto con la documentación del actual proyecto.

1.15. Se proseguirá la tramitación de los proyectos de reposición de servicios afectados, de acuerdo con lo dispuesto en la "Circular sobre modificación de servicios en los proyectos de obras", de 7 de marzo de 1994, y su modificación de 4 de noviembre de 1996.

Como se ha comentado con anterioridad, se ha proseguido manteniendo actualizada dicha tramitación.

1.16. Previamente a la aprobación del Proyecto de Construcción se estudiará la necesidad de llevar a cabo un trámite de información pública a los efectos de los artículos 17, 18 y 19.1 de la Ley de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa, y concordantes de su Reglamento, sobre la necesidad de ocupación.

Se considera que el proyecto de construcción debe someterse al trámite de información pública por Ley de Expropiación Forzosa.

5.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

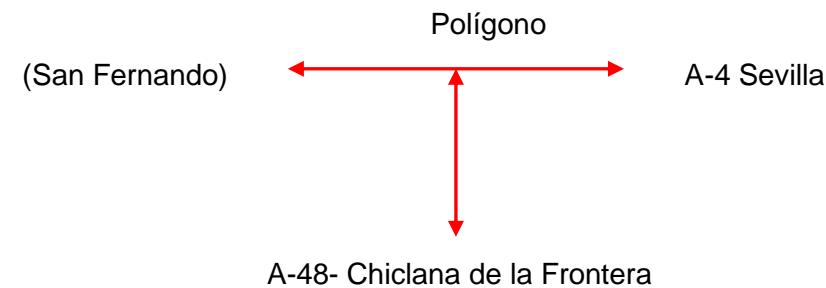
5.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

Se ha realizado un trazado que presenta los movimientos principales directos y semidirectos, todos direccionales, de radios amplios y de alta capacidad, y evita siempre que ha sido posible la presencia, en los movimientos importantes, de elementos del trazado que disminuyan drásticamente la velocidad específica, como puedan ser lazos, glorietas o ramales con radios pequeños.

El planteamiento y diseño de enlace que se realiza está apoyada en gran medida en el estudio de tráfico, en la relación de distancias (entre enlaces, entre ramales de entrada y salida, confluencias y bifurcaciones, secciones transversales, etc.) establecidas por la instrucción de Carreteras 3.1."Trazado", en la búsqueda de la mayor absorción posible de los flujos del tráfico, en la Seguridad Vial y en los objetivos definidos en el pliego del Contrato que rige el desarrollo de los trabajos del presente proyecto.

La principal problemática del enlace es la necesidad de conectar tres nudos importantes que cuentan con vías de gran capacidad, sin perder dicha capacidad en la confluencia de los nudos, y en los accesos a dichos nudos (CA-33 San Fernando-A-4 Sevilla y A-48 Chiclana Norte).

Los movimientos principales que se definen en el enlace son seis, que se corresponden con las direcciones directas entre nudos. Estas corrientes principales son:



A partir de ahí se han tomado por tanto los seis sentidos principales, adoptando una categoría, desde el punto de vista de trazado, sección y coincidencia con otros ejes del mismo tipo, similar para estos seis viales.

Así se obtienen los seis flujos principales, funcionando cada uno de ellos prácticamente como calzadas independientes, salvo los tramos comunes de la A-4, CA-33 y A-48.

Sevilla-San Fernando
San Fernando-Sevilla
Sevilla-Chiclana
Chiclana-Sevilla
San Fernando-Chiclana
Chiclana-San Fernando

Estos movimientos se realizan mediante confluencias y bifurcaciones, de modo que se homogeneice el tráfico circulante por los viales principales del enlace, sin penalizar unos movimientos priorizando otros.

Como se puede observar, no existe como tal un tronco o eje principal de la actuación, sino 6 ejes que actúan como ejes principales o importantes que conectan las tres autovías que confluyen en el enlace.

Aparte de la mejora en la sección y el número de carriles de circulación, y la sustitución de entradas y salidas por confluencias y bifurcaciones, la principal mejora en planta se realiza en uno de los movimientos con mayor volumen de tráfico, el movimiento Puerto Real – Chiclana, eliminándose el lazo actual de radio 50 metros, por un ramal semidirecto a izquierdas de radio 165 metros.

Las estructuras existentes sobre el caño Zurraque se mantienen para los movimientos procedentes de Chiclana – Algeciras, mientras que la nueva estructura sobre el caño Zurraque da servicio a los movimientos con destino Chiclana – Algeciras desde San Fernando y Puerto Real.

Estos movimientos principales presentan en todos los casos dos carriles por sentido, y como se ha comentado en todas las conexiones entre calzadas de dos carriles, se propone realizar los movimientos principales, del modo confluencia – bifurcación, cumpliendo con las distancias de transición entre carriles que establece la Norma 3.1 I.C

Además, el enlace debe resolver y permitir todos los movimientos posibles de entrada y salida del Polígono de Tres Caminos, con lo que se aumenta la complejidad del sistema, pues necesario introducir en el funcionamiento seis movimientos adicionales secundarios, que funcionarán con ramales de entrada o salida a los flujos principales. Estos movimientos secundarios serán:

Sevilla-Polígono Tres Caminos
Chiclana-Polígono Tres Caminos
San Fernando-Polígono Tres Caminos
Polígono Tres Caminos-Sevilla
Polígono Tres Caminos-Chiclana
Polígono Tres Caminos-San Fernando

Igualmente, se deben resolver los movimientos de entradas y salidas desde la A-48 hacia Chiclana Norte, así como dar acceso a los caminos de servicio y a las fincas colindantes existentes en las márgenes de la A-48. Dichos movimientos se realizan mejorando y optimizando los actuales, sobre todo la salida Chiclana-A-48, en la que se gana un carril al pasar a ser la estructura existente de bidireccional a unidireccional de dos carriles.

Se mantiene el cambio de sentido, pero al estar el referido Enlace Norte de Chiclana a menos de 1000 m del cambio de sentido existente, se hace necesario proyectar entre ambos enlaces, dos vías colectoras distribuidoras en ambas márgenes, por exigencias de distancias de trenzado, establecidas en la Norma de Trazado.

Las incorporaciones y salidas de conexión entre unas vías y otras se han proyectado mediante cuñas y carriles de cambio de velocidad, con longitudes sujetas a la Norma de Trazado, logrando de este modo aumentar significativamente la seguridad vial.

Por tanto, se logra el objetivo de conjugar en un único enlace la realización de todos los movimientos posibles en los extremos del nudo (CA-33, A-4 y A-48), así como la resolución de todos los movimientos posibles originados por la presencia del Polígono de Tres Caminos. Todo ello conseguido en un espacio de ocupación limitado, tanto por la presencia del Parque Natural de la Bahía de Cádiz, como por la infraestructura del tranvía San Fernando-Chiclana.

Así, la solución proyectada es sin duda la mejor desde el punto de vista del trazado, de transiciones de plataforma hacia diferentes números de carriles, de mayor capacidad y homogeneidad entre viales, de mayor capacidad de absorción de flujos de tráfico, y sin duda, la de mayor seguridad vial, con ramales claramente direccionales y directos, sin dar lugar a la confusión del conductor que los recorre, evitándole trenzados e incorporaciones y salidas peligrosas.

A continuación, se muestran dos figuras ilustrativas de las soluciones planteadas en la zona de Tres Caminos y en la zona cambio de sentido-Chiclana Norte:



Imagen 1. Zona central enlace Tres Caminos



Imagen 2. Zona cambio de sentido-Chiclana Norte

El trazado en alzado presenta pendientes suaves en la mayoría de los ejes, salvo en las zonas de estructuras, donde yendo condicionados por los gálibos verticales necesarios, ha sido necesario disponer de inclinaciones más acusadas, con máximos del 5% en los ejes 1 y 20, 6% en el eje 19 y 7% en el eje 7. En todo caso, estas pendientes se dan en zonas puntuales con longitudes cortas de rasante.

Se han adoptado taludes 2H:1V en terraplenes y 1H:1V en saneos en excavaciones, no siendo aprovechables los materiales obtenidos en este tipo de excavaciones.

Se han adoptado diversas medidas geotécnicas para la mejora de los sustratos de terraplén y disminuir los asientos esperables en los terraplenes de mayor altura, especialmente en los terraplenes de aproximación a las estructuras. Entre estas medidas destacan la formación de columnas de grava y drenes verticales, mechas drenantes, con los correspondientes geosintéticos. Se recomienda para terraplenes de más de 2,5 metros de altura su ejecución por fases, con tiempos intermedios de consolidación y espera, y la ejecución de precargas, construyendo el terraplén hasta la cota definitiva de la rasante, es decir, incluyendo el espesor de explanada y paquete de firme, que después se retirará.

Para la formación de explanadas y secciones del firme del proyecto, se eligen como soluciones para el presente proyecto las secciones 031, 131, 231, y 4131, tomando cada una de estas secciones para los distintos ejes de proyecto atendiendo al tráfico disponible y al tipo de explanada proyectada.

De este modo, se ha decidido adoptar para todos los ejes una categoría de explanada E-3 (salvo para los desvíos provisionales, que será E-2), homogeneizando y simplificando de este modo los procesos constructivos de los rellenos y capas de asiento, en función de los tráficos, y un firme semiflexible a base de materiales granulares y mezclas bituminosas en caliente, considerándose en rodadura la utilización de una mezcla discontinua en caliente BBTM 11B.

La formación de explanadas se realiza con suelos seleccionados tipo 2 y suelos estabilizados S-EST3. El suelo seleccionado tipo 2 con un mínimo de 50 cm, salvo en las zonas donde se disponga de poca altura de terraplén, en la que se dispone de geomalla + 30 cm de suelo seleccionado tipo 2. Sobre este suelo seleccionado tipo 2 se extenderán 30 cm de Suelo estabilizado tipo 3 para la formación de explanada E-3. La formación de los cuerpos de rellenos del proyecto también se realizará con este suelo seleccionado tipo 2.

Se proyectan tres estructuras (E-1 -ejes 7 y 19-, E-2 -ejes 1 y 20- y E-3 -eje 25-) de consideración, con importantes longitudes para salvar caños, y otros viales. Estas tres estructuras son viaductos con vigas artesa (cajón en el caso de la E-3), y con cimentación pilotada en todos los casos. Las estructuras muestran cierta complejidad, debido a los anchos variables que presentan, con sobreanchos de importancia por la adición de carriles y otros viales, y a la variabilidad de longitudes de vanos.

En tres de los estribos de estas estructuras es necesario prolongar los muros en vuelta de los estribos, originándose muros de acompañamiento de suelo reforzado para sostener tierras y evitar el derrame de las mismas sobre otros ejes o caminos.

Ha sido necesario también incorporar un muro de escollera, cimentado sobre pilotes de madera, en uno de los ejes del proyecto para el sostenimiento del derrame de sus tierras frente al camino de servicio del tranvía Chiclana – San Fernando.

Se proyecta también un paso inferior provisional (marco) para permitir el tráfico durante las obras en el movimiento Puerto Real – Chiclana a distinto nivel, mejorando así las circunstancias del tráfico durante el período de obras.

Para el drenaje, se ha considerado la necesidad de dar continuidad a los movimientos de los cuerpos de agua bajo la influencia de las carreras de marea, con actuaciones dirigidas que definan claramente las líneas de agua entre todos los elementos de drenaje. La mayoría de las obras de nueva

construcción serán tubos de hormigón armado de 1,80 m de diámetro mínimo si son nuevas totalmente, salvo las obras 26 y 27 que serán marcos rectangulares de 2,50 x 2,00 m de altura construidos de hormigón armado, dando continuidad a los marcos existentes en la actualidad. Además, se realiza la ampliación en longitud de todas las obras de drenaje existentes que así lo requieran por motivo de los ensanches de plataforma que se realizan.

Además, todas las embocaduras irán acompañadas de protecciones de escollera tanto en entrada como en salida, para protección de los taludes de tierra adyacentes a las aletas. Las obras de drenaje se cimentan sobre pilotes de madera para garantizar su integridad.

Se han definido todas las medidas correctoras, compensatorias y paisajísticas de acuerdo a los condicionados de la Declaración de Impacto Ambiental, destacando los desmantelamientos del firme en carreteras antiguas en desuso o actuales que queden sin servicio, la retirada de los rellenos de antiguas obras en caño de Sancti-Petri, regeneración de la Laguna de la Polvera y del hábitat de la Cigüeña, restauración paisajística con plantaciones de especies autóctonas, control de la turbidez en caños durante las obras, etc.

Será necesario realizar importantes reposiciones de servicios afectados, siendo las compañías afectadas el Consorcio de Aguas Gaditanas, la DGT, Endesa, Vodafone-ONO y Telefónica.

El proyecto se completa con la disposición del equipamiento de la carretera en cuanto a señalización horizontal y vertical, balizamiento y sistemas de contención. También se incluye la reposición de algunos pórticos de señalización variable y se proyecta cerramiento metálico en todo el contorno de la obra.

5.1.1.- Resumen de ejes del proyecto

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los ejes que definen la actuación a realizar:

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33						
DEFINICIÓN DE LOS EJES - EJES PRINCIPALES						
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Zonas de Cálculo	
		PK. inicial	PK. Final	Longitud (m)	PK. inicial	PK. Final
Sevilla - Cadiz	1	1+000,000	5+422,128	4.422,128	2+250,000	5+422,128
Chiclana - Cadiz	4	1+967,134	5+356,631	3.389,497	1+967,134	5+058,521
Chiclana - Sevilla	5	3+799,833	4+906,485	1.106,652	4+275,322	4+733,325
Cadiz-Chiclana	7	5+886,081	6+603,717	717,636	5+886,081	6+559,491
Sevilla - Chiclana	19	4+598,023	8+783,475	4.185,452	5+134,000	8+640,000
Cadiz - Sevilla	20	1+839,060	3+339,392	1.500,332	2+200,170	2+943,362
			Longitud Total (m):		15.321,697	Longitud Total (m): 11.644,120

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33						
DEFINICIÓN DE LOS EJES - ACCESOS AL POLÍGONO DE TRES CAMINOS						
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Zonas de Cálculo	
		PK. inicial	PK. Final	Longitud (m)	PK. inicial	PK. Final
Chiclana - Polígono de Tres Caminos	2	8+000,000	8+815,383	815,383	8+124,869	8+804,000
Cadiz - Polígono de Tres Caminos	12	0+000,000	0+411,851	411,851	0+186,692	0+411,851
Glorieta del Polígono de Tres Caminos	13	0+000,000	0+150,796	150,796	0+000,000	0+150,796
Polígono de Tres Caminos - Chiclana	15	0+000,000	0+924,273	924,273	0+000,000	0+795,949
Polígono de Tres Caminos - Sevilla	16	7+834,408	8+328,079	493,671	7+988,245	8+080,374
Salida del Polígono de Tres Caminos	18	0+000,000	0+358,232	358,232	0+285,000	0+350,089
Ramal Sevilla- Acceso al Polígono	22	3+140,053	3+709,463	569,410	3+229,000	3+400,000
Ramal Polígono-San Fernando	27	0+000,000	0+510,913	510,913	0+000,000	0+415,110
Reposición acceso a CA-33 pk 5+080	36	0+000,000	0+058,429	58,429	0+000,000	0+000,000
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A2	44	0+000,000	0+029,820	29,820	0+000,000	0+029,820
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A3	45	0+000,000	0+055,188	55,188	0+000,000	0+055,188
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A4	73	0+000,000	0+025,625	25,625	0+000,000	0+000,000
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A1	74	0+000,000	0+047,917	47,917	0+000,000	0+000,000
			Longitud Total (m):		4.377,966	Longitud Total (m): 2.808,834

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33						
DEFINICIÓN DE LOS EJES - ENLACE CAMBIO DE SENTIDO						
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Zonas de Cálculo	
		PK. inicial	PK. Final	Longitud (m)	PK. inicial	PK. Final
Cambio de sentido Chiclana_Tres Caminos	23	0+000,000	1+480,596	1.480,596	0+418,890	0+454,000
Via colectora-distribuidora MI	29	0+000,000	1+092,918	1.092,918	0+154,360	0+927,460
Via de colectora-distribuidora MD	30	0+000,000	1+411,975	1.411,975	0+172,570	1+175,114
			Longitud Total (m):		3.985,489	Longitud Total (m): 1.845,568

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33						
DEFINICIÓN DE LOS EJES - ENLACE CHICLANA NORTE						
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Zonas de Cálculo	
		PK. inicial	PK. Final	Longitud (m)	PK. inicial	PK. Final
Enlace de Chiclana - Ramal 1	9	1+000,000	1+947,284	947,284	1+535,962	1+923,187
Ramal Salida A-48-Chiclana	24	3+000,000	3+631,051	631,051	3+058,500	3+631,051
Ramal Salida Algeciras-Chiclana	25	4+000,000	4+699,409	699,409	4+000,000	4+460,437
			Longitud Total (m):		2.277,744	Longitud Total (m): 1.420,213

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33						
DEFINICIÓN DE LOS EJES - CAMINOS Y VIAS DE SERVICIO						
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Zonas de Cálculo	
		PK. inicial	PK. Final	Longitud (m)	PK. inicial	PK. Final
Reposición vía de servicio A-4 margen derecha	33	0+000,000	1+656,504	1.656,504	0+000,000	1+656,504
Reposición vía de servicio CA-33 Margen derecha	34	0+000,000	0+669,348	669,348	0+086,000	0+669,348
Reposición Calle Polígono Tres Caminos	35	0+000,000	0+049,943	49,943	0+000,000	0+000,000
Reposición de camino A-48 Margen Izquierda	47	0+000,000	0+533,800	533,800	0+000,000	0+533,800
Puerta Verde Puerto Real - San Fernando	50	1+760,000	2+230,709	470,709	1+760,000	2+230,709
			Longitud Total (m):		3.380,304	Longitud Total (m): 3.244,361

LONGITUD TOTAL DE EJES PROYECTADOS (m): 29.343,200 Longitud Total (m): 20.963,096

5.2.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

5.2.1.- Cartografía

Para confeccionar la cartografía analítica a escala 1/1000-1m del proyecto se han realizado los siguientes trabajos topográficos, cumpliendo el pliego de prescripciones técnicas particulares del Ministerio de Fomento:

- Vuelo fotogramétrico color a escala 1:5000
- Obtención y Cálculos de la R.V.T.R.C.A.
- Apoyo fotogramétrico del vuelo escala 1:5000
- Proyecto de restitución fotogramétrica

En el Anejo Nº1 “Cartografía y Topografía” se describen todos los trabajos de topografía realizados para la redacción del proyecto de construcción.

5.2.1.1.- Vuelo fotogramétrico

Para la realización de la misma, se llevó a cabo un Vuelo fotogramétrico a escala 1/5.000 en marzo 2007, a una altura media sobre el terreno de 750 m, con recubrimiento longitudinal de 60% y recubrimiento transversal de 25%

Se han realizado seis pasadas distribuidas de la siguiente forma:

- Pasada 1, de 9493 a 9491
- Pasada 2, de 9518 a 9528
- Pasada 3, de 9476 a 9490
- Pasada 4, de 9475 a 9462
- Pasada 5, de 9517 a 9507
- Pasada 6, de 9494 a 9506

5.2.1.2.- Obtención y Cálculos de la R.V.T.R.C.A

Para un buen ajuste al sistema oficial de coordenadas, debemos observar al menos a tres vértices geodésicos bien distribuidos alrededor del proyecto. Por norma, solemos observar un mínimo de cuatro vértices geodésicos, de manera que siempre tendremos redundancia de datos para chequear el estado de la propia red geodésica.

Para la observación de la RVTRCA desde la geodesia local, estacionamos dos receptores GPS en sendos vértices geodésicos, de manera que formen triángulos lo más equiláteros posibles.

Los vértices geodésicos a los que se han enlazado la Red Básica son:

Nº	X	Y	Z
106899	750521,06	4039295,09	39,50
106253	231763,90	4050845,89	160,00
106177	745913,79	4056647,94	74,40
107365	233133,25	4016300,70	219,10
106977	238010,34	4038713,05	337,4

Tabla 2. Vértices geodésicos de enlace.

Al realizar una doble radiación GPS desde dos puntos fijos, conseguiremos definir las coordenadas de los vértices topográficos con precisión centimétrica.

Una vez recibida la traza del proyecto, bien sobre cartografía MTA 1/10.000 o sobre la Ortofoto de Andalucía a escala 1/5.000, se han seleccionado los distintos vértices topográficos.

Nº	X	Y	Z
8001	755924.49	4042981.98	9.61
8002	755912.93	4041094.18	2.40
8003	752626.2	4039996.78	4.59
8004	754067.05	4039833.83	4.01
8005	755198.17	4038265.56	9.62
8006	756016.47	4037203.14	6.31

5.2.1.3.- Apoyo fotogramétrico del vuelo escala 1:5000

Los puntos de apoyo se han elegido de tal forma que puedan ser claramente definidos en el fotograma. Además de este condicionante, se toma como prioritario que dichos puntos de apoyo queden distribuidos en el par estereoscópico, de tal forma, que se pueda cubrir sin problemas la zona de cálculo para la interpolación. El número de puntos de apoyo ha sido, al menos, de 5 por cada par estereoscópico.

El resultado de las observaciones de campo, una vez procesadas en gabinete, será el conjunto de Líneas-base o vectores que unen el punto fijo (Base de Referencia) y el punto a calcular (punto radiado).

Se ha realizado el cálculo y ajuste de las líneas base que definen los puntos de apoyo, obteniendo las coordenadas GPS de dichos puntos y sus elipses de error. A estas coordenadas le aplicamos los parámetros de transformación calculados y obtenemos la colección de coordenadas UTM de los Puntos de Apoyo.

Una vez calculadas las coordenadas GPS y UTM de la Red Básica, estas coordenadas son introducidas en el ordenador de campo, para calcular los parámetros de transformación y tenerlos

también disponibles in situ. Así podremos realizar trabajos en tiempo real (RTK) en caso de tener que hacer algún levantamiento de detalle, toma de puntos de control, ampliación del apoyo, etc.

Las señales utilizadas en todo el trabajo han sido Clavo de acero sobre obra de fábrica u hormigón e hitos metálicos (tipo feno) en terreno rústico.

Una vez realizado dicho apoyo de los fotogramas que recubren la totalidad del proyecto, estos serán restituidos para generar la cartografía analítica que sirva de base para la redacción del estudio.

5.2.1.4.- Proyecto de restitución fotogramétrica

Partiendo del vuelo fotogramétrico a escala 1/5000 en color procedimos a iniciar la fase de restitución fotogramétrica de la zona definida en el encargo del proyecto. Para ello, fueron empleados nuestros restituidores analíticos DIGICART 40 y MATRA TRASTER T2, con una precisión de dos y una micra, respectivamente.

5.2.2.- Topografía

En el Anejo Nº1 “Cartografía y Topografía” se describen todos los trabajos de topografía realizados para la redacción del proyecto de construcción.

Para realizar los cálculos, en primer lugar, calculamos los desniveles de ida y vuelta, y comprobamos que las diferencias entran dentro de la tolerancia marcada, a continuación obtenemos los desniveles medios en cada tramo y con estos calculamos las cotas de todas las bases. Como origen de coordenadas partiremos de la base BR-100 que se encuentra aproximadamente en la zona centro del trabajo, y de aquí pasaremos cotas a todas las bases.

5.2.2.1.- Colocación de vértices topográficos mediante GPS

Partiendo de los vértices de la Red Básica, se han establecido redes de bases de replanteo próximos 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 ha utilizado la metodología siguiente:

Birradiación. Desde las bases utilizadas para la observación de 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 situar al menos en dos Bases de Replanteo diferentes, con esta metodología puede utilizarse equipos GPS en RTK.

Las bases se situaron 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 señalizaron con el sistema más adecuado, en función de la zona de su implantación, pero siempre de forma tal que se garantice su permanencia, empleando hitos prefabricados y clavos de acero para garantizar su permanencia.

5.2.2.2.- Nivelación Geométrica de las Bases

Para obtener la coordenada Z de las bases se ha realizado una nivelación geométrica de ida y vuelta con un nivel digital, y dos miras telescopicas. Para ello, nos apoyamos en las bases anteriormente colocadas.

Se comparan los desniveles en uno y otro sentido, si las diferencias son tolerables se promedian los desniveles y este promedio es el que se utiliza para el calculo de la cota. En caso de que las diferencias entre la ida y la vuelta no sean aceptables se repite la nivelación en ese tramo.

De las bases colocadas mediante GPS han desaparecido dos, la BR-6 y BR-12, con lo que no podemos obtener su coordenada Z.

Para realizar los cálculos, en primer lugar, calculamos los desniveles de ida y vuelta, y comprobamos que las diferencias entran dentro de la tolerancia marcada, a continuación, obtenemos los desniveles medios en cada tramo y con estos calculamos las cotas de todas las bases. Como origen de coordenadas partiremos de la base BR-100 que se encuentra aproximadamente en la zona centro del trabajo, y de aquí pasaremos cotas a todas las bases.

Las cotas obtenidas mediante Nivelación geométrica son:

CALCULO DE LA COORDENADA Z A PARTIR DE LOS DESNIVELES COMPENSADOS

BASE	COTA
BR-100	2.098
BR-101	3.47
BR-102	11.666
BR-103	3.475
BR-104	3.177
BR-105	3.215
BR-107	2.946
BR-108	2.935
BR-109	2.827
BR-110	2.974
BR-111	2.453
BR-113	2.621
BR-114	2.658
BR-115	2.915
BR-116	12.503
BR-117	2.7725
BR-118	2.8465
BR-119	2.627
BR-120	2.8465

Tabla 3. Obtención de la coordenada Z nivelada para las bases de replanteo.

Si se comparan las cotas obtenidas por ambos métodos, se observa que las diferencias de la coordenada Z están comprendidas entre ± 0.025 , resultado normal entre una Nivelación Geométrica y una realizada con GPS.

TABLA COMPARATIVA COORDENADA Z

BASES TOPOGRAFICAS					
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD. Y (m)	COORD. Z GPS(m)	COORD. Z GEOM(m)	DIF
BR100	216887,526	4040069,708	2,098	2,098	0,000
BR101	218295,877	4037680,853	3,454	3,47	-0,016
BR102	218228,493	4038066,957	11,647	11,666	-0,019
BR103	218006,187	4038234,184	3,474	3,475	-0,001
BR104	217882,514	4038421,939	3,163	3,177	-0,014
BR105	217801,105	4038542,670	3,191	3,215	-0,024
BR106	217636,655	4038767,559	2,947	2,947	0,000
BR107	217361,844	4039317,532	2,949	2,946	0,003
BR108	217219,511	4039531,044	2,951	2,935	0,016
BR109	217079,635	4039735,680	2,820	2,827	-0,007
BR110	216994,479	4039867,826	2,970	2,974	-0,004
BR111	216753,007	4040250,699	2,451	2,453	-0,002
BR112	216655,745	4040453,497	2,385	2,385	0,000
BR113	217429,905	4040757,221	2,651	2,658	-0,007
BR114	217151,397	4040742,707	2,684	2,658	0,026
BR115	216842,322	4040806,521	2,923	2,915	0,008
BR116	216384,453	4040650,617	12,487	12,503	-0,016
BR117	216035,432	4040728,808	2,769	2,773	-0,004
BR118	215764,452	4040726,874	2,844	2,847	-0,003
BR119	215491,215	4040776,537	2,636	2,627	0,009
BR120	215267,736	4040931,749	2,853	2,846	0,007

Tabla 4. Comparativa y diferencias coordenada Z

De cada una de las bases de Replanteo se ha realizado un croquis de detalle con referencias, sus coordenadas, cota (según nivelación geométrica) y una fotografía en color que se incluye en el Anejo Nº 1 Cartografía y Topografía.

5.2.2.3.- Taquimétricos de elementos puntuales.

Se ha realizado el levantamiento topográfico en zonas puntuales del “Enlace de tres caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33. Provincia de Cádiz”, para el encaje de futuras estructuras y obras de drenaje.

Se han tomado puntos de las Estructuras Nº 1, 2 y 3 existentes en el tramo objeto de este proyecto, de todas las obras de drenaje existentes actualmente y de las líneas blancas de las carreteras A-4, CA-33 y A-48, incluido los ramales de acceso a éstas. En el Anejo Nº 1 se incluyen los listados de coordenadas de todos los puntos tomados.

Para la realización de los trabajos topográficos nos hemos apoyado en la red de bases topográficas implantadas próximas al trazado proyectado. Más concretamente nos hemos apoyado en las bases BR-100, BR-105, BR-111 y BR-120.

Una vez localizadas las bases estacionamos nuestra base fija G.P.S., en algunas ocasiones sobre estas bases y en otros casos fuera de ellas, observando posteriormente con el equipo móvil G.P.S. alguna de estas bases. Como comprobación de que las bases no se han movido, se ha realizado siempre observaciones al menos a dos bases, comprobando así su estabilidad.

Una vez colocada la base fija, con el equipo móvil recorrimos la zona objeto de nuestro levantamiento tomando todos los puntos necesarios para la representación del terreno.

Las líneas blancas de los carriles y autovía se tomaron desde las bases de replanteo mediante el mismo equipo G.P.S., cada 20 metros medidos a paso y en tiempo real. Para la toma de la línea blanca del arcén interior hubo que cortar el tráfico del carril interior durante algunas horas por la seguridad del topógrafo que iba andando por dicha línea blanca.

Las obras de fábrica se fotografiaron y se tomaron las coordenadas de entrada y salida, siendo en algunos casos imposibles de tomar la cota del fondo de la obra de fábrica debido a los sedimentos.

Para las estructuras se colocaron algunos destacados con G.P.S. desde donde se tomaron con estación total todos los detalles que con el G.P.S. no se pudieron tomar.

5.2.2.4.- Batimetría en caños Sancti-Petri y Zurraque y levantamiento topográfico complementario

Ante la necesidad surgida debido a la resolución de la declaración de impacto ambiental, en la que se preveía la retirada de antiguos rellenos en el Caño de Sancti Petri y de obtener el cauce del Caño Zurraque a la altura de una estructura nueva en el enlace, para poder estudiar la hidrodinámica en esa zona, se ha llevado a cabo un levantamiento del estado actual del lecho en los caños de la zona de actuación, para lo cual se decidió realizar una batimetría y complementarla con un levantamiento topográfico de las orillas del caño.

Posteriormente, ante la necesidad de realización del modelo hidrodinámico, se decidió que para el caño Zurraque se enlazara la batimetría con la desembocadura para tener en cuenta de esa manera las mareas.

Por todo ello, se decidió finalmente realizar una batimetría en monohaz de todas las zonas descritas y de un levantamiento topográfico con GPS de las orillas del caño de Sancti Petri donde se preveía la necesidad de retirada de material.

Como se ha comentado, inicialmente se realizaron dos batimetrías de las zonas afectadas por el proyecto bajo las estructuras del caño de Sancti Petri y del Caño Zurraque, junto con un levantamiento topográfico de las orillas del caño de Sancti Petri. Este trabajo corresponde a las zonas denominadas en la imagen, que se adjunta a continuación, como “zona A y zona B”, delimitadas ambas por un contorno en color rojo.



Imagen 3. Zonas iniciales de realización de batimetrías

Las superficies totales de las zonas A y B de las que se hicieron los trabajos topográficos complementarios son de 60100 m² para la Zona A y de 67350 m² para la zona B (Superficie total 127450 m²).

Posteriormente, en una segunda fase de los trabajos, se realizó una nueva batimetría del caño Zurraque, desde la “Zona B” (levantada inicialmente) hasta la desembocadura, obviando en la misma las zonas que ya habían sido tomadas en las batimetrías realizadas para las zonas A y B siendo la longitud total de esta nueva batimetría de 4340 m entre las zonas B y A y de 2926 m entre la zona A y la desembocadura (Un total de 7266 m).

En la imagen que se muestra a continuación, puede apreciarse el ámbito de la batimetría realizada en esta segunda fase:



Imagen 4. Ámbito completo de las batimetrías y levantamientos realizados

5.3.- GEOLOGIA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

5.3.1.- Geología

5.3.1.1.- Marco geológico

La región objeto de estudio en este proyecto está situada, desde el punto de vista geológico, en la terminación occidental de las Cordilleras Béticas.

El área estudiada se engloba dentro de los terrenos postorogénicos, predominantemente de edad cuaternaria, de la zona Subbética. Estos materiales constituyen depósitos autóctonos cuyo emplazamiento se produce una vez finalizadas las principales fases tectónicas de la orogenia alpina, de forma que reposan de manera discordante sobre los materiales preorogénicos. Presentan a escala regional deformaciones relativamente menores tales como pliegues laxos, basculamientos, fallas de pequeño salto, etc., indicadores de una tectónica post-alpina que todavía continúa. Su edad comprende desde el Mioceno al Holoceno.

5.3.1.2.- Litología

A continuación se describen cada una de las unidades litológicas reconocidas en el área de proyecto.

PLIOCENO SUPERIOR-PLEISTOCENO

T_A. Arenas, gravas y limos amarillentos. Arcillas margosas de tonos verdosos.

Se trata de depósitos predominantemente arenosos y areno-limosos aunque es posible observar ocasionales intercalaciones con predominio de la fracción grava. En numerosas ocasiones, estas intercalaciones están relacionadas con la disgregación de capas de biocalcarenitas que aparecen de forma irregular en el horizonte, especialmente a medida que se profundiza. También es característica la presencia, en una distribución muy irregular tanto lateralmente como en profundidad, de niveles cohesivos de espesor métrico formados por unas arcillas margosas de alta plasticidad.

Litológicamente, las arenas son de grano fino, con predominio de granos de cuarzo y coloración amarillenta, (de tonalidad parda hacia techo y algo más rojiza, aunque no en todos los puntos, hacia muro). La proporción de fracción fina, de naturaleza mayoritariamente limosa y en general sin plasticidad, se mueve en el orden de algo a bastante, (10 a 35% en peso). Los niveles arcillosos, que en todas las muestras ensayadas se han clasificado como CH, presentan proporciones bajas de arena, (inferior de forma media al 20%), coloración verdosa y pátinas ocre ferruginosas.

Este horizonte no llegan a afectar al trazado, apareciendo de forma lateral a la obra en el sector de ubicación del enlace Oeste de Chiclana, aunque si constituyen la base de apoyo de los depósitos cuaternarios de marismas a lo largo de todo el trazado. Aparecen, de forma media, a partir de unos 15 metros de profundidad con respecto a la rasante actual del terreno en cada punto. En los reconocimientos realizados, que en algunos casos han superado los 49 metros, no se ha llegado a alcanzar la base de esta formación.

HOLOCENO

Q_M. Depósitos de Marisma

Se trata de suelos que oscilan entre limos de alta plasticidad (MH) y arcillas de media a alta plasticidad (CL y CH), a veces con importantes contenidos en materia orgánica y olor fétido, de consistencia muy blanda o blanda, con ocasionales intercalaciones de capas delgadas de arena fina o incluso de arena y grava. Tienen colores que varían desde gris claro hasta gris negruzco, este último tono especialmente en superficie.

En superficie los materiales sufren una desecación que proporciona una sobreconsolidación, aumentando algo la resistencia y un cambio de coloración a tonos marrones. El espesor sobreconsolidado generalmente no supera los 50-75 cm en el área de estudio.

Cabe destacar que debido a la continua actividad humana en la zona, estos depósitos están recubiertos de rellenos antrópicos y su morfología superficial ha sido bastante alterada.

Estos fangos de marisma afectan al total del trazado de mejora previsto y al conjunto de estructuras incluidas dentro de la remodelación de los distintos enlaces. Su potencia media se establece en 15 metros.

RELLENOS

Q_{XT}. Rellenos Estructurales

Se corresponden con los rellenos de explanación de las actuales carreteras y caminos de servicio asociados. Litológicamente, y de forma muy regular en todo el área, el material se describe un suelo areno-limoso de tonos beige y amarillentos.

Los espesores no suelen superar 1-2 metros, salvo en el caso de los estribos de acceso a las estructuras existentes, donde las alturas máximas se mueven en 3-4 metros. Fuera de esta tendencia general, en las estructuras de acceso al polígono Banderas, cambio de sentido en la A-48 y enlace

Oeste de Chiclana, las alturas de terraplén llegan a alcanzar los 7-8 metros. Sobre este tipo de rellenos se desarrolla la mayor parte de las actuaciones de acondicionamiento previstas en el proyecto.

Q_{XV}. Vertidos y Escombreras

En la zona central del enlace de Tres Caminos, afectando a los apoyos intermedios de una de las estructuras proyectadas, se ha cartografiado una acumulación de rellenos antrópicos de matriz arcillo-limosa de tonos blanquecinos, en los que en superficie es posible distinguir la presencia de numerosos escombros, (restos de ladrillos, trozos de hormigón, cerámicas, etc...).

El espesor medio de este vertido se puede fijar en unos 2 metros.

Q_{XE}. Escolleras

Como parte de medidas geotécnicas de corrección frente a problemas de estabilidad, en la base del estribo Oeste de la estructura de cambio de sentido existente en la A-48, se ha detectado la presencia de un manto de escollera que se extiende, con un ancho de 25-30 metros, a lo largo de toda el perímetro de apoyo del terraplén.

5.3.1.3.- Hidrogeología

En el área del proyecto, la única formación que forma parte del sistema acuífero E.C. Puerto Real- Conil es el nivel de arenas y limos, (T_A), que aparecen en la proximidades del enlace de Chiclana, aunque fuera de la zona de actuación. En cambio, la totalidad de la obra se sitúa sobre los depósitos de marismas. Esta unidad presenta escasa importancia como acuífero, si bien, en ocasiones, pueden estar siendo utilizadas en pequeñas explotaciones particulares.

Esta última facie presenta condiciones de drenaje desfavorables, propicia que sobre ellos exista una capa freática superficial y otras más profundas ligadas a acuíferos cautivos. No obstante, y pese a su impermeabilidad general, debemos hacer mención a ellos, atendiendo también a la presencia de lentejones arenosos y/o limo-arenosos que aunque no sean continuos y no estén comunicados, podrían aportar ciertos caudales, de poca entidad y con un agotamiento relativamente rápido.

Geomorfológicamente nos situamos en una zona de topografía esencialmente plana, prácticamente a cota 0, o incluso puntualmente bajo el nivel del mar. Predominan en todo el sector las zonas de marismas, salinas y caños de drenaje deficiente, influenciados por la posición del nivel del mar. Contrastan relieves suaves asociados al sustrato Pliocuaternario que bordea esta zona, sobre el que se disponen laderas de pendientes suaves ocupadas por glacis o niveles de terrazas marinas.

Todo este sector es muy sensible a cambios en la posición del nivel del mar, por lo que procesos de eustatismo afectan intensamente la región.

Durante la ejecución de la campaña de campo se han realizado varias medidas del nivel freático en los sondeos perforados donde se concluye que las obras previstas no interceptarán el nivel freático general, salvando las cimentaciones profundas que se diseñen para las estructuras. Sin embargo, en diversos sectores, los rellenos de nueva planta se deben ejecutar sobre acumulaciones de agua superficial asociadas a las condiciones de marisma que caracterizan todo el área del proyecto.

5.3.1.4.- Riesgos geológicos

Dentro de los riesgos geológicos con incidencia en la obra que nos ocupa cabe destacar, en primer lugar, la presencia de suelos compresibles: terrenos de elevada deformabilidad que pueden dar lugar a importantes asientos de los rellenos que se cimientan sobre ellos, siendo además un proceso muy dilatado en el tiempo por los altos tiempos de consolidación esperables. Nos encontramos ante capas de baja densidad y resistencia, que se presentan saturadas, viéndose incrementada su compresibilidad por la presencia de materia orgánica.

En relación con los problemas de deformabilidad descritos, en el caso concreto que nos ocupa, además de los problemas esperables por asientos totales en los terraplenes de mayor altura, la existencia de diversos tramos de ampliación de plataforma, implica, si no se tratan en los casos más importantes, la aparición de patologías por asientos diferenciales, al existir una clara diferencia de comportamiento entre la zona ya consolidada y el área de apoyo de los nuevos rellenos.

El segundo de los riesgos geológicos que se debe destacar, y que afecta al total de las obras previstas y especialmente a las secciones proyectadas fuera de las zonas actualmente explanadas, es la presencia de numerosos sectores que se encuentran ocupados de forma quasi-permanente por acumulaciones superficiales de agua y cuyo nivel varía en función de la dinámica mareal. Además de en esas zonas, durante época de lluvias es probable encontrar otros sectores donde se producirán encarcamientos asociados a la presencia de suelos muy impermeables en superficie y unas deficientes condiciones de drenaje, (el relieve es prácticamente llano en todo el área existiendo además, en la mayor parte de las ocasiones por acción antrópica, numerosos puntos bajos).

Estos problemas de inundabilidad implican que al menos el cimiento y las capas iniciales de los terraplenes a proyectar deberían ejecutarse con un suelo granular inerte a la acción del agua.

5.3.2.- Procedencia de materiales

Se estudian en este punto los yacimientos de materiales utilizados para las distintas unidades de obra del tramo en estudio. El resultado de esta labor ha sido un inventario de 7 yacimientos potenciales. Los siete puntos de abastecimiento se encuentran explotados como canteras.

Las características del proyecto y los materiales afectados hacen que la obra sea completamente deficitaria en tierras y éstas tengan que provenir en todos los casos de canteras. Las características de los materiales que serán obtenidos en las excavaciones que hay que realizar, (que se limitan básicamente a saneos), los descartan para su reutilización en cualquier tipo de relleno proyectado. Nos encontramos ante suelos clasificados como marginales o incluso inadecuados según el PG-3. Por otro lado, su alto contenido en sulfatos, con valores en algunos casos por encima del 8%, hacen complicado plantearse medidas como la estabilización con cal.

Las necesidades de materiales que se tienen en la obra son:

- **Cimientos de rellenos:** En general, tras la realización de un saneo mínimo se ejecutará un cimiento de los rellenos a base de 50 cm de suelo seleccionado con material procedente de cantera con buen comportamiento frente al agua. Este material debe tener un contenido máximo en finos del 12% y tamaño máximo de 20 cm.
- **Rellenos:** En terraplenes. Se ha proyectado la ejecución de los rellenos con material de calidad mínima suelo seleccionado tipo 2 según artículo 330 del PG-3, en tongadas de 30 cm compactadas al 98% del PM. Para alturas de terraplenes de altura mayor de 2,5 metros, con tratamiento de drenes verticales, este relleno se ejecutará hasta la rasante final, lo que supone una precarga del terraplén equivalente al espesor de la explanada (30 cm suelo estabilizado S-EST-3) más el firme, igual a 80 cm.
Se ha considerado en el balance de tierras para la ejecución de los rellenos proyectados los previsibles déficits de volúmenes de material tipo suelo seleccionado, provocados por la consolidación y asiento del sustrato, según la altura de dichos rellenos y las características del cimiento de los mismos. La magnitud de los asientos previstos se ha estudiado en el Anejo nº 7 Estudio geotécnico del corredor, estimándose un volumen adicional de un 30% del total del relleno de suelo seleccionado para compensar la consolidación.
- **Capas de asiento:** Suelo seleccionado tipo 2 y suelo estabilizado S-EST-3. El suelo seleccionado tipo 2 será el mismo que el de la formación de rellenos, con un mínimo de 50 cm, salvo en las zonas donde se disponga de poca altura de terraplén, en la que se dispone de geomalla + 30 cm de suelo seleccionado tipo 2. Sobre este suelo

seleccionado tipo 2 se extenderán 30 cm de Suelo estabilizado tipo 3 para la formación de explanada E-3.

- **Firmes:** Áridos del firme en capas de firme y zahorras artificiales en bases granulares.
- **Tratamientos geotécnicos:** Por ejemplo, gravas para la formación de las capas de grava de 30 cm en la parte superior de los tratamientos de drenes verticales y columnas de grava.
- **Fangos** de marisma de las excavaciones para restauración paisajística. Este material será procedente de la propia excavación de la obra en saneos y cajeos.
- **Gravas** para columnas de grava
- **Penínsulas provisionales** estructura caño Zurraque: Suelo seleccionado de cimiento sin finos y suelo seleccionado mínimo tipo 2.
- **Relleno general** (terraplén) de material procedente de cantera para la ejecución de caballones en zonas singulares.
- **Escolleras:** Para protección de taludes, encauzamientos y embocaduras de obra de drenaje transversal.

Los volúmenes aproximados que son necesarios para la obra son los siguientes:

UNIDADES DE OBRA			NOTAS
Concepto	Unidad	Medición	
Suelo seleccionado en cimientos	m ³	73.084	
Suelo seleccionado S-2	m ³	221.093	Incluye los rellenos de terraplén y capas de asiento
Suelo estabilizado S-EST-3	m ³	58.064	En capas de asiento
Zahorra artificial	m ³	66.589	Zahorra artificial y zahorra artificial drenante
Relleno impermeabilizante bermas	m ³	10.987	
Gravas	m ³	56.628	Columnas de gravas y capas de tratamientos geotécnicos
Escolleras	m ³	17.382	Escolleras en cauces y sostentimiento de taludes

Tabla 5. Volúmenes aproximados necesarios en obra.

El volumen de materiales que se obtengan en saneos de fondos de rellenos, excavaciones de obra de materiales inadecuados, retiradas de penínsulas, desvíos provisionales y otras actuaciones ambientales, y que habrá que trasladar a vertedero ronda los 283.989 m³.

En base a las necesidades existentes, las indagaciones para encontrar los puntos de aprovechamiento se han dirigido a la localización de:

- Suelos naturales para la construcción de terraplenes.
- Suelos naturales susceptibles de ser utilizados sin tratamiento adicional como zahorras naturales o suelos seleccionados.
- Yacimientos rocosos capaces de proporcionar áridos aptos para la fabricación de zahorras artificiales, subbases, bases en general, áridos para hormigones y aporte para tratamientos geotécnicos.
- Yacimientos rocosos capaces de proporcionar áridos para su uso en capa de rodadura, intermedia y base.

De los distintos yacimientos se han recopilado series de ensayos de laboratorio que nos permitan acotar su posible uso ante las necesidades de la obra a partir de las prescripciones del PG-3, de la INSTRUCCIÓN 6.1 y 2-IC y la Norma EHE, para hormigones. Los resultados se incluyen en la tabla 6 de este punto.

En los yacimientos, que como se ha apuntado están en explotación en todos los casos, se han recabado, así mismo, los datos de la empresa concesionaria, los datos sobre las características de los materiales a utilizar, las reservas estimadas y producciones disponibles. Todo ello se recoge en las fichas correspondientes del apéndice nº 8 del anexo 3 de geología y procedencia de materiales.

Los yacimientos inventariados, en esta fase del proyecto, son los siguientes:

	YACIMIENTO	MATERIAL	ESTADO	RESERVAS	DISTANCIA A LA TRAZA	LOCALIDAD	TIPO DE PRÉSTAMO ESTUDIADO
CANTERAS	DOMÍNGUEZ	Arenas limosas	Activa	4.000.000 t	42 Km	Alcalá de los Gazules	Suelo Adecuado-Tolerable
	ARCOS (CANTERA SUSANA)	Dolomías y Ofitas	Activa	10.000.000 t	74 Km	Arcos de la Frontera	Suelos Adecuados, Suelo Seleccionado y Subbases granulares, Zahorra Artificial, Áridos para hormigón, Áridos para mezclas bituminosas, suelos granulares para tratamientos.
	SIERRA VALLEJA ARCOS I	Calizas, Dolomías y Ofitas	Activa	20.000.000 t	72 Km	Arcos de la Frontera	Suelos Adecuados, Suelo Seleccionado y Subbases granulares, Áridos para hormigón, Áridos para capas de rodadura, suelos granulares para tratamientos.
	LAS PILAS	Calizas, Dolomías y Ofitas	Activa	2.500.000 t	32 Km	Medina Sidonia	Suelos Adecuados, Suelo Seleccionado y Subbases granulares, Zahorra Artificial, Áridos para hormigón, Áridos para capas de rodadura, suelos granulares para tratamientos geotécnicos (rellenos drenantes y pedraplenes)
	SAN KRISTOBAL	Areniscas calcáreas	Activa	10.000.000 t	25 Km	El Puerto de Sta. María	Suelos Adecuados, Suelo Seleccionado y Subbases granulares
	PUERTO HIERRO	Areniscas del Aljibe	Activa	2.000.000 m ³	25 Km	Conil de La Frontera	Suelo Adecuado-Tolerable
	LA TABLADA	Ofitas y Calizas	Activa	-	43 Km	Alcalá de los Gazules	Áridos para mezclas bituminosas. Áridos para hormigón. Subbases granulares
	EL CARRASCAL	Arenas limosas amarillentas	Activa	2.000.000 m ³	5 Km	Chiclana de la Frontera	Suelos Seleccionados y Zahorra Natural
	SIERRA AZNAR	Calizas	Activa	-	82 Km	Arcos de la fra.	Suelos adecuados, Suelo seleccionado, Zahorra artificial, Gravas, Escolleras, Áridos para hormigones,
	EL LANTISCAL	Arenisca	Activa	-	39 Km	Vejer de la Fra.	Suelos Adecuados, Suelo Seleccionado y Subbases granulares
	LA SALINILLA (GARRUCHO)	Caliza	Activa	11.000.000 m ³	50 Km	S. José del Valle	Suelos Adecuados, Suelo Seleccionado y Subbases granulares, Zahorra Artificial, Gravas y suelos granulares para tratamientos, Escollera.

Tabla 6. Relación de canteras y yacimientos propuestos.

5.3.3.- Aprovechamiento

Según los datos disponibles podemos dar las siguientes pautas de aprovechamiento en función de las necesidades del proyecto:

TIERRA VEGETAL

No se prevé la necesidad de incorporar material de tierra vegetal de forma externa a la obra, utilizándose como tal los fangos obtenidos de la realización de cubetas para formación de canales y del saneo de las embocaduras de las obras de drenaje.

SUELO SELECCIONADO

Para emplear en los cimientos de rellenos, terraplenes y capas de asiento, cumpliendo con el artículo 512 del PG3.

Este tipo de material es posible obtenerlo en todas las canteras inventariadas con la salvedad de la cantera Domínguez, donde el contenido en sales solubles y materia orgánica es excesivo.

Los valores de los diferentes ensayos realizados en las seis canteras restantes cumplen como suelo seleccionado con índice CBR mayor de 20 para el 100% del ensayo Proctor Normal.

Los suelos seleccionados se pueden obtener de las canteras más próximas a la obra, la cantera de San Kristobal, situada a 25 Km del centro de gravedad de la obra y la cantera Puerto Hierro, localizada a 25 Km.

ZAHORRA ARTIFICIAL

Los materiales de las canteras La Salinilla (Garrucho), situada a unos 50 Km de la traza, Arcos I (Sierra Valleja), a unos 72 Km, Arcos (Susana), cumplen los requisitos exigidos por el PG-3 para su uso como zahorra artificial en unas condiciones de tráfico como las esperables para las vías el proyecto.

RELLENO GRANULAR DRENANTE

Para los rellenos granulares en obras de drenaje, los materiales de las canteras La Salinilla, Arcos, Arcos I y Las Pilas, cumplen los requisitos para la utilización en cimientos drenantes.

ESCOLLERA

Los materiales para escollera pueden obtenerse de las canteras anteriormente nombradas, La Salinilla (Garrucho), Arcos (Susana), Arcos I (Sierra Valleja) y Las Pilas. Todos los materiales cumplen con las especificaciones del PG-3.

ÁRIDOS PARA CAPA DE RODADURA.

En principio, y atendiendo a los ensayos disponibles para la caracterización de este tipo de áridos, (Desgaste Los Ángeles, e Índice de Lajas), para el uso en capas de base e intermedia se podría acudir a los áridos de las canteras Arcos, y en menor medida a los materiales ofrecidos por la cantera de Sierra Valleja.

Áridos ofíticos para capas de rodadura se pueden obtener las canteras anteriores junto a la cantera de La Tablada.

ÁRIDOS PARA HORMIGONES

Se proponen para esta función las canteras de Arcos, Sierra Valleja.

MATERIALES PARA TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS

Las necesidades pasarán por el uso de gravas para columnas y para la capa superior de 30 cm en los tratamientos con mechas drenantes y columnas de grava y, posiblemente escollereras en algunos refuerzos. Para la obtención de estos materiales se podrá acudir a las canteras de Arcos (Susana), Sierra Valleja (Arcos I). Para únicamente las gravas, también puede ser viable la explotación de San Kristobal.

Se debe recordar que las directrices de aprovechamiento aquí incluidas son orientativas, y su finalidad es la de comprobar la disponibilidad de materiales en el entorno y el ajuste de los presupuestos; el licitador de las obras deberá realizar un estudio exhaustivo de los materiales que proponga emplear, de acuerdo al P.P.T.P, y a lo que disponga el Director de la obra.

5.3.4.- Instalaciones de suministro

Se han localizado en las proximidades de la obra tanto las plantas de suministro de hormigones para su utilización en obras de fábrica y estructuras, como plantas de aglomerado asfáltico para su utilización en la reposición de firmes. Se trata de plantas activas que en la actualidad suministran productos para obras en ejecución.

A falta de la realización de ensayos específicos para los productos suministrados por estas plantas, se recomienda la realización y el control exhaustivo de los ensayos específicos para hormigones y mezclas bituminosas en el caso de utilizarlos en obra.

Los datos recopilados son los siguientes:

PLANTAS DE HORMIGÓN

EMPRESA	PRODUCCIÓN	CONTACTO	DIRECCIÓN	PRODUCTOS SUMINISTRADOS
HYMPSA	65-70t/hora	tfn: 956 882 444 Fax: 956 882 247 e-mail: hympsa@valderrivas.es	San Fernando	Todo tipo de hormigones
HORMISUR	50 t/hora		Puerto Real	Todo tipo de hormigones
HORMIONES Y MINAS, S.A.		tfn: 956 880 328	San Fernando	Todo tipo de hormigones
HORPRESUR, S.L.		tfn: 956 591 150 Fax: 956 590 018	San Fernando	Todo tipo de hormigones
HORMIGONES CHICLANA		tfn: 956 402 044 Fax: 956 401 764	Chiclana	Todo tipo de hormigones

PLANTAS DE AGLOMERADO

EMPRESA	PRODUCCIÓN	CONTACTO	DIRECCIÓN	PRODUCTOS SUMINISTRADOS
A.D.E. Aglomerados del Estrecho		N-340, P.K. 124 Tfno: 956 574 323 629 243 506 Fax: 956 574 323 e-mail: adelfin@vodafone.es	11207 San Roque	Todo tipo de aglomerados asfálticos
GARRUCHO	600 t/día		El Puerto de Santa María	Todo tipo de aglomerados asfálticos
AGLOMERADOS ANDALUCES, S.A.	600 t/día	Ctra. Jerez - Algeciras, Km 31.5 Tfno: 956 233 077	11170 Medina Sidonia	Todo tipo de aglomerados asfálticos

5.3.5.- Vertederos

Para el material sobrante, y no aprovechable, procedente del proyecto a realizar, se ha realizado un estudio de posibles vertederos existentes en la zona objeto de estudio, constatándose, que todos excepto uno se encuentra actualmente clausurados.

El vertedero propuesto se encuentra situado al Sur de la población de Chiclana de la Frontera, constituido por una explotación abandonada de calcarenitas. Este vertedero presenta una capacidad suficiente para las necesidades del proyecto en cuestión, encontrándose situado a una distancia aproximada de 14.5Km.

Los datos relativos a este vertedero se exponen a continuación:

NOMBRE VERTEDERO: EL CHAPARRAL

CONTACTO: INTE-RCD BAHIA S.L.

Arantxa García: Email: arantxa.garcia@intercdbahia.com

Pol. Ind. Pelagatos

c/ de los Trabajadores, 20

11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)

Tel. 956 101 990

Móvil: 647 30 73 42

5.4.- EFECTOS SÍSMICOS

Para el cálculo de las acciones sísmicas y su repercusión en los taludes y estructuras proyectados, se ha tenido en cuenta la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 (Parte general y Edificación) aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, así como la Norma de Construcción Sismorresistente NCSP-07 (Puentes) aprobada por el Real Decreto 637/2007 de 18 de mayo.

5.4.1.- Acción sísmica

5.4.1.1.- Caracterización del terreno

A continuación, se adjunta un cuadro resumen en el que se indica el tipo de terreno y los coeficientes para las estructuras incluidas en el proyecto. Los cálculos detallados para cada una de ellas se justifican en el anexo correspondiente.

ESTRUCTURA	Coeficiente C
E-1	1.70
E-2	1.70
E-3	1,54

Tabla 7. Coeficiente del terreno considerado

5.4.1.2.- Aceleración sísmica básica

El valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un período de retorno de 500 años se determina mediante el mapa de peligrosidad sísmica, que se detalla a continuación, y cuyo listado por términos municipales se recoge en el anexo nº 1 de la citada norma.

Definidos los términos municipales donde se proyectan las estructuras del presente proyecto, se obtienen de dichas fuentes lo siguientes valores:

Término Municipal	a_b/g	K
San Fernando (Cádiz)	0.06	1.3
Puerto Real (Cádiz)		
Chiclana de la Frontera (Cádiz)	0.05	1.3

Tabla 8. Aceleración sísmica básica

siendo K el coeficiente de contribución de la fuente sismogenética de Azores-Gibraltar que recoge la influencia de sus efectos.

5.4.1.3.- Aceleración sísmica de cálculo

A continuación, se adjunta un cuadro resumen en el que se indica la aceleración de cálculo para las estructuras incluidas en el proyecto. Los cálculos detallados para cada una de ellas se adjuntan en el anexo de efectos sísmicos.

ESTRUCTURA	Sismo último ac/g	Sismo frecuente ac/g
E-1	0,106	0,056
E-2	0,106	0,056
E-3	0,080	0,042

Tabla 9. Aceleración sísmica de cálculo

Por tanto, se deduce que es necesaria la consideración de las acciones sísmicas.

En base a lo expuesto previamente, así como a los cálculos que se desprenden del anexo correspondiente, se concluye que es preciso tener en cuenta la consideración de la acción sísmica en las estructuras inmersas en el presente proyecto y, como tal, en el correspondiente anexo de estructuras se establecen las medidas oportunas para hacerles frente (topes sísmicos, tipología de aparatos de apoyo, vinculación entre elementos, etc.).

5.5.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

En el Anejo Nº 4 “Climatología e Hidrología” se describe los trabajos realizados, cuyos resultados son cruciales para el desarrollo del proyecto:

- Datos climatológicos
- Clasificación e índices climáticos del área de estudio
- Estudio de los días medios útiles para la ejecución de las obras por razones de la climatología adversa
- Estudio de la carrera de marea en zona de marismas
- Estudios pluviométricos
- Ajustes estadísticos de precipitaciones máximas (Gumbel, SQRT-ET-MAX, Mapa precipitaciones máximas diarias de la D.G.T.)
- Cálculo de caudales de diseño por el Método Racional

5.5.1.- Climatología

El estudio climatológico ha comprendido el análisis de las variables climáticas generales (temperaturas, precipitaciones y otros meteoros), la obtención de los principales índices climáticos y el cálculo de los días útiles para la ejecución de las obras. Para ello se han utilizado datos elaborados por el Instituto Nacional de Meteorología, seleccionando las estaciones más próximas al trazado:

INDICATIVO HIDROLÓGICO	NOMBRE ESTACIÓN	PROVINCIA	CENTRO METEOROLÓGICO	TIPO ESTACIÓN (ACTUAL)	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
5971	PUERTO REAL	CÁDIZ	ANDALUCÍA OCCIDENTAL	P	06º 11' 272"W	36º 31' 45"	10
5972	SAN FERNANDO	CÁDIZ	ANDALUCÍA OCCIDENTAL	TP	06º 12' 202"W	36º 27' 56"	30
5975	CHICLANA DE LA FRONTERA	CÁDIZ	ANDALUCÍA OCCIDENTAL	P	06º 08' 522"W	36º 25' 10"	17
5976	CHICLANA DE LA FRONTERA "CAMPANO"	CÁDIZ	ANDALUCÍA OCCIDENTAL	TP	06º 08' 072"W	36º 21' 30"	30

Tabla 10. Estaciones meteorológicas

Se ha partido de los valores de precipitación y temperatura registrados por la estación de Chiclana de la Frontera "Campano", por contar con un mayor nº de registros de temperatura.

Del estudio de los datos se desprende:

➤ Variables climáticas generales

- La temperatura máxima absoluta registrada asciende a 37,62°C .
- La temperatura mínima absoluta es de -0,77°C.
- La temperatura media anual se sitúa en 17,80°C.
- La precipitación media anual es de 1364,70 mm
- Nº medio anual de días de lluvia: 79
- Nº medio anual de días de tormenta: 29,5
- Nº medio anual de días de nieve: 0
- Nº medio anual de días de niebla: 47
- Nº medio anual de días de granizo: 4,5
- Nº medio anual de días de escarcha: 17,5

➤ Índices climáticos

- Aridez de Martonne: "Regiones subhúmedas de prados y bosques".
- Termo-pluviométrico de Dantin-Revenga: "Húmeda".
- Pluviosidad de Lang: "zona húmeda".
- Papadakis: "Mediterráneo marítimo".

➤ Coeficiente de reducción para cada tipo de obra (Ct) por meses

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
HORMIG.	0,927	0,879	0,990	0,957	0,998	0,952	1,000	1,000	0,956	0,995	0,940	0,955
EXPLAN.	0,923	0,875	0,985	0,953	0,995	0,951	1,000	0,999	0,955	0,992	0,936	0,951
ARIDOS	0,993	0,953	0,995	0,976	0,998	0,975	1,000	1,000	0,977	0,995	0,971	0,993
RIEGOS	0,742	0,725	0,787	0,785	0,796	0,758	0,801	0,801	0,780	0,797	0,756	0,790
M. BIT.	0,824	0,793	0,876	0,861	0,887	0,847	0,893	0,893	0,861	0,886	0,838	0,863

➤ Días útiles para la ejecución de las obras, con los coeficientes de reducción para cada tipo de obra:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
HORMIG.	20,40	15,69	21,78	18,14	21,95	21,05	22,00	22,00	19,04	20,89	19,80	18,14
EXPLAN.	20,30	15,61	21,68	18,06	21,90	21,03	22,00	21,99	19,01	20,82	19,72	18,06
ARIDOS	21,84	17,10	21,90	18,53	21,95	21,51	22,00	22,00	19,50	20,89	20,41	18,86
RIEGOS	16,33	12,75	17,52	14,73	17,71	17,18	17,43	18,01	15,16	16,46	16,10	15,01
M. BIT.	18,13	14,04	19,40	16,24	19,63	18,95	19,55	19,86	16,93	18,45	17,74	16,39

5.5.2.- Estudio de Carrera de Mareas

El estudio de mareas tiene interés en el proyecto dado que el tramo proyectado se desarrolla en buena parte en terrenos próximos a los Caños Zurraque, Talanquera y Sancti Petri; por lo que las obras de drenaje de este tramo se ven afectadas por la marea.

Las oscilaciones del nivel medio del nivel del mar en una determinada zona son debidas a la suma de dos efectos siguientes:

- Marea astronómica
- Marea meteorológica

La marea astronómica se produce como consecuencia de la atracción gravitatoria tierra-luna-sol. Las mareas en las costas atlánticas, como la que corresponde a la zona de Cádiz, tienen un carácter claramente semidiurno, presentando el característico ciclo de mareas vivas y muertas.

La marea meteorológica tiene en cuenta la influencia de los agentes atmosféricos sobre el nivel del mar. Los vientos y la presión atmosférica modifican el valor de la superficie del mar provocando diferencias entre la elevación prevista por los modelos armónicos y lo realmente medida por mareógrafos. A esta diferencia se le llama residuo. Los residuos pueden llegar a ser importantes en costas que se ven afectadas por fuertes tormentas. La ausencia de una amplia plataforma continental y lo benigno del clima hacen que las perturbaciones por tormentas no sean excesivamente grandes en la costa gaditana.

Para el estudio de las mareas en una zona se requiere la instalación de unos aparatos denominados mareógrafos. Puertos del Estado, Entidad Pública del Ministerio de Fomento, cuenta con un departamento (Área del Medio Físico) de investigación aplicada y gestión de sistemas en el campo de la Oceanografía Física. Dicho departamento lleva a cabo, entre otros, la gestión y control de la información procedente de las Redes de Medida propiedad Puertos del Estado y en particular de la red REDMAR para medidas del nivel del mar. Dicha red en funcionamiento desde 1992 consta de estaciones de nivel en 14 puertos siendo el de Bonanza el más cercano a la zona de estudio.

Los datos recogidos por este mareógrafo quedan reflejados en los anexos del Anejo N° 4 Climatología e Hidrología. Se incluyen a continuación los datos correspondientes a los extremos registrados anualmente.

Nivel del Mar Mareógrafo de Bonanza (3332)						
Tabla de Datos Mensuales (Extremos) Para el Periodo : 1993-2005						
Valores calculados sobre la serie original (no filtrada) de datos observados cada 5 min.						
Año	Nivel Máximo (cm)	Día del Máximo	Mes del Máximo	Nivel Mínimo (cm)	Día del Mínimo	Mes del Máximo
1993	362	16	Oct	3	9	Ene
1994	381	28	Feb	-3	29	Ene
1995	361	23	Dic	16	2	Ene
1996	386	22	Ene	11	21	Feb
1997	378	17	Sep	10	10	Feb
1998	373	31	Ene	11	27	Feb
1999	369	25	Oct	9	18	Feb
2000	349	30	Ago	30	11	Dic
2001	368	12	Ene	12	10	Feb
2002	365	8	Oct	25	31	Ene
2003	368	24	Nov	23	23	Dic
2004	365	21	Feb	32	8	Mar
2005	358	21	Ago	13	10	Feb

Los niveles de referencia establecidos en las tablas anteriores son las correspondientes al cero del mareógrafo de Bonanza el cual se encuentra a la cota -1,41 m respecto al Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA) al que se refieren las altitudes geométricas de las señales de referencia geodésica (referencia nacional terrestre).

Así pues y, con los datos disponibles, la cota máxima y mínima que alcanza la marea será:

- Pleamar máxima = $3,86 - 1,41 = 2,45$ m.
- Pleamar mínima = $-0,03 - 1,41 = -1,44$ m.
- Carrera Máxima = $2,45 - (-1,44) = 3,89$ m.

5.5.3.- Pluviometría

En lo que se refiere al **estudio de la hidrología** ha comprendido la definición del sistema hidrológico y del régimen de precipitaciones que enmarcan las cuencas afectadas por las autovías, teniendo como objetivo obtener los caudales generados en éstas que deberán desagarse mediante obras de drenaje transversal.

Para el estudio del régimen de precipitaciones y la determinación de las precipitaciones máximas, se han seguido dos caminos diferentes, uno gráfico y otro analítico a partir de los datos

suministrados por el I.N.M. de las estaciones pluviométricas empleadas en el apartado de Climatología. Gráficamente se han determinado las precipitaciones mediante el uso del mapa publicado por el Ministerio de Fomento. Para el cálculo analítico se han utilizado dos métodos estadísticos de ajuste diferentes, el de Gumbel y el SQRT-ET máx. Los resultados se obtienen de la comparación de valores para cada método utilizado.

Los valores de precipitación máxima diaria obtenidos para cada una de las estaciones se muestran en los cuadros siguientes:

ESTACION 5971: PUERTO REAL								
P.Retorno	2	5	10	25	50	100	200	500
Gumbel	64,79	103,79	129,61	162,23	186,43	210,45	234,39	265,96
SQRT	60,84	95,48	121,36	158,21	185,07	206,50	230,17	250,00
D.G.C.	56,00	56,00	77,00	93,00	114,00	131,00	149,00	174,00
Máximo	64,79	103,79	129,61	162,23	186,43	210,45	234,39	265,96

ESTACION 5972: SAN FERNANDO								
P.Retorno	2	5	10	25	50	100	200	500
Gumbel	48,00	68,34	81,80	98,82	111,44	123,97	136,45	152,92
SQRT	46,91	65,74	79,65	96,70	113,34	121,98	132,40	149,60
D.G.C.	56,17	77,81	93,43	114,95	132,93	150,91	170,75	197,72
Máximo	56,17	77,81	93,43	114,95	132,93	150,91	170,75	197,72

ESTACION 5975: CHICLANA DE LA FRONTERA								
P.Retorno	2	5	10	25	50	100	200	500
Gumbel	55,58	81,23	98,22	119,68	135,60	151,40	167,15	187,92
SQRT	54,53	77,29	94,25	115,60	130,50	147,30	165,15	180,75
D.G.C.	56,00	77,00	77,00	93,00	114,00	131,00	149,00	174,00
Máximo	56,00	81,23	98,22	119,68	135,60	151,40	167,15	187,92

ESTACION 5976: CHICLANA DE LA FRONTERA "CAMPANO"								
P.Retorno	2	5	10	25	50	100	200	500
Gumbel	65,51	97,35	118,43	145,07	164,83	184,44	203,99	229,77
SQRT	62,9	87,99	106,88	133,07	153,63	187,8	200,99	227,1
D.G.C.	59,796	82,83	69,3462	122,364	141,504	160,644	181,764	210,474
Máximo	65,51	97,35	118,43	145,07	164,83	187,8	203,99	229,77

En el estudio hidrológico también se ha delimitado las cuencas afectadas por la traza y se ha obtenido el caudal generado por éstas.

El caudal aportado por cada cuenca, se muestra en la siguiente tabla:

Cuenca	Periodo de Retorno	Intensidad (mm/h)	Coeficiente Escorrentía	Área (Km ²)	Caudal (m ³ /seg.)
C1	25	64,91	0,80	0,044	0,755
	100	85,22	0,86		1,063
	500	111,65	0,90		1,465
C2	25	78,32	0,88	0,010	0,224
	100	102,83	0,92		0,307
	500	134,72	0,94		0,415
C3	25	61,94	0,88	0,028	0,500
	100	81,31	0,92		0,686
	500	106,53	0,94		0,927
C4	25	64,76	0,88	0,029	0,557
	100	85,02	0,92		0,764
	500	111,39	0,94		1,031

Tabla 11. Caudales asignados a las cuencas consideradas.

5.6.- PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

En el Anejo N°5 “Planeamiento y Tráfico” se recoge y analiza la información urbanística, de planeamiento y planificación general, que afecta al corredor objeto del Proyecto de Construcción y el estudio del tráfico actual de los enlaces de Tres Caminos y Chiclana, y el cambio de sentido localizado entre ambos.

5.6.1.- Planeamiento

El estudio del planeamiento urbano ha comprendido el estudio de los instrumentos urbanísticos de ordenación de los municipios afectados por las obras.

Se pretende coordinar de esta manera la obra en proyecto con el planeamiento urbanístico de los municipios atravesados, a fin de no afectar suelo urbano o urbanizable y minimizar la afección a los suelos protegidos afectados por la traza de la autovía.

El proyecto de remodelación del enlace de Tres Caminos se incluye en los términos de Puerto Real y Chiclana de la Frontera. Sin embargo, la totalidad de terrenos afectados fuera del viario existente se catalogan como Dominio Público Marítimo Terrestre, y pertenecen a la Dirección General de Costas que lo regula según la ley 22/88.

Asimismo, se pretende coordinar la obra con cualquier otro tipo de planificación existente por parte de la Dirección General de Carreteras, tanto del Ministerio de Fomento como de la Junta de Andalucía, de la Diputación Provincial y de otros Organismos.

La figura actual vigente de planeamiento en el municipio de Puerto Real es el Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente por resolución de la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo de fecha 22 de diciembre de 2009 y cuyas normas urbanísticas se publicaron en el BOJA nº. 70 de 13 de abril de 2010.

Dicho documento es fruto de la revisión del Plan General de Ordenación Urbana de 1994 y de su adaptación a la Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA), a la Ley 13/2005 de Medidas para la Vivienda Protegida y el Suelo, a la Ley 1/2006 de modificación de las anteriores y al Real Decreto Ley 2/2008, Texto refundido de la ley del suelo.

El trazado propuesto dentro del término municipal de Puerto Real va a discurrir por suelo urbano de uso industrial y por suelo no urbanizable especialmente protegido, cuya delimitación es la que figura en los planos de clasificación del suelo, afectando al Parque Natural de la Bahía de Cádiz, arroyo Zurraque y a la Zona Verde de Protección del Sistema General de Carreteras. El trazado limita con el polígono de Tres Caminos cuya delimitación resultará del deslinde definitivo del D.P.M.T. y del ámbito del Parque Natural de la Bahía de Cádiz.

En el Término Municipal de Chiclana de la Frontera, el planeamiento urbano vigente viene regulado por el nuevo PGOU, aprobado definitivamente el 28 de marzo de 2017.

El trazado proyectado dentro del término municipal de Chiclana de la Frontera va a discurrir a lo largo del suelo no urbanizable de especial protección, cuya delimitación es la que figura en los planos de clasificación del suelo, afectando a suelo de Dominio Público Marítimo Terrestre. Además, el trazado discurre aledaño a suelos de servicios terciarios e industriales.

Por tanto, el trazado proyectado dentro del término municipal de Chiclana de la Frontera discurre junto al límite del suelo urbanizable del enlace norte, pero sin llegar a afectarlo en ningún momento.

En el anexo nº 6 de planeamiento y tráfico se analizan las condiciones de uso de los diferentes tipos de suelo, especialmente de los suelos no urbanizables de especial protección, por los que discurre la traza en buena parte del tramo.

Prácticamente la totalidad de la actuación discurre sobre Dominio Público Marítimo-Terrestre, regulados por la ley 22/88 de Costas. Los bienes de dominio público marítimo- terrestre estatal, según lo dispuesto en el artículo 132.2 de la Constitución son:

1. La ribera del mar y de las rías, que incluye:

a. La zona marítimo-terrestre o espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos o, cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial. Esta zona se extiende también por las márgenes de los ríos hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas.

Se considerarán incluidas en esta zona las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar.

b. Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, tengan o no vegetación, formadas por la acción del mar o del viento marino, u otras causas naturales o artificiales.

2. El mar territorial y las aguas interiores, con su lecho y subsuelo, definidos y regulados por su legislación específica.

3. Los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental, definidos y regulados por su legislación específica.

Además, en este proyecto de construcción entre los términos municipales de Puerto real y Chiclana de la Frontera se afecta al Parque Natural de la Bahía de Cádiz, a zonas con marismas y al caño Zurraque.

5.6.2.- Tráfico

En primer lugar, se han recopilado los datos registrados por las tres estaciones de aforo situadas en el ámbito de actuación en el período 2009-2018 transcurrido desde la redacción del Estudio de Tráfico del Proyecto de Trazado. Estas tablas de intensidades en los últimos años, incluidas en el anexo, muestran las siguientes tasas de crecimiento medio anual en el período 2009-2018:

- Estación CA-187-2 (A-4, p.k. 667+330); $r = 0,80\%$.
- Estación CA-3-1 (CA-33, p.k. 12+000); $r = 1,15\%$.
- Estación CA-188-2 (A-48, p.k. 1+000); $r = 0,60\%$.

Esto supone unas tasas de crecimiento bastante suaves, por debajo incluso de la hipótesis de crecimiento de la Orden FOM/3317/2010 para mejora de la Eficiencia.

El Estudio de Tráfico del Proyecto de Trazado realiza los cálculos de niveles de servicio, tanto para el año de puesta en servicio como para el año horizonte, asumiendo unas intensidades muy elevadas al considerar las intensidades en día punta de verano en lugar del día medio anual, estando por lo tanto estos cálculos muy del lado de la seguridad. Como hipótesis de crecimiento a lo largo del período de proyecto, el Proyecto de Trazado sí considera las tasas de crecimiento de la Orden FOM/3317/2010 para mejora de la eficiencia.

Para justificar el que los cálculos de niveles de servicio del Proyecto de Trazado están muy del lado de la seguridad, se ha realizado un estudio comparativo entre las intensidades de cálculo del Proyecto de Trazado y los datos registrados por las tres estaciones de aforo en el año 2018.

Según la tabla “Evolución de las IMD's en el Enlace Tres Caminos-MINISTERIO VERANO”, en la que se muestran los distintos valores de intensidades año a año en el período 2007-2033 para los seis principales movimientos del enlace, se obtiene lo siguiente para el año 2018:

Evolución de las IMD's en el enlace Tres Caminos – MINISTERIO VERANO			
Año	Chiclana - Sevilla	San Fernando - Sevilla	San Fernando - Chiclana
2018	43.288	18.147	45.976

Teniendo en cuenta la tabla anterior, en la que cada columna representa la suma de las intensidades de los dos movimientos correspondientes a cada relación origen/destino, las intensidades resultantes en el año 2018 según el Proyecto de Trazado para cada una de las tres autovías que confluyen en el Enlace de Tres Caminos son las siguientes:

- Autovía A-4 (Chiclana-Sevilla + San Fernando-Sevilla): $43.288 + 18.147 = 61.435$ veh/día.
- Autovía A-48 (Chiclana-Sevilla + San Fernando-Chiclana): $43.288 + 45.976 = 89.264$ veh/día.
- Autovía CA-33 (San Fernando-Sevilla + San Fernando-Chiclana): $18.147 + 45.976 = 64.123$ veh/día.

Por otro lado, según los últimos datos disponibles en las estaciones de aforo, las intensidades registradas en el año 2018 en cada una de las tres autovías son las siguientes:

- Autovía A-4 (Estación CA-187-2): $IMD_{2018} = 41.331$ veh/día.
- Autovía A-48 (Estación CA-188-2): $IMD_{2018} = 75.969$ veh/día.
- Autovía CA-33 (Estación CA-3-1): $IMD_{2018} = 59.011$ veh/día.

La siguiente tabla muestra un comparativo entre las intensidades empleadas en el Proyecto de Trazado en el año 2018 para el cálculo de niveles de servicio y las registradas por las estaciones de aforo ese mismo año:

COMPARATIVO INTENSIDADES (veh/día) PROYECTO TRAZADO/ESTACIONES AFORO (año 2018)			
	AUTOVÍA A-4	AUTOVÍA A-48	AUTOVÍA CA-33
PROYECTO TRAZADO	61.435	89.264	64.123
ESTACIÓN AFORO	41.331	75.969	59.011

Tabla 12. Comparación intensidades de tráfico (año 2018).

Como puede apreciarse en la tabla anterior, las intensidades consideradas en el año 2018 en los cálculos de niveles de servicio del Proyecto de Trazado son muy superiores a las intensidades registradas por las estaciones de aforo.

Por otra parte, las intensidades consideradas en el Proyecto de Trazado en el antiguo año horizonte 2033 son las siguientes:

IMDs PROYECTO TRAZADO (AÑO HORIZONTE 2033)			
PROYECTO TRAZADO (2033)	AUTOVÍA A-4	AUTOVÍA A-48	AUTOVÍA CA-33
	76.131	110.615	79.460

Tabla 13. Intensidades de tráfico del Proyecto de Trazado (año horizonte 2033).

Para comparar estas intensidades en el antiguo año horizonte 2033 del Proyecto de Trazado y las resultantes en el nuevo año horizonte 2043 del Proyecto de Construcción, se realiza una prognosis de tráfico en el período 2018-2043 considerando una tasa de crecimiento constante anual del 1,44% según la Orden FOM/3317/2010 “Eficiencia”. El resultado de esta prognosis, que parte de los datos registrados en el año 2018 en las tres estaciones de aforo, es la siguiente:

CRECIMIENTO 1,44% según ORDEN FOM/3317/2010			
Año	AUTOVÍA A-4	AUTOVÍA A-48	AUTOVÍA CA-33
2018	41.331	75.969	59.011
2019	41.926	77.063	59.861
2020	42.530	78.173	60.723
2021	43.142	79.298	61.597
2022	43.764	80.440	62.484
2023	44.394	81.599	63.384
2024	45.033	82.774	64.297
2025	45.682	83.966	65.223
2026	46.339	85.175	66.162
2027	47.007	86.401	67.114
2028	47.684	87.645	68.081
2029	48.370	88.907	69.061
2030	49.067	90.188	70.056
2031	49.773	91.486	71.065
2032	50.490	92.804	72.088
2033	51.217	94.140	73.126
2034	51.955	95.496	74.179
2035	52.703	96.871	75.247
2036	53.462	98.266	76.331
2037	54.231	99.681	77.430
2038	55.012	101.116	78.545
2039	55.805	102.572	79.676
2040	56.608	104.049	80.823
2041	57.423	105.548	81.987
2042	58.250	107.068	83.168
2043	59.089	108.609	84.365

Tabla 14. Prognosis de tráfico 2018-2043 actualizada (tasa crecimiento 1,44%).

Por lo tanto, se establece la siguiente comparativa de intensidades entre el año 2033 del Proyecto de Trazado y el año 2043 del Proyecto de Construcción según la tasa de crecimiento del 1,44%:

COMPARATIVO INTENSIDADES (veh/día) PROYECTO TRAZADO (año 2033)/PROGNOSIS TRÁFICO r=1.44% (año 2043)			
TIPO DE ESTUDIO	AUTOVÍA A-4	AUTOVÍA A-48	AUTOVÍA CA-33
PROYECTO DE TRAZADO (2033)	76.131	110.615	79.460
PROGNOSIS TRÁFICO (2043)	59.089	108.609	84.365

Tabla 15. Comparativa de intensidades de tráfico en el año horizonte (tasa crecimiento 1,44%).

Se observa que el cálculo de niveles de servicio que se realizó en el Proyecto de Trazado para el año 2033 se encuentra significativamente del lado de la seguridad ya que, con las tasas de crecimiento oficiales, en los ramales de la autovía A-4 y A-48 no se superan en el año 2043 los valores del Proyecto de Trazado del año 2033. Únicamente la autovía CA-33 da un crecimiento ligeramente superior al 6% del tráfico respecto al 2033.

También se ha estudiado la evolución real del tráfico desde el año 2007 hasta el año 2018 para determinar si el crecimiento del 1,44% es un crecimiento real o bien se puede asumir un crecimiento a largo plazo diferente a las tasas de crecimiento oficiales. A raíz de dicho estudio, se opta por una tasa de crecimiento anual constante del 0,82%, media ponderada de las tasas de crecimiento de las tres estaciones de aforo en el período 2009-2018, resultando la siguiente prognosis en el período 2018-2043:

CRECIMIENTO 0,82% según Media PONDERADA 2009			
Año	AUTOVÍA A-4	AUTOVÍA A-48	AUTOVÍA CA-33
2018	41.331	75.969	59.011
2019	41.673	76.598	59.499
2020	42.018	77.231	59.991
2021	42.365	77.870	60.488
2022	42.716	78.514	60.988
2023	43.069	79.164	61.493
2024	43.426	79.819	62.002
2025	43.785	80.479	62.515
2026	44.147	81.145	63.032
2027	44.512	81.817	63.553
2028	44.881	82.493	64.079
2029	45.252	83.176	64.609
2030	45.626	83.864	65.144
2031	46.004	84.558	65.683
2032	46.384	85.258	66.226
2033	46.768	85.963	66.774
2034	47.155	86.674	67.327
2035	47.545	87.391	67.884
2036	47.939	88.114	68.445
2037	48.335	88.843	69.011
2038	48.735	89.578	69.582
2039	49.138	90.319	70.158
2040	49.545	91.067	70.739
2041	49.955	91.820	71.324
2042	50.368	92.580	71.914
2043	50.785	93.346	72.509

Tabla 16. Prognosis de tráfico 2018-2043 actualizada (tasa crecimiento 0,82%).

Por lo tanto, se establece la siguiente comparativa de intensidades entre el año 2033 del Proyecto de Trazado y el año 2043 del Proyecto de Construcción según la tasa de crecimiento del 0,82%:

COMPARATIVO INTENSIDADES (veh/día) PROYECTO TRAZADO (año 2033)/PROGNOSIS TRÁFICO r=0,82% (año 2043)			
TIPO DE ESTUDIO	AUTOVÍA A-4	AUTOVÍA A-48	AUTOVÍA CA-33
PROYECTO DE TRAZADO (2033)	76.131	110.615	79.460
PROGNOSIS TRÁFICO según tasa de crecimiento justificada (2043)	50.785	93.346	72.509

Tabla 17. Comparativa de intensidades de tráfico en el año horizonte (tasa crecimiento 0,82%).

Se observa que la evolución de tráfico para el año 2033 llevada a cabo en el Proyecto de Trazado es muy superior a la prognosis de tráfico actualizada hasta el año 2043, es decir, los tráficos con los que se han realizado en el Proyecto de Trazado los cálculos de niveles de servicio son superiores a los obtenidos en la prognosis de tráfico realizada en función del crecimiento real de las estaciones de aforo en los últimos años.

Los cálculos realizados en el Proyecto de Trazado obtuvieron un nivel de servicio C en el año de puesta en servicio y nivel D en el año horizonte. Por ello, teniendo en cuenta que la Norma 3.1-IC “Trazado” establece un nivel de servicio mínimo D en el año horizonte para este tipo de vías, y máxime cuando estos cálculos están del todo del lado de la seguridad al asumir unas intensidades de tráfico superiores a las resultantes de las dos prognosis de tráfico anteriormente realizadas para el Proyecto de Construcción con tasas de crecimiento del 1,44% (Eficiencia) y 0,82% (crecimiento real de las estaciones en el período 2009-2018), no se considera necesario el recálculo de los niveles de servicio para asegurar que el funcionamiento del tráfico en la actuación proyectada mejorará las exigencias mínimas establecidas por la Norma 3.1-IC.

Se han recalculado las categorías de tráfico pesado del Proyecto de Trazado por si fuese necesario modificar las secciones estructurales de firme, resultando en el presente Proyecto de Construcción las mismas categorías de tráfico que el Proyecto de Trazado.

Por todo ello, se le ha dado plena validez al Estudio de Tráfico del Proyecto de Trazado, cuyo contenido se resume a continuación:

En el Anejo N°6 “Planeamiento y Tráfico” se realiza el estudio del tráfico actual de los enlaces de Tres Caminos y Chiclana y el cambio de sentido localizado entre ambos. Además, se realiza una estimación de su evolución a lo largo de la vida útil del proyecto. También se calcula la categoría de tráfico de cada tramo.

La metodología empleada en el estudio se resume en los siguientes puntos:

- Recopilación y análisis de toda la información previa disponible.
 - Estudios de tráfico.
 - Aforos del ministerio de fomento.
 - Datos socioeconómicos.
 - Infraestructuras previstas.
 - Noticias relacionadas.
- Trabajo de campo.
 - Aforo manual de todos los movimientos del enlace.
- Prognosis de la demanda.
 - Zonificación del área de estudio.
 - Aspectos socioeconómicos y marco territorial. Situación actual y evolución estimada.
 - Distribución horaria, semanal y mensual del tráfico en el área de estudio.
 - Determinación de las IMD's actuales en día laborable y en día tipo de verano.
 - Metodología de cálculo.
 - Evolución estimada de las IMD's.

5.6.2.1.- Recopilación de datos

Se parte de los datos recopilados de los aforos del Ministerio de Fomento, así como de los trabajos de campo realizados se obtuvieron las matrices origen destino tanto en el enlace de Tres Caminos, como del Enlace de Chiclana, en el año base, detectándose un fuerte factor estacional en los meses de verano.

Dichos trabajos de campo consistieron en la realización de un aforo manual en todos los ramales en hora punta de la mañana. Los puntos de aforo se ubicaron en diferentes carreteras cercanas con objeto de obtener información sobre el itinerario seguido por los vehículos que vienen o van a Sevilla, San Fernando, Chiclana de la Frontera y Vejer (se tomaron en enlace de Tres Caminos, en el Cambio de Sentido y en enlace de Chiclana Norte).



Imagen 5. Puntos de aforo en el enlace de Tres Caminos



Imagen 6. Puntos de aforo en cambio de sentido y enlace de Chiclana Norte.

Los resultados del trabajo de campo se han expandido al resto del día de acuerdo con los datos de las estaciones de aforo más próximas. Finalmente, para conocer la intensidad de tráfico durante los meses de verano se ha aplicado un factor estacional definido como la relación entre las IMD's del mes de agosto y del día medio. Las matrices origen-destino resultantes son:

Matriz Origen – Destino (Tres Caminos: día punta)		Destino		
		Sevilla	Chiclana	Cádiz – San Fernando
Origen	Sevilla	--	19.065	7.993
	Chiclana	19.065	--	20.249
	Cádiz – San Fernando	7.993	20.249	--

Matriz Origen – Destino (A-48 / A-390: día punta)		Destino		
		San Fernando	Chiclana	Vejer
Origen	San Fernando	--	16.684	23.239
	Chiclana	16.619	--	3.845
	Vejer	15.342	1.588	--

Tabla 18. Matrices origen – destino año base.

5.6.2.1.- Prognosis de tráfico

Se utilizan los crecimientos propuestos en la “Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento”. Para los años de 2008 a 2009 se han utilizado los mismos crecimientos que para 2010.

PORCENTAJE DE CRECIMIENTO DE LAS IMD'S –MINISTERIO	
AÑO	CREENCIENTES
2010-2012	1,08%
2013-2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

Tabla 19. Porcentajes de crecimiento del tráfico adoptados.

Aplicando los porcentajes anteriores de crecimiento a las IMD's del enlace en 2007 (año base), se han obtenido las matrices origen-destino para el conjunto de años del periodo de proyecto:

Evolución de las IMD's en el enlace Tres Caminos – día punta de verano			
Año	Chiclana - Sevilla	San Fernando - Sevilla	San Fernando - Chiclana
2008	38.543	16.158	40.935
2010	39.380	16.509	41.824
2015	41.602	17.440	44.185
2020	44.544	18.673	47.309
2025	47.845	20.057	50.815
2033	53.643	22.488	56.972

Evolución de las IMD's en el enlace A-48 / A-390 – Verano			
Año	San Fernando – Chiclana	San Fernando – Vejer	Chiclana – Vejer
2008	33.123	38.372	5.403
2010	33.006	38.237	5.384
2015	36.224	41.965	5.908
2020	39.752	46.052	6.484
2025	43.031	49.851	7.019
2033	48.037	55.650	7.835

Tabla 20. Prognosis de tráfico. Evolución de las IMDs (punta verano)

5.6.2.2.- Simulaciones realizadas y niveles de servicio

Para el estudio, se utilizó el programa informático Synchro que se utiliza para modelar, optimizar y visualizar el tráfico vehicular en redes urbanas e interurbanas.

Para conocer el nivel de servicio del enlace se ha utilizado como indicador las demoras por vehículos, indicador muy adecuado cuando se utiliza el programa Synchro. Según este criterio, se tiene la clasificación siguiente:

Nivel de servicio	Demora (s/veh)
A	0 – 10
B	> 10 – 15
C	> 15 – 30
D	> 30 – 40
E	> 40 – 50
F	> 50

Tabla 21. Niveles de servicio en función de las demoras (seg/veh)

De acuerdo a las simulaciones realizadas, para la situación actual en el enlace de Tres Caminos, se tienen unas demoras de 666 seg/veh, que se corresponde con un nivel de servicio F.

En la situación futura, una vez remodelado el enlace, para el año base, se calculan unas demoras de 29 seg/veh, con lo que el nivel de servicio obtenido mejora ostensiblemente, pasando a situarse en nivel de servicio C.

Para el año horizonte, las demoras se sitúan en 38 seg/veh y **el nivel de servicio alcanza el D.**

Para conocer la situación del tráfico en el enlace entre la A-48 y la A-390, salida Norte de Chiclana hacia San Fernando, se ha utilizado el HCS 2000.

Los niveles de servicio obtenidos para cada una de las salidas son los siguientes:

Niveles de servicio enlace Chiclana Norte		
Año	Chiclana - Vejer	Chiclana – San Fernando
2007	A	C
2010	A	C
2020	A	C
2033	A	D

Tabla 22. Niveles de servicio en enlace de Chiclana Norte.

En el cambio de sentido situado entre el enlace de Tres Caminos y el enlace A-48 / A-390, a partir de los datos de tráfico obtenidos y utilizando el software HCS 2000, el nivel de servicio alcanzado en todos los ramales es el A.

5.6.2.3.- Categorías de tráfico pesado

La sección estructural del firme deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio, fijado en este caso como el 2023. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

En apartados anteriores se han obtenido las previsiones de tráfico para el año **2007** (año base), en función de los aforos realizados y los aspectos socioeconómicos de la zona de estudio, de los movimientos principales del tronco del enlace de Tres Caminos y del enlace entre la A-48 y la A-390.

A partir de estos datos y tras aplicar los incrementos de tráfico según la Orden FOM/3317/2010 y el porcentaje de vehículos pesados obtenido (7,03%), conseguimos la IMDp que se prevé en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio, fijado en este caso como el 2023, de todos los movimientos posibles en el enlace proyectado.

Los incrementos de tráfico utilizados según dicha Orden son los siguientes:

Período	Incremento anual acumulativo
2010-2012	1,08%
2013-2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

A continuación, se presenta un croquis y una tabla donde se muestran todos los puntos de control y cálculo de tráfico, con las previsiones para el año 2007 (año base). En la columna “cálculo IMD 2007 en tramos” de la tabla nº1, se justifica la obtención de la IMD de cada uno de los ejes:

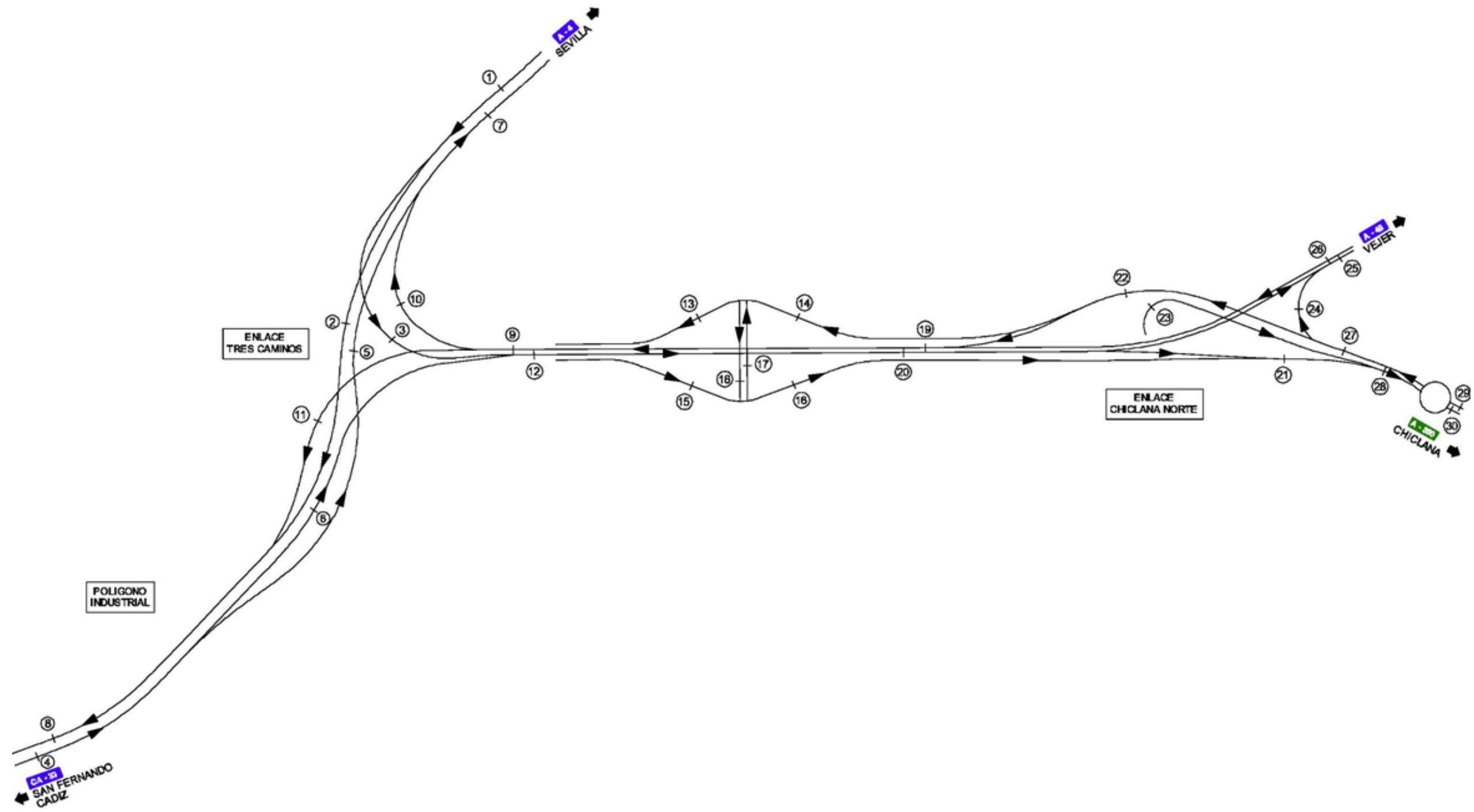


Imagen 7. Tramos considerados para estudios de tráfico

Tabla 23. IMD por movimientos en el año base (2007)

Tramos	Origen-Destino	CÁLCULO IMD 2007 EN TRAMOS	IMD
			2007
1	A-4 Sevilla - Tres Caminos	Tramo 2+Tramo 3	27.058
2	A4 Sevilla - CA-33 San Fernando/Cádiz	(IMD Sev.- S. Fernando) / 2	7.993
3	A-4 Sevilla - A-48 Chiclana	(IMD Sev.- Chiclana) / 2	19.065
4	CA-33 San Fernando/Cádiz - Tres Caminos	Tramo 5+Tramo 6	28.242
5	CA-33 San Fernando/Cádiz - A-4 Sevilla	(IMD Sev.- S. Fernando) / 2	7.993
6	CA-33 San Fernando/Cádiz - A-48 Chiclana	(IMD S. Fernando - Chiclana) / 2	20.249
7	Tres Caminos - A-4 Sevilla	Tramo 10 + Tramo 5	27.058
8	Tres Caminos - CA-33 San Fernando/Cádiz	Tramo 11 + Tramo 2	28.242
9	A-48 Chiclana - Tres Caminos	Tramo 10 + Tramo 11	39.314
10	A-48 Chiclana - A-4 Sevilla	(IMD Sev.- Chiclana) / 2	19.065
11	A-48 Chiclana - CA-33 San Fernando/Cádiz	(IMD S. Fernando - Chiclana) / 2	20.249
12	Tres Caminos - A-48 Chiclana	Tramo 3 + Tramo 6	39.314
13	Ramal de incorporación Cambio de Sentido - A-48 Tres caminos	s/ IMD en Cambio de Sentido	451
14	Ramal Enlace Chiclana Norte - Cambio de Sentido	s/ IMD en Cambio de Sentido	451
15	Ramal de salida A-48 Tres caminos - Cambio de Sentido	s/ IMD en Cambio de Sentido	451
16	Ramal Cambio de Sentido - Enlace Chiclana Norte	s/ IMD en Cambio de Sentido	451
17	Paso Superior - A-48 Tres Caminos	s/ IMD en Cambio de Sentido	451
18	Paso Superior - Enlace Chiclana Norte	s/ IMD en Cambio de Sentido	451
19	A-390 Chiclana / A48 Vejer - A-48 Tres caminos	Tramo 22 + Tramo 26 - Tramo 23	35.942
20	A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana / A-48 Vejer	Tramo 21 + Tramo 25 - Tramo 24	35.942
21	A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana	(IMD S. Fernando - Chiclana) / 2	16.652
22	A-390 Chiclana - A-48 Tres caminos	(IMD S. Fernando - Chiclana) / 2	16.652
23	Vejer A-48 - A-390 Chiclana	(IMD Chiclana - Vejer) / 2	2.716
24	A-390 Chiclana - A-48 Vejer	(IMD Chiclana - Vejer) / 2	2.716
25	A-48 Vejer	[(IMD S. Fernando - Vejer) / 2] + [(IMD Chiclana - Vejer) / 2]	22.007
26	Vejer - A-48	[(IMD S. Fernando - Vejer) / 2] + [(IMD Chiclana - Vejer) / 2]	22.007
27	A-390 Chiclana - A-48 Vejer / A-48 Tres Caminos	Tramo 24 + Tramo 22	19.368
28	A-48 Vejer / A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana	Tramo 23 + Tramo 21	19.368
29	Chiclana - A-390	Tramo 27	19.368
30	A-390 - Chiclana	Tramo 28	19.368

Según las instrucciones reflejadas en la norma 6.1 – I.C. “Secciones de firme”, la intensidad media diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio viene dada por:

$$\text{IMD}_{\text{PA}} = \text{IMD}_{2023} \times \% \text{VP} \times \% \text{VPC}$$

donde:

IMD_{2023} = es la intensidad media diaria total en el año de puesta en servicio de la vía.

%vp = porcentaje de vehículos pesados.

%vpc es el porcentaje de vehículos pesados por carril. Este valor viene recomendado por la norma 6.1-ic “Secciones de firme” según el tipo de calzada:

- En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.
- En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.
- En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

Tomando como datos de partida por tramos del enlace la IMD del año 2007 calculada en la “tabla nº 1.- IMD por movimientos en el año base (2007)” e incrementando el tráfico, tal y como se expresa anteriormente, con los porcentajes establecidos por la Orden FOM/3317/2010 para obtener el tráfico del año 2023 (año de puesta en servicio de la vía), así como aplicando el **7,03% de vehículos pesados** (porcentaje estimado en el análisis histórico de las estaciones de aforo), se obtiene para cada movimiento en dicho año tanto la IMD como la IMD de vehículos pesados.

A continuación, se adjunta la “tabla nº 2.- IMD₂₀₂₃ e IMDp” con las IMD de vehículos pesados obtenidos en el año de puesta en servicio de la vía:

Tabla 24. IMD₂₀₂₃ e IMDp

Tramo	Origen-Destino	IMD 2007	2023			
			IMD	%VP	%VPC	IMDp
1	A-4 Sevilla - Tres Caminos	27.058	32.994	7,03	100	2.319
2	A4 Sevilla - CA-33 San Fernando/Cádiz	7.993	9.746	7,03	100	685
3	A-4 Sevilla - A-48 Chiclana	19.065	23.248	7,03	100	1.634
4	CA-33 San Fernando/Cádiz - Tres Caminos	28.242	34.437	7,03	100	2.421
5	CA-33 San Fernando/Cádiz - A-4 Sevilla	7.993	9.746	7,03	100	685
6	CA-33 San Fernando/Cádiz - A-48 Chiclana	20.249	24.691	7,03	100	1.736
7	Tres Caminos - A-4 Sevilla	27.058	32.994	7,03	100	2.319
8	Tres Caminos - CA-33 San Fernando/Cádiz	28.242	34.437	7,03	100	2.421
9	A-48 Chiclana - Tres Caminos	39.314	47.939	7,03	85	2.865
10	A-48 Chiclana - A-4 Sevilla	19.065	23.248	7,03	100	1.634
11	A-48 Chiclana - CA-33 San Fernando/Cádiz	20.249	24.691	7,03	100	1.736
12	Tres Caminos - A-48 Chiclana	39.314	47.939	7,03	85	2.865
13	Ramal de incorporación Cambio de Sentido - A-48 Tres caminos	451	550	8,00	100	44
14	Ramal Enlace Chiclana Norte - Cambio de Sentido	451	550	8,00	100	44
15	Ramal de salida A-48 Tres caminos - Cambio de Sentido	451	550	8,00	100	44
16	Ramal Cambio de Sentido - Enlace Chiclana Norte	451	550	8,00	100	44
17	Paso Superior - A-48 Tres Caminos	451	550	8,00	100	44
18	Paso Superior - Enlace Chiclana Norte	451	550	8,00	100	44
19	A-390 Chiclana / A48 Vejer - A-48 Tres caminos	35.942	43.827	7,03	85	2.619
20	A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana / A-48 Vejer	35.942	43.827	7,03	85	2.619
21	A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana	16.652	20.305	7,03	100	1.427
22	A-390 Chiclana - A-48 Tres caminos	16.652	20.305	7,03	100	1.427
23	Vejer A-48 - A-390 Chiclana	2.716	3.312	7,03	100	233
24	A-390 Chiclana - A-48 Vejer	2.716	3.312	7,03	100	233
25	A-48 Vejer	22.007	26.835	7,03	100	1.886
26	Vejer - A-48	22.007	26.835	7,03	100	1.886
27	A-390 Chiclana - A-48 Vejer / A-48 Tres Caminos	19.368	23.617	7,03	100	1.660
28	A-48 Vejer / A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana	19.368	23.617	7,03	100	1.660
29	Chiclana - A-390	19.368	23.617	7,03	100	1.660
30	A-390 - Chiclana	19.368	23.617	7,03	100	1.660

La clasificación de tráficos según la citada norma es la siguiente:

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (Vehículos pesados/día)	³ 4000	3999-2000	1999-800	799-200

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (Vehículos pesados/día)	199-100	99-50	49-25	< 25

Por lo tanto, según los valores de IMDp obtenidos en la “tabla nº 2.- IMD₂₀₂₃ e IMDp”, la categoría de tráfico pesado en cada uno de los tramos es:

Tabla 25. Categorías de tráfico pesado

Tramo	Origen-Destino	IMD 2007	2023		EQUIVALENCIA		
			IMDp	Categoría	EJE	Pk in	pk fin
1	A-4 Sevilla - Tres Caminos	27.058	2.319	T0	1	2+250	3+440
2	A4 Sevilla - CA-33 San Fernando/Cádiz	7.993	685	T2	1	3+440	4+395
3	A-4 Sevilla - A-48 Chiclana	19.065	1.634	T1	19	5+134	5+916
4	CA-33 San Fernando/Cádiz - Tres Caminos	28.242	2.421	T0	1	4+520	5+422
5	CA-33 San Fernando/Cádiz - A-4 Sevilla	7.993	685	T2	20	2+200	2+943
6	CA-33 San Fernando/Cádiz - A-48 Chiclana	20.249	1.736	T1	7	5+886	6+559
7	Tres Caminos - A-4 Sevilla	27.058	2.319	T0	1	2+250	3+340
8	Tres Caminos - CA-33 San Fernando/Cádiz	28.242	2.421	T0	1	4+395	5+422
9	A-48 Chiclana - Tres Caminos	39.314	2.865	T0	4	2+940	4+350
10	A-48 Chiclana - A-4 Sevilla	19.065	1.634	T1	5	4+369	4+733
11	A-48 Chiclana - CA-33 San Fernando/Cádiz	20.249	1.736	T1	4	4+454	5+059
12	Tres Caminos - A-48 Chiclana	39.314	2.865	T0	19	5+916	7+240
13	Ramal de incorporación Cambio de Sentido - A-48 Tres caminos	451	44	T41	23	0+840	1+025
14	Ramal Enlace Chiclana Norte - Cambio de Sentido	451	44	T41	29	0+154	1+093
15	Ramal de salida A-48 Tres caminos - Cambio de Sentido	451	44	T41	23	0+419	0+650
16	Ramal Cambio de Sentido - Enlace Chiclana Norte	451	44	T41	30	0+000	1+175
17	Paso Superior - A-48 Tres Caminos	451	44	T41	23	0+650	0+840
18	Paso Superior - Enlace Chiclana Norte	451	44	T41	23	0+650	0+840
19	A-390 Chiclana / A48 Vejer - A-48 Tres caminos	35.942	2.619	T0	4	1+967	2+940
20	A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana / A-48 Vejer	35.942	2.619	T0	19	7+240	8+640
21	A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana	16.652	1.427	T1	24	3+058	3+400
22	A-390 Chiclana - A-48 Tres caminos	16.652	1.427	T1	9	1+536	1+923
23	Vejer A-48 - A-390 Chiclana	2.716	233	T2	25	4+000	4+460
24	A-390 Chiclana - A-48 Vejer	2.716	233	T2	-	-	-
25	A-48 Vejer	22.007	1.886	T1	19	-	-
26	Vejer - A-48	22.007	1.886	T1	-	-	-
27	A-390 Chiclana - A-48 Vejer / A-48 Tres Caminos	19.368	1.660	T1	9	1+000	1+277
28	A-48 Vejer / A-48 Tres Caminos - A-390 Chiclana	19.368	1.660	T1	24	3+400	3+631
29	Chiclana - A-390	19.368	1.660	T1	-	-	-
30	A-390 - Chiclana	19.368	1.660	T1	-	-	-

Nota: En esta tabla se representa la equivalencia de los tramos de tráfico con los ejes de trazado. La tramificación completa de los paquetes de firme adoptados se muestra en la Tabla 42. Paquetes de firmes adoptados

5.7.- GEOTECNIA DEL CORREDOR

5.7.1.- Trabajos realizados

Para alcanzar los objetivos geotécnicos y, por lo tanto, para poder proporcionar los criterios de diseño necesarios para la definición de las obras incluidas en el proyecto, se han llevado a cabo los trabajos que a continuación se indican, en el orden en el que se relacionan:

- Recopilación de información existente
- Geología de detalle y observaciones de campo
- Diseño y ejecución de la campaña de prospecciones de campo
- Selección y realización de los ensayos de laboratorio
- Elaboración de la información y redacción

En el Anexo Nº 7 Estudio Geotécnico del Corredor se recoge toda la caracterización y diseño geotécnicos de la zona de implantación del proyecto y obras proyectadas.

5.7.2.- Estudio de terraplenes

Debido a la topografía muy suave de la zona y los condicionantes geotécnicos existentes, los terraplenes previstos por el proyecto presentan una altura máxima moderada, en general, fuera de las zonas de estribo de las estructuras, con alturas inferiores, según los datos barajados en esta fase del proyecto, a los 3-3,5 metros, y un valor medio por debajo de 1,5 metros.

Los terraplenes de mayor envergadura de todo el proyecto son los terraplenes de acceso a las nuevas estructuras, donde en algún caso puntual se llega a valores superiores a 5,0 metros.

Los terraplenes previstos en acondicionamientos y ensanches apoyarán, según la zona, parcialmente sobre rellenos estructurales existentes que a su vez descansan sobre la formación QM o directamente sobre estos últimos materiales. En algunos casos, el cimiento coincidirá con franjas ocupadas por acumulaciones de agua. El espesor medio de suelos blandos en el apoyo de estas estructuras de tierras se puede establecer en 15 metros.

El talud adoptado en todos los casos es de 2H/1V.

Se ha realizado un estudio de comportamiento esperable en función de los datos disponibles y en base al comportamiento observado en terraplenes existentes. Con ello se ha llegado a una serie de conclusiones de diseño que se desarrollan en los puntos siguientes de este apartado.

En este apartado se estudia la estabilidad de los terraplenes de la traza, proyectados con una pendiente 2H/1V en ambos taludes, apoyados sobre suelos blandos de marisma. De forma mayoritaria, los rellenos de la actuación más restrictivos por alturas, respecto de la caracterización geotécnica del terreno natural de apoyo, se localizan en el enlace adyacente al polígono industrial Tres Caminos. En esta zona, los sondeos realizados (S-2, S-3, S-4, S-5, y S-6), acotan para el nivel de suelos de Marisma, un espesor máximo del orden de 14,00-16,00m, siendo ésta, la sección más desfavorable a efectos del cálculo, y la que se toma como referencia de espesores de suelos blandos para el estudio de la estabilidad de los rellenos. La altura máxima de los terraplenes proyectados corresponde a los situados en los accesos a los estribos de las distintas estructuras previstas, alcanzando alturas máximas, de forma excepcional, de 7,00m. En cambio, en el resto de rellenos las alturas máximas previstas son de 3,5 metros, tratándose en la mayoría de los casos, de terraplenes adosados a los actuales para los casos de mayor altura. Los terraplenes estudiados, representativos del rango de alturas y tipologías de las secciones constructivas son los siguientes:

Terraplén	Altura (m)	Tipología sección
Sección 1 - Eje 1 p.k. 4+427	3,10	Plataforma nueva
Sección 2 - Eje 1 p.k. 4+093	4,90	
Sección 4 - Eje 19 p.k. 5+451	3,40	
Sección 5 - Eje 1 p.k. 3+432	3,35	Ampliación plataforma
Sección 7 - Eje 3 p.k. 0+762	1,55	
Sección 9 - Eje 15 p.k. 0+484	3,70	
Sección 12 - Eje 1 p.k. 4+813	3,40	Ampliación plataforma
Sección 20 - Eje 7 p.k. 6+209	4,10	
Sección Desvío Provisional p.k. 0+280	7,00	Plataforma nueva

Tabla 26. Secciones de rellenos estudiadas

Conclusiones al Estudio de Estabilidad. Tratamientos proyectados

El estudio de la estabilidad para los ejes estudiados, permite concluir que la estabilidad a corto plazo queda garantizada hasta una altura de 2,00m. El coeficiente de seguridad para la combinación de acciones transitoria de corto plazo se clasifica como Estable para $H \leq 2,00m$, e Inestable para $H \geq 2,50m$ de altura. Para la combinación de acciones casi permanente de largo plazo, el coeficiente de seguridad se clasifica como Inestable para alturas $H \geq 4,00m$, quedando la frontera de la altura de los rellenos estables a largo plazo en $H \leq 3,70m$. La combinación de acciones accidental con sismo, sólo resulta Inestable para el desvío provisional por el rango de alturas que presenta.

A partir de los resultados obtenidos para las alturas estudiadas (mínima de 0,75m y máxima de 7,00m), se comprueba que, en algunos casos, no se puede contar con un grado de seguridad suficiente respecto al deslizamiento, para un proceso de construcción a velocidad normal. Por tanto, ha sido necesario proyectar tratamientos geotécnicos que mejoren las condiciones resistentes del cimiento.

Por otro lado, tal y como se justifica en el anexo de geotecnia, dada la magnitud de los asientos y tiempos de consolidación obtenidos en los cálculos, ha sido necesario proyectar medidas de aceleración del proceso de consolidación y en algún caso de reducción del asiento absoluto de los rellenos.

Las medidas y tratamientos geotécnicos proyectados han sido los siguientes:

- Construcción por fases.
- Refuerzo mediante geotextiles/geomallas.
- Mejora del cimiento mediante la ejecución de mechas drenantes en el cimiento, que aceleren los tiempos de consolidación.
- Mejora del cimiento mediante la ejecución de columnas de grava en el cimiento, que refuerzen y rigidicen el terreno de apoyo de los rellenos, y aceleren el proceso de consolidación favoreciendo el drenaje.

Terraplén	Altura (m)	Sección	Tratamiento propuesto
Sección 1 - Eje 1 p.k. 4+427	3,10	Plataforma nueva	Construcción por fases (1ª fase altura de 2,00m) + mechas drenantes
Sección 2 - Eje 1 p.k. 4+093	4,90		Columnas de grava de Ø 1,00m
Sección 4 - Eje 19 p.k. 5+451	3,40		Columnas de grava de Ø 1,00m
Sección 5 - Eje 1 p.k. 3+432	3,35	Ampliación plataforma	Construcción por fases (1ª fase altura de 2,00m) + mechas drenantes
Sección 7 - Eje 3 p.k. 0+762	1,55		--
Sección 9 - Eje 15 p.k. 0+484	3,70	Plataforma nueva	Construcción por fases (1ª fase altura de 2,00m) + mechas drenantes
Sección 12 - Eje 1 p.k. 4+813	3,40	Ampliación plataforma	Construcción por fases (1ª fase altura de 2,00m) + mechas drenantes
Sección 20 - Eje 7 p.k. 6+209	4,10	Plataforma nueva	Columnas de grava de Ø 1,00m
Sección Desvío Provisional p.k. 0+280	7,00		Columnas de grava de Ø 1,00m
Sección Paso Superior Cambio de Sentido Banquetas laterales	2,75	Terraplén existente	Columnas de mortero de Ø 0,80m

Tabla 27. Resumen de tratamientos geotécnicos en rellenos.

Tratamientos geotécnicos. Resumen.

Se adjunta a continuación una tabla resumen con la tramificación de los distintos tratamientos propuestos.

Tratamiento geotécnico del terraplén PS A-48.

Para el caso concreto de los terraplenes existentes en el Paso Superior del Enlace de cambio de sentido, en los que se siguen produciendo asientos diferidos en el tiempo, quedando cortado al tráfico frecuentemente, se ha proyectado una doble actuación geotécnica, compuesta por:

- La colocación de caballones o banquetas laterales, adosadas al terraplén existente.
- Más la ejecución de columnas de mortero.

El objetivo de la colocación de las banquetas adosadas es el de evitar la deformación lateral que viene sufriendo el terraplén existente.

Para evitar que se sigan produciendo asientos importantes en el firme, se propone la puesta en obra de columnas de mortero de 80 cm de diámetro en malla triangular equilátera, espaciadas 2,50m entre ejes, perforados en el terraplén de acceso a cada estribo, y en los caballones laterales. La longitud necesaria para un empotramiento de al menos 3,00m en los materiales de la unidad TA, será de 20,00m.

Análisis de la estabilidad de rellenos con láminas de agua.

Teniendo en cuenta la situación de la actuación de proyecto, se ha revisado la directriz marcada por el apartado 4.5.1. de la Norma 5.2-IC, en relación con el análisis de los rellenos que sean alcanzados por láminas de agua, así como con la velocidad y altura de la corriente. Esta situación puede provocar la erosión de los espaldones y percolación de agua en el interior del relleno:

- Erosión de los taludes del relleno.
- Inestabilidad del relleno, en medianas laderas con formación de línea de saturación inclinada en el núcleo del relleno.
- Tubificación del relleno.

Estas situaciones no se van a producir en los rellenos proyectados por los siguientes motivos:

- Topografía totalmente plana del sustrato, por lo que se elimina el riesgo potencial asociado a secciones en media ladera.
- Rellenos construidos con suelos seleccionados en el núcleo y materiales con limitación de finos, en la cimentación (contenido máximo en finos del 12% y tamaño máximo de 20 cm), con permeabilidades elevadas y buen comportamiento frente al agua.
- En caso de construcción de rellenos en zonas inundadas en esteros de marisma se ha previsto la ejecución de motas singulares de protección con carácter definitivo que evitarán la formación de niveles piezométricos en los rellenos. Esto es una técnica habitual en la zona, evitando también la necesidad de protecciones de escollera.

5.7.3.- Materiales y fases constructivas

5.7.3.1.- Introducción

Se definen en este apartado las especificaciones mínimas de los materiales a utilizar y fases constructivas de las obras para la ejecución de los terraplenes proyectados.

5.7.3.2.- Fases de ejecución de los rellenos previstos en el proyecto

Los rellenos proyectados, sobre sustrato de marisma, incluidos aquellos en los que está prevista la mejora mediante ejecución de mechas drenantes o columnas de grava, y acometida por fases, se construirán con la siguiente metodología:

FASE 1: Trabajos previos y de preparación del cimiento:

1.1.- Trabajos previos de desecación (a ejecutar en el caso de terraplenes sobre zonas inundadas SINGULARES o áreas encharcadas):

En el caso de que la plataforma de ocupación de los nuevos terraplenes se encuentre inundada, se ha previsto la ejecución de trabajos previos de desecación:

- Ejecución en zonas SINGULARES, definidas en planos, de cordones (caballones) laterales o motas transversales previas con material de aporte o procedente de la excavación en su caso, para contención del agua y protección de la superficie de apoyo de los terraplenes en ejecución. Estos caballones se ejecutarán con avance sobre el propio caballón en ejecución.
- Bombeo del agua y desecación del terreno en los niveles superiores.

En el caso de existencia de áreas localizadas encharcadas se procederá directamente al bombeo del agua y desecación del terreno.

1.2.- Preparación de la superficie de apoyo. Cimiento de los terraplenes:

- Despeje y desbroce en su caso.
- Excavación de la tierra vegetal y retirada a lugar de empleo en obra, acopio intermedio o vertedero a cualquier distancia.
- Ejecución de saneo mínimo del nivel superior del terreno natural existente, con un espesor mínimo de excavación de 30 cm, para retirada de material alterado de baja compacidad/consistencia y/o fangos superiores. Retirada de materiales a vertedero a cualquier distancia o lugar de empleo en obra autorizado por el Director de las obras.

Para estos trabajos se ha previsto su ejecución con retroexcavadoras ligeras de cadenas con cazo y pluma de gran longitud y camiones ligeros de obra.

En el caso de existencia de rellenos antrópicos de mala calidad geotécnica: motas y caballones de marisma con ligera compactación, escombreras, etc; se procederá a la excavación en todo su espesor de estos materiales y retirada a vertedero o lugar de empleo en obra previamente autorizado por el director de las obras, de manera previa a la construcción del cimiento de los terraplenes.

Para el caso de caballones laterales existentes, éstos deberán excavarse y trasladarse lateralmente según la nueva ocupación de las obras. Se adjunta alguna fotografía de esta disposición de caballones existentes, tomada en las visitas al tramo realizadas durante la redacción del Proyecto.



Imagen 8. Márgenes A-48. Motas de protección existentes.



Imagen 9. Márgenes A-48. Motas de protección existentes.



Imagen 10. Vía de servicio márgenes A-4. Motas de protección existentes.



Imagen 11. Vía de servicio márgenes A-4. Motas de protección existentes.

FASE 2: Ejecución del cimiento de los terraplenes:

- Regularización con suelo seleccionado con buen comportamiento frente al agua, para la formación de una superficie plana de trabajo para apoyo y cimentación de los terraplenes, consistente en el extendido de capa de material seleccionado procedente de cantera con buen comportamiento frente al agua. Este material debe tener un contenido máximo en finos del 12% y tamaño máximo de 20 cm. Espesor mínimo de 50 cm, extendido en tongadas de 50 cm de altura máxima, compactadas como mínimo al 95% del PM.

NOTAS ACERCA DEL MATERIAL:

Durante los trabajos de redacción, se han visitado las canteras de la zona. En el Anejo nº 3 se recopila el estudio de canteras y materiales de aporte exteriores a la traza, realizado. Después del análisis realizado se ha propuesto la utilización del material procedente de la CANTERA DE SAN KRISTÓBAL, ubicada en el municipio de El Puerto de Santa María.

La cantera se ubica sobre una formación de areniscas calcáreas, que se explotan a cielo abierto, mediante maquinaria pesada de movimiento de tierras sin necesidad generalizada de empleo de explosivos y voladuras. El material extraído presenta un comportamiento excelente frente al agua. Se extrae con diferentes granulometrías en función del método de extracción y procesos de cribado posteriores.

Se adjuntan, a continuación, fotos de los distintos husos granulométricos que comercializa la empresa Bahía San Krisbopal, S.L., explotadora de la cantera.

- Frente de cantera: La granulometría depende del número de pasadas de bulldozer con Ripper. Se pueden extraer: escolleras hasta pedraplenes con tamaño máximo de 20 cm.



Imagen 12. – Cantera San Kristóbal. Material = frente de cantera.



Imagen 13. Cantera San Kristóbal. Material = frente de cantera.



Imagen 14. Cantera San Kristóbal. Material = frente de cantera.

- Suelo seleccionado: Frente de cantera cribado. Se obtiene un suelo seleccionado con tamaño máximo de 10 cm.



Imagen 15. Cantera San Kristóbal. Material = Suelo seleccionado.

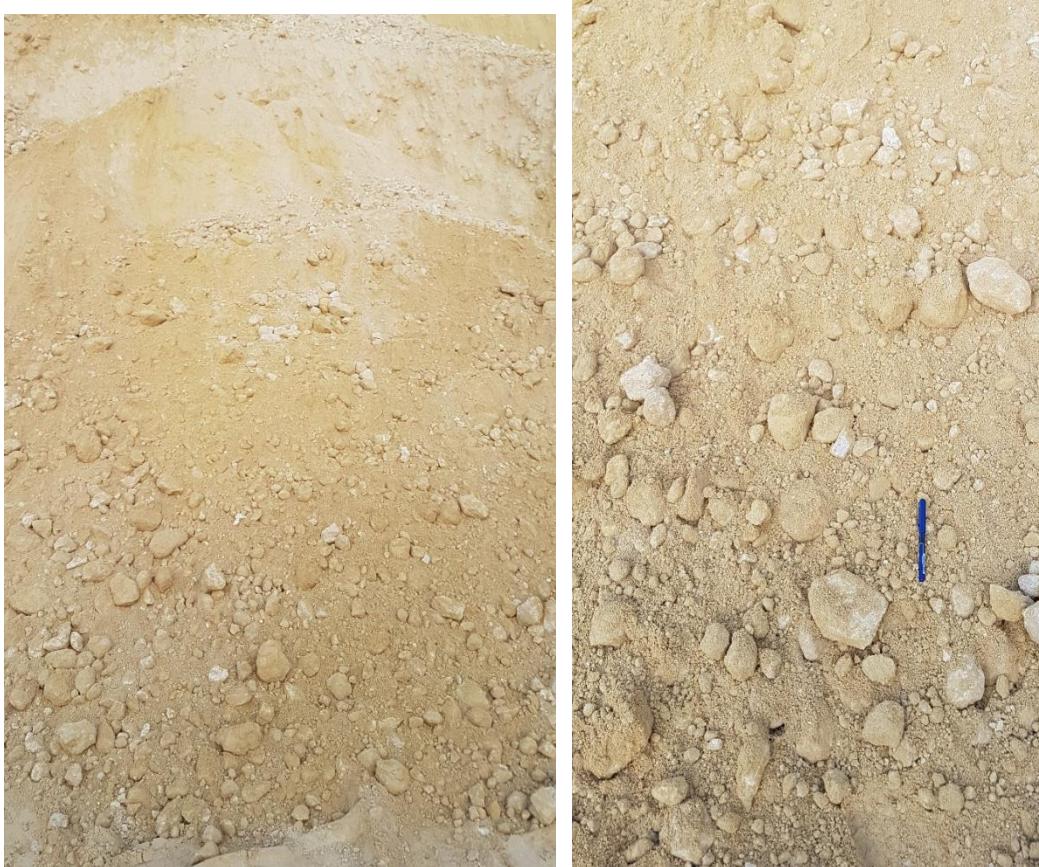


Imagen 16. Cantera San Kristóbal. Material = Suelo seleccionado.



Imagen 17. Cantera San Kristóbal. Criba para Suelo seleccionado.

En resumen, estos materiales:

- Presentan un comportamiento excelente frente al agua.
- Según el proceso de extracción y cribado posterior se puede obtener desde escolleras, pedraplens con distinto tamaño máximo de áridos, y suelos seleccionados con distintos tamaños máximos de árido (pudiendo ajustarse al PG-3 con tma de 10 cm).
- Estos materiales se han utilizado en todas las obras de la zona construidas sobre sustrato de marisma, con buen comportamiento y sin problemas generales de explotación en todos los casos.

Se adjunta un listado de obras referidas:

- Duplicación de la CN-IV Pk. 664,8 al 671,8. Tramo: Final de la Variante de Puerto Real – Tres Caminos.
- Variantes del Puerto de Santa María y Puerto real.
- Autovía A-48.
- Elevación de rasante en la CA-20 Pk 5+000 al 6+000
- Tren Tranvía Chiclana de la Frontera – Caño Zurruque – San Fernando.
- Polígono Industrial salinas de levante.
- Polígono Industrial salinas de poniente.
- Desvío de la Carretera del Poblado de Doña Blanca y conexión con N-IV.
- Etc.

Se acompaña fotografía de la fase de ejecución de los cimientos de los terraplenes, con este material, para la obra de Duplicación de la CN-IV:

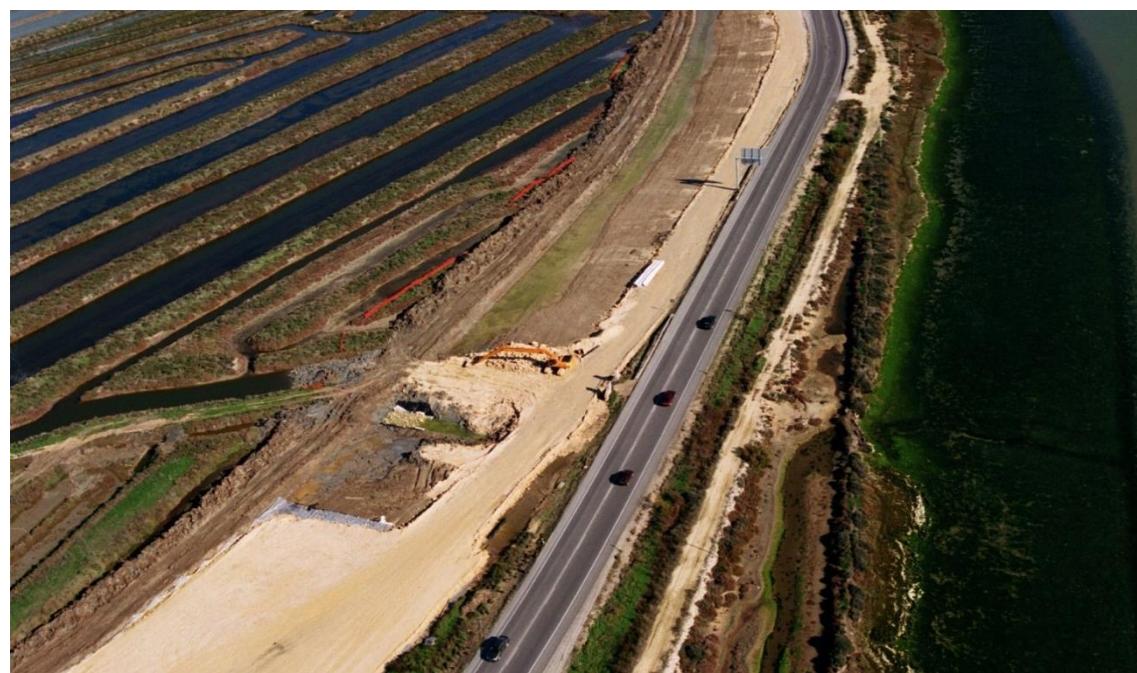


Imagen 18. Obras de Duplicación de la CN-IV. Material procedente de la Cantera San Kristóbal. Material = Suelo seleccionado.

- Estos materiales de la Cantera de San Cristobal presentan, en general, contenidos en finos reducido, lo cual implica y justifica su buen comportamiento frente al agua.
- Presente muy buena compactación con CBRs elevados.
- Se adjunta ejemplo de ensayo de laboratorio:

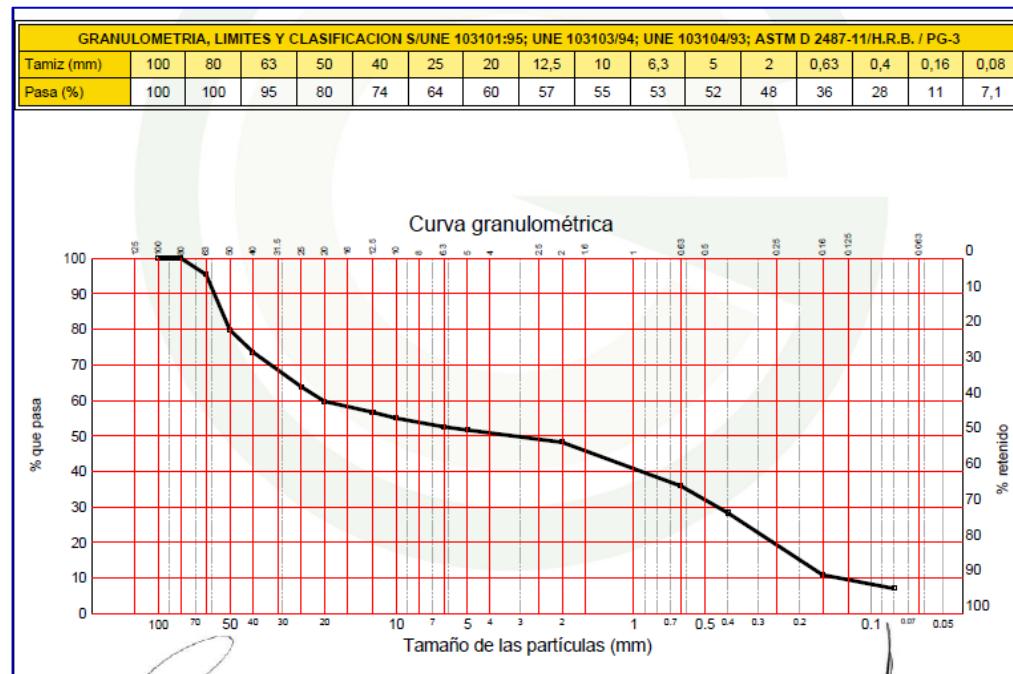


Imagen 19. Muestra Cantera San Kristóbal. Granulometría Suelo seleccionado.

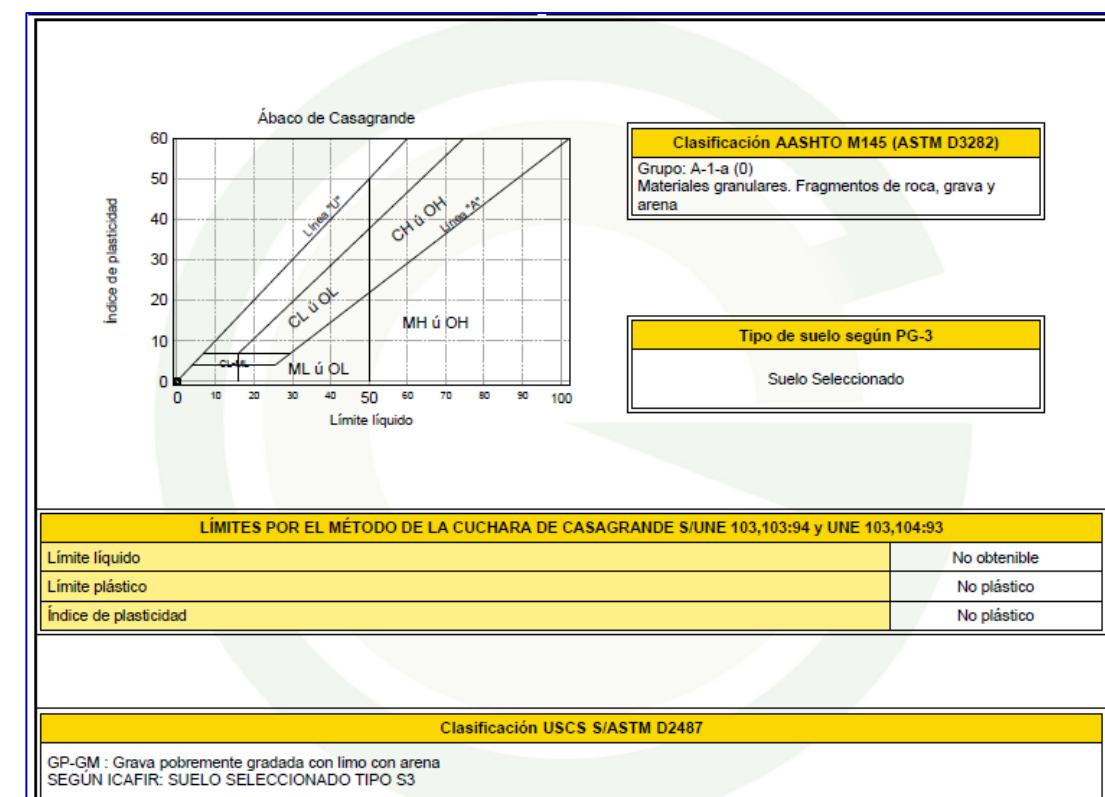


Imagen 20. Muestra Cantera San Kristóbal. Límites Atterberg Suelo seleccionado.

Suelo NO PLÁSTICO

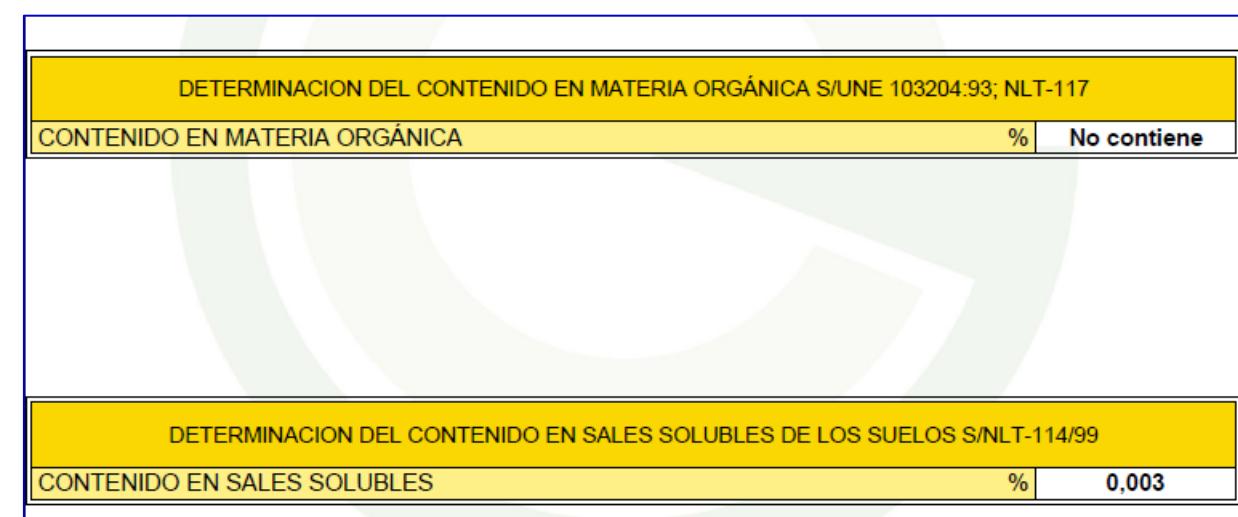


Imagen 21. Muestra Cantera San Kristóbal. MO y SS Suelo seleccionado.

Contenido nulo en material orgánica.

Contenido en sales solubles < 0,20 %

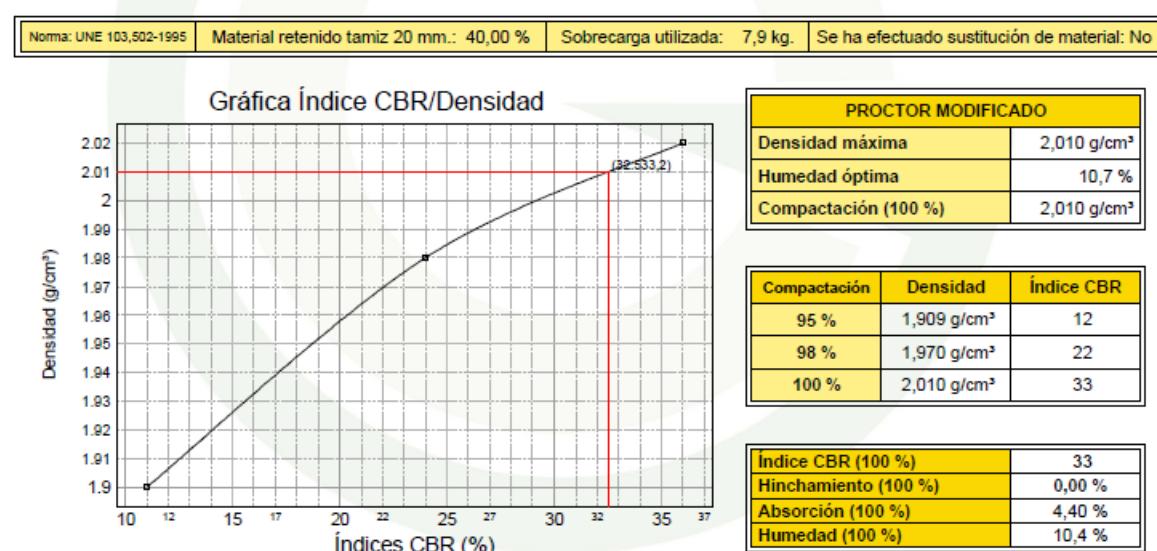


Imagen 22. Muestra Cantera San Kristóbal. CBR Suelo seleccionado.

Suelo seleccionado para compactación 98% del Proctor Modificado. CBR > 20.

- Esta capa debe constituir un nivel regularizado y sellado para circulación de la totalidad de la maquinaria de obra y cimiento de los terraplenes.
- En aquellos tramos, de acuerdo con los planos incorporados en el Anejo Geotécnico, donde no se ejecuten tratamientos de mejora del sustrato (drenes mecha o columnas de grava) se extenderá previamente un geotextil tejido de refuerzo, con función resistente y de separación igual al que se define en el punto siguiente., o bien un geocompuesto en aquellos casos de escasas alturas de terraplén.

FASE 3: Ejecución de los tratamientos de mejora del nivel de marisma:

- Colocación de un geotextil tejido de refuerzo, con función resistente y de separación. El geotextil se colocará en bandas perpendiculares al eje del viario en construcción, sobreponiendo en dos metros al pie del talud del relleno en ambos márgenes. Los solapes y procedimiento de puesta en obras estarán de acuerdo a las especificaciones del fabricante del producto.

NOTAS ACERCA DEL MATERIAL:

Para la redacción del proyecto se han mantenido reuniones con empresas especialistas en el sector de los geosintéticos. A raíz de la experiencia en obras aledañas y las prescripciones de dichas empresas especialistas se han seleccionado las tipologías más convenientes para los materiales tipo geosintéticos a colocar en las obras en proyecto.

Como referencia el geotextil cumplirá las siguientes especificaciones mínimas:

Geotextil tejido fabricado en fibra de PVA (Polivinil Alcohol) con módulo elástico de diseño longitudinal a 120 años superior a 2490 kN/ml EN ISO 10.319 y deformación nominal máxima inferior o igual al 6%.

- Colocación de una capa de material drenante con espesor mínimo de 30 cm constituida por grava de granulometría uniforme con t.m.a. de 10 cm.
- Ejecución del tratamiento de mejora de la marisma que corresponda: Mechas drenantes o Columnas de grava según la malla y profundidad proyectadas.

NOTAS ACERCA DEL MATERIAL:

La grava empleada es un elemento primordial para la buena ejecución de las columnas y debe cumplir los siguientes requisitos:

- Estar limpia, no se permite que la grava contenga finos
- Tener una granulometría limitada: 10-40 mm
- Ángulo de Rozamiento. Grava de machaqueo con ángulo de rozamiento > 45°.

En función de las cargas que vaya a soportar se puede exigir también una condición de dureza (desgaste Ensayo de Los Ángeles < 35 %).

Los requisitos de limpieza y granulometría influyen tanto en la capacidad portante de la columna como en la posibilidad de que pueda ejecutarse.

Las consecuencias sobre la capacidad de soportar cargas de una grava contaminada de finos y que no cumpla la granulometría exigida son evidentes, pero es que además influyen en la ejecución de la columna.

Para que la grava pueda circular sin problemas por el tubo alimentador interior debe tener la granulometría precisa y debe estar limpia, en caso contrario se producen obstrucciones dentro del tubo que producen retrasos en la ejecución de los trabajos o averías en los equipos.

Se ha calculado y justificado en el Anejo nº 7: Geotecnia del Corredor, la colocación como mínimo de una columna de grava en la franja exterior del terraplén.

Igualmente se ha prescrito la ejecución de dos mechas en dicha franja exterior del terraplén.

- Una vez ejecutadas las mechas drenantes o las columnas de grava, según cada caso, se procederá al rasanteo y nivelación de la capa drenante con 30 cm de espesor mínimo.

FASE 4: Ejecución del núcleo y espaldones de los terraplenes. Precarga:

- Colocación de un geotextil no tejido anticontaminante, con función de separación y antipunzonamiento.

NOTAS ACERCA DEL MATERIAL:

Geotextil no tejido con un gramaje mínimo de 300g/m², resistencia a punzonamiento (CBR) EN ISO 12236 > 3950 N.

- Ejecución del relleno hasta la rasante final proyectada, con material de calidad mínima suelo seleccionado Tipo 2 según artículo 330 del PG-3, en tongadas de 30 cm compactadas al 98% del PM, procedente la Cantera San Kristóbal u otra procedencia para con calidad y comportamiento geotécnico similar o superior, habiendo sido contrastado en obras aledañas en la zona en condiciones de puesta en obras, sustrato y uso similares.
- NOTA - Este relleno hasta rasante final, supone una precarga del terraplén equivalente al espesor de la explanada (suelo estabilizado S-EST-3) más el firme, igual a 80 cm.
- El relleno se construirá con el sobreancho mínimo necesario para que la sección transversal quede bien compactada según la geometría definida en los perfiles transversales proyectados, considerando adicionalmente los asientos que se van a producir.
- NOTA - Los rellenos de altura superior a 2,5 m deberán construirse en cuatro sub-fases, construcción en dos tramos y dos tiempos de espera, uno para cada altura construida:

- Fase 4.1.- **Construcción del relleno hasta una altura de 2 m.**
- Fase 4.2.- **Tiempo de espera** de consolidación del sustrato y producción de asientos. Auscultación y control de la evolución de los asientos según ratios de magnitud y tiempos previstos en el Proyecto. Tiempo de espera hasta que se produzca el 95% de la consolidación total primaria prevista para estos rellenos de 2 m de altura.

- Fase 4.3.- **Construcción del resto del relleno hasta rasante final**, incluida por tanto, como se ha dicho, precarga del terraplén equivalente al espesor de la explanada (suelo estabilizado S-EST-3) más el firme, igual a 80 cm.
- Fase 4.4.- **Tiempo de espera** de consolidación del sustrato y producción de asientos. Auscultación y control de la evolución de los asientos según ratios de magnitud y tiempos previstos en el Proyecto. Tiempo de espera hasta que se produzca el 95% de la consolidación total primaria prevista para este segundo tramo de construcción del terraplén.

FASE 5: Tiempo de espera para consolidación del sustrato y producción de asientos:

- Auscultación y control de la evolución de los asientos según ratios de magnitud y tiempos previstos en el Proyecto.
- Tiempo de espera hasta que se produzca el 95% de la consolidación total primaria prevista.
- Retirada de la precarga, hasta conseguir una rasante de -80 cm teniendo en cuenta el asiento del sustrato y del propio terraplén.
- Aporte de material si fuese necesario, en función del espesor asentado, con calidad mínima tipo suelo seleccionado Tipo 2 según artículo 330 del PG-3.
- Nivelación, refino y compactación de la rasante proyectada a cota -80 cm.

FASE 6.- Protección de espaldones y obras en márgenes:

- Los espaldones se protegerán con tierra vegetal, piel de escollera o escollera en su caso.
- Ejecución de obras márgenes de los terraplenes: drenaje, caminos, servicios, etc.

FASE 7.- Ejecución de las capas de explanada y capas de firme.

Ejecución de capa de coronación de la explanada de 30 cm de suelo S-EST3 y capas del paquete de firme.

5.7.4.- Estudio de desmontes

El proyecto, en base a los datos disponibles para esta fase, no contempla ningún desmonte a lo largo del trazado.

5.7.5.- Agresividad al Hormigón

Los suelos de la unidad Q_M , que afectan al total del trazado y que se extienden entre la superficie y unos 15 metros de profundidad media, presentan una agresividad fuerte por presencia de sulfatos. El sustrato de base constituido por la unidad T_A , no presenta agresividad al hormigón.

El agua freática analizada, ha proporcionado grados de ataque comprendidos entre medio y fuerte, bien por sulfatos o bien por contenido en CO_2 agresivo o por ambos motivos.

De acuerdo a la nomenclatura de la EHE, para las cimentaciones previstas en el proyecto se debe considerar lo siguiente:

Clase general de exposición: IIIc

Clase específica: Qc

5.7.6.- Explanada

Se ha estudiado, diseñado y proyectado la formación de la explanada cumpliendo tres objetivos prioritarios:

- Realizar soluciones similares a las obras del entorno que se ha comprobado han tenido un resultado satisfactorio a lo largo del tiempo.
- Disposición de explanadas dentro del catálogo de la Norma de Firmes 6.1-IC.
- Obtención de explanadas de espesor mínimo, para evitar grandes saneos y sobreexcavaciones no deseables en zona de marisma, que se derive en la eliminación de todo el espesor de las costras superiores parcialmente desecadas que presentan una sobreconsolidación.

En el apartado 5.10.1.-Formación de explanada se indica y justifica la explanada adoptada para los distintos viales del proyecto y su formación mediante capas de asiento a base de suelos seleccionados tipo 2 y suelos estabilizados tipo 3.

Esquemas aclaratorios de la explanada proyectada

En las siguientes figuras se muestran unos esquemas aclaratorios en los que se define la formación de explanadas comentadas en función de varias alturas de terraplén, y su coherencia con el resto de aspectos como puede ser la formación de rellenos y los tratamientos geotécnicos adoptados:

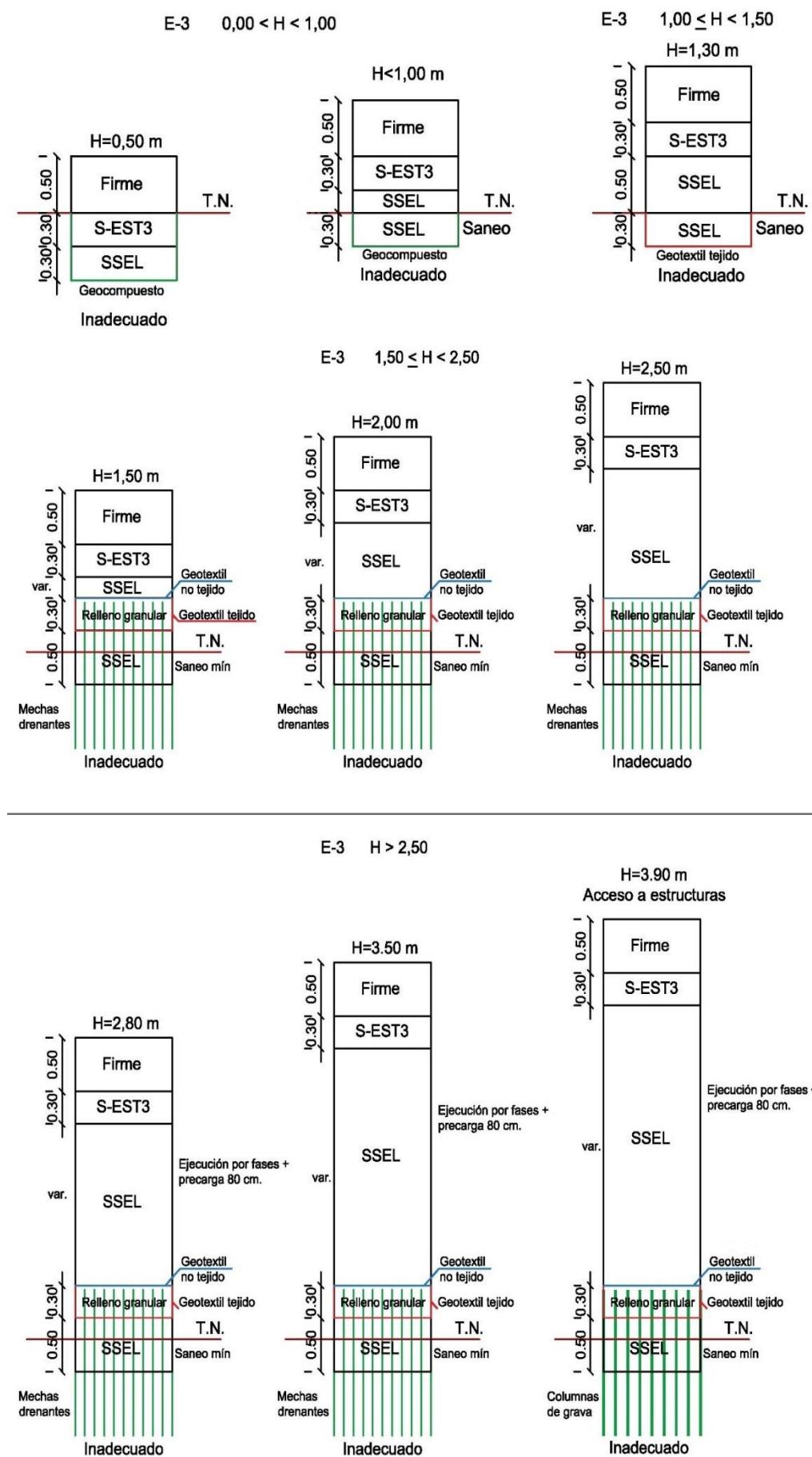


Imagen 23. Croquis aclaratorios de formación de explanadas y rellenos

5.7.7.- Déficits de medición de núcleo del relleno por consolidación

Se ha considerado en el balance de tierras para la ejecución de los rellenos proyectados los previsibles déficits de volúmenes de material tipo suelo seleccionado provocados por la consolidación y asiento del sustrato, según la altura de dichos rellenos y las características del cimiento de los mismos.

Se ha estimado un volumen de material adicional, tipo suelo seleccionado en formación de capas de núcleo y transición, considerando un valor medio del asiento calculado por consolidación de la marisma del orden del 23% de la altura de los rellenos, correspondiente a la situación media de todos los casos estudiados, para la situación desfavorables de una potencia de marisma de 15 m. Esto supone, considerando la misma área de ocupación de los rellenos un volumen adicional del 30% del total del relleno tipo suelo seleccionado para compensar la consolidación del sustrato.

5.7.8.- Coeficientes de Paso

COEFICIENTE DE PASO EXCAVACIÓN – TERRAPLÉN

A efectos de proyecto, es importante destacar que este coeficiente no será de utilidad, debido a que no existen materiales para su reutilización en obra, por tanto, no será de aplicación. No obstante, y a efectos de proyecto, se tendrá en cuenta un coeficiente de paso de 0.77 para la formación Qm, depósitos de marisma, debido a que será la formación afectada en la totalidad del trazado.

COEFICIENTE DE PASO EXCAVACIÓN – TRANSPORTE “COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO”

El valor obtenido es de 1.05, para humedades iguales a la media de la humedad natural. Es importante mencionar, que este tipo de materiales, muy plásticos y con una alta humedad, a la hora de cargarlos en camiones para su transporte a vertedero, se producen una serie de huecos entre las distintas tandas de carga, provocando que el coeficiente de esponjamiento será algo mayor, dependiendo en cualquier caso de la humedad que presenten, siendo posible tomar como válidos valores entre 1.10-1.15.

5.7.9.- Campaña de auscultación propuesta

Dadas las dificultades de carácter geotécnico que presenta este tramo, para garantizar el correcto comportamiento de la obra es imprescindible efectuar un minucioso control de asientos.

Este control puede desarrollarse con procedimientos topográficos. Dado que es importante conocer la evolución de los asientos desde el inicio de la aplicación de las cargas del terraplén, será necesario disponer placas de asiento apoyadas en el cimiento, el vástago de las cuales se irá creciendo al ir subiendo el terraplén, junto a estas. Al llegar a la coronación del terraplén (y de la precarga) se dispondrán clavos de nivelación para complementar el seguimiento.

Complementariamente se propone la instalación de dispositivos de medida de asientos en la base de los terraplenes mediante líneas continuas de asiento (LCA. 20 unidades). Asimismo, en los terraplenes de mayor altura, en los accesos a las estructuras, se instalarán piezómetros de cuerda vibrante en sondeos (2 por sondeo) en un total de 8 puntos, con el fin de determinar las sobrepresiones existentes en el nivel de fangos durante la puesta en obra del terraplén, y las disipaciones de estas tras la construcción de este. En estas zonas más delicadas se propone la instalación de células de presión total en el contacto terraplén-cimiento, con el fin de determinar la carga total que existe y relacionarla con las presiones de poros en los piezómetros.

5.8.- ESTUDIO DEL TRAZADO GEOMÉTRICO

5.8.1.- Definición de criterios de diseño y parámetros de trazado

5.8.1.1.- Velocidad y grupo de carreteras

La Norma 3.1.-IC de la Instrucción de Carreteras define como velocidad de proyecto de un tramo (V_p) aquella que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos de trazado en condiciones de comodidad y seguridad. Siendo por lo tanto uno de los más importantes condicionantes del diseño.

En el proyecto no se cuenta con un tronco que hace las veces de eje principal, sino que se tienen varios conjuntos de ejes, catalogados como ramales principales y secundarios en función de su importancia en el conjunto.

A su vez, estos ejes están sometidos a fuertes condicionantes (estructuras, geotecnia, hidráulica, otras infraestructuras, etc), con lo que se han adoptado velocidades de proyecto particularizadas para cada uno de los ejes.

También se ha definido para cada eje el grupo de carreteras, de modo que junto con la velocidad originan los parámetros de diseño principales en planta y alzado en cuanto a valores máximos y mínimos, cumplimiento de la norma de trazado, peraltes, etc.

A continuación, se muestran los criterios adoptados para los ramales principales del proyecto:

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33					
CRITERIOS DE DISEÑO - EJES PRINCIPALES					
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje		Velocidad de proyecto (Km/h)	Grupo de carreteras
		PK. inicial	PK. Final		
Sevilla - Cádiz	1	1+000,000	3+550,000	80	Grupo I
		3+550,000	4+150,000	70	
		4+150,000	5+422,128	80	
Chiclana - Cádiz	4	0+080,000	4+100,000	100	Grupo I
		4+100,000	5+356,631	80	
Chiclana - Sevilla	5	3+799,833	4+906,485	55*	Grupo II
Cádiz-Chiclana	7	5+886,081	6+603,717	55*	Grupo II
Sevilla - Chiclana	19	4+598,023	5+860,000	60	Grupo I
		5+860,000	8+783,475	100	
Cádiz - Sevilla	20	1+839,060	3+339,392	80	Grupo I

Tabla 28. Criterios de diseño (velocidad y grupo de carreteras) adoptados para los ejes principales
(*) Se toma 60 km/h a efectos de aplicación de la Norma y señalización

Los criterios de diseño adoptados para los ramales secundarios han sido:

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33					
CRITERIOS DE DISEÑO – RAMALES ACCESOS AL POLÍGONO DE TRES CAMINOS					
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Grupo de carreteras
		PK. inicial	PK. Final	Velocidad de proyecto (Km/h)	
Chiclana - Polígono de Tres Caminos	2	8+000,000	8+815,383	70	Grupo II
Cádiz - Polígono de Tres Caminos	12	0+000,000	0+411,851	60	Grupo II
Polígono de Tres Caminos - Chiclana	15	0+000,000	0+924,273	50	Grupo II
Polígono de Tres Caminos - Sevilla	16	7+834,408	8+328,883	60	Grupo II
Ramal Sevilla- Acceso al Polígono	22	3+140,053	3+709,463	60	Grupo II
Ramal Polígono-San Fernando	27	0+000,000	0+060,000	60	Grupo II

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33					
CRITERIOS DE DISEÑO – RAMALES ENLACE CHICLANA NORTE					
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Grupo de carreteras
		PK. inicial	PK. Final	Velocidad de proyecto (Km/h)	
Enlace de Chiclana - Ramal 1	9	1+000,000	1+947,284	60	Grupo II
Ramal Salida A-48-Chiclana	24	3+000,000	3+631,051	60	Grupo II
Ramal Salida Algeciras-Chiclana	25	4+000,000	4+699,409	40	Grupo II

Tabla 29. Criterios de diseño (velocidad y grupo de carreteras) adoptados para los ramales secundarios

El resto de ejes del proyecto, de menor entidad, presentan velocidades de proyecto entre 30 km/h, para glorieta, hasta 60 km/h para el resto de viales, reposiciones de vías de servicio, caminos, etc, en estos casos, dada la escasa entidad y volúmenes de tráfico en estos viales, se han adoptado en la medida de lo posible los parámetros mínimos de trazado para las velocidades asociadas a cada uno.

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33					
CRITERIOS DE DISEÑO - RESTO DE EJES					
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Grupo de carreteras
		PK. inicial	PK. Final	Velocidad de proyecto (Km/h)	
Glorieta del Polígono de Tres Caminos	13	0+000,000	0+150,796	30	Grupo II
Salida del Polígono de Tres Caminos	18	0+000,000	0+350,089	40	Grupo II
Cambio de sentido Chiclana_Tres Caminos	23	0+000,000	1+480,596	40	Grupo II
Vía colectora-distribuidora MI	29	0+000,000	1+092,918	60	Grupo II
Vía de colectora-distribuidora MD	30	0+000,000	1+411,975	60	Grupo II
Reposición vía de servicio A-4 margen derecha	33	0+000,000	1+656,504	50	Grupo II
Reposición vía de servicio CA-33 Margen derecha	34	0+000,000	0+669,385	40	Grupo II
Reposición de camino A-48 Margen Izquierda	47	0+000,000	0+533,800	40	Grupo II

Tabla 30. Criterios de diseño (velocidad y grupo de carreteras) adoptados para resto de ejes.

5.8.1.2.- Parámetros de trazado adoptados

En la siguiente tabla se muestran los parámetros generales mínimos adoptados en la definición de la geometría del trazado.

Se debe considerar que el trazado de los ejes definidos para la geometrización de los ensanches que se prevén en la actuación está condicionado en planta, alzado y peralte por las características geométricas de los viales existentes junto a los que se actúa. En cuanto a los ramales de nueva construcción, las condiciones para su definición geométrica llegan impuestas por las conexiones de salida y entrada a las plataformas existentes. En la Tabla 32. Características principales de los ejes del proyecto. se resumen las características del trazado de cada uno de los ejes empleados.

Parámetros generales mínimos de trazado adoptados								
	Ejes principales				Ramales secundarios			
Velocidad de proyecto	100 km/h	80 km/h	70 km/h	55-60 km/h	70 km/h	60 km/h	50 km/h	40 km/h
Trazado en planta								
Radio mínimo	450 m	250 m	180 m	120 m	180 m	130 m	80 m	50 m
Peralte máximo	8,00%	8,00% - 7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Línea de máxima pendiente	0,50%				0,50%			
Rectas Lmín.s	1,39 x Vp				1,39 x Vp			
Lmín.o	2,78 x Vp				2,78 x Vp			
Lmáx	16,70 x Vp				16,70 x Vp			
Clotoïdes	Aceleración centrífuga				Aceleración centrífuga			
	Pendiente transversal				Pendiente transversal			
	Percepción visual				Percepción visual			
	Lmáx ≤ 1,5 Lmín				Lmáx ≤ 1,5 Lmín			
Relación radios	Se ha considerado				Se ha considerado			
Trazado en alzado								
Rampa y pendiente máximas	4,00%	5,00%	6,00%	7,00%	6,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Kv mínimo convexo	7.125	3.050	1.857	812	1.857	1.085	598	303
Kv mínimo cóncavo	4.348	2.636	1.971	1.134	1.971	1.374	921	568
Lmin convexo	100 m	80 m	70 m	60 m	70 m	60 m	50 m	40 m
Lmin cóncavo	100 m	80 m	70 m	60 m	70 m	60 m	50 m	40 m
Coordinación Planta-Alzado	SI				SI			
Sección transversal								
Carriles	3,50+s m				3,50 + s (mín 4,00 m)			
Arcenes exteriores	2,50 m				2,50 m			
Arcenes interiores	1,00 m				1,00 m			
Bermas	1,00 m				1,00 m			

Tabla 31. Parámetros generales mínimos adoptados

Se debe indicar que para los parámetros mínimos adoptados asociados a las velocidades de proyecto, no se consideran los radios mínimos en las conexiones iniciales o finales entre ejes, o con los viales existentes, puesto que en esos puntos singulares se pueden originar velocidades específicas bajas que no son representativas del trazado del eje.

5.8.1.3.- Principales características

Se han trazado unos ejes de proyecto con definición completa y otros con definición en planta, como ejes auxiliares para el replanteo de conexiones, marcas viales, etc. Las zonas de cálculo de los ejes de definición completa se han establecido en función de los tramos efectivos de cálculo de cada eje.

El cálculo mecánico del trazado se ha realizado con el programa ISTRAM ISPOL 20.01.01.08 de enero de 2020.

Las características generales de la totalidad de ejes que se han calculado, así como las características de los ejes auxiliares de definición sólo en planta, se resumen en el siguiente cuadro:

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EJES

Denominación vía o ramal	Eje	Longitud (m)	Longitud de Cálculo (m)	EJES PRINCIPALES								Alzado							
				Sección transversal				Planta		Alzado				Velocidades					
				Calzada Ancho base (m)	Arcén Izq. (m)	Arcén Drcho. (m)	Berma (m)	Mediana (m)	Radio mín.* (m)	Radio máx. (m)	Kv mín	Kv máx	Kv mín	Kv máx	Pendiente máx. (%)	Velocidad de proyecto (km/h)	Vel específica máxima (km/h)	Vel específica mínima (km/h)	Velocidad de planeamiento (km/h)
Sevilla - Cadiz	1	4.422,128	3.172,128	7,00-10,50	1,00	2,50	1,00	2,0	500,000	850,000	1.857,000	65.000,000	3.000,000	60.000,000	5,000	80-70-80	128,000	106,500	113,530
Chiclana - Cadiz	4	3.389,497	3.091,387	7,00	1,00	2,50	1,00	Vble.	250,000	10.000,000	6.214,000	200.000,000	7.500,000	160.000,000	1,900	100-80	195,100	80,100	131,710
Chiclana - Sevilla	5	1.106,652	458,003	7,00	1,00	2,50	1,00	-	120,000	5.003,500	1.100,000	6.800,000	2.000,000	40.577,000	3,500	60 (55)	168,300	58,300	110,680
Cadiz-Chiclana	7	717,636	673,410	7,00	1,00	2,50	1,00	-	250,000	2.493,000	812,000	2.140,000	1.134,000	1.134,000	7,000	60 (55)	154,800	78,500	102,570
Sevilla - Chiclana	19	4.185,452	3.506,000	7,00	1,00	2,50	1,00	Vble.	165,000	5.003,000	1.085,000	100.000,000	1.913,876	10.000,000	6,000	60-100	168,300	66,520	112,270
Cadiz - Sevilla	20	1.500,332	743,192	7,00	1,00	2,50	1,00	-	300,000	848,000	3.051,000	7.262,000	2.637,000	2.637,000	5,000	80,000	127,920	86,500	107,860

Denominación vía o ramal	Eje	Longitud (m)	Longitud de Cálculo (m)	ACCESOS AL POLÍGONO DE TRES CAMINOS								Alzado				Velocidades			
				Sección transversal				Planta		Alzado				Velocidades					
				Calzada Ancho base (m)	Arcén Izq. (m)	Arcén Drcho. (m)	Berma (m)	Mediana (m)	Radio mín.* (m)	Radio máx. (m)	Kv mín	Kv máx	Kv mín	Kv máx	Pendiente máx. (%)	Velocidad de proyecto (km/h)	Vel específica máxima (km/h)	Vel específica mínima (km/h)	Velocidad de planeamiento (km/h)
Chiclana - Polígono de Tres Caminos	2	815,383	679,131	4,00	1,00	2,50	1,00	-	40,000	2.000,000	600,000	25.000,000	6.000,000	18.000,000	2,440	70,000	147,100	36,000	94,430
Cadiz - Polígono de Tres Caminos	12	411,851	225,159	4,00	1,00	2,50	1,00	-	30,000	3.870,000	3.484,000	11.430,000	-	-	1,520	60,000	168,300	31,600	105,400
Glorieta del Polígono de Tres Caminos	13	150,796	150,796	5,80	1,00	2,50	1,00	-	24,000	24,000	1.424,387	1.424,387	1.424,387	1.424,387	1,600	30,000	28,520	28,520	28,520
Polígono de Tres Caminos - Chiclana	15	924,273	795,949	4,00	1,00	2,50	1,00	-	18,200	600,000	7.500,000	7.500,000	1.200,000	20.000,000	7,000	50,000	106,600	25,010	69,880
Polígono de Tres Caminos - Sevilla	16	494,475	90,000	4,00	1,00	2,50	1,00	-	400,000	400,000	-	-	2.637,000	2.637,000	2,800	60,000	94,300	94,300	94,300
Salida del Polígono de Tres Caminos	18	358,232	65,089	7,00	1,00	1,00	1,00	-	55,000	60,000	-	-	568,000	3.000,000	4,380	40,000	43,200	41,550	42,840
Ramal Sevilla- Acceso al Polígono	22	569,410	280,463	4,00	1,00	2,50	1,00	-	350,000	1.207,000	1.289,000	1.512,000	2.436,000	2.947,000	2,500	60,000	129,400	90,200	116,820
Ramal Polígono-San Fernando	27	510,913	415,110	4,00	1,00	2,50	1,00	-	20,000	2.500,000	10.000,000	18.773,000	-	-	0,530	60,000	154,900	26,200	111,840
Reposición acceso a CA-33 pk 5+080	36	58,429	0,000	-	-	-	-	-	15,000	15,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A2	44	29,820	29,820	3,50	1,00	1,50	1,00	-	19,500	25,000	-	-	800,00	800,00	2,15	30,00	29,10	25,87	29,10
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A3	45	55,188	55,188	3,50	1,00	1,50	1,00	-	20,000	55,000	-	-	1000,00	1000,00	0,84	30,00	41,55	26,20	37,60
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A4	73	25,625	0,000	-	-	-	-	-	60,000	60,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glorieta del Polígono de Tres Caminos A1	74	47,917	0,000	-	-	-	-	-	30,000	30,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Denominación vía o ramal	Eje	Longitud (m)	Longitud de Cálculo (m)	ENLACE CAMBIO DE SENTIDO								Alzado				Velocidades			
				Sección transversal				Planta		Alzado				Velocidades					
				Calzada Ancho base (m)	Arcén Izq. (m)	Arcén Drcho. (m)	Berma (m)	Mediana (m)	Radio mín.* (m)	Radio máx. (m)	Kv mín	Kv máx	Kv mín	Kv máx	Pendiente máx. (%)	Velocidad de proyecto (km/h)	Vel específica máxima (km/h)	Vel específica mínima (km/h)	Velocidad de planeamiento (km/h)
Cambio de sentido Chiclana_Tres Caminos	23	1.480,596	69,924	4,00	1,00	2,50	1,00	-	120,000	120,000	-	-	4.000,000	4.500,000	0,320	40,000	-	-	-
Vía colectora-distribuidora MI	29	1.092,918	773,100	4,00	1,00	2,50	1,00	-	100,000										

5.8.2.- Ejes principales

En la siguiente tabla se muestran de manera detallada todas las características y parámetros principales del trazado de cada uno de los seis ejes principales:

PARÁMETRO	EJE 1. SEVILLA-CÁDIZ	EJE 4. CHICLANA-CÁDIZ	EJE 5. CHICLANA-SEVILLA	EJE 7. CÁDIZ-CHICLANA	EJE 19. SEVILLA-CHICLANA	EJE 20. CÁDIZ-SEVILLA
PLANTA						
Longitud total	4422.128 m	3389.210 m	1106.652 m	717.636 m	4185.452 m	1500.332 m
Longitud en CURVA CIRCULAR	1870.049 m. 42.29%	1226.733 m. 36.19%	902.240 m. 81.53%	526.992 m. 73.43%	1817.913 m. 43.43%	964.687 m. 64.30%
Longitud en CLOTOIDE	1075.890 m. 24.33%	259.700 m. 7.66%	141.995 m. 12.83%	190.645 m. 26.57%	334.406 m. 7.99%	535.645 m. 35.70%
Longitud en RECTA	1476.189 m. 33.38%	1903.064 m. 56.15%	62.416 m. 5.64%	0.000 m. 0.00%	2033.133 m. 48.58%	0.000 m. 0.00%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	613.442 m.	1348.421 m.	62.416 m.	0.000 m.	1595.906 m.	0.000 m.
Longitud de la RECTA MAS CORTA	185.805 m.	35.284 m.	62.416 m.	0.000 m.	437.227 m.	0.000 m.
RADIO MAXIMO	850.000 m. Ve = 128.00 Km/h	10000.000 m. Ve = 195.10 Km/h	5003.500 m. Ve = 168.30 Km/h	2493.000 m. Ve = 154.80 Km/h	5003.000 m. Ve = 168.30 Km/h	848.000 m. Ve = 127.92 Km/h
RADIO MINIMO	500.000 m. Ve = 106.50 Km/h	250.000 m. Ve = 80.10 Km/h	120.000 m. Ve = 58.30 Km/h	250.000 m. Ve = 78.50 Km/h	165.000 m. Ve = 66.52 Km/h	300.000 m. Ve = 86.50 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	613.670 m.	4362.343 m.	2232.428 m.	1152.175 m.	1871.721 m.	585.920 m.
Total de CURVAS A LA DERECHA	4	3	4	2	3	4
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	3	2	2	1	5	2
Total de RECTAS	4	4	1	0	2	0
ALZADO						
Longitud Total	4420.000 m.	3123.210 m.	545.508 m.	673.605 m.	3530.955 m.	1156.307 m.
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	2657.046 m. 60.11%	2097.389 m. 67.15%	88.736 m. 16.27%	393.647 m. 58.44%	2541.966 m. 71.99%	746.380 m. 64.55%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	1762.954 m. 39.89%	1025.821 m. 32.85%	456.773 m. 83.73%	279.958 m. 41.56%	988.989 m. 28.01%	409.927 m. 35.45%
Longitud en RAMPA	1142.648 m. 25.85%	921.528 m. 29.51%	45.688 m. 8.38%	186.645 m. 27.71%	2324.939 m. 65.84%	366.742 m. 31.72%
Longitud en PENDIENTE	1514.399 m. 34.26%	1175.861 m. 37.65%	43.047 m. 7.89%	207.002 m. 30.73%	217.027 m. 6.15%	379.638 m. 32.83%
PENDIENTE MAXIMA	5,00%	1,90%	3,50%	7,00%	6,00%	5,00%
PENDIENTE MINIMA	0,02%	0,03%	0,04%	0,34%	0,01%	0,12%
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	0,92%	0,28%	1,54%	3,39%	0,82%	2,74%
P x L	40.752 m.	8.633 m.	8.386 m.	22.846 m.	29.122 m.	31.658 m.
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	89.778 m. entre vertices	44.500 m. entre vertices	41.014 m. entre vertices	2.987 m. entre vertices	89.185 m. entre vertices	6.769 m. entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	139.712 m. pen= 5.00%	16.687 m. pen= 1.90%	4.900 m. pen= 3.50%	50.542 m. pen= 7.00%	74.857 m. pen= 6.00%	194.915 m. pen= 4.30%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	132.754 m. pen= -5.00%	183.539 m. pen= -1.15%	2.754 m. pen= -3.46%	5.340 m. pen= -7.13%	25.060 m. pen= -6.00%	9.952 m. pen= -5.00%
Acuerdo Concavo MAXIMO	60000	160000	40577	1134	10000	2637
Acuerdo Concavo MINIMO	3000	7500	2000	1134	1913,876	2637
Acuerdo Convexo MAXIMO	65000	200000	6800	2140	100000	7262
Acuerdo Convexo MINIMO	1857	6214	1100	812	1085	3051
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	117.293 m.	118.600 m.	80.110 m.	106.596 m.	103.422 m.	134.487 m.
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	63.992 m.	73.791 m.	76.519 m.	58.643 m.	100.000 m.	100.008 m.
Número de tramos	13	10	6	23	9	25
Longitud Tramo minimo	0,81	0	1,6	2,987	22,723	4,586
Longitud Tramo máximo	770,68	817,58	39,188	136,103	2164,179	194,415
Total de Acuerdos cóncavos	7	4	2	1	4	1
Total de Acuerdos convexos	5	5	3	2	4	2
VELOCIDADES						
VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	128.00 Km/h	195.10 Km/h	168.30 Km/h	154.80 Km/h	168.30 Km/h	127.92 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	106.50 Km/h	80.10 Km/h	58.30 Km/h	78.50 Km/h	66.52 Km/h	86.50 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	113.53 Km/h	131.71 Km/h	110.68 Km/h	102.57 Km/h	112.27 Km/h	107.86 Km/h

Tabla 33. Resumen detallado de parámetros de trazado en ejes principales

5.8.3.- Ramales de entrada y salida. dimensionamiento de los carriles

Los criterios generales que se han adoptado para la definición geométrica de los ramales de los enlaces son:

- El eje de replanteo en planta y en alzado de los ramales unidireccionales coincide con una de las líneas blancas.
- El sentido de los ejes de definición de los ramales unidireccionales coincide con el sentido de recorrido del ramal.
- Los ramales de enlace unidireccionales se han proyectado con una calzada de mínimo 4 metros (3,50 + sobreancho), arcén interior de 1,00 m, arcén exterior de 2,50 m.
- La ley de variación de peralte, así como la de sobreanchos en las alineaciones circulares de radio inferior a 250 m adoptadas para los ramales del enlace, son las que marca la Norma 3.1- IC de septiembre de 2001, así como la Guía de Nudos Viarios.
- Los carriles de aceleración y deceleración del tronco de la autovía se calculan para las correspondientes velocidades de proyecto del eje principal y el ramal, y en todos los casos, tanto en entradas como en salidas del eje principal, la tipología adoptada ha sido la de carril de cambio de velocidad paralelo.

Como se ha indicado, en todos los casos los carriles de cambio de velocidad, tanto de aceleración como de deceleración serán de tipo paralelo. La figura esquemática que los define es la siguiente.

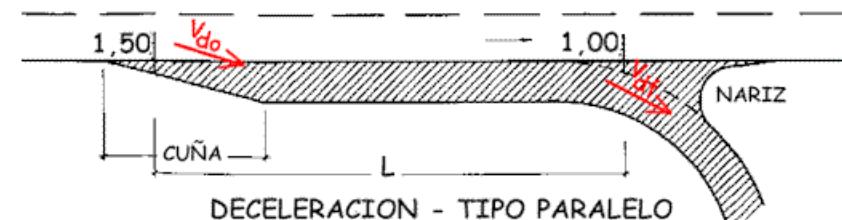
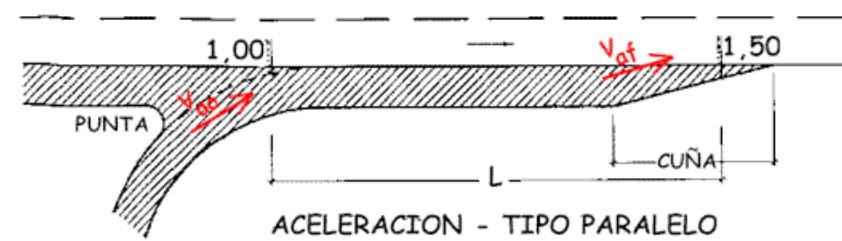


Imagen 24. Tipología de carriles de cambio de velocidad

Las dimensiones de las cuñas de aceleración y deceleración se definen en la siguiente tabla:

TABLA 7.4. LONGITUD (m) DE LA CUÑA TRIANGULAR DE TRANSICIÓN

MÍN. (V_p' LIMITADA) (km/h)	DECELERACIÓN	ACELERACIÓN
≤ 80	70	133
100	83	167
120	100	175

La longitud mínima de los carriles se ha calculado de acuerdo al apartado 7.4.4.1.2. Dimensiones, de la Norma de Trazado, que aplica las siguientes fórmulas:

• Carriles de aceleración

$$L = 1120 \frac{1 - 2 \cdot i}{(1 + 2,65 \cdot i)^3} \cdot \ln \frac{175 \cdot (1 - 2 \cdot i) - V_{ao} \cdot (1 + 2,65 \cdot i)}{175 \cdot (1 - 2 \cdot i) - V_{af} \cdot (1 + 2,65 \cdot i)} - 6,4 \cdot \frac{V_{af} - V_{ao}}{(1 + 2,65 \cdot i)^2} - \frac{V_{af}^2 - V_{ao}^2}{96 \cdot (1 + 2,65 \cdot i)} \geq 200 \text{ m}$$

• Carriles de deceleración

$$L = \frac{V_{d0}^2 - V_{df}^2}{254 \cdot i + 50} \geq 100 \text{ m}$$

En el trazado estudiado se diseñan los siguientes carriles de cambio de velocidad, que son ramales secundarios en el enlace (acceso al polígono, cambio de sentido y acceso a Chiclana).

La figura esquemática que los define es la siguiente con los puntos característicos: cuña, sección 1,5m, paralelo y sección 1m, y que servirá para esquematizar de forma gráfica la información que se ofrece acerca del dimensionamiento:

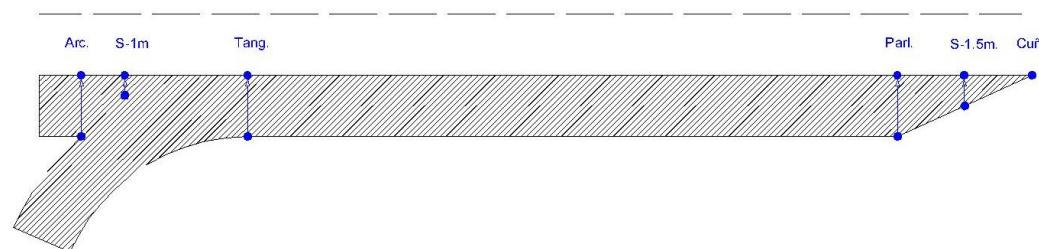
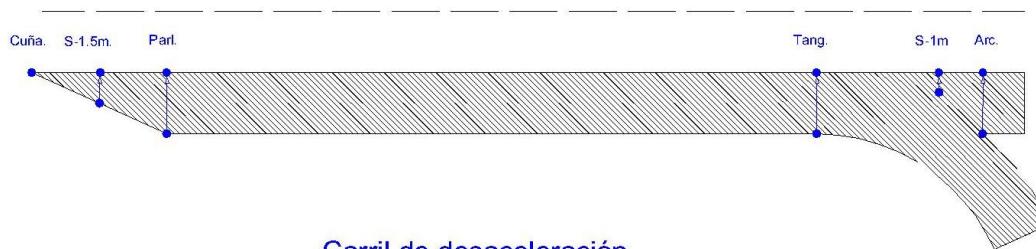


Imagen 25. Puntos de replanteo de carriles de cambio de velocidad en el eje principal.

En las siguientes tablas se caracterizan los ramales y su dimensionamiento, replanteando en base al pk del eje, de acuerdo con la figura mostrada:

1 Tronco principal: Eje 1 Sevilla-Cadiz			
Ramal:	SALIDA	Eje 12	Margen : IZQUIERDO
Pte Tronco	0,0878%	VT 100	
		VR 40	
Longitud 1.5-C	167		
S-1 m	5+055,000		
Parl	5+140,000		
S-1.5 m	5+222,254		
Cuña	5+270,000		

2 Tronco principal: Eje 1 Sevilla-Cadiz			
Ramal:	ENTRADA	Eje 27	Margen : DERECHO
Pte Tronco	-0,0878%	VT 100	
		VR 60	
Longitud 1.5-C	245		
S-1 m	5+000,000		
Parl	5+149,571		
S-1.5 m	5+245,000		
Cuña	5+316,571		

3 Tronco principal: Eje 7 Cádiz-Chiclana			
Ramal:	ENTRADA	Eje 15	Margen : DERECHO
Pte Tronco	5,4000%	VT 100	
		VR 60	
Longitud 1.5-C	240		
S-1 m	6+238,625		
Parl	6+402,764		
S-1.5 m	6+478,764		
Cuña	6+535,764		

4 Tronco principal: Eje 20 Cádiz-Sevilla			
Ramal:	ENTRADA	Eje 16	Margen : DERECHO
Pte Tronco	1,6723%	VT 100	
		VR 60	
Longitud 1.5-C	200		
S-1 m	2+672,802		
Parl	2+796,802		
S-1.5 m	2+872,802		
Cuña	2+929,802		

5 Tronco principal: Eje 4. A-48 Calzada izquierda			
Ramal:	SALIDA	Eje 2	Margen : DERECHO
Pte Tronco	-1,2500%	VT 80	
		VR 60	
Longitud 1.5-C	100		
S-1 m	4+603,000		
Parl	4+543,000		
S-1.5 m	4+503,000		
Cuña	4+473,000		

6 Tronco principal: Eje 19: Sevilla-Chiclana	Ramal: SALIDA	Eje 22	Margen : DERECHO
Pte Tronco	0,6755%	VT 65	
		VR 60	
Longitud 1.5-C	100		
S-1 m	5+381,651		
Parl	5+321,651		
S-1.5 m	5+281,651		
Cuña	5+251,651		

7 Tronco principal: Eje 19. A-48 Calzada derecha	Ramal: SALIDA	Eje 23	Margen : DERECHO
Pte Tronco	0,0100%	VT 100	
		VR 40	
Longitud 1.5-C	170		
S-1 m	7+222,208		
Parl	7+099,723		
S-1.5 m	7+052,294		
Cuña	7+016,723		

8 Tronco principal: Eje 4. A-48 Calzada izquierda	Ramal: ENTRADA	Eje 23	Margen : DERECHO
Pte Tronco	0,0300%	VT 100	
		VR 40	
L	200		
S-1 m	2+949,777		
Parl	3+054,348		
S-1.5 m	3+149,777		
Cuña	3+221,348		

9 Tronco principal: Eje 9. Ramal salida Chiclana	Ramal: SALIDA	Eje 29	Margen : DERECHO
Pte Tronco	-0,0500%	VT 80	
		VR 60	
Longitud 1.5-C	120		
S-1 m	1+710,005		
Parl	1+621,000		
S-1.5 m	1+590,005		
Cuña	1+551,000		

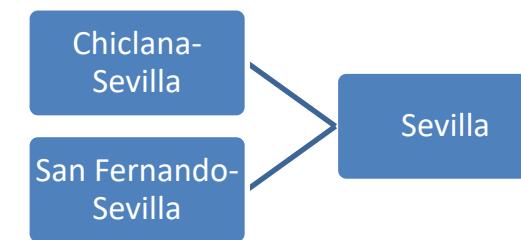
10 Tronco principal: Eje 24. Salida A-48-Chiclana	Ramal: ENTRADA	Eje 30	Margen : DERECHO
Pte Tronco	1,2523%	VT 80	
		VR 60	
L	200		
S-1 m	3+205,270		
Parl	3+329,270		
S-1.5 m	3+405,270		
Cuña	3+462,270		

5.8.4.- Confluencias y bifurcaciones

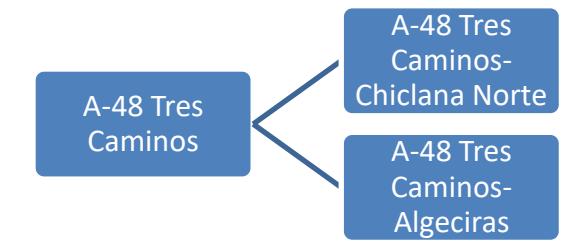
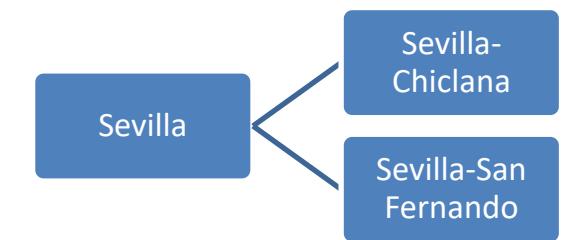
Como se ha indicado con anterioridad, las confluencias y bifurcaciones se establecerán por la coincidencia de flujos de tráfico similares.

En el trazado propuesto, se tienen varias confluencias y bifurcaciones, que son las siguientes:

a) Confluencias



b) Bifurcaciones



5.8.4.1.- Longitudes de transiciones de carriles en confluencias y bifurcaciones

Se han realizado las transiciones cumpliendo las distancias mínimas de seguridad marcadas por la figura 7.15 de la Norma de trazado.

No ha sido posible por unos 200 metros realizar la confluencia de los viales que concurren desde Sevilla y Chclana hasta San Fernando, pasando de cuatro carriles a dos, ya que se tienen 900 metros de disponibilidad, por la presencia del nuevo puente Zuazo, y no los 1.100 mínimos que marca la Norma.

Las longitudes implantadas se corresponden con lo indicado en la siguiente figura:

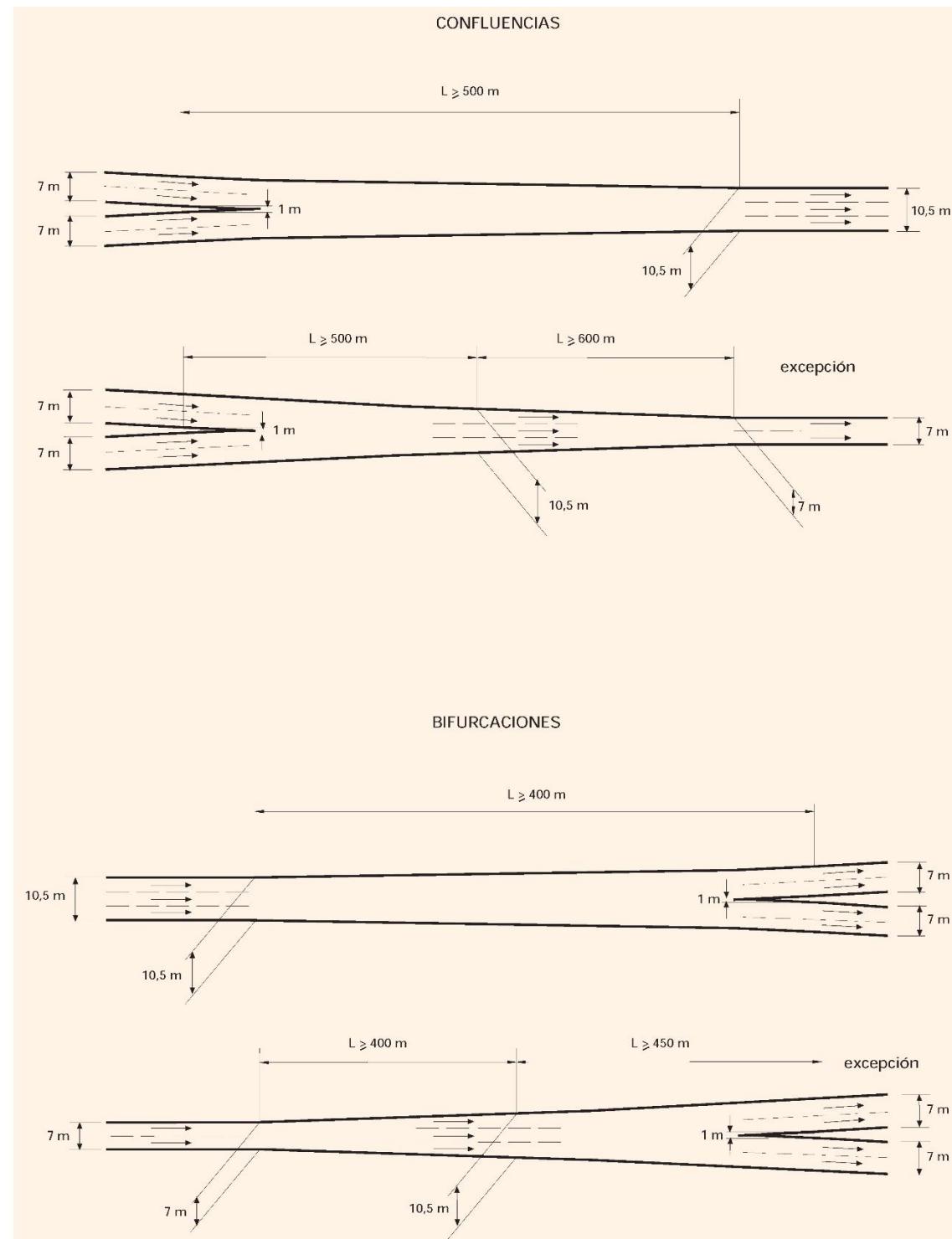


Imagen 26. Confluencias y bifurcaciones

En la siguiente tabla se indican todas las transiciones de carriles en los cambios de sección derivados de las confluencias y bifurcaciones presentes en el trazado:

TRANSICIONES DE CARRILES							
Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	EJE	Pk inicio transición	Pk final transición	TRANSICIÓN PROYECTO	TRANSICIÓN 3,1-IC	JUSTIFICACIÓN NO CUMPLIMIENTOS
1	Confluencia	Eje 1. Sevilla-Cádiz (Calzada derecha 4 a 3)	4+450	4+900	450	500	Resulta inviable realizar transiciones más largas sin tener que ampliar el tablero del nuevo puente Zuazo de entrada a San Fernando.
		Eje 1. Sevilla-Cádiz (Calzada derecha 3 a 2)	4+900	5+400	500	600	Resulta inviable realizar transiciones más largas sin tener que ampliar el tablero del nuevo puente Zuazo de entrada a San Fernando.
2	Confluencia	Eje 1. Sevilla-Cádiz (Calzada izquierda de 4 a 3)	4+555	5+060	505	500	OK
3	Confluencia	Eje 19. A-48 (Calzada derecha 4 a 3)	5+730	6+230	500	500	OK
4	Bifurcación	Eje 4. A-48 (Calzada izquierda 3 a 4)	3+840	4+240	400	400	OK
5	Confluencia	Eje 4. A-48 (Calzada izquierda 4 a 3)	1+970	2+470	500	500	OK
6	Bifurcación	Eje 19. A-48 (Calzada derecha 3 a 4)	8+130	8+532	402	400	OK
8	Bifurcación	Eje 1. Sevilla-Cádiz (Calzada derecha 2 a 3)	2+260	2+760	500	400	OK
		Eje 1. Sevilla-Cádiz (Calzada derecha 3 a 4)	2+760	3+340	580	450	OK
7	Confluencia	Eje 1. Sevilla-Cádiz (Calzada izquierda 4 a 3)	3+417	2+917	500	500	OK
		Eje 1. Sevilla-Cádiz (Calzada izquierda 3 a 2)	2+917	2+317	600	600	OK

Tabla 34. Longitudes de transiciones en carriles de confluencia y bifurcación

5.8.5.- Glorietas

En el trazado proyectado únicamente se ha definido una glorieta de nueva ejecución, que canaliza los movimientos de los ramales del polígono de Tres Caminos.

Al ser estos ramales unidireccionales de un carril de circulación, se ha optado por que la glorieta presente igualmente un único carril de circulación. En el siguiente cuadro se muestran sus características geométricas:

Eje	Tipología	Radio exterior	Calzada anular	Arcén izdo.	Arcén dcho.	Bermas
13	Circular	24	5,80	0,5	1,0	1,0

Tabla 35. Secciones tipo en glorieta.

5.8.6.- Distancias de seguridad disponibles

En toda la traza no existen inconformidades de Normativa del tipo entradas y salidas consecutivas, salidas y entradas consecutivas, salidas consecutivas o entradas consecutivas, en cuanto a ramales de aceleración o deceleración proyectados. Es decir, no existen trenzados ni otros incumplimientos entre carriles de aceleración y deceleración.

Como se ha indicado en el punto 5.8.4.1.-las confluencias y bifurcaciones cumplen con las longitudes de transición mínimas, salvo la confluencia de las direcciones Chiclana-San Fernando, y Sevilla-San Fernando, en la que resulta inviable realizar transiciones más largas sin tener que ampliar el tablero del nuevo puente Zuazo de entrada a San Fernando.

En algún caso no se ha podido cumplir con la distancia de 250 metros entre secciones transversales especiales, principalmente entre secciones de confluencias y bifurcaciones con secciones características de carriles de entrada y salida. A modo de ejemplo, no se ha podido disponer de 250 metros de separación entre la confluencia Cádiz- Chiclana con el actual carril de salida de la A-4 hacia la vía de servicio.

En el siguiente cuadro, se muestran todas las distancias existentes entre los diferentes ramales, así como entre confluencias y bifurcaciones. También se justifican los no cumplimientos de la Norma 3.1-IC, aunque como se verá, todos ellos son de poca entidad e importancia.

DISTANCIAS RAMALES-CONFLUENCIAS-BIFURCACIONES									
RAMAL	CONFLUENCIA	BIFURCACIÓN	OTRO	EJE DE CONTROL DE DISTANCIA	PK SECCIÓN DE CONTROL 1	PK SECCIÓN DE CONTROL 2	DISTANCIA PROYECTO	DISTANCIA 3.1-IC	JUSTIFICACIÓN NO CUMPLIMIENTO
Entrada Polígono de Tres Caminos		Chiclana-Sevilla		1	5+020	4+550	470	250	OK
Polígono de Tres Caminos-Chiclana		Polígono de Tres Caminos-Sevilla		15	0+000	0+360	360	250	OK
Polígono de Tres Caminos-Chiclana	Cádiz-Sevilla			7			Solape	250	La entrada del ramal Polígono-Chiclana prácticamente solapa con la confluencia Sevilla-Cádiz. Se entiende que la entrada del ramal en la calzada San Fernando-Sevilla, se produce antes de que puedan existir interferencias con el tráfico procedente de la calzada Sevilla-Chiclana, y que generan la confluencia Cádiz-Sevilla dirección Chiclana. Se trata de por tanto de un no cumplimiento que no va a afectar a la funcionalidad del nudo, ya que los vehículos siguen por flujos separados hasta una distancia considerable. Es un punto que se puede arreglar sin dificultad con señalización. La solución de trazado sería muy compleja, forzada y costosa, pues implicaría una nueva estructura muy esviada que pasara por encima de la calzada San Fernando-Sevilla, para poder permitir su entronque con la calzada San Fernando-Chiclana con una cierta distancia de antelación.
Polígono de Tres Caminos-Sevilla		Entrada ramal en eje 20		16	7+960	8+240	280	250	OK
Polígono de Tres Caminos-Sevilla	Cádiz-Chiclana			1	3+900	3+560	340	250	OK
Ramal Sevilla acceso Polígono de Tres Caminos		Cádiz-Chiclana		19	5+020	5+280	260	250	OK
Sevilla acceso Polígono de Tres Caminos	Cádiz-Sevilla			19	5+380	5+735	355	250	OK
Acceso al Polígono desde Chiclana		Sevilla acceso Polígono de Tres Caminos		2	8+060	8+300	240	250	Imposibilidad de adelantar más la salida desde el eje 4, debido a la presencia de la estructura del Duque de la Victoria, y la bifurcación Sevilla-Cádiz. Por la presencia del Polígono de Tres Caminos, tampoco se puede mover más el ramal Sevilla-Polígono
Acceso al Polígono desde Chiclana	Cádiz-Sevilla			4	4+200	4+480	280	250	OK
Polígono-San Fernando	Chiclana-Sevilla			1	4+380	4+980	600	250	OK
Polígono de Tres Caminos-Sevilla	Chiclana-Sevilla			20	2+180	2+640	460	250	OK
Acceso al Polígono desde Chiclana	Chiclana-Sevilla			4	4+620	5+080	460	250	OK
Cambio de sentido Chiclana-Tres Caminos. Ramal deceleración	Cádiz-Sevilla			19	5+735	6+960	1225	-	OK
Cambio de sentido Chiclana-Tres Caminos. Ramal aceleración		Cádiz-Sevilla		4	3+325	4+200	875	-	Es la distancia disponible por condiciones topográficas y de morfología existente. No se puede estirar más dicha longitud. En todo caso, el tráfico desde el cambio de sentido es tan pequeño, que se garantiza la inexistencia de problemas por la suficiente longitud entre la bifurcación y el ramal de cambio de sentido.
		Algeciras-Chiclana Norte	Vía colectora-distribuidora Margen derecha	24	3+000	3+180	180	250	El tráfico en la vía colectora distribuidora será muy reducido, y por tanto, apenas va a existir interferencia entre los flujos de tráfico. Además, se tiene la glorieta del enlace de Chiclana Norte, y no parece una solución funcional desde el punto de vista de la capacidad y la continuidad, llevar hasta las proximidades de la glorieta la entrada de la vía colectora-distribuidora a la salida A-48 hacia Chiclana-Norte. Además, en esa zona existe fuerte interferencia con el proyecto del tranvía Chiclana-San Fernando, y ello ocasionaría un aumento de ocupación de espacio nada beneficioso con estos condicionantes.
Lazo salida Algeciras-Chiclana-Norte		Algeciras-Chiclana Norte		24	3+000	3+400	400	250	OK
Lazo salida Algeciras-Chiclana-Norte	Chiclana Norte-Algeciras A-48			4	1+660	1+910	250	250	OK
		Chiclana Norte-Algeciras A-48	Vía colectora-distribuidora Margen izquierda	9	1+700	1+900	200	250	No se puede retrasar más la cuña por la presencia de la estructura existente sobre la A-48 que dará salida a Chiclana dirección Cádiz-Sevilla. Además, el reducido tráfico que tendrá la vía colectora-distribuidora, no aconseja adelantar más la confluencia, con el sobrecosto y ocupación de mayor espacio que ello conlleva de forma innecesaria. Se entiende una solución más que dimensionada para el poco ambicioso objetivo de dar acceso a una vía colectora con un tráfico muy restringido.
Carril deceleración vía de servicio existente A-4	Cádiz-Chiclana			1	2+317	2+238	79	250	Existe actualmente un carril de deceleración en la margen izquierda de la autovía A-4. El final de la secuencia completa de la confluencia (paso 3 a 2) se tiene en el pk 2+317 del tronco, estando la sección característica inicial del carril de deceleración existente en el pk 2+238. Sin embargo es cierto que la sección característica de inicio de la confluencia se sitúa en el pk del tronco 3+540, lo que posibilita una distancia disponible de 1.302 metros para que los vehículos procedentes de Cádiz y que quieran acceder a la vía de servicio puedan posicionarse con suficiente antelación y seguridad. En todo caso, el tráfico de salida por ese carril de deceleración a la vía de servicio es mínimo, puesto que sólo da acceso a una gasolinera y a alguna propiedad salinera. Además, el enlace principal correspondiente que da accesibilidad a los principales destinos se sitúa en el pk 664 de la A-4, a más de tres km de distancia del final de nuestro trazado. Se ha optado también por no reducir las longitudes de transición en la confluencia, donde van a confluir tráficos importantes, manteniendo las distancias mínimas indicadas en la Norma de Trazado de aplicación.

Tabla 36. Distancias de seguridad entre elementos de trazado

5.8.7.- Secciones tipo

En los planos de secciones tipo se muestran con detalle las dimensiones geométricas de los ejes del proyecto. Como resumen, podemos concluir lo siguiente:

- Ejes principales doble calzada (Tramos de calzada doble de la CA-33, A-48 y A-4)

En viales nuevos, la sección tipo está constituida por dos calzadas, con dos carriles cada una de 3,5 m, arcenes exteriores de 2,5 m e interiores de 1 m, y bermas de 1,0 metros... En el caso de la A-48, se ampliará la plataforma por el exterior, dotándolo de carril de 3,5, arcén de 2,5 metros y berma de 1,0 metros.

- Ejes principales calzada única independiente

La sección tipo está constituida por una calzada, con dos carriles de 3,5 m, arcén exterior de 2,5 m e interior de 1 m. Las bermas serán de 1,0 metros.

- Ramales de enlace, ejes unidireccionales de un carril, ejes secundarios

En cuanto a la sección tipo de los ramales y viales unidireccionales, esta estará constituida por un carril de 3,50 m + sobreancho (mínimo 4 m), con arcén izquierdo de 1m y exterior de 2,5 m. La berma, igualmente de 1,00 m.

- Otros ejes

Los viales análogos y coincidentes a viales existentes, como puedan ser las estructuras de salida del Polígono, o de salida desde Chiclana Norte, que pasa a ser unidireccional de dos carriles, mantendrán la misma sección que los actuales.

5.8.7.1.- Sobreancho en curvas

Tal y como indica la Norma 3.1-IC, se ha dispuesto sobreancho en curvas, especialmente en los ramales y viales unidireccionales de un sentido 3,50 metros de ancho base, siendo en este caso el mínimo de 4 metros. También se ha dispuesto sobreancho en curva en aquellos ejes principales que presentan radios menores de 250 metros.

En general, para alineaciones circulares de radio inferior a 250 metros, el ancho total de cada carril será

$$3,5 + l^2 / (2 \times R_h)$$

Siendo:

L = longitud del vehículo, medido entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m)

R_h = Radio del eje en la curva horizontal (m).

En base a lo expuesto anteriormente, se muestran los sobreanchos adoptados, en función de la progresiva y por carril.

TABLAS DE SOBREANCHOS				TABLAS DE SOBREANCHOS				TABLAS DE SOBREANCHOS			
EJE 2				EJE 15				EJE 19			
ANCHOS DERECHA				ANCHOS DERECHA				ANCHOS DERECHA			
Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
8+124,869	4,17	0,00	0	0+000,000	5,80	0,00	0	5+134,000	7,00	0,00	0
8+294,301	4,17	0,00	0	0+037,615	5,35	0,00	0	5+395,035	7,49	0,00	0
8+322,648	4,00	0,00	0	0+067,685	4,00	0,00	0	5+709,935	7,49	0,00	0
8+744,811	4,00	0,00	0	0+718,114	4,00	0,00	0	5+760,560	7,00	0,00	0
8+794,424	4,10	0,00	0	0+767,114	4,41	0,00	0	ANCHOS IZQUIERDA			
8+804,000	4,10	0,00	0	0+795,949	4,41	0,00	0	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
ANCHOS IZQUIERDA				ANCHOS IZQUIERDA				ANCHOS IZQUIERDA			
Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
8+000,000	0,00	0,00	0	0+000,000	0,00	0,00	0	5+134,000	0,00	0,00	0
TABLAS DE SOBREANCHOS											
EJE 5				EJE 25				EJE 27			
ANCHOS DERECHA				ANCHOS DERECHA				ANCHOS DERECHA			
Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
4+275,322	7,00	0,00	0	0+000,000	0,00	0,00	0	4+000,000	5,07	0,00	0
4+369,991	7,00	0,00	0	0+150,949	0,00	0,00	0	4+079,627	5,07	0,00	0
4+401,346	7,70	0,00	0	0+240,949	4,00	0,00	0	4+138,274	4,00	0,00	0
4+583,321	7,70	0,00	0	0+320,327	4,00	0,00	0	4+460,437	4,00	0,00	0
4+616,350	7,00	0,00	0	0+477,401	7,77	0,00	0	ANCHOS IZQUIERDA			
4+733,325	7,00	0,00	0	ANCHOS IZQUIERDA				Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
4+275,322	0,00	0,00	0	4+285,000	4,18	0,00	0	0+000,000	6,03	0,00	0
TABLAS DE SOBREANCHOS											
EJE 12				EJE 18				EJE 27			
ANCHOS DERECHA				ANCHOS DERECHA				ANCHOS DERECHA			
Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
0+186,692	4,00	0,00	0	0+285,000	4,18	0,00	0	0+009,176	6,03	0,00	0
0+195,351	4,00	0,00	0	0+309,413	4,85	0,00	0	0+039,176	4,00	0,00	0
0+348,430	4,00	0,00	0	0+342,891	4,85	0,00	0	0+415,110	4,00	0,00	0
0+378,430	5,35	0,00	0	0+346,490	5,43	0,00	0	ANCHOS IZQUIERDA			
0+411,851	5,80	0,00	0	0+350,089	5,43	0,00	0	Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2
Pk	Ancho 1 (m)	Ancho 2 (m)	Eje Ancho 2	0+285,000	4,18	0,00	0	0+000,000	0,00	0,00	0
0+186,692	0,00	0,00	0	0+309,413	4,85	0,00	0	ANCHOS IZQUIERDA			

Tabla 37. Sobreanchos adoptados en curvas

5.8.7.2.- Estudio de radios de giro y trayectorias

Se ha realizado un estudio de trayectorias en los puntos más conflictivos y desfavorables del trazado, básicamente en los ramales de nueva construcción con radios reducidos.

Estos ramales de radio reducido y posibles trayectorias comprometidas resultantes son:

Accesos al Polígono

Eje 12: Ramal Cádiz - Polígono de Tres Caminos y paso a través de glorieta.

Eje 15: Polígono de Tres Caminos – Chiclana, con paso a través de glorieta.

Enlace de Chiclana Norte

Eje 25: Ramal Salida Algeciras A-48 – Chiclana.

Se ha realizado el estudio de acuerdo a las condiciones de explotación indicadas en la tabla 2.3-B de la Guía de Nudos Viarios:

TABLA 2.3-B

MÍNIMO VEHÍCULO PATRÓN PARA NUDOS QUE NO SEAN GLORIETAS

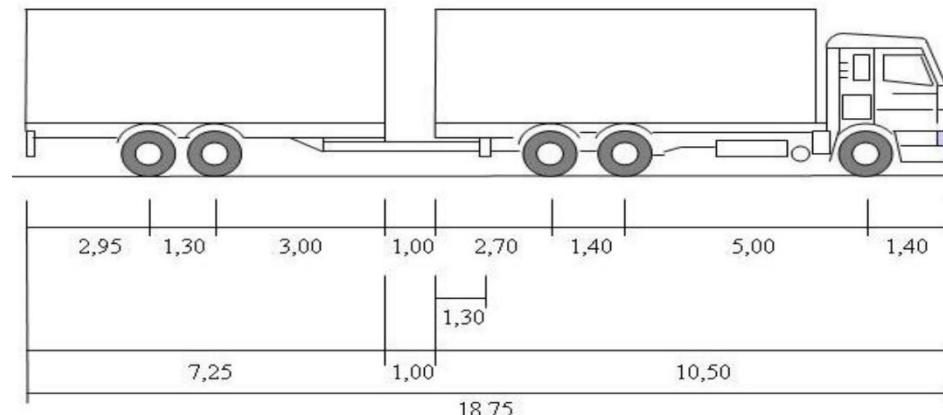
CIRCUNSTANCIAS DE LA EXPLOTACIÓN		ORDINARIAS	EXTRAORDINARIAS
Autopistas	Enlaces entre autopistas	Tren de carretera	
	Enlaces en autopistas que permiten cambiar de sentido en ellas, o que conectan con carreteras convencionales con acceso a núcleos industriales o comerciales		
	Intersecciones que forman parte de un enlace en una autopista, en otras circunstancias	Vehículo articulado	Tren de carretera
Carreteras convencionales	Enlaces	Tren de carretera	
	Intersecciones en carreteras ¹ C-100 ó C-80	Vehículo articulado	Tren de carretera
	Resto de las intersecciones	Camión ligero ²	Vehículo articulado
	Accesos	Según la función que vayan a desempeñar las vías que se conectan	

Se ha considerado por tanto como vehículo patrón el tren de carretera. Adicionalmente, dados los problemas que suelen presentar para los giros, también se han estudiado las trayectorias efectuadas por un autobús rígido.

Las figuras siguientes muestran los vehículos patrón considerados:

TREN DE CARRETERA PATRÓN

(dimensiones en metros)



AUTOBÚS RÍGIDO PATRÓN

(dimensiones en metros)

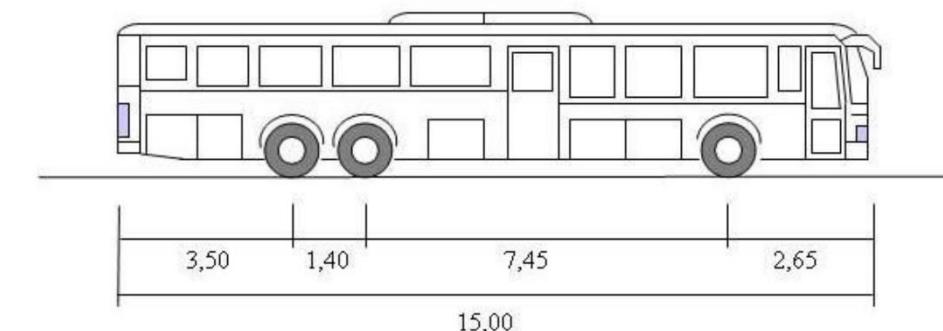


Imagen 27. Vehículos patrón considerados.

Para las trayectorias descritas por los vehículos patrón considerados en los movimientos pésimos de ramales de nueva construcción, con los sobreanchos adoptados según el apartado anterior, se ha podido comprobar que el espacio barrido por dichos vehículos más la holgura necesaria quedan inscritos dentro los bordes del carril.

5.8.8.- Peraltes

Como se ha indicado con anterioridad, los ejes del proyecto se han englobado dentro de los grupos 1 y 2 de carreteras, con lo que se han adoptado los siguientes peraltes;

Grupo 1		Grupo 2	
250 < R < 700	p = 8	50 < R < 350	p = 7
700 < R < 5000	p = 8 - 7,3 (1 - 700/R) ^{1,3}	350 < R < 2500	p = 7 - 6,08 (1 - 350/R) ^{1,3}
5000 < R < 7500	p = 2	2500 < R < 3500	p = 2
7500 < R	Bombeo	3500 < R	Bombeo

Siendo:

- R = radio de la curva circular (m).
- P = peralte (%).

La transición del peralte se realiza según lo indicado en el apartado 4.6 de la Norma 3.1-IC. En general la transición del peralte se desarrolla a lo largo de las clotoides en planta.

El desvanecimiento del bombeo se hará en la alineación recta e inmediatamente antes de la tangente de entrada, y la transición del peralte se efectuará en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo, como sigue:

- Desde el 0% al 2% se producirá de igual forma que el desvanecimiento del bombeo, en una longitud máxima de 20 metros.
- Desde el punto del peralte del 2% hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), el peralte aumentará linealmente.

5.8.9.- Estudios de visibilidad.

Se han realizado los estudios de visibilidad de parada para todos los ejes principales a las velocidades de proyecto asignadas a cada uno, y para cada carril de circulación, interior, derecho y en algunos casos carril central, aunque lógicamente los que condicionan el estudio de visibilidad son por lo general los carriles adyacentes a los bordes en zonas de curvas.

Dada la problemática particular del eje 2, ramal A-48- Polígono de Tres caminos, por la presencia de la pila ubicada entre los ejes 2 y 4, se ha estudiado la visibilidad también específicamente en este vial, considerando la ubicación de la pila en el estudio. También se ha considerado dicha pila en el estudio de visibilidad del eje 4.

En general, los resultados han sido satisfactorios, sin embargo, se han detectado algunas pérdidas de visibilidad en zonas puntuales debido a la presencia de barreras visuales (básicamente, sistemas de contención). Si bien los parámetros de trazado mínimos cumplen en todos los casos con los correspondientes a las velocidades de proyecto adoptadas, la presencia de dichas barreras visuales implica que la velocidad señalizada deba en esos casos revisarse a la baja para garantizar que se dispone de visibilidad de parada suficiente en cada carril de circulación de dichos ejes.

En la siguiente tabla se resumen los resultados:

ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33						
VISIBILIDAD DE PARADA - EJES PRINCIPALES						
Denominación vía o ramal	Eje	Definición del eje			Estudio de visibilidad (realizado para los carriles de circulación y a Vp)	Velocidad recomendada a señalizar
		PK. inicial	PK. Final	Tramos Vp (Km/h)		
Sevilla - Cadiz	1	2+250,000	3+550,000	80	Correcto	80
		3+550,000	4+150,000	70	Correcto	70
		4+150,000	5+422,128	80	Correcto	80
Chiclana- Polígono	2	8+124.000	8+715,000	60	Correcto	60
Chiclana - Cádiz	4	1+967,134	4+100,000	100	Correcto	100
		4+100,000	5+058,521	80	Problemas con barreras visuales en carril izquierdo (4+454- 4+779)	60
Chiclana - Sevilla	5	4+413,000	4+733,325	55	Problemas con barreras visuales en carril derecho (4+413-4+493)	50
Cadiz-Chiclana	7	5+886,081	6+559,491	55	Correcto	60
Sevilla - Chiclana	19	5+134,000	5+860,000	60	Correcto	60
		5+860,000	8+640,000	100	Problemas con barreras visuales en carril izquierdo (8+370- 8+640)	100 -Hasta 8+370 80 -Desde 8+370
Cadiz - Sevilla	20	2+200,170	2+943,362	80	Problemas con barreras visuales en carril izquierdo (2+300-2+665)	70

Tabla 38. Resultados de los estudios de visibilidad y velocidades a señalizar

5.9.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS

5.9.1.- Introducción y aspectos considerados

El objeto de este apartado es el análisis del movimiento de tierras que se va a producir durante las obras del enlace en proyecto, para obtener una optimización de los materiales a emplear con un transporte mínimo de recorrido.

De acuerdo con lo establecido en el Anejos de Geología y Geotecnia, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Prácticamente la totalidad del trazado es en terraplén y la escasa excavación que se define es justificada por el saneo del cimiento del terraplén, al ser un suelo inadecuado. De esta forma, el material procedente de excavación se destina a vertedero y no es posible compensación de tierras.
- El material procedente de la excavación de los desmontes de la traza puede obtenerse mediante métodos de excavación tipo convencional en toda la longitud de la autovía.
- El material obtenido en las excavaciones no es aprovechable según el tramo para rellenos y terraplenes. Por tanto, se trata de un terreno no apto, en su mayoría inadecuado, con lo que va a resultar necesaria la consolidación y saneo de buena parte del terreno natural de apoyo de las calzadas.

- Por ello, no existen compensaciones longitudinales, ni transversales, ni canteras de compensación a lo largo de la obra, ya que todo el material necesario para rellenos, así como el necesario para la formación de explanadas mediante pedraplens y rellenos drenantes, será necesario que procedan de préstamos o canteras. De manera análoga, todas las tierras excavadas o de saneo, serán enviadas a vertederos autorizados.

El movimiento de tierras del Proyecto se ha medido empleando el programa ISPOL. Este programa aplica el teorema de Papus-Guldin para el cálculo de cubicaciones con dos algoritmos, uno calcula las áreas de los perfiles transversales realiza la semisuma de las áreas de perfiles consecutivos y multiplica por la distancia entre ellos medida en el eje, el segundo calcula los baricentros de los distintos perfiles y con ellos la distancia entre perfiles, utilizando esta distancia para el cálculo. El primer algoritmo está indicado para ejes con radios amplios (tronco), mientras que el segundo para ejes con radios pequeños (ramalets, glorietas, etc.).

La automatización de este cálculo se ha realizado con el programa ISTRAM ISPOL V. 20.01.01.08, de enero de 2020. Para el presente proyecto, el terreno empleado para la consecución de los perfiles del terreno se ha obtenido a partir de cartografía procedente de restitución del vuelo realizado específicamente para el proyecto

Se incluyen aquí las hipótesis fundamentales adoptadas para el diseño de los perfiles transversales y para el cálculo de las diversas partidas integrantes del movimiento de tierras:

El terraplén resultante del cálculo mecanizado:

- no incluye el volumen de explanada en coronación de terraplén.
- no incluye el volumen de explanada en fondo de excavación en los tramos en los que es necesaria su colocación para alcanzar la categoría deseada.
- no incluye el volumen de cimiento de terraplén ocupado por el espesor de tierra vegetal y suelo inadecuado retirados en su caso.
- distingue del resto del terraplén el relleno del cimiento como material seleccionado con control de finos con buen comportamiento frente al agua.

El desmonte resultante del cálculo mecanizado:

- no incluye el volumen de tierra vegetal, que además no se considera.
- sí incluye el suelo retirado para alojar la explanada en el fondo de excavación.
- no se distingue la excavación en roca de la excavación en el resto de materiales, al no ser necesaria dicha distinción.

5.9.2.- Clasificación de los materiales y procedimiento de excavación

En el apartado 5.3.1.2.-Litología de esta memoria se describen las características geológico-geotécnicas de las diferentes formaciones que afectan al proyecto, en base a los resultados de los ensayos de campo y laboratorio.

A partir del estudio geotécnico, se puede afirmar que para los materiales a excavar no será necesario el uso de explosivos en ninguna zona a lo largo de la traza. Por tanto, en todo el tramo se podrá excavar con medios mecánicos convencionales.

5.9.3.- Necesidades y aprovechamiento de materiales. Balance general de tierras.

5.9.3.1.- Necesidades de los materiales

En el apartado 5.3.2.-Procedencia de materiales se describen los materiales y volúmenes para la ejecución de las obras, así como los yacimientos considerados como fuentes de materiales.

5.9.3.2.- Tierra vegetal

En cuanto a la tierra vegetal, no existe excavación de este material, ya que por la naturaleza de las formaciones existentes, no hay presencia de tierra vegetal apta para su reutilización. No se considera tampoco adecuado la procedencia exterior de tierra vegetal, puesto que puede contener numerosas semillas de especies alóctonas indeseables desde el punto de vista medioambiental. Por tanto se propone, con la conformidad del Parque Natural, que es lo que se está haciendo actualmente en otras áreas y zonas del Parque, aprovechar los fangos extraídos en limpiezas de obras de drenaje y cubetas de encarcamientos como tierra vegetal para el arraigo de las nuevas plantaciones. El propio Parque Natural nos ha indicado que esta forma de proceder está arrojando excelentes resultados.

Las necesidades de tierra vegetal se exponen en la siguiente tabla:

Superficies de Extendido de Tierra Vegetal (m²)		Espesor (m)	Total (m³)	
Zonas de Firme Desmantelado	Firmes en carreteras desmanteladas	17.983	0,3	5.395
Taludes en creación de canales en zona de la Cigüeña		4.855	0,3	1.457
Glorietas		875	0,3	263
Total			7.114	

Tabla 39. Necesidades de tierra vegetal

En cuanto al proceso de acopio de dichos fangos, se prevé un cordón de acopio en ambos márgenes de la carretera o zonas adyacentes a los viales existentes, para facilitar su uso posterior en extendidos. Además, también será posible el acopio en las zonas de instalaciones auxiliares.

5.9.3.3.- Aprovechamiento de materiales

Las características del proyecto y los materiales afectados hacen que la obra sea completamente deficitaria en tierras y éstas tengan que provenir en todos los casos de canteras. Las características de los materiales que serán obtenidos en las excavaciones que hay que realizar, (que se limitan básicamente a saneos), los descartan para su reutilización en cualquier tipo de relleno proyectado. Nos encontramos ante suelos clasificados como marginales o incluso inadecuados según el PG-3, tal y como se puede ver en el punto de caracterización del Anejo 7 de este proyecto. Por ello, todo el volumen desmontado debe ser enviado a vertedero, así como todo el volumen necesario procederá de canteras.

5.9.3.4.- Balance general de tierras

En el siguiente esquema se incluye un resumen claro y conciso de las procedencias y necesidades de los materiales de toda la obra, desvíos provisionales incluidos, a partir del cual se calculan los balances.

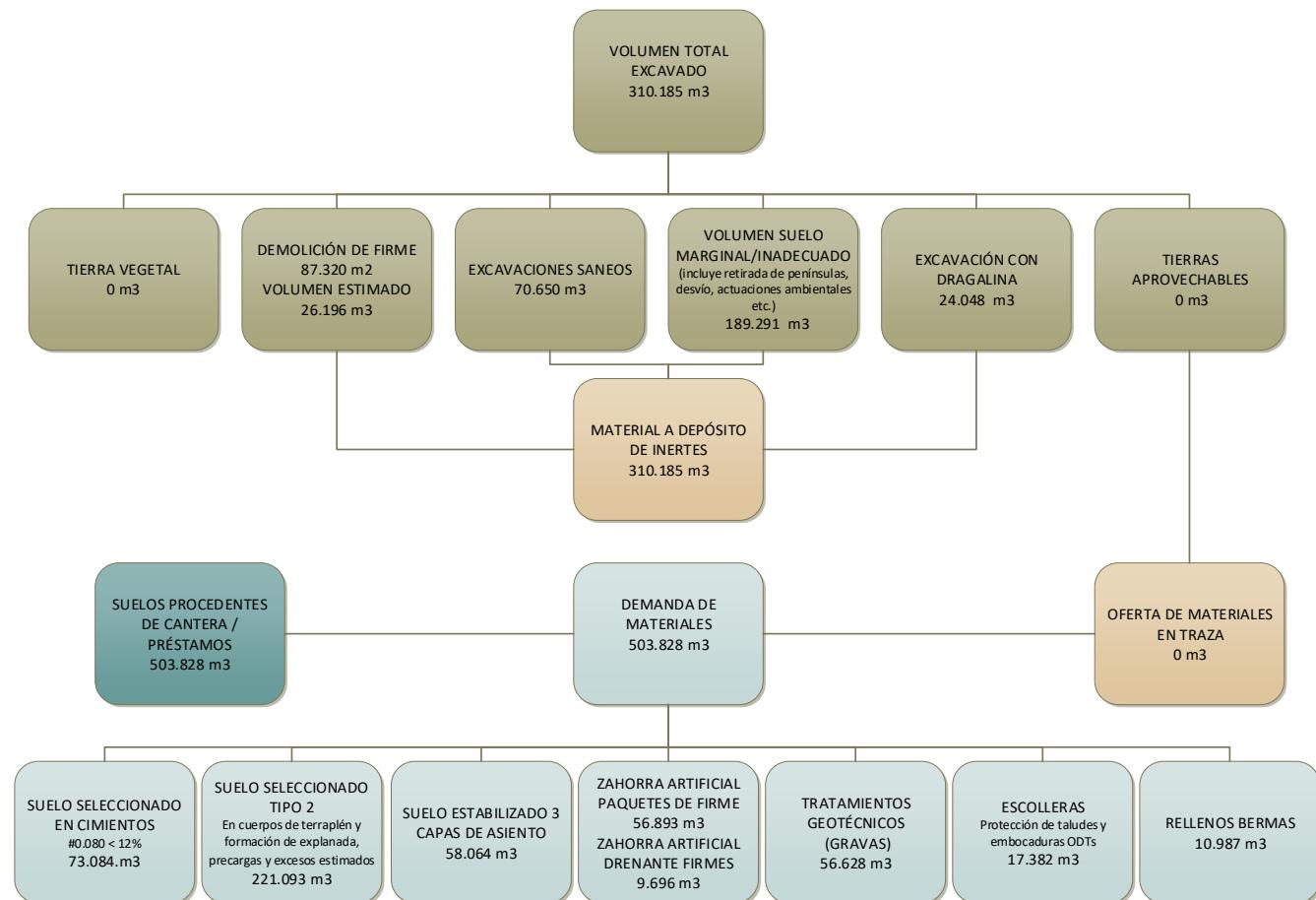


Imagen 28. Balance general de tierras

5.9.3.5.- Coeficientes de paso

5.9.3.5.1 Coeficiente de paso excavación - terraplén

Se define como Coeficiente de Paso a la relación entre el volumen de relleno compactado que se puede ejecutar con una masa determinada de material y el volumen que la misma masa ocupa en estado natural, o lo que es lo mismo, la relación entre la densidad seca del material en estado natural (γ_{dn}) y la densidad seca del relleno compactado (γ_{dc}):

$$c.p. = \gamma_{dn} / \gamma_{dc}$$

Las densidades de los materiales "in situ" se han valorado en función de las densidades de los ensayos de compresiones simples, cortes directos y edómetros.

En cuanto a las densidades de los materiales compactados, se ha acudido a las medias de los ensayos de compactación realizados (Proctor Normal).

De acuerdo a estas indicaciones, el coeficiente de paso para los materiales excavados será:

Formación	Densidad seca del material en estado natural (γ_{dn})	Densidad seca del relleno compactado (γ_{dc})	Coeficiente de paso
Qm	1.14	1.475	0.77

A efectos de proyecto, es importante destacar que este coeficiente no será de utilidad, debido a que no existen materiales para su reutilización en obra, por tanto no será de aplicación. No obstante, y a efectos de proyecto, se tendrá en cuenta un coeficiente de paso de 0.77 para la formación Qm, depósitos de marisma, debido a que será la formación afectada en la totalidad del trazado.

5.9.3.5.2 Coeficiente de paso excavación – transporte “coeficiente de esponjamiento”

Se define como Coeficiente de Esponjamiento a la relación entre el volumen del material en estado natural y el volumen que ocuparía ese material acumulado sin compactar, o sea, la relación entre la densidad seca del material en estado natural y la densidad seca del material excavado sin compactar.

Este coeficiente se ha calculado a partir de ensayos realizados en laboratorio para tal propósito, y cuyas actas se aportan en anexo 6 de Geotecnia. El valor obtenido es de 1.05, para humedades iguales a la media de la humedad natural.

Es importante mencionar, que este tipo de materiales, muy plásticos y con una alta humedad, a la hora de cargarlos en camiones para su transporte a vertedero, se producen una serie de huecos entre las distintas tandas de carga, provocando que el coeficiente de esponjamiento será algo mayor, dependiendo en cualquier caso de la humedad que presenten, siendo posible tomar como válidos valores entre 1.10-1.15.

5.9.4.- Préstamos, canteras y vertederos

5.9.4.1.- Préstamos y canteras

A lo largo de la traza se tienen unas necesidades de aportación, entre material para el cimiento de los terraplenes, formación de capas de asiento y rellenos de cuerpo de terraplén, grava para tratamientos geotécnicos, escolleras, etc. de 503.828 metros cúbicos.

Se ha optado por el criterio de dotar a todos los ejes del proyecto de una explanada E-3 con suelos seleccionados tipo E-2 y 30 cm de suelo estabilizado tipo 3.

Los desvíos provisionales se han proyectado con una explanada E-2, que se consigue con la extensión de al menos 1,0 metro de suelo seleccionado tipo 2. En el anexo de firmes y las secciones tipo queda perfectamente definida la formación de esta explanada.

En cuanto a los cimientos de terraplén, se prevén principalmente tratamientos geotécnicos a base de mechas drenantes y columnas de grava, tras la realización de un saneo mínimo y aporte al menos de 50 cm de suelo seleccionado con limitación de finos al tamiz #0.080<12%

Tal y como se indica en el anexo nº 3: Geología y Procedencia de materiales, en las proximidades de la obra, préstamos como tales no se han encontrado, pues los afloramientos con potencial en la zona son explotados como canteras.

En cuanto a las canteras, para las posibles necesidades de suelo seleccionados tipo 2 y suelos seleccionados con limitación de finos (frente de cantera), la más cercana es la San Kristóbal, con lo que se propone esta cantera para este tipo de suelos. La distancia de esta cantera a la zona de actuación es de unos 25 Km.

Para las necesidades de obra de materiales pétreos, como gravas, escolleras, zahorras artificiales y áridos del firme, se propone las canteras La Salinilla (Garrucho), Arcos (Susana) y Arcos I (Sierra Valleja).

5.9.4.2.- Vertederos

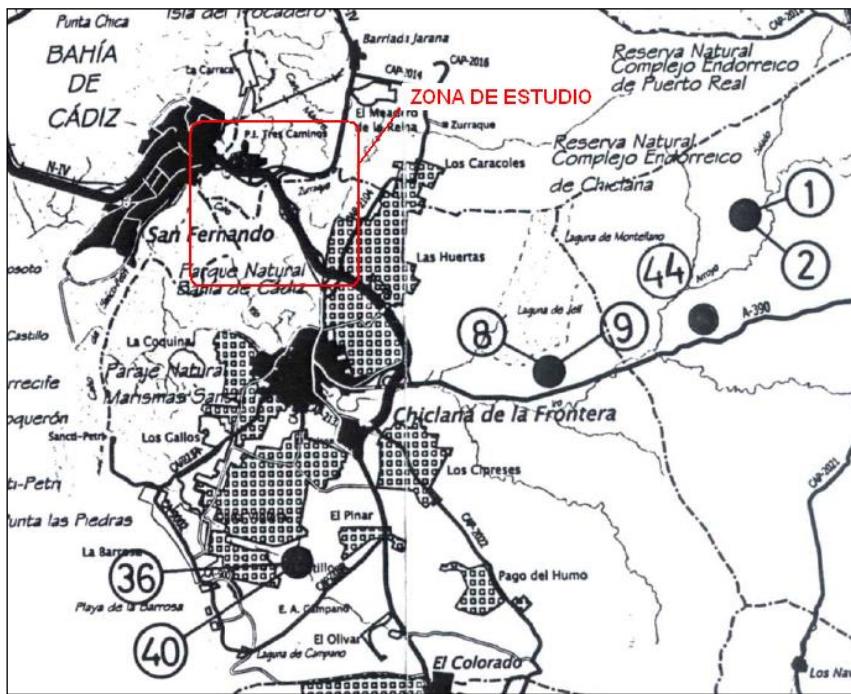
En el conjunto de la obra, entre excavación de saneos los espesores de terreno inadecuado o marginal, y la demolición del firme, se tiene un volumen total de unos 310.185 metros cúbicos. En este volumen no se contabilizan los residuos procedentes de otras demoliciones como estructuras de hormigón, barreras, vallas, etc, que se tratan específicamente en el anexo de gestión de residuos.

Estas tierras directamente serán enviadas a un vertedero autorizado de la Junta de Andalucía, al no poderse usar para la formación de rellenos en la obra, debido a sus malas características portantes. Por tanto, todo el material obtenido en saneos, salvo alguna proporción de difícil cuantificación, que se corresponda con excavaciones sobre actuales terraplenes, irá a vertedero. El fondo de explanada es marginal-inadecuado, quedando el CBR fijado en torno a 1. Igualmente se enviará a dicho vertedero el volumen de demolición del firme resultante de los cajeos laterales en ampliación de plataformas o derivados de otros procesos constructivos.

A continuación se representan, a modo de propuesta, los vertederos utilizables y autorizados por la Junta de Andalucía, así como su localización respecto a la zona de obra:

RELACION NOMINAL DE VERTEDEROS EN LA PROVINCIA DE CADIZ							
Nº	Vertedero	Municipio	ESTADO	TELEF./MOVIL	ENTIDAD EXPLOTADORA	Persona contacto	Correo electrónico/ Página web
2	VERTEDERO DE R.S.U. DE APOYO DE LA PLANTA DE MIRAMUNDO	MEDINA SIDONIA	EN ACTIVO	956.259.032 696.441.876	BIORECICLAJE DE CADIZ, S.A. C/EL PUERTO DE SANTA MARIA, 8/N 11611 - CADIZ	D. Francisco Quintana	
8	VERTEDERO DE R.S.U. FINCA LA VICTORIA	CHICLANA DE LA FRONTERA	EN ACTIVO		D. José Francisco Sanchez de los Reyes C/ Infanta Beatriz, s/n 11540 - SANLUCAR DE BARRAMEDA		
9	VERTEDERO DE RESIDUOS INERTES LA VICTORIA	CHICLANA DE LA FRONTERA	EN ACTIVO		VERT. DE ESCOMBROS LA VICTORIA, S.L. Residencial Los Infantes, Núcleo 10 11540 - SANLUCAR DE BARRAMEDA	D. Alicia Sanchez Alvarez	
33	VERTEDERO DE INERTES EL PRADILLO - ZONA A	CONIL DE LA FRONTERA	EN ACTIVO		D. AGUSTIN BERMUDEZ MORENO SANTA CATALINA, 2 CONIL DE LA FRONTERA	P.Z. 11140 -	
34	VERTEDERO DE INERTES EL PRADILLO - ZONA B	CONIL DE LA FRONTERA	EN ACTIVO		EXCAV. Y CONSTRUCCIONES CONIL, S.L. C/ José VELARDE, 3 11140 - CONIL DE LA FRONTERA		
40	VERTEDERO DE INERTES CHAPARRAL DE VELEZ	CHICLANA DE LA FRONTERA	EN ACTIVO	956.400.411	INTE RCD BAHIA P.J.Pelagatos - C/ De los trabajadores, 20 11130 - CHICLANA DE LA FRONTERA	D. Arantxa Garcia	-

Fuente: Dp. de Residuos. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.



Fuente: Dp. de Residuos. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Se ha contactado con los responsables de dichos vertederos, resultando el vertedero El Chaparral el que mejor se ajusta a las necesidades de vertidos, con una distancia a la traza de unos 14,5 km.

Como se tenían unos 310.185 m³ de volumen de material a vertedero, y el coeficiente de esponjamiento adoptado es de 1,15. se estima que es necesaria una capacidad del vaso del vertedero de unos 356.713 m³., capacidad que se tiene en el vertedero propuesto.

Para este proyecto será de aplicación el REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. En el Anexo n 31 se desarrolla el anexo de gestión de residuos de construcción y demolición.

5.9.5.- Mediciones del proyecto

Las mediciones obtenidas para el conjunto de los ejes son las siguientes, considerando los siguientes conceptos:

EJE	NOMBRE	D FIRME	EXCAVA SANEO	TERRAP SANEO	D TIERRA	S.S.F.	S.S.2	S.S.2	S-EST3	TERRAPLEN	EXCAV DRAGALINA	ESCOLLERA	FRESADO
	Ejes principales	3.063,40	33.708,00	7.595,40	61.451,70	29.872,90	-	23.374,50	34.188,00	53.786,70			
1	Sevilla - Cadiz	1.135,50	13.527,80	3.312,10	28.194,70	11.621,10	-	10.474,30	14.715,70	17.255,00			
4	Chiclana - Cadiz	1.569,70	5.571,60	1.178,00	14.027,20	4.767,70	-	5.792,40	6.912,90	2.427,30			
5	Chiclana - Sevilla	126,70	1.586,20	327,50	1.152,80	1.786,50	-	568,40	1.211,80	3.606,30			
7	Cadiz-Chiclana	-	4.012,80	639,00	0,10	4.063,00	-	-	1.670,90	11.458,70			
19	Sevilla - Chiclana	229,40	5.182,90	1.303,80	17.896,30	4.154,80	-	6.339,70	7.917,70	8.674,20			
20	Cadiz - Sevilla	2,00	3.826,60	835,10	180,70	3.479,80	-	199,70	1.758,80	10.365,20			
	Accesos al Polígono	456,10	12.214,20	2.525,50	8.972,10	12.539,30	-	3.355,40	8.503,70	19.199,60			
2	Chiclana - Polígono de Tres Caminos	154,70	904,80	54,70	2.450,40	1.367,60	-	926,10	1.589,10	955,90			
12	Cadiz - Polígono de Tres Caminos	-	2.089,20	509,60	8,90	1.867,70	-	27,80	769,50	3.040,60			
13	Glorieta del Polígono de Tres Caminos	-	893,70	150,00	211,00	886,10	-	138,60	455,40	1.209,70			
15	Polígono de Tres Caminos - Chiclana	-	5.932,20	1.207,90	815,90	6.294,80	-	474,90	3.012,50	10.626,50			
16	Polígono de Tres Caminos - Sevilla	-	741,10	248,30	-	543,30	-	-	286,00	1.996,60			
18	Salida del Polígono de Tres Caminos	267,90	127,10	33,40	494,60	96,00	-	277,80	289,70	64,00			
22	Ramal Sevilla- Acceso al Polígono	1,30	1.239,40	271,60	434,20	1.232,80	-	301,30	876,40	1.169,20			
27	Ramal Polígono-San Fernando	9,70	56,60	-	4.360,00	56,60	-	1.100,20	1.068,30	-			
36	Reposición acceso a CA-33 pk 5+080	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
44	Glorieta del Polígono de Tres Caminos A2	-	149,50	31,10	7,00	132,70	-	13,20	58,30	126,70			
45	Glorieta del Polígono de Tres Caminos A3	22,60	80,50	18,90	189,90	61,60	-	95,50	98,50	10,40			
73	Glorieta del Polígono de Tres Caminos A4	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
74	Glorieta del Polígono de Tres Caminos A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Enlace cambio de sentido	307,10	5.633,60	1.154,20	9.024,40	5.024,20	-	4.168,10	5.604,60	3.220,30			
23	Cambio de sentido Chiclana_Tres Caminos	253,70	-	-	429,40	-	-	233,70	223,90	-			
29	Via colectora-distribuidora MI	40,60	1.703,60	467,70	5.333,50	1.370,20	-	2.058,10	2.400,50	868,80			
30	Via de colectora-distribuidora MD	12,80	3.930,00	686,40	3.261,50	3.654,00	-	1.876,30	2.980,10	2.351,50			
	Enlace Chiclana Norte	1.822,70	2.804,10	478,30	8.045,90	2.552,50	-	3.569,20	4.139,60	2.388,30			
9	Enlace de Chiclana - Ramal 1	1.716,90	1.315,50	189,30	3.123,40	1.245,20	-	1.698,20	1.878,30	919,90			
24	Ramal Salida A-48-Chiclana	100,40	510,10	40,40	4.210,60	531,30	-	1.541,40	1.704,50	186,50			
25	Ramal Salida Algeciras-Chiclana	5,50	978,50	248,60	711,90	776,00	-	329,50	556,80	1.281,90			
	Caminos y vías de servicio	53,90	11.721,70	2.721,90	7.038,40	10.236,80	3.687,50	2.633,00	5.627,50	15.503,40			
33	Reposición via de servicio A-4 margen derecha	-	8.592,60	1.716,80	1.906,10	8.007,80	-	2.080,10	4.407,50	12.135,30			
34	Reposición via de servicio CA-33 Margen derecha	-	3.129,10	1.005,10	887,40	2.229,00	-	552,90	1.220,00	3.253,10			
35	Reposición Calle Polígono Tres Caminos	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
47	Reposición de camino A-48 Margen Izquierda	-	-	-	2.900,20	-	3.261,80	-	-	106,10			
50	Puerta Verde Puerto Real - San Fernando	53,90	-	-	1.344,60	-	425,70	-	-	8,90			

EJE	NOMBRE	D FIRME	EXCAVA SANEO	TERRAP SANEO	D TIERRA	S.S.F.	S.S.2	S.S.2	S-EST3	TERRAPLEN	EXCAV DRAGALINA	ESCOLLERA	FRESADO
	Desvíos provisionales	3.745,60	2,80	-	29.098,30	4.090,60	27.380,40	-	0,20	7.913,00			
61	Desvío provisional 1. Chiclana - San Fernando	399,50	-	-	2.632,30	-	2.788,20	-	-	9,70			
62	Desvío provisional 2. San Fernando - Chiclana	1.027,40	2,70	-	4.968,30	32,00	5.055,00	-	-	143,80			
63	Desvío provisional 3. Sevilla - Chiclana	316,40	-	-	2.261,80	-	2.266,60	-	-	68,30			
64	Desvío provisional 4. Chiclana - Sevilla	-	-	-	0,10	627,80	822,80	-	-	320,60			
65	Desvío provisional 5A-5B. CA -SE. SE-Chiclana	638,10	-	-	10.110,20	0,20	7.472,30	-	0,20	7,10			
66	Desvío provisional 6A. Sevilla - Cadiz	377,90	-	-	1.700,00	-	1.753,90	-	-	6,30			
67	Desvío provisional 6B. Sevilla - Cadiz	261,90	-	-	2.632,40	-	2.313,50	-	-	-			
68	Desvío provisional 8. Sevilla - Chiclana	66,40	-	-	1.690,30	3.430,70	3.717,10	-	-	7.212,70			
69	Desvío provisional 9	658,10	-	-	2.170,50	-	1.191,00	-	-	-			
70	Desvío provisional 11-1. Sevilla - Chiclana	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
71	Desvío provisional 12-A	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
72	Desvío provisional 12-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
104	Desvío provisional 2.1 (S. Fernando - Chiclana)	-	-	-	654,40	-	-	-	-	57,30			
105	Desvío provisional 10	-	-	-	186,30	-	-	-	-	65,80			
106	Desvío provisional 14	-	-	-	91,70	-	-	-	-	21,30			
	Caballones	-	-	-	11,40	-	-	-	-	887,00			
88	Caballón V.S. MD 1+020 - 1+080	-	-	-	11,40	-	-	-	-	2,40			
89	Caballón V.S. MD 1+125 - 1+240	-	-	-	-	-	-	-	-	190,30			
90	Caballón V.S. MD 1+350 - 1+450	-	-	-	-	-	-	-	-	303,80			
99	Caballón A-48 MD 3+916 - 3+934	-	-	-	-	-	-	-	-	217,60			
100	Caballón A-48 MD 3+818 - 3+835	-	-	-	-	-	-	-	-	110,80			
101	Caballón (eje25) MD 4+137 - 4+147	-	-	-	-	-	-	-	-	62,10			
	TOTAL MEDICIONES ISPOL	9.448,90	66.084,50	14.475,30	123.642,10	64.316,30	31.068,00	37.100,20	58.063,50	102.898,20			
	Demoliciones y desmontajes												
	Estructuras existentes										4.297,46		
	Desvíos provisionales	25.285,60											
	Restauración paisajística	32.845,00											
	Demolición de arcenes	19.740,00											
	Excavaciones adicionales (desmonte)												
	Cajeos en mediana (A-4, CA-33 y paso mediana A-48)				2.687,00								
	Retirada de desvíos provisionales				47.685,50								
	Retirada de caminos de obra				6.660,10								
	Laguna de la Polvera				3.525,50								
	Retirada Sancti-Petri									19.328,00			
	Retirada península provisional lado norte				4.885,50								
	Retirada península provisional lado sur									4.720,00			
	Volumenes adicionales												
	Estimación 30% adicional por mermas de rellenos									28.229,49			
	Mayoración de un 15% por incertidumbres por cota real del terreno.									5.170,08			
	A deducir capa de grava tratamientos									- 20.453,00			
	Precarga en terraplenes y otros									16.245,00			
	Caminos de obra	3.200,60	300,30	205,30	3.682,60					2.677,20			
	Penínsulas provisionales caño Zurraque	1.364,10			5.084,90	3.381,60							
	Escolleras												
	Penínsulas provisionales caño Zurraque										1.139,00		
	Protección de taludes y embocaduras ODTs										15.135,00		
	Muro de escollera										1.107,50		
	TOTAL CONJUNTO	87.319,50	70.649,20	14.775,60	189.291,00	73.083,80	34.449,60	37.100,20	58.063,50	134.766,97	24.048,00	17.381,50	4.297,46

Tabla 40. Mediciones del movimiento de tierras del proyecto

Siendo:

D FIRME	m2 de demolición de firme
EXCAVA SANEO	Excavación de saneo mínimo para apoyo de rellenos
TERRAP SANEO	Zonas a llenar de los saneos con suelo seleccionado tipo 2
D TIERRA	Excavación general necesaria en suelos inadecuados
S.S.F.	Suelo seleccionado con limitación de finos paso por el tamiz #0.080 < 12%
S.S.2	Suelo seleccionado tipo 2 según PG-3 en formación de explanada en ejes definitivos, caminos y vías de servicio, desvíos provisionales y caminos de obra.
S-EST3	Suelo estabilizado tipo 3
TERRAPLEN	Formación de terraplén con suelo seleccionado tipo 2 según PG-3 en ejes definitivos, caminos y vías de servicio, desvíos provisionales y caminos de obra.
EXCAV DRAGALINA	Excavación especial con dragalina y equipos auxiliares en zonas de los caños Zurraque y Sancti Petri.
ESCOLLERA	Volumen de escollera para protección de taludes, embocaduras de obras de drenaje transversal y muro de sostenimiento en eje 15
FRESADO	Fresado de 8 cm de firme en estructuras existentes para reposición del firme en el mismo espesor.

5.9.6.- Distancias de transporte de canteras y vertederos

Como se ha indicado, las procedencias y destinos de las tierras a utilizar, serán externos a la zona de obras. Por ello, en todo el área de obra nos encontramos en zona de demanda de materiales, por lo que no procede un estudio pormenorizado de aprovechamiento de materiales dentro de la obra, ya que no se aprovechan. Del mismo modo, tampoco se pueden generar canteras de compensación de tierras, ya que no existen compensaciones entre ofertas y demandas de materiales en ninguno de los ejes.

Es importante destacar también, que no estamos ante un proyecto de obra lineal de gran longitud, con un eje llamado tronco y varios enlaces y/o ramales, sino de una actuación que comprende varios ejes diferentes de similar importancia y entidad, y otros ramales secundarios que completan la actuación. Por ello, se reduce enormemente la importancia de las distancias de transporte a lo largo de la obra, en cuanto a movimientos internos de compensaciones.

Como se ha explicado antes, las distancias de transporte que hay que tener en cuenta son las que hay desde la obra hasta las canteras y vertederos, pero no las internas de la obra que se originen como consecuencia de la presencia de canteras de compensación.

El trasiego de tierras entre los diferentes puntos de la obra es totalmente viable, ya que la única frontera natural que separa los trabajos en dos zonas es el caño Zurraque, pero se puede circular por el puente existente del Duque de la Victoria en ambos sentidos. Por tanto existe permeabilidad total desde el punto de vista de transporte de tierras en la zona de obras.

Por tanto, al no existir aprovechamiento ninguno de materiales procedentes de la traza, y, por tanto, no disponer de compensación de tierras, el diagrama de masas pierde su objeto. Por todo lo

anterior no se considera necesaria la elaboración ni de un diagrama de masas, ni el cálculo de distancias de transporte internas a lo largo del trazado.

En la siguiente tabla se muestran a título meramente informativo las distancias de transporte de los materiales de la obra en cuanto a las explanaciones y necesidades de materiales, en función de la procedencia propuesta del material:

MATERIAL	CANTERA / VERTEDERO	VOLUMEN (M3)	DISTANCIA TRANSPORT E (M)
SUELO SELECCIONADO LIMITACIÓN FINOS #0.080 < 12% (CIMENTOS DE TERRAPLÉN)	SAN KRISTOBAL	73.084,00	25.000,00
SUELO SELECCIONADO TIPO 2 S/PG3 (FORMACIÓN DE CUERPOS DE TERRAPLÉN Y CAPAS DE ASIENTO)	SAN KRISTOBAL	221.093,00	25.000,00
SUELOS APTOS PARA ESTABILIZAR (CAPA DE ASIENTO EXPLANADA E3)	SAN KRISTOBAL	58.064,00	25.000,00
RELLENOS PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS	SAN KRISTOBAL	10.987,00	25.000,00
ZAHORRA ARTIFICIAL (SUBBASE GRANULAR FIRMES)	LA SALINILLA	66.589,00	50.000
GRAVA (TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS)	LA SALINILLA	56.628,00	50.000
ESCOLLERAS (DRENAJE Y PROTECCIÓN DE TALUDES)	LA SALINILLA	17.382,00	50.000
FANGOS OBTENIDOS DE EXCAVACIONES COMO TIERRA VEGETAL	TRAZA	7.114,00	1.000,00
EXCAVACION A VERTEDERO	EL CHAPARRAL	283.989,00	14.500,00
DEMOLICIÓN DE FIRME A VERTEDERO	EL CHAPARRAL	26.196,00	14.500,00

Tabla 41. Distancias de transporte para cada material.

5.10.- FIRMES Y PAVIMENTOS

5.10.1.- Formación de explanada

De acuerdo con las categorías de tráfico indicadas en el apartado de tráfico, serán necesarias unas determinadas condiciones de explanada, según lo indicado por la normativa 6.1-IC de Secciones de firme.

La Norma 6.1-IC de 28 de noviembre de 2.003 considera tres categorías de explanada, que quedan determinadas por su módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2), obtenido según la Norma NLT-357 "Ensayo de carga con placa".

TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Así, para tráfico T1, la Normativa explicita que se debe utilizar como mínimo una explanada tipo E-2 para la sección del firme.

Para tráfico T0 la Norma 6.1-IC prescribe la formación de una explanada E-3, con un módulo de compresibilidad en segundo ciclo de carga $Ev_2 > 300$ MPa.

La mayor parte con diferencia del volumen de obra está asociado a ejes que se le asignan categorías de tráfico T0, y por lo tanto, necesitarán una categoría de explanada E-3 como asiento de los paquetes de firme.

Además, hay que tener en cuenta que dadas las características de la obra, con numerosos ensanches de plataformas, confluencias y bifurcaciones y carriles de entrada y salida, resultan muchas plataformas únicas que son compartidas por varios ejes, con lo que para facilitar la ejecución de los rellenos y las formaciones de explanada, se ha decidido adoptar para todos los ejes una categoría de explanada E-3, homogeneizando y simplificando de este modo los procesos constructivos de los rellenos y capas de asiento.

Así pues, se adopta una categoría de explanada E-3 para todos ejes del proyecto, exceptuando los caminos.

Como se ha comentado, la nueva infraestructura se proyecta sobre una explanada tipo E3, con un valor de $Ev_2 > 300$ MPa, Ev_2 se corresponde con el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga obtenido del Ensayo de carga con placa NLT-357.

Para conseguir la anterior explanada, siguiendo las indicaciones de la norma 6.1-IC "Secciones de Firme", se establece que será necesario disponer 50 cm. de Suelo Seleccionado sobre un material marginal y una capa de suelo estabilizado S-EST3 de 30 cm de espesor.

TIPOLOGÍA DE LOS SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) Y/O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES Y/O RELLENOS TODO-UNO) (*)										
		SUELOS INADECUADOS O MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)			SUELOS ADECUADOS (1)		SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)		ROCA (R)
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1		2	35	IN	1	60			
	E2		3	40	IN	2	75	2	55	
	E3		3	30	IN	1	30	3	35	
 (*) A efectos de la definición de la categoría de explanada, los pedraplenes (artículo 331 del PG-3) y rellenos todo-uno (artículo 333 del PG-3) podrán considerarse como suelos seleccionados (3), si no van a ser construidos con materiales marginales (IN).										
Notas: A efectos de aplicación de esta tabla el espesor mínimo de los suelos de la explanación o de la obra de tierra subyacente será de 80 cm.										

Es decir, necesitaríamos 80 cm de espesor para la formación de la explanada E-3 si consideramos como terreno natural subyacente un suelo inadecuado. Si consideramos un espesor medio del paquete de firme de 50 cm, para alturas de terraplén desde cota de rasante menores de 1,30 metros sería preciso sobreexcavar para lograr esos espesores. A medida que la altura disponible disminuye, será preciso sobreexcavar más, aspecto que como se ha comentado resulta indeseable porque no conviene retirar todas las capas que constituyen una costra desecada, que aporta una resistencia al terreno de marisma algo superior, independientemente del saneo mínimo a realizar en los cimientos de los terraplenes para la retirada del suelo vegetal y más alterado en superficie. Por el contrario, a medida que las alturas geométricas de terraplenes aumentan, como el propio material del relleno del terraplén será suelo seleccionado, mínimo tipo 2, según PG-3, bastará con coronar con 30 cm de suelo estabilizado S-EST3 para lograr la explanada E-3. Sobre dicho S-EST3 se aplicará un riego de curado C60B3 CUR previo a la extensión del firme.

Por tanto, para el caso donde tengamos alturas de terraplenes pequeñas, se ha optado por intentar reducir al máximo el espesor de explanada necesario. Como en estos casos además no se han

proyectado tratamientos geotécnicos adicionales a base de mechas drenantes, se ha optado por la colocación de un geocompuesto con el doble objetivo de reducir los espesores de explanada y reforzar las bases.

En el anexo de firmes se justifica que disponiendo de una geomalla biaxial fabricada con Polivinil Alcohol (PVA), se obtiene que, para alcanzar un valor equivalente a 50 cm de suelo Seleccionado sin geomalla sobre el suelo considerado, será necesario disponer un espesor de Suelo Seleccionado de 30 cm.

5.10.2.- Secciones de firme adoptadas

Tras un análisis de las consideraciones técnicas y económicas estudiadas en el anexo de firmes, se eligen como soluciones para el proyecto las secciones 031, 131, 231 y 4131, tomando cada una de estas secciones para los distintos ejes de proyecto atendiendo al tráfico disponible y al tipo de explanada proyectada.

La distribución de las distintas secciones adoptadas sobre los distintos ejes que forman el enlace objeto de este proyecto, como las tramificación de las secciones en dichos ejes, se puede observar en la siguiente tabla:

EJES	TIPO DE EXP.	TRAMIFICACIÓN		SECCION TIPO	TIPO DE P. FIR.	FIRME EN ARCÉN
		Pki	PKf			
Eje 1	EXP E3	2+250	3+440	S.T. CA-33 Y A-4	P. FIR. 031	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		3+440	3+575	S.T. CA-33 Y A-4	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		3+575	4+082	S.T. NUEVA ESTRUCTURA 2	P. FIR. "Estructuras Nuevas"	Prolongación Calzada
		4+082	4+395	S.T. CA-33 Y A-4	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		4+395	5+422	S.T. CA-33 Y A-4	P. FIR. 031	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 2	EXP E3	8+125	8+817	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 4	EXP E3	1+967	4+350	S.T. A-48	P. FIR. 031	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		4+350	4+454	S.T. ESTRUCTURA EXISTENTE PUENTE DUQUE DE LA VICTORIA EJE 4 Y 5	P. FIR. "Estructuras Existente"	Prolongación Calzada
		4+454	5+059	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 5	EXP E3	4+275	4+369	S.T. ESTRUCTURA EXISTENTE PUENTE DUQUE DE LA VICTORIA EJE 4 Y 5	P. FIR. "Estructuras Existente"	Prolongación Calzada
		4+369	4+733	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 7	EXP E3	5+886	6+220	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		6+220	6+500	S.T. NUEVA ESTRUCTURA 1	P. FIR. "Estructuras Nuevas"	Prolongación Calzada
		6+500	6+559	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 9	EXP E3	1+000	1+277	S.T. PLATAFORMA EXISTENTE	Capa de rodadura y acabado	Prolongación Calzada
		1+277	1+536	S.T. ESTRUCTURA EXISTENTE ENLACE CHICLANA EJE 9	P. FIR. "Estructuras Existente"	Prolongación Calzada
		1+536	1+923	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 12	EXP E3	0+187	0+412	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 13	EXP E3	0+000	0+151	S.T. GLORIETA TRES CAMINOS	P. FIR. 231	Prolongación Calzada
Eje 15	EXP E3	0+000	0+796	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 16	EXP E3	7+991	8+081	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 18	EXP E3	0+285	0+350	S.T. SALIDA DEL POLIGONO	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		5+134	5+460	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		5+460	5+860	S.T. NUEVA ESTRUCTURA 1	P. FIR. "Estructuras Nuevas"	Prolongación Calzada
		5+860	5+916	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		5+916	8+640	S.T. A-48	P. FIR. 031	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 20	EXP E3	2+200	2+580	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		2+580	2+943	S.T. NUEVA ESTRUCTURA 2	P. FIR. "Estructuras Nuevas"	Prolongación Calzada

EJES	TIPO DE EXP.	TRAMIFICACIÓN		SECCION TIPO	TIPO DE P. FIR.	FIRME EN ARCÉN
		Pki	PKf			
Eje 22	EXP E3	3+229	3+400	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		3+400	3+580	S.T. PLATAFORMA EXISTENTE	Capa de rodadura y acabado	Prolongación Calzada
	EXP E3	3+580	3+709	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 23	EXP E3	0+419	0+454	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 4131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		0+454	0+990	S.T. PLATAFORMA EXISTENTE	Capa de rodadura y acabado	Prolongación Calzada
	EXP E3	0+990	1+025	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 4131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 24	EXP E3	3+058	3+631	S.T. RAMALES PRINCIPALES	P. FIR. 131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 25	EXP E3	4+000	4+140	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		4+140	4+405	S.T. NUEVA ESTRUCTURA 3	P. FIR. "Estructuras Nuevas"	Prolongación Calzada
		4+405	4+460	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 27	EXP E3	0+000	0+415	S.T. RAMALES UNIDIRECCIONALES SECUNDARIOS	P. FIR. 231	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 29	EXP E3	0+154	0+927	S.T. A-48 CON VIAS COLECTORAS	P. FIR. 4131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
		0+927	1+093	S.T. PLATAFORMA EXISTENTE	Capa de rodadura y acabado	Prolongación Calzada
Eje 30	EXP E3	0+000	0+173	S.T. PLATAFORMA EXISTENTE	Capa de rodadura y acabado	Prolongación Calzada
		0+173	1+175	S.T. A-48 CON VIAS COLECTORAS	P. FIR. 4131	Dcho > 1,25m: Ver detalle
Eje 33	EXP E3	0+000	1+657	S.T. VIAS DE SERVICIO	P. FIR. 4131	Prolongación Calzada
Eje 34	EXP E3	0+086	0+670	S.T. VIAS DE SERVICIO	P. FIR. 4131	Prolongación Calzada
Eje 44	EXP E3	0+000	0+030	S.T. VIAS DE SERVICIO	P. FIR. 4131	Prolongación Calzada
Eje 45	EXP E3	0+000	0+055	S.T. VIAS DE SERVICIO	P. FIR. 4131	Prolongación Calzada
Eje 47	EXP E2	0+000	0+534	S.T. CAMINO	P. FIR. "Camino"	No hay
Eje 50	-	1+760	2+228	S.T. VIA VERDE	P. FIR. "Vía Verde"	No hay

Tabla 42. Paquetes de firmes adoptados

Siendo las características de las secciones adoptadas las siguientes:

Sección 031 (calzada)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (55 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-65
	5 cm	Intermedia 1	AC22 bin B 35/50 S
	7 cm	Intermedia 2	AC22 bin B 35/50 S
	15 cm	Base Bituminosa	AC32 base B 35/50 G
	25 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
Explanada (variable 60-80 cm)	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
Sección 031 (arcén > 1,25 m)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (55 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-65
	5 cm	Intermedia 1	AC22 bin B 35/50 S
	7 cm	Intermedia 2	AC22 bin B 35/50 S
	15 cm	Subbase granular	Zahorra artificial drenante
	25 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
Explanada (variable 60-80 cm)	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
Sección 131 (calzada)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (50 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-60
	5 cm	Intermedia 1	AC22 bin B 35/50 S
	7 cm	Intermedia 2	AC22 bin B 35/50 S
	10 cm	Base Bituminosa	AC32 base B 50/70 G
	25 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
Explanada (variable 60-80 cm)	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
Sección 131 (arcén > 1,25 m)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (50 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-60
	5 cm	Intermedia 1	AC22 bin B 35/50 S
	7 cm	Intermedia 2	AC22 bin B 35/50 S
	15 cm	Subbase granular	Zahorra artificial drenante
	20 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
Explanada (variable 60-80 cm)	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
Sección 231 (calzada)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (45 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-60
	5 cm	Intermedia 1	AC22 bin B 35/50 S
	12 cm	Base Bituminosa	AC32 base B 50/70 G
	25 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
Explanada (variable 60-80 cm)	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
Sección 231 (arcén > 1,25 m)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (45 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-60
	5 cm	Intermedia 1	AC22 bin B 35/50 S
	17 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
	20 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
Explanada (variable 60-80 cm)	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
Sección 4131 (calzada)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (30 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-60
	7 cm	Intermedia	AC22 bin B 50/70 S
	20 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
Explanada (variable 60-80 cm)	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
Sección 4131 (arcén > 1,25 m)			
Paquete	Espesor	Capa	Material
Firme (30 cm)	3 cm	Rodadura	BBTM11B PMB 45/80-60
	7 cm	Intermedia	AC22 bin B 50/70 S
	20 cm	Subbase granular	Zahorra artificial
	30 cm		Suelo estabilizado S-EST3
	50 cm		Suelo seleccionado Mínimo Tipo 2 s/PG-3
Explanada (variable 60-80 cm)	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	
	30 cm (mín. con geocompuesto)	E-3	

Tabla 43. Resumen de secciones de firme y distribución de las capas de firme.

Para los viales complementarios no recogidos en estas tablas se establecen las siguientes soluciones:

SECCIÓN TIPO DE ESTRUCTURAS

Sobre las estructuras se ha dispuesto la siguiente sección de firme:

- ❖ Estructuras existentes

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.2 de la Norma 6.3-I.C., para evitar sobrecargas innecesarias sobre estructuras se deberá elegir, la solución eliminación parcial y reposición del firme.

Se debe realizar, por tanto, un fresado y reposición en el espesor considerado, y no un refuerzo sobre el firme existente.

Tras un fresado de 8 cm del firme actual se extenderán las siguientes capas nombradas de arriba abajo:

- Capa de rodadura de 3 cm de MBC discontinua tipo BBTM 11B.
- Capa intermedia de 5 cm de MBC tipo AC 22 bin S.
- ❖ Nuevas estructuras

Se extenderán las siguientes capas nombradas de arriba abajo:

- Capa de rodadura de 3 cm de MBC discontinua tipo BBTM 11B.
- Capa intermedia 2, de 5 cm de MBC tipo AC 22 bin S.

SECCIÓN TIPO DE CAMINOS

Sobre los distintos caminos acondicionados se extenderá la siguiente capa:

- Capa de 30 cm de Zahorra Artificial.

Se dispondrá un tratamiento superficial con riego con gravilla bicapa, formado por dos aplicaciones sucesivas de ligante y árido. Como ligante se utilizará emulsión C65B4 TRG y dotación 1,10 kg/m² y 0,80 kg/m² con áridos 6/3 y 12/6.

SECCIÓN TIPO DE LA VÍA VERDE

En los tramos de aprovechamiento de la carretera en desuso se realizará un escarificado completo del firme, dejando la plataforma existente en tierra.

En el tramo de vía verde de nuevo trazado, se extenderán las siguientes capas nombradas de arriba abajo:

- Capa de 15 cm de Zahorra Artificial.
- Capa de 25 cm de Suelo Seleccionado.

Se dispondrá un tratamiento superficial con riego con gravilla bicapa, formado por dos aplicaciones sucesivas de ligante y árido. Como ligante se utilizará emulsión C65B4 TRG y dotación 1,10 kg/m² y 0,80 kg/m² con áridos 6/3 y 12/6.

DESVÍOS PROVISIONALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se ha contemplado una sección 221, con una explanada formada por 100 cm de suelo seleccionado tipo 2 y paquetes de firme formados por 25 cm de M.B.C sobre sub-base granular de 25 cm. de Z.A. con la siguiente distribución de capas:

- Capa de rodadura de 3 cm de MBC discontinua tipo BBTM 11B.
- Capa intermedia 2, de 5 cm de MBC tipo AC 22 bin S.
- Capa intermedia 1, de 7 cm de MBC tipo AC 22 bin S.
- Capa base de 10 cm de MBC tipo AC 32 base G.
- Capa sub-base de 25 cm de Zahorra Artificial.

5.10.3.- Calzas existentes y firmes en ensanche de plataformas

Se han realizado 13 testigos de paquetes de firme, de los cuales, junto con el análisis del inventario del Sistema de Gestión de Firmes se han extraído las siguientes conclusiones:

- Existe una homogeneidad en las secciones existentes en cuanto a que las estructuras del firme son semiflexibles, con subbases de apoyo granulares y capas de asiento a base de suelos seleccionados.
- Esta homogeneidad de los materiales no lo es para los espesores obtenidos de mezclas asfálticas, distribuyéndose dichos espesores con mucha heterogeneidad con rangos entre los 14 cm y los 48 cm.
- Esta diferencia de espesores probablemente sea debida a la ejecución de numerosos refuerzos con el paso de los años, recrecimientos en zona de accesos a estribos de estructuras (Puente Duque de la Victoria) o actuaciones en cuñas de elevación en bordes para actuar sobre los peralteos.
- Se desconocen con exactitud los espesores de las subbases de material granular bajo las mezclas asfálticas, aunque de acuerdo a los datos del sistema de gestión de firmes y de la experiencia aportada por los técnicos de conservación, estos espesores se estiman muy variables, con variaciones entre tramos incluso decamétricas.

5.10.3.1.- Actuaciones en ampliaciones de calzadas existentes

Como se ha venido indicando a lo largo del documento, un importante aspecto del actual proyecto es la necesidad de ejecución de numerosos ensanches laterales en las calzadas existentes, con lo que se deben extremar las medidas durante el proceso constructivo para evitar la futura aparición de deterioros en el firme.

A continuación, se indican las medidas complementarias a adoptar en las actuaciones de ampliaciones de calzadas y plataformas existentes.

Fisuración del firme.

Con el fin de evitar el reflejo a la capa de rodadura de las juntas verticales constructivas derivadas del extendido de las distintas capas de mezcla bituminosa en los tramos de ensanche lateral de la plataforma, durante la construcción se realizará un escalonado entre las capas de base e intermedia. La anchura de dichos escalones se ha fijado por lo general en 50 cm para permitir un perfecto engarce entre las capas de firme nuevas y el firme existente en las ampliaciones laterales de la A-4, la A-48 y la CA-33. Para las ampliaciones de los actuales ramales unidireccionales, debido a su menor anchura de plataforma, y para reducir la afección durante las obras, el escalonado se ha definido con una anchura mínima de 25 cm.

Además, la capa de rodadura se extenderá a sección completa sin juntas.

Adicionalmente, entre la capa intermedia y la capa de rodadura se dispondrá una geomalla de refuerzo de asfalto de alta resistencia unida a un no-tejido ultraligero y todo el conjunto con recubrimiento bituminoso (> 60% de betún). El peso unitario mínimo será de 240 g/m².

Drenaje de las capas de firme

Para diseñar el drenaje subterráneo de las capas de firme se ha seguido la OC 17/2003.

Como se ha propuesto en los apartados anteriores, para los ejes del proyecto, incluyéndose los ensanches laterales del tronco, se proyecta la formación de una explanada E-3 cuya coronación presenta 30 cm de Suelo estabilizado 3, tratándose por tanto de una capa impermeable, de manera que nos situamos en el caso F de la Orden circular.

Por otro lado, en el caso de las ampliaciones laterales del tronco, deberá garantizarse que el agua infiltrada escurra por la subsanante del paquete de firme (capa inferior de la subbase de zahorra artificial) siempre hacia el exterior.

Se han proyectado las soluciones de drenaje basándonos en los detalles FR01, FR11, y puntualmente FD04 y FD14 de la Orden Circular 17/2003 Recomendaciones de Drenaje Subterráneo.

Como medida adicional para asegurar el correcto drenaje subterráneo de infiltración, se propone disponer de un geocompuesto drenante. Este geocompuesto estará formado por una geored de polietileno junto con un geotextil no tejido de polipropileno.

5.10.3.2.- Tratamiento mínimo sobre las calzadas existentes

El firme existente se muestra en general en buen estado, como se ha podido corroborar en las visitas a campo realizadas, y durante la campaña de extracción de testigos del firme existente. El propio personal de la Conservación Integral nos indicó que no se tienen problemas de aparición de deterioros importantes del firme, y que únicamente algunas zonas presentan un desgaste superficial de la capa de rodadura.

Es por ello que no resultan necesarias actuaciones específicas de rehabilitación del firme actual en las carreteras A-4, A-48 y CA-33.

En todo el ámbito de las obras, de acuerdo al documento de planos, y como capa de acabado, regularización e igualación de las cuñas y ampliaciones construidas en los distintos tajos de las obras se ha proyectado una capa de rodadura mediante mezcla bituminosa en caliente discontinua tipo BBTM11B, de 3 cm de espesor en toda la zona de proyecto, con su correspondiente riego de adherencia.

Concretamente, en los tramos de ampliación de calzadas, en las carreteras A-4, A-48 y CA-33, el tratamiento mínimo de dichas calzadas será el extendido de 3 cm de capa de rodadura BBTM 11B. Debido a que la rasante geométrica proyectada presenta una cota roja variable respecto a la plataforma existente, donde sea preciso por insuficiencia de cota se realizará un fresado de la rodadura existente para permitir albergar al menos esos 3 cm de tratamiento mínimo de nueva rodadura. En otros casos con mayor cota roja que esos 3 cm, puede que sea preciso regularizar rellenando con mezcla bituminosa en caliente hasta llegar a la cota del firme existente aprovechable.

5.11.- DRENAJE

5.11.1.- Introducción

Se relacionan en este anexo los trabajos relativos al drenaje en lo que respecta a la definición del Proyecto de Construcción: "Mejora de seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de tres caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33. Provincia de Cádiz".

El punto de partida para los trabajos actuales ha sido el Proyecto de Trazado correspondiente aprobado definitivamente en febrero de 2018 y la maqueta del Proyecto de Construcción de junio 2019.

Para el diseño y cálculo de las soluciones adoptadas se ha seguido la Norma de Drenaje 5.2-IC, aprobada por Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

El período de retorno a emplear en el cálculo hidráulico de las obras de drenaje es el que marca la citada Norma para una IMD alta, y el Pliego de Prescripciones Técnicas para la redacción del Proyecto:

- Elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes..... 25
- Obras de drenaje transversal 100

Entre la redacción, en septiembre de 2011 y aprobación definitiva del Proyecto de Trazado en febrero de 2018, ha entrado en vigor la nueva Norma 5.2-IC de drenaje superficial, aprobada por Orden FOM/298/2016, y según la Disposición transitoria única, es de aplicación a los proyectos en redacción. Por este motivo, se ha comprobado su aplicación y los cambios que podría suponer en los anejos del Proyecto de Trazado ya aprobado definitivamente y que, como se ha indicado anteriormente, supone el punto de partida para la redacción del Proyecto de Construcción.

5.11.2.- Drenaje transversal

La particularidad de la zona donde se ubican las obras proyectadas, da lugar a que el planteamiento del diseño del drenaje se centre por un lado en la evacuación de las escorrentías generadas en la plataforma y sus taludes, por otro lado, en la evacuación de los caudales generados en las áreas encerradas entre los distintos ramales (500 años período de retorno), y finalmente como elemento comunicante entre los caños y marismas características del entorno, lo cual supondrá su función principal puesto que existen cauces naturales como tal que provengan de cuencas topográficas.

A todo ello hay que unir el condicionante de que las trazas proyectadas se ajustan en gran medida a la rasante de las vías existentes, por lo que la mayoría de las obras de drenaje transversal nuevas quedarán con una rasante hidráulica inferior a la cota que tiene el terreno donde se ubican.

Por todo lo anterior, y como base del diseño de las obras de drenaje transversal proyectadas, se suponen éstas inundadas, pero con resguardo suficiente para dar paso al caudal que debe desaguar cada una.

Resaltar en este sentido que, siguiendo el capítulo 1, apartado 1.1 de la Norma 5.2-IC, se podría considerar que la norma no es de aplicación en este caso, al menos en los aspectos de drenaje transversal, dado que se podría tratar de una situación no contemplada de manera expresa en la norma, como es el caso presente en el que las obras de drenaje existentes cumplen una función de comunicación entre márgenes de las infraestructuras, más que una función de desagüe de cuencas topográficas o naturales, que no se presentan como tales.

Otro factor importante al que se debe prestar especial atención es el hecho de que, al ser una ampliación de la infraestructura existente en la mayor parte de la actuación, posee un sistema de drenaje diseñado e implantado previo al presente proyecto. Por tanto, el sistema de drenaje de la nueva actuación estará totalmente influenciado por el drenaje de la infraestructura actual, tanto drenaje longitudinal como transversal, así como el subterráneo.

Se han recalculado los caudales con la nueva normativa y se obtienen valores ligeramente inferiores a los obtenidos con la norma anterior, en todos los períodos de retorno, para las cuencas consideradas en el Anejo 5.

Se han recalculado también las cuencas secundarias, que se han introducido al cálculo del sistema de drenaje longitudinal, siendo aportadas al elemento concreto que servirá para su desagüe.

En ningún caso la actuación va a suponer una reducción de las cotas topográficas de las plataformas actuales puesto que, o se mantienen las mismas o se aumentan sus cotas debido al ajuste de los peralte o rasante. Se trata de un aspecto importante puesto que la actuación en ningún punto va a suponer un descenso del resguardo que actualmente existe frente a posibles avenidas en los caños actuales u oscilaciones de la carrera de marea. Más bien va a resultar un aumento generalizado de tales resguardos puesto que las nuevas plataformas quedan de forma generalizada apoyadas sobre las actuales, aumentando por tanto la cota de estas.

5.11.2.1.- Inventario de las obras existentes

Como parte de los estudios iniciales del drenaje se ha realizado un inventario de las obras de drenaje de las carreteras implicadas: **CA-33, A-4 y A-48.**

Mediante un exhaustivo trabajo de campo, se analizan todas y cada una de las obras de drenaje transversal existentes, comprobándose de cada una de ellas:

- Características físicas materiales con las que están construidas, sección...
- Estado actual, nivel de deterioro y grado de funcionamiento.
- Estado del terreno aguas arriba y abajo de la obra de fábrica (socavaciones, riesgo de descalce...).

Todas las obras de fábrica son de hormigón y la mayoría de ellas de sección circular. Todas se encuentran en buen estado, aunque algo aterradas. Para ello, se prevé en el Proyecto una partida de acondicionamiento y limpieza de todas las ODT existentes, por medios manuales y con chorro de agua a presión, incluso la corta y arranque de especies vegetales a la entrada y salida de los caños.

Las obras de la carretera CA-33 y sus ramales sufren un aterramiento avanzado debido no a su capacidad de desagüe sino fruto del funcionamiento que tienen de vasos comunicantes con avenidas en ambos lados de la obra. Las OTDL nº 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 13.1 se comportan como “vasos comunicantes” entre marismas.

Las obras de la carretera A-4 (14 y 15) son todas tubos de 1800 mm de diámetro, comportándose todas como obras de conexión de marismas.

Las obras de la carretera A-48 (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 32, 33 y 34), alguna de las cuales tiene continuidad en el camino de servicio, son todas tubos de 1000 mm de diámetro, y al igual que el resto de OTDL, actúan como obras de conexión de marismas.

En apéndice del anexo de drenaje se recoge el inventario de las obras existentes que se ven afectadas por el trazado.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las características de las obras inventariadas.

En todos los tramos del trazado en los que se produce una ampliación de calzada, las obras de fábrica existentes se prolongarán con su mismo diámetro. Los tubos que haya que colocar bajo la calzada existente se harán mediante hincapie horizontal por cualquier procedimiento de perforación y

colocación, para evitar así cortar el tráfico existente durante la colocación de los tubos, siempre que se trate de diámetros iguales o inferiores a 1000mm.

Para el proyecto de construcción se ha revisado y actualizado el inventario de obras existentes. Principalmente para tener en cuenta la existencia de la línea tranviaria que en gran parte del tramo va paralela a las infraestructuras viarias del enlace y supone una continuidad del sistema de drenaje de las mismas en esa margen.

Además, se han inventariado algunas obras transversales para el drenaje longitudinal que se han detectado, no incluidas en el inventario anterior, que ayudan a describir mejor el sistema actual y por tanto el sistema de drenaje proyectado.

OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES									
NUMERACIÓN DE ODT EXISTENTES	TIPOLOGÍA DE OBRA DE DRENAJE	EJE	PK	PROYECTO	ACTUACION	SECCION	LONGITUD(M)	ESTADO ACTUAL	NIVEL ATERRAMIENTO
1	OTDL	Eje34	0+580	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	2 TUBOS 1,00	34,88	BUENO	NOTABLE
2	OTDL	Eje34	0+535	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 0,60	17,65	BUENO	AVANZADO
3	OTDL	Eje34	0+280	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 0,60	18,68	BUENO	AVANZADO
4	OTDL	Eje34	0+120	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	2 TUBOS 1,00	49,30	BUENO	AVANZADO
5	OTDL	Eje1	4+720	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 0,60	41,85	REGULAR	NOTABLE
5.1	OTDL	Eje1	4+590	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 0,60	43,00	REGULAR	NOTABLE
6	ODT	FUERA DE TRAZADO		EXISTENTE	NO SUFRE MODIFICACIÓN	1 MARCO 2,00 x 2,50	16,30	BUENO	AVANZADO
7	ODT	FUERA DE TRAZADO		EXISTENTE	NO SUFRE MODIFICACIÓN	TUBO 1,80	14,80	BUENO	AVANZADO
8	OTDL	Eje51	0+270	EXISTENTE	NO SUFRE MODIFICACIÓN	TUBO 1,80	11,18	REGULAR	AVANZADO
9	OTDL	Eje51	0+240	EXISTENTE	NO SUFRE MODIFICACIÓN	2 MARCOS 2,00 x 2,50	20,25	BUENO	AVANZADO
10	OTDL	Eje51	0+080	EXISTENTE	NO SUFRE MODIFICACIÓN	2 MARCOS 2,00 x 2,50	29,86	BUENO	AVANZADO
11	OTDL	Eje16	0+280	EXISTENTE	DEMOLICIÓN	TUBO 1,00	13,23	BUENO	AVANZADO
12	OTDL	Eje1	4+390	EXISTENTE	DEMOLICIÓN	TUBO 1,00	10,80	BUENO	AVANZADO
13	OTDL	Eje2	8+200	EXISTENTE	RECRECIDO ARQUETA MEDIANA Y EMB	TUBO 1,00	28,54	BUENO	NULO
13.1	OTDL	Lazo	-	EXISTENTE	DEMOLICIÓN	TUBO 1,00	10,00	BUENO	NOTABLE
14	OTDL	Eje1	3+352	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 1,80	35,80	BUENO	AVANZADO
15	OTDL	Eje1	3+140	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 1,80	35,72	BUENO	ESCASO
16	OTDL	Eje5	4+090	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 1,00	15,62	BUENO	AVANZADO
17	OTDL	Eje5	3+940	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 1,00	14,68	BUENO	AVANZADO
18	OTDL	Eje4	3+515	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 1,00	14,86	BUENO	NOTABLE
19	OTDL	Eje23	1+200	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 1,00	16,15	BUENO	AVANZADO
20	OTDL	Eje23	1+000	EXISTENTE	ARQUETA INICIAL E INTERMEDIA NUEVAS	TUBO 1,00	19,27	BUENO	NOTABLE
21	OTDL	Eje23	0+440	EXISTENTE	ARQUETA INTERMEDIA NUEVA	TUBO 1,00	17,36	BUENO	ESCASO
22	OTDL	Eje30	0+180	EXISTENTE	ARQUETA INTERMEDIA NUEVA	TUBO 1,00	18,68	BUENO	AVANZADO
23	OTDL	Eje29	0+880	EXISTENTE	ARQUETA INTERMEDIA NUEVA	TUBO 1,00	17,99	BUENO	NOTABLE
24	OTDL	Eje19	7+900	EXISTENTE	PROLONGACIÓN Y 3 ARQUETAS NUEVAS	TUBO 1,00	32,26	BUENO	AVANZADO
25	OTDL	Eje9	1+800	EXISTENTE	PROLONGACIÓN	TUBO 1,00	12,17	BUENO	NOTABLE
32	OTDL	Eje5	4+600	EXISTENTE	DEMOLICIÓN	TUBO 1,00	16,00	BUENO	AVANZADO
33	OTDL	Eje25	4+170	EXISTENTE	NO SUFRE MODIFICACIÓN	TUBO 1,00	20,53	BUENO	ESCASO
34	OTDL	Eje4	1+860	EXISTENTE	NO SUFRE MODIFICACIÓN	TUBO 1,00	14,00	BUENO	ESCASO

OTDL.- Obra Transversal de Drenaje Longitudinal.

ODT.- Obra de Drenaje Transversal.

Tabla 44. Descripción de obras de drenaje existentes

5.11.2.2.- Caudales y criterios de diseño

En el Anejo nº 5 “Climatología e Hidrología”, se han definido las cuencas transversales para la traza y calculado los caudales en cada una de ellas para períodos de retorno de 25, 100 y 500 años. En el apartado 4.3.2 de drenaje longitudinal del Anejo nº 11: Drenaje, se han calculado los caudales de diseño de las subcuencas o cuencas secundarias originadas por el trazado proyectado para período de retorno de 25.

Las siguientes tablas caracterizan las cuencas y subcuencas encerradas entre los distintos ramales y cuyos caudales serán desaguados por los elementos de drenaje longitudinal y transversal.

CAUDALES CUENCAS (m³/s)

Código cuenca	Descripción	Período de retorno (T)		
		100	500	MCO
1	Cuenca 1	1,052	1,403	0,407
2	Cuenca 2	0,297	0,395	0,115
3	Cuenca 3	0,654	0,869	0,260
4	Cuenca 4	0,704	0,935	0,279

Cuenca	Obra de Drenaje	Situación. Eje	Sección	Comentarios	Caudales (m ³ /s)		
					QMCO	Q100	Q500
1	OTDL 32	Eje 5, 4+600	DN 1800	Nueva	0,41	1,05	1,40
2	OTDL 12	Eje 1 4+390	DN 1800	Nueva	0,11	0,30	0,40
3	OTDL 30	Eje 1 4+260	DN 1800	Nueva	0,26	0,65	0,87
4	OTDL 11	Eje 15 0+380	DN 1800	Nueva	0,28	0,70	0,94

Tabla 45. Descripción de obras de drenaje existentes

Ubicación							Cálculos hidrológicos cuencas secundarias																	
Número	Longitud m	Cotas		Área m ²	Pendiente m/m	T años	P _d mm	P' _d mm	K _A	T _c (Princ.) h	n _{dif}	t _{dif} min	T _c (Adop.) h	I ₁ / I _d	I (T, T _c) mm/h	Region	β _m	F _T	K	P ₀ mm	Tipo	P ₀ mm	C (escorr.)	Q m ³ /s
1	40	1	0,434	1550	0,014	25	115,0	1,0	115,0	0,058	0,050	8,6	0,144	8	140,7	511,0	2,15	1,12	1,0	2,0	Marismas	4,8	0,88	0,054
2	200	3	1	8510	0,010	25	119,7	1,0	119,7	0,212	0,120	23,5	0,391	8	85,0	511,0	2,15	1,12	1,0	4,5	Espacios con vegetación escasa grupo C / marismas	10,8	0,70	0,144
3	250	3	1	8115	0,008	25	119,7	1,0	119,7	0,262	0,120	26,9	0,262	8	77,1	511,0	2,15	1,12	1,0	4,5	Espacios con vegetación escasa grupo C / marismas	10,8	0,70	0,124
4	200	2,8	1	7660	0,009	25	119,7	1,0	119,7	0,216	0,120	24,0	0,400	8	84,2	511,0	2,15	1,12	1,0	4,5	Espacios con vegetación escasa grupo C / marismas	10,8	0,70	0,129
5	220	3	1	11070	0,009	25	119,7	1,0	119,7	0,232	0,120	24,9	0,415	8	81,6	511,0	2,15	1,12	1,0	4,5	Espacios con vegetación escasa grupo C / marismas	10,8	0,70	0,181
6	70	2,5	0,5	4146	0,029	25	115,0	1,0	115,0	0,078	0,120	12,3	0,205	8	125,1	511,0	2,15	1,12	1,0	4,5	Espacios con vegetación escasa grupo C / marismas	10,8	0,69	0,101
7	20	1	0,5	681	0,025	25	115,0	1,0	115,0	0,031	0,050	5,8	0,096	8	179,5	511,0	2,15	1,12	1,0	2,0	Marismas	4,8	0,88	0,030

Tabla 46. Caudales de proyecto (T=25 años) de las cuencas secundarias vertientes a los elementos de drenaje longitudinal

A continuación, se detallan los criterios generales seguidos para el diseño de las obras de drenaje proyectadas en las calzadas de las carreteras A-4, A-48 y CA-33:

- No hay cauces naturales a los que dar continuidad, sino caños bajo la influencia de las carreras de marea en determinadas situaciones (aquellas en las que antrópicamente no estén controladas tales zonas encharcables). Se diseñan por tanto las obras de fábrica de forma que permitan el paso de las subidas y bajadas de marea, es decir, cuando un eje afecte a un caño, la obra de fábrica actuará de forma que, entre esta y el caño se produzca el fenómeno de vasos comunicantes.
 - Consecuencia de la horizontalidad de la zona encharcable sobre la que se sitúa la obra proyectada y del ajuste de las rasantes de los ejes proyectados a la traza actual, las obras de fábrica proyectadas tienen sus claves inferiores por debajo de la cota del terreno, es decir quedan parcialmente enterradas, por lo que tiene reducida su sección útil de forma parcial.
 - Las pendientes mínimas de las ODT serán aquellas que permitan vehicular los caudales que les lleguen a cada una desde las cuencas u originados en las subcuencas encerradas por los ramales, considerando que no se encuentran con su sección útil, sino parcialmente enterradas.
 - Los caudales de cálculo para las cuencas y subcuencas encerradas por ramales, serán los correspondientes a un periodo de retorno de 500 años. En el caso de las obras transversales del drenaje longitudinal que permiten la continuidad de las escorrentías originadas en la plataforma, en los taludes de la explanación y en las bermas se considerarán los caudales correspondientes a un período de retorno de 25 años.
 - La mayoría de las obras serán tubos de hormigón armado de 1,80 m de diámetro mínimo si son nuevas totalmente, salvo las obras 26 y 27 que serán marcos rectangulares de 2,50 x 2,00 m de altura, de hormigón armado, dando continuidad a los marcos existentes en la actualidad.
 - Se ha estudiado la posibilidad de aprovechar las obras de drenaje transversal de la A-48 para desaguar agua de la mediana, mediante la incorporación de una arqueta intermedia.
 - Las embocaduras colocadas a la entrada o salida de las obras de drenaje transversal tendrán una disposición tal que faciliten al máximo las condiciones de desagüe. Las aletas servirán de acompañamiento y contención del talud de tierras y serán de hormigón armado. La imposta terminará en un plano vertical de una altura tal que evite la caída de tierras a la embocadura. Si la obra de fábrica no fuera perpendicular al eje de la carretera, las aletas de entrada y salida deberán acoplarse a los taludes del terraplén, a fin de evitar aterramiento o erosiones.
 - La velocidad máxima del agua en obras de hormigón es 4,50 – 6,00 m/seg, según la tabla 3.2 de la Norma 5.2- IC “Drenaje superficial”, vigente.
 - El coeficiente de rugosidad n de Manning empleado, del lado de la seguridad, es de 0,017 para tuberías y marcos de hormigón.
 - Debido a la particularidad en el diseño de este drenaje, y en concreto del drenaje transversal, no se considera necesario ni adecuado el estudio de sobreelevaciones, erosiones y aterramientos, puesto que las obras proyectadas actúan como conexión de zonas encharcables y como vasos comunicantes, y prácticamente están inundadas con resguardo suficiente para dar paso al caudal que debe desaguar cada una.
- En este sentido, si la cota de pleamar máxima está entorno a 2,5m, más un resguardo de 0,5 m asimilado del apartado 4.3 de la Norma, aunque no sea el caso exacto ya que

la Norma lo establece para el periodo de retorno de 500 años y en este caso se está hablando del nivel de pleamar máxima (evento diario), la cota a la que deberían estar los viales sería la cota 3 o mayor. Se trata de una condición inviable puesto que ya existen en la actualidad viales a cota inferior a la 3, por lo que las ampliaciones de los mismos y de las obras de drenaje existentes en ellos no se pueden alterar para cumplir con el resguardo de 0,5 m respecto a la pleamar. No obstante, en la actualidad y según los datos topográficos disponibles, las zonas encharcables suelen alcanzar una cota de 2 m respecto a pleamar, dado lo antropizado de la red de comunicación entre zonas encharcables y el aprovechamiento que se hace de los caños para criadero de peces y salinas.

- Todas las embocaduras irán acompañadas de protecciones de escollera tanto en entrada como en salida, para protección de los taludes de tierra adyacentes a las aletas.
- Según lo especificado anteriormente y dado que realmente las obras de desagüe de las cuencas principales cumplen una función principal de desagüe para el drenaje longitudinal y de comunicación de los caños entre ambas márgenes de las plataformas, se realiza una primera comprobación hidráulica a modo de obras transversales para el drenaje longitudinal. Además, considerando el apartado 4.6 de la Norma, por seguridad, se van a considerar tales comprobaciones con una reducción del 50% de la capacidad de desagüe de las obras.
- Asimismo, tales obras de desagüe de las cuencas principales, se han comprobado también siguiendo lo especificado en la Norma para obras de drenaje transversal.
- Básicamente para impedir el contacto de la lámina de agua directamente con el espaldón de los rellenos consisten en el mantenimiento de los caballones de tierras de borde existentes, colindantes a las vías actuales. Por otro lado, se han protegido con escollera diversos taludes que se podrían ver contactados directamente por la lámina de agua al no existir en esas zonas los caballones. También se ha previsto que los terrenos aportados para los accesos a las obras, principalmente las estructuras, se orientarán superficialmente para que su escorrentía cumpla con las indicaciones de los planos, de forma que se desafecten determinadas zonas como las sombras de las estructuras y los contactos directos con los rellenos, en la medida de lo posible. Asimismo, también se han previsto una serie de excavaciones en tierras para comunicación entre zonas deprimidas, con tal que las futuras zonas encharcables dentro del enlace queden controladas artificialmente para minimizar el contacto de la lámina de agua con los rellenos, y en aquellos casos que sea imposible, se protegerán rellenos con las medidas anteriores.

5.11.2.3.- Dimensionamiento hidráulico de las obras de drenaje transversal

Se ha realizado un primer dimensionamiento/comprobación hidráulica de las obras a partir de la información disponible:

- A partir de los datos del inventario se dispone de la sección hidráulica en las obras existentes o que son prolongadas, así como el material con que están ejecutadas (en todos los casos se trata de obras de hormigón). La pendiente longitudinal se estima a partir de la cartografía a escala 1/1.000 y de los taquimétricos ya realizados para el Proyecto de Trazado.
- En las obras de nueva ejecución se adopta como diámetro mínimo 1800mm, aunque los caudales de proyecto pueden variar ligeramente y ser muy inferiores a las capacidades de tales diámetros. Se ha comprobado la validez de este criterio en todos los casos, incluida la indicación de la norma de contemplar una reducción del 50% de capacidad para las zonas inundables, lo cual se puede comprobar en los cálculos de las obras transversales para el drenaje longitudinal. De igual forma se obtiene la pendiente longitudinal a partir de la información cartográfica y topográfica disponible.

Para el dimensionamiento hidráulico se ha partido de dos premisas:

- A la salida de la obra de fábrica se pueden presentar alturas de agua determinadas que se han tenido en cuenta en el segundo grupo de cálculos de las obras de drenaje transversales.
- Se limita la relación entre la cota de la lámina de agua a la entrada de la obra medida desde la solera (H_0) y la altura de su sección (H) a 1,2. Con esta medida se evitan inundaciones y afecciones al terraplén, además de evitar que la obra pueda entrar en condiciones de carga.

Se realiza el cálculo como obras transversales para los cuatro tubos asociados a las cuencas principales, para estos escenarios:

- Régimen uniforme, que permite obtener el calado y velocidad normales, así como conocer si la obra está funcionando en régimen lento o rápido.
- Régimen crítico, que permite obtener el calado y velocidad críticas.
- Velocidad en caso de sección llena.

A partir de estos valores se determina el nivel de aguas a la entrada suponiendo control a la entrada (sección de control localizada al inicio) o control de salida (sección crítica situada al final del conducto). Para este último se emplea la formulación descrita en la antigua Norma 5.2-IC.

En la siguiente tabla se muestran los datos utilizados en el cálculo hidráulico y los resultados obtenidos para cada una de ellas en este dimensionamiento.

Número	Tipo	Num	Anchura	Alt / Diam	Datos							Régimen Uniforme							Régimen crítico				Sección llena				He						
					Geometría	Pendiente	T	Q _{APORT}	Q _{Conducto}	Rugosidad	k _e	y _n	alfa	Área	P _m	R _h	V	T	Froude	y _c	V _c	T	I _c	Área	P _m	R _h	V	C. Entrada	C. Salida	Adoptado	Control?		
OTDL 32	Tubo	1		1,80	18	1,63	1,09	0,0300	500	1,403	1,403	0,017	0,3	0,369	0,940	0,375	1,692	0,222	3,734	1,453	2,35	0,569	2,032	1,674	0,074	2,545	5,655	0,450	0,551	0,843	0,669	0,843	Entrada
OTDL 12	Tubo	1		1,80	33	0,20	0,16	0,0012	500	0,395	0,395	0,017	0,3	0,436	1,029	0,476	1,852	0,257	0,827	1,542	0,48	0,297	1,436	1,337	0,076	2,545	5,655	0,450	0,155	0,299	1,011	1,011	Salida
OTDL 30	Tubo	1		1,80	26	0,80	0,77	0,0010	500	0,869	0,869	0,017	0,3	0,690	1,336	0,898	2,404	0,374	0,965	1,750	0,43	0,445	1,775	1,553	0,074	2,545	5,655	0,450	0,341	0,752	1,107	1,107	Salida
OTDL 11	Tubo	1		1,80	35	0,10	0,06	0,0011	500	0,935	0,935	0,017	0,3	0,693	1,339	0,903	2,410	0,375	1,034	1,752	0,46	0,462	1,812	1,572	0,074	2,545	5,655	0,450	0,368	0,764	1,104	1,104	Salida
OTDL 32	Tubo	1		1,80	18	1,63	1,09	0,0300	500	1,403	1,403	0,017	0,3	0,369	0,940	0,375	1,692	0,222	3,734	1,453	2,35	0,569	2,032	1,674	0,074	2,545	5,655	0,450	0,551	0,843	0,669	0,843	Entrada
OTDL 12	Tubo	1		1,80	33	0,20	0,16	0,0012	500	0,395	0,395	0,017	0,3	0,436	1,029	0,476	1,852	0,257	0,827	1,542	0,48	0,297	1,436	1,337	0,076	2,545	5,655	0,450	0,155	0,299	1,011	1,011	Salida
OTDL 30	Tubo	1		1,80	26	0,80	0,77	0,0010	500	0,869	0,869	0,017	0,3	0,690	1,336	0,898	2,404	0,374	0,965	1,750	0,43	0,445	1,775	1,553	0,074	2,545	5,655	0,450	0,341	0,752	1,154	1,154	Salida
OTDL 11	Tubo	1		1,80	35	0,10	0,06	0,0011	500	0,935	0,935	0,017	0,3	0,693	1,339	0,903	2,410	0,375	1,034	1,752	0,46	0,462	1,812	1,572	0,074	2,545	5,655	0,450	0,368	0,764	1,104	1,104	Salida

Tabla 47. Comprobación y dimensionamiento hidráulico de las obras de drenaje para las cuencas principales

5.11.2.4.- Rellenos

En la actualidad se puede decir que no existe contacto directo entre la lámina de agua proveniente de la pleamar PMVE o del caño Zuraque y los taludes de la infraestructura viaria existente, debido a que se han generado artificialmente diversos esteros y caballones que suponen una protección para la infraestructura de la carretera existente frente al contacto directo con la lámina de agua.

La cartografía y las comprobaciones a nivel de taquimétrico realizadas para el proyecto de trazado, representan las zonas encharcadas con una línea cercana a la línea de nivel de cota 2 m, por lo que se puede deducir que, en cualquier caso, la lámina de agua actualmente, en realidad, no alcanza la cota 2 m, aunque se quede cerca de la misma.

No obstante, se han identificado aquellas zonas en las que por la situación actual (insistimos cambiante a lo largo del tiempo por efectos artificiales) se podría dar un contacto directo de la lámina de agua con los nuevos rellenos a ejecutar. Tales zonas han quedado reflejadas en los planos realizados para la identificación de las diversas secciones tipo y soluciones constructivas.

En tales casos, dado que los datos de cota máxima que alcanza la marea se pueden considerar a la cota 2,5 m, más el resguardo de 0,5 m que indica la norma 5.2-IC (apartado 4.5.3), estaríamos entorno a la cota 3 m, aunque no sea el caso exacto ya que la Norma lo establece para el periodo de retorno de 500 años y en este caso se está hablando del nivel de pleamar máxima (evento diario).

Elevar todos los rellenos por encima de esa cota se trata de una condición inviable puesto que ya existen en la actualidad viales a cota inferior a la 3, por lo que las ampliaciones de los mismos y de las obras de drenaje existentes en ellos no se pueden alterar para cumplir con el resguardo de 0,5 m respecto a la pleamar, que por otra parte tampoco se considera necesario puesto que como se ha indicado anteriormente, según la cartografía las zonas encharcadas alcanzan una cota cercana a la cota 2 m pero sin superarla, en toda la zona de proyecto.

En este sentido, se han adoptado otras medidas indicadas por la Norma en su apartado 4.5.1, concretamente encauzar con cunetas la dirección de la corriente para que no afecte a los rellenos y/o proteger el espaldón del relleno con escolleras en las inmediaciones de las obras de drenaje o taludes que pudieran verse en contacto directo con la lámina de agua, o caballones en aquellas zonas con posibilidad de contacto, para impedir el contacto directo de la lámina de agua con el espaldón del relleno y cuando existan actualmente tales caballones que puedan prolongarse o mantenerse para materializar una situación similar a la actual una vez ejecutadas las obras.

Dado que se va a evitar el contacto directo de la lámina de agua con el espaldón de los rellenos, se evita la percolación de agua por el relleno y las posibles inestabilidades que este hecho pudiera producir. Aún así, los materiales a emplear en los rellenos cumplen con las características de suelos seleccionados y en las embocaduras de las obras de drenaje proyectadas con hormigón en masa y armado, se han proyectado complementariamente unas protecciones de escollera paramentada y hormigonada hasta la coronación de la embocadura correspondiente, así como la altura necesaria de los taludes a proteger con escolleras frente al contacto con lámina de agua (en todos los casos por encima de la cota 2,5 m).

En este caso, la ejecución de ODT en rellenos en que se prevea la existencia de asientos postconstructivos importantes, requiere proyectar medidas especiales, adicionales a las anteriores, por lo que se han previsto encamisados de hormigón armado para la unión de tubos existentes con tubos nuevos y sellado de juntas.

Asimismo, con el fin de mejorar el terreno de cimentación de obras de drenaje y evitar asientos posconstructivos se ha previsto la hinca de pilotes de madera, favoreciendo por tanto minimizar los asientos postconstructivos. Los detalles de los mismos se definen en los planos de detalles de drenaje correspondientes.

5.11.3.- Drenaje longitudinal

5.11.3.1.- Criterios de diseño

Al tratarse de una remodelación de un enlace existente, el criterio general adoptado consiste en reponer aquellos elementos del drenaje longitudinal ubicados en las márgenes que se vean afectados, mientras que se evita generar nuevos caudales de escorrentía que vierten a elementos existentes no afectados.

De esta forma, las nuevas plataformas (calzadas, ramales, etc.) dispondrán de sus propios elementos de drenaje, que eviten que la escorrentía drene hacia plataformas existentes, en especial la calzada de las autovías.

A partir de estas premisas, pueden resumirse los criterios de diseño generales como sigue:

- Cuneta de mediana existente: seguirá evacuando la plataforma actual, disponiendo los elementos necesarios, tales como caces en las tercianas, para recoger la nueva escorrentía de las vías colectoras y evitar que llegue a la mediana.
- OTDL: Se tendrán que prolongar algunas de las actuales, y se verificará su capacidad.
- Cunetas de pie de terraplén y guarda: se revestirán las nuevas cunetas en general, siempre cumpliendo con la normativa vigente.
- Cunetas de desmonte: se puede afirmar que no existen tales cunetas o son insignificantes.
- Bordillos y bajantes: se disponen en aquellos terraplenes que vayan a recibir escorrentía de la plataforma, de manera que tal escorrentía, a través de las bajantes, se recoge en cunetas de pie de terraplén que se conducen hasta el caño u obra más próxima.

Las obras que componen el esquema de drenaje longitudinal se proyectan de acuerdo con lo especificado en la Norma 5.2-I.C. Drenaje Superficial vigente, y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la redacción del Proyecto.

Se proyectan cunetas de desagüe en régimen libre. Se ha considerado en lo posible la uniformidad de las secciones adoptadas para las cunetas, con el fin de simplificar el proceso constructivo.

Se ha tenido también en cuenta la facilidad en la conservación y limpieza, de forma que para obtener la sección adecuada en los tramos de pie de terraplén, el diseño da respuesta a las demandas de caudal sin buscar secciones de elevado calado, abriendo el ángulo de los taludes de las cunetas.

Como puntos de desagües de los flujos transportados por las cunetas se han tomado: las entradas y salidas de las obras de fábrica y desagües a puntos del terreno con pendiente favorable para ello, o en todo caso conexión con los caños existentes.

El período de retorno que se utiliza en el cálculo de caudales es de 25 años.

5.11.3.2.- Elementos de drenaje longitudinal

5.11.3.2.1 . - Cunetas

Ya se ha comentado en la introducción algunos de los criterios seguidos en el diseño de las cunetas, que resumimos a continuación:

Facilidad en limpieza y conservación: diseñando secciones que no sean muy reducidas o con calado profundo, empleando ángulos abiertos entre sus paredes.

Revestimiento: consecuencia de las características del terreno donde se localizan las obras proyectadas, con un relieve muy llano con dificultad para desaguar y obteniéndose pendientes de cunetas en algunos casos inferiores al 0.1%, se propone el revestimiento en general en todas las secciones propuestas.

En los cálculos hidráulicos se estiman las secciones adoptadas con un determinado resguardo para estar del lado de la seguridad.

Se dará continuidad a las cunetas de pie de terraplén.

Como puntos de desagües de los flujos transportados por las cunetas se han tomado: las entradas y salidas de las obras de fábrica y desagües a puntos del terreno con pendiente favorable para ello, así como caños existentes.

Las secciones proyectadas para las cunetas son las siguientes:

- Sección tipo S-1: Cuneta triangular de calado 0,5 m y taludes interior y exterior 2H:1V. Revestida de hormigón.

- Sección tipo S-2: Cuneta trapecial de calado 0,5 m y solera 1 m. Taludes interior y exterior 1H:1V. Revestida de hormigón.

- Sección tipo S-3: Cuneta rectangular de calado 0,5 m y solera 0,5 m. Revestida de hormigón.

- Sección tipo S-4: Cuneta triangular de calado 1,00 m y taludes interior y exterior 1H:1V. Revestida de hormigón.

- Sección tipo S-5: Cuneta trapecial de calado 1,00 m. y solera 1 m. Taludes interior y exterior 1H:2V. Revestida de hormigón.

- Sección tipo S-6: Cuneta triangular de calado 0,50 m y taludes interior y exterior 1H:1V. Revestida de hormigón.

5.11.3.2.2.- Caces Sumideros

Para evitar la acumulación de agua en los carriles interiores contiguos a la mediana o terciana en los tramos de planta curva por efecto del peralte correspondiente, dado que la mediana/terciana se encuentra delimitada por una barrera de seguridad de hormigón, se dispone un caz prefabricado sumidero de tipo continuo longitudinal con secciones de 500 mm de diámetro, ranura de 7 cm de anchura, que se desagua a puntos favorables del terreno o a las obras transversales para drenaje longitudinal mediante colectores de desagüe de hormigón de 600 mm de diámetro, o a tramos de cuneta.

En los tramos en los que se proyecta caces sumideros, se proyectarán arquetas intermedias con rejillas para permitir el mantenimiento y limpieza del mismo, de dimensiones interiores 1,00 x 1,00 m. y 90 cm. de profundidad y muros de espesores de 0,20 m. Construidas con hormigón armado HA-30 y acero B-500 S. Dadas las características especiales de llanura de la actuación, se han previsto arquetas intermedias de registro de caz cada 20 m.

5.11.3.2.3.- Obras transversales del drenaje longitudinal

Para dar salida transversal al agua proveniente de las escorrentías originadas en la plataforma, en los taludes creados en la explanación y en las bermas se han dispuesto las denominadas obras transversales para el drenaje longitudinal.

En el apartado de drenaje transversal se han descrito las características de las OTDL proyectadas y de las existentes.

Todos los tubos empleados serán de clase C-180.

5.11.3.2.4.- Pasos Salvacunetas

Para permitir el acceso de los vehículos desde la carretera a las fincas adyacentes o a los caminos que parten de la misma, manteniendo la continuidad de las cunetas, se construyen pasos salvacunetas.

Para ello se emplean tubos de hormigón armado de diámetro de 600 mm con muretes de cierre, a la entrada y a la salida, construidos de hormigón armado HA-30/IIlc+Qc.

Los tubos se colocarán enrasados con los puntos bajos de la cuneta en la entrada y la salida.

5.11.3.2.5.- Badenes

Para permitir el paso de aguas sobre algunos caminos existentes o de proyecto, se han previsto badenes provistos de losa de hormigón de 30 cm y 4 tubos de hormigón de 600 mm.

5.11.3.2.6.- Caz de coronación de terraplenes

Este elemento recoge la aportación procedente de una de las plataformas, en general arcén interior + calzada + arcén exterior + berma, desaguando cada ciertos metros de distancia a través de una bajante apoyada en el terraplén hacia el exterior, además de en los puntos bajos del caz que coincidirán con los puntos bajos de la rasante. La distancia entre bajantes depende de las características geométricas de cada tramo y la superficie de escorrentía.

Cuando se sitúe un camino de servicio a pie de terraplén, en las zonas interiores de los ramales o, con carácter general, en aquellas áreas en las que la topografía lo aconseje, se situará cuneta a pie de terraplén para que recoja y conduzca la aportación de los distintos bajantes a través de los cuales desagua el caz. En general se dispondrá cuneta a pie para recoger todas las bajantes previstas.

El caz se forma a partir del final de la berma, detrás de las barreras de seguridad y limitado por un bordillo, que irá montado de forma que la altura del mismo sobre la superficie es de 7 cm para no suponer un obstáculo para los vehículos. Siguiendo lo indicado por la Norma 5.2-IC entre el final de las capas de mezclas bituminosas y el bordillo se extenderá un revestimiento de hormigón sobre la berma.

Se ha realizado la comprobación hidráulica de cada tramo de bordillo, atendiendo a las pendientes longitudinales y transversales. Con estos parámetros, la altura de lámina de agua no supera los 4 cm, lo que implica un ancho de lámina de agua de 2,0 m como más desfavorable. De esta forma se asegura que el agua no invade la calzada en ningún punto.

5.11.3.2.7.- Bajantes

Se disponen bajantes:

En las vías y ramales de piezas prefabricadas de hormigón, de sección útil 0,30 x 0,12 m para recoger el agua de los caces coronación de terraplén y canalizarla hasta el fondo de terraplén y la correspondiente cuneta de pie de terraplén.

5.11.3.2.8.- Drenaje en estructuras

En los estribos de las estructuras, se dará continuidad a la defensa rígida con el bordillo de coronación de terraplén y de este a una bajante hasta la correspondiente cuneta o arqueta de salida de bajante. Con esta solución se consigue canalizar la escorrentía de la plataforma y evitar la erosión de los estribos.

5.11.3.2.9.- Otros elementos de drenaje superficial

Se definen en los planos de detalles el resto de elementos del drenaje longitudinal:

Arquetas de conexión para cunetas y OTDL.

Arquetas de conexión de caz sumidero con OTDL

Arquetas de conexión de bajantes con cuneta de pie de terraplén.

Arquetas de transición entre distintos tramos de cuneta

5.11.4.- Drenaje subterráneo

En las bermas, al objeto de procurar su impermeabilización, la parte más superficial de los rellenos de las mismas estará formada por una capa de 20 cm de espesor mínimo del material denominado "Relleno para impermeabilización de bermas", según las características especificadas en la O.C. 17/2003 sobre "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera".

En cuanto a la evacuación de las aguas, siguiendo las recomendaciones de la O.C. 17/2003, puesto que la explanada está formada por suelo estabilizado, se considerará el caso F de la orden circular.

Determinado el caso de aplicación y de acuerdo con las características del proyecto, los distintos sistemas de drenaje subterráneo se basarán principalmente en los detalles FR11-FR01 en

ampliaciones laterales de plataforma y rellenos en terraplén, y muy puntuamente en los detalles FD04 y FD14 cuando aparezca algún desmonte, con zahorra artificial drenante en prolongación en la berma, con un espesor mínimo de 20 cm, para permitir el desagüe lateral del agua de infiltración.

En las ampliaciones del firme de las autovías existentes se han previsto zahoras en la subbase, de forma que se mantiene la continuidad de la capa de material granular del firme existente y por tanto no se interrumpe el sistema de drenaje subterráneo que pueda estar funcionando en la actualidad.

Como medida adicional para asegurar el correcto drenaje subterráneo de infiltración, se propone disponer de un geocompuesto drenante, para favorecer la evacuación del agua en el hipotético contacto entre capas más permeables con capas menos permeables en el recorrido del agua infiltrada hacia su salida

5.12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

5.12.1.- Descripción de la campaña geotécnica realizada

Estructuras Enlace de Tres Caminos: ESTRUCTURAS Nº 1 Y Nº 2.

- 5 sondeos, S-3 a S-7, de entre 30 y 50 m de profundidad. Estos sondeos han permitido estudiar las condiciones de apoyo para las distintas estructuras previstas en esta área.
- 7 ensayos DPSH denominados como P-1, P-2, P-3, P-4, P-5, P-6 y P-11.
- 4 ensayos piezoconos CPTU-3 A CPTU-6.

Se incluyen también las prospecciones tomadas de campañas geotécnicas antecedentes realizadas en proyectos y obras ejecutados en el entorno:

- CG Antecedente Plataforma Reservada Transporte Público entre Chiclana de la Frontera y San Fernando: Sondeos SE-11-I, SE-12-I.
- CG Antecedente El Tren-Tranvía Chiclana-Caño Zurraque: SE-11.
- CG Antecedente PC Tren-Tranvía Caño Zurraque-San Fernando: SER-2-II.
- CG Antecedente PC Tren-Tranvía Chiclana-Caño Zurraque: penetro DPSH P-25.

Estructura de cambio de sentido en A-48: ESTABILIZACIÓN DE RELLENOS DE ACCESO A ESTRIBOS.

Para el estudio del estado de esta estructura se ha ejecutado:

- 1 Sondeo a rotación de 30 m denominado como S-8.
- 1 Ensayo de penetración DPSH numerado como P-9

El sondeo se ha realizado desde la coronación del estribo más afectado por los asientos, buscando determinar el grado de consolidación alcanzado.

Estructura del enlace de Chiclana norte – ESTRUCTURA Nº 3:

- 2 Sondeos a rotación numerados como S-9 y S-10 y que han alcanzado una profundidad del orden de 30 metros.
- 1 ensayo piezocono CPTU-10.

Se incluyen también las prospecciones tomadas de campañas geotécnicas antecedentes realizadas en proyectos y obras ejecutados en el entorno:

- CG Antecedente El Tren-Tranvía Chiclana-Caño Zurraque: SM-7.
- CG Antecedente PC Tren-Tranvía Chiclana-Caño Zurraque: penetro DPSH P-20.

En resumen, para el estudio de las nuevas estructuras y el análisis de las existentes, se han llevado a cabo los siguientes trabajos, realizados ex profeso para la redacción del PC:

- 15 sondeos rotativos de entre 30 y 50 metros.
- 11 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.
- 5 ensayos CPTU.
- Ensayos de laboratorio.

En el Anexo 12. Estudio Geotécnico Cimentación Estructuras se recoge toda la caracterización y diseño geotécnico de las estructuras, así como la metodología y criterios utilizados.

5.12.2.- Estudio de las estructuras

5.12.2.1.- Tipología de cimentación proyectada

Se ha seleccionado cimentación PROFUNDA para todos los apoyos, estribos y pilas, de la estructura por los siguientes motivos:

- Potencia importante de suelos compresibles muy blandos, saturados, de la marisma, que no admiten la cimentación directa sobre ellos.
- **ESTRIBOS**

Se proyectan estribos cargaderos pilotados apoyados en los terraplenes de acceso a la estructura, sobre las cuñas de transición (material tipo pedraplén).

• **PILAS**

Se proyecta cimentación profunda mediante PILAS-PILOTES en el tramo central de cruce de Caño Zurraque y cimentación profunda mediante PILOTES CON ENCEPADO en el resto de pilas.

5.12.2.2.- Esfuerzos parásitos

No se presentan esfuerzos parásitos en cimentaciones de pilas.

En cimentación de estribos se ha considerado rozamiento negativo y esfuerzos parásitos horizontales.

5.12.2.3.- Geometría y tipología de los pilotes

Longitud de los pilotes. Profundidad mínima de la punta.

Se recomienda un empotramiento mínimo de 6 DIÁMETROS en el Terciario. Y en todo caso se recomienda un empotramiento mínimo de 4 DIÁMETROS en el Plioceno Arenoso sano, no alterado por el contacto con la marisma, asegurando así el empotramiento en las ARENAS DENSAS.

Por tanto, la **profundidad mínima** de la punta de los pilotes proyectados deberá cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

ESTRUCTURAS 1 Y 2

$Z_{\minima_punta} = 15 + 6xD$, en metros.

$Z_{\minima_punta} = 20 + 4xD$, en metros.

Siendo D el diámetro del pilote.

ESTRUCTURA 3

$Z_{\minima_punta} = 9 + 6xD$, en metros.

$Z_{\minima_punta} = 12 + 4xD$, en metros.

Siendo D el diámetro del pilote.

Selección del tipo de pilote. Profundidad del encepado.

En el hormigonado de los pilotes se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el pilote quede, en toda su longitud, con su sección completa, sin vacíos, bolsadas de aire o agua, coqueras, cortes, ni estrangulamientos. También se deberán evitar el deslavado y segregación del hormigón fresco.

A tal efecto y dados los condicionantes de baja resistencia al corte de los niveles cuaternarios de marisma con suelos tipo fango de consistencia muy blanda y posibles flujos de agua freática, se han proyectado pilotes perforados hormigonados “in situ” con camisa perdida en los niveles de marisma y lodos bentoníticos en el Terciario.

La cara superior de los encepados deberá estar enterrada al menos 0,3 m

Diámetro de los pilotes – Tope estructural.

Dada la magnitud de las cargas previstas y los condicionantes geotécnicos planteados, se ha previsto el empleo de pilotes perforados hormigonados in situ con lodos, con **diámetros superiores a 1000 mm** (1000-1250-1500-1750 y 2000). La limitación para la selección de uno u otro diámetro y la estimación de su longitud óptima se deduce del tope estructural, para el cual se han empleado los valores recogidos en la G.C.O.C.:

$$Q_{\text{topo estructural}} = \sigma \cdot A, \quad A = \text{área de la sección transversal}$$

	TIPO DE PILOTE	VALORES DE σ (MPa)	
	Hincado	Hormigón pretensado	0,30 ($f_{ck} - 0,90 f_p$)
		Hormigón armado	0,30 f_{ck}
		Metálico	0,33 f_{yk}
		Madera	5
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
		Entubado	5 6
		Con lodos	4 5
		En seco	4 5
		Barrenado	4 No aplicable

Tabla 48. Tensión de trabajo para el cálculo del Tope Estructural. GCOC -

Se ha adoptado, por tanto, **una tensión de trabajo de 4 MPa**, correspondiente a un pilote sin entubación en suelo firme, con lodos, (tramo de pilotes en la formación de arenas densas). Con ello las capacidades estructurales máximas obtenidas son las siguientes.

Diámetro	1000 mm	1250 mm	1500 mm	1800 mm	2000 mm
Tope estructural	3142 kN	4909 kN	7069 kN	10179 kN	12566 kN

Tabla 49. Tope estructural según diámetro de los pilotes -

Se ha procurado, en la medida de lo posible, **proyectar un mismo diámetro** para todos los pilotes proyectados en las distintas estructuras del enlace. Finalmente se han proyectado tres tipos de pilotes: De **1200 mm, 1500 mm y 1800 mm**.

5.12.2.4.- Auscultación de los pilotes construidos

Con carácter general se prevé la auscultación de todos los pilotes empleados en la cimentación profunda de la estructura mediante ensayos de transparencia sónica o “cross-hole” en el interior del pilote, respetando las especificaciones sobre número de tuberías y posición establecidas en el Cuadro siguiente:

ASTM D-5885-96			
Ø de pilote (mm)	Nº de tubos	Diagrámas	Ángulo entre tubos
$\emptyset < 750$	2	1	180
$750 \leq \emptyset < 1000$	3	3	120
$1000 \leq \emptyset < 1500$	4	6	90
$1500 \leq \emptyset < 2500$	6	15	60
$\emptyset \geq 2500$	8	20	45

Tabla 50. Criterios de auscultación de pilotes in situ –

5.12.3.- Otros aspectos

5.12.3.1.- Cimentaciones de las obras de drenaje

Para la cimentación de las obras de drenaje se ha proyectado la hincada de pilotes de madera con el fin de transmitir las cargas en profundidad, funcionando como pilotes flotantes. Los pilotes serán de 25 cm de diámetro y 10 metros de longitud. Se colocarán en malla triangular con separación entre ejes de pilotes máxima de 0,75 metros.

5.12.3.2.- Muro de escollera

Se ha proyectado un muro de escollera con función de sostenimiento del talud de terraplén con el fin de reducir la ocupación del mismo.

Este muro se sitúa en el lado derecho del eje 15, entre los ppkk 0+460 y 0+575, con una longitud de 115 metros y una altura máxima de 4 metros, siendo la altura media de 2,5 metros

Dada la baja capacidad resistente del sustrato de marisma, para la cimentación del muro de escollera se ha proyectado la hincada de pilotes de madera con el fin de transmitir las cargas en profundidad, funcionando como pilotes flotantes. Los pilotes serán de 25 cm de diámetro y 10 metros de longitud. Se colocarán en malla triangular con separación entre ejes de pilotes máxima de 0,75 metros, en tres filas.

5.13.- ESTRUCTURAS

5.13.1.- Introducción

Las estructuras proyectadas tratan de salvar óptimamente los desniveles existentes en el trazado. Como paso previo, se realizó un estudio de tipologías, incluido en el Proyecto de Trazado, cuyo objeto fue el de definir la geometría y tipología de las estructuras inmersas en el presente proyecto,

haciendo referencia a sus diferentes elementos (estribos, pilas, tablero, etc.), a sus procesos constructivos y una serie de condicionantes funcionales, de trazado, afecciones, etc.

En este nivel de proceso proyectual, en la que se abordan situaciones de proyecto con mayor nivel de detalle, se desprenden un total de 3 estructuras. A continuación, se adjunta la relación de las mismas, así como los principales aspectos de cada una de ellas.

Como se puede observar en la tabla, por mayor claridad se han desglosado las dos primeras estructuras por la configuración de los ejes de trazado; puesto que, aunque la denominación adoptada para ellas es la misma en el proyecto, constituyen puentes con un comportamiento desde el punto de vista estructural independientes.

DENOMINACIÓN	P.K.	Nº vanos	Longitud (m)	Ancho (m)	FUNCIÓN / REPOSICIÓN
E-1 eje 7	6+223.77 a 6+365.22 (eje 7)	5	141.9	19.22-15.80	Acceso al Caño Zurraque
E-1 eje 19	5+458.66 a 5+694.41 (eje 19)	10	263.7	13.30	Salvar el cruce con los ejes 2 y 4 y acceso al Caño Zurraque
E-1 eje 7 + eje 19	6+365.22 a 6+503.37 (eje 7)	4	138.15	20.78-26.79	Permitir el paso en dirección Chiclana sobre el Caño Zurraque
E-2 eje 1	3+585.19 a 4+054.52 (eje 1)	18	497.8	11.80	Salvar los cruces con los ejes 19, 2 y 4.
E-2 eje 1 – eje 20	3+155.35 a 2+590.95 (eje 20)	20	565.4	11.8-18.7	Salvar los cruces con los ejes 19, 2, 4 y 7.
E-3 eje 25	4+140 a 4+410.5 (eje 25)	10	270	8.80	Salvar el cruce con la carretera existente A-48

Tabla 51. Estructuras proyectadas

Como aclaración, resaltar lo siguiente en relación a las conclusiones del estudio de tipologías previo:

- Estructura E-2 (eje 1): con el levantamiento de detalle llevado a cabo en esta estructura, que refleja la realidad existente del terreno con mayor precisión en relación a la información utilizada en la fase de redacción del estudio de tipologías, se detectó en esta fase del proyecto que el antiguo vano 19 no era necesario debido a la reducida altura que resultaba sobre el terreno natural (unos 2.5m) y factible desde todos los puntos de vista abordarlo en terraplén. Por tanto, se ha suprimido este último vano, constituyendo finalmente una estructura de 18 vanos, en la que el estribo 2 se sitúa en lugar de la antigua pila 18, desapareciendo en consecuencia ésta última.
- Estructura E-1 (ejes 7 y 19): en base a los requerimientos de la Declaración de Impacto Ambiental incluida en la Resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente con fecha de 3 de octubre de 2017, se ha llevado a cabo un estudio técnico conjunto de esta estructura en su cruce a través del caño Zurraque y de la dinámica fluvial del mismo para, entre otros aspectos, evaluar la afección al mismo principalmente en la fase constructiva de la estructura y según las tipologías estructurales propuestas, así como su relación con la dinámica mareal y calidad de las aguas del caño.

El estudio hidrodinámico está recogido en el anexo nº 18 de Integración Ambiental, mientras que el estudio de tipologías de la estructura de cruce del caño Zurraque se recoge en el Apéndice nº 1 del Anejo nº 13: Estructuras.

De forma sucinta, se explica a continuación los aspectos más relevantes y la conclusión de dicho estudio.

Se propusieron tres tipologías estructurales:

- 1) Puente de vanos isostáticos de vigas cajón prefabricadas de 27.6m de longitud cada uno, cuya propuesta fue inicialmente incluida en el estudio de tipologías previo para el proyecto de trazado.
- 2) Puente continuo hiperestático de vigas cajón prefabricadas, disponiendo un vano centrado en el caño con una longitud de 48m, como alternativa para cumplir con los requerimientos hidrodinámicos del caño.
- 3) Puente continuo hiperestático de tablero mixto. Se trata de una solución igual a la anterior, pero optando por un tablero de cajón metálico más losa superior hormigonada sobre prelosas.

Además, en cada una de las tipologías anteriores, se consideraron dentro de las posibles fases constructivas las siguientes alternativas:

- a) Ejecución de penínsulas de forma simultánea en ambos lados del caño Zurraque.
- b) Ejecución de penínsulas no simultáneas, es decir, la disposición de una única península en una de las márgenes para cada etapa constructiva, lo que conlleva por ende mayor tiempo de proceso constructivo.
- c) Ídem anterior, pero considerando la disposición de tubos transversales a dichas penínsulas, como elemento adicional para la mejora del trasiego de agua en el caño.

Como conclusión de dicho estudio y de las reuniones mantenidas con la Dirección de la Conservación del Parque Natural de la Bahía de Cádiz, procede citar lo siguiente en relación a lo que concierne al aspecto estructural:

- Desde el punto de vista hidrodinámico, la tipología de puente hiperestático continuo con vano central de 48m se comporta mejor que la opción de puente isostático, habida cuenta que la invasión del cauce es menor teniendo en cuenta que la profundidad de agua del cauce es relativamente pequeña debido a la gran influencia de las mareas.
- Que no simultanear en ambas márgenes penínsulas provisionales para la ejecución de pilas y tablero es la alternativa que mejor se comporta y cumple con los requerimientos de sobrelevación y trasiego de volumen de agua del caño.
- Que los tubos provisionales transversales propuestos en las penínsulas provisionales aportan escasa mejora hidráulica, pero por el contrario pueden generar problemas durante la fase constructiva debido a que el terreno natural en su primer estrato es marisma y se producen asientos considerables, lo que puede originar la rotura de los mismos e incluso la pérdida o desprendimientos de partes de los mismos en el propio caño, habida cuenta de experiencias anteriores del Parque Natural en obras similares. Por tanto, se descarta la utilización de los mismos.
- En relación a las penínsulas, los anexos nº 7 de Geotecnia del Corredor y nº 12 de Geotecnia de Cimentación de Estructuras recogen las indicaciones oportunas relativas a la ejecución de las mismas en cuanto a material empleado y protección.
- Que se adopta como solución más adecuada, habida cuenta de los requerimientos de la DIA y las conclusiones del estudio de tipologías, la de puente hiperestático de vigas cajón prefabricadas y penínsulas no simultáneas en las etapas constructivas.

5.13.2.- Descripción de las estructuras

A continuación, se realizará una descripción pormenorizada de las estructuras indicadas previamente.

5.13.2.1.- Estructura E-1

Se trata de un puente constituido por dos estructuras independientes que confluyen en una a partir de la confluencia de los ejes de trazado nº 7 y 19. A continuación se describe cada una de ellas de forma independiente.

5.13.2.1.1 - E-1 – eje 7

El tramo correspondiente al Eje 7 es una estructura de 5 vanos de una longitud total de 141.9 m según eje de trazado y anchura variable entre 19.22 m y 15.80 m. La longitud de todos los vanos es de 28.4 m.

La estructura está inscrita en planta en una curva de radio 250 m por lo que posee un peralte transversal del 7%. En alzado se encuentra dentro de un acuerdo vertical convexo, estando el primer vano dentro del tramo de pendiente constante del 7%.

La sección transversal del tablero tipo queda formada por 3 vigas artesa prefabricadas de 1.3 m de canto mínimo, más losa superior hormigonada in situ sobre prelosas. El espesor mínimo de la losa (losa in situ más prelosa) es de 25 cm. Las vigas se disponen a lo largo de la estructura con un intereje variable (motivado por el trazado en planta curvo).

Debido al peralte transversal de la calzada, y al acuerdo vertical convexo de la zona central, las vigas disponen de unos recercidos sobre las alas superiores del molde tipo de viga de 1.3 m de canto.

El espacio entre vigas se cubre con prelosas pretensadas, mientras que para los voladizos se disponen prelosas biplaca en celosía. En el primer vano de la estructura, debido a la mayor separación entre vigas, se opta también por prelosas en celosía entre vigas.

El tablero se apoya en la subestructura íntegramente mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchado anclados a la subestructura y soldados a chapa embebida en las vigas. Los neoprenos disponen de una cuña metálica superior para el adecuado apoyo de las vigas, y serán de tipo sustituible. Las dimensiones del núcleo de los apoyos de neopreno previstos son de 500x600x216 (132) mm en el estribo y pilas con juntas de calzada, y de 450x600x171 (99) mm en pilas interiores.

Las pilas están formadas por tres fustes circulares de 1.2 m de diámetro, unidos entre sí mediante un dintel de sección transversal trapezoidal, de 1.0 m de canto. La pila 5, en la que se produce la confluencia de las estructuras de los Ejes 7 y 19, tiene una mayor anchura de tablero, por lo que posee en este caso cuatro fustes de 1.2 m de diámetro. El dintel se dispone con el mismo peralte transversal de la calzada. Las pilas de esta estructura se sitúan todas ortogonales al eje de trazado.

La cimentación de las pilas se realiza mediante 6 pilotes de 1.2 m de diámetro, empotrados en el sustrato del Plioceno Arenoso, que poseen una longitud de entre 27 y 28 m. Entre los pilotes y los fustes de las pilas se disponen encepados de planta rectangular, que posee un canto de 1.6 m.

La posición de las pilas, que condiciona la luz de los vanos del tablero, se ha ajustado a la prevista en los estudios previos de proyecto y a las ligeras modificaciones realizadas en fase posterior para minimizar las afecciones a los restos arqueológicos existentes.

En relación al estribo, se ha proyectado como cargadero cimentado mediante una fila de 8 pilotes de 1.5 m de diámetro, separados entre ejes 2.4 m en. La potencia y longitud de estos pilotes viene principalmente condicionada por los empujes laterales parásitos producidos en los mismos en el estrato blando superior de marismas, de unos 15 m de espesor. Los pilotes están unidos en cabeza por una viga cargadero de 205 cm de anchura y canto mínimo de 125 cm, más murete de guarda de 40 cm de espesor, muretes laterales de 30 cm de espesor y aletas colgadas de 65 cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

El tablero de la estructura posee juntas de calzada en el estribo y sobre la pila nº 5, en la que comienza la estructura de tablero continuo hiperestático. En el resto de las pilas la losa del tablero posee continuidad.

En las aproximaciones a los estribos, el tratamiento de columnas de grava del terreno bajo la calzada es reforzado, hasta disponerse en malla triangular separadas entre sí 2.0 m.

5.13.2.1.2 - E-1 – eje 19

Esta estructura es un puente de 10 vanos de una longitud total de 263.7 m según eje de trazado y anchura constante de 13.3 m. La longitud de los vanos es variable según las afecciones a salvar, presentando una longitud de vanos tipo en las zonas sin afecciones de 25.0 m.

La estructura está inscrita en planta en una curva de radio 165 m en la mayor parte de la longitud, y clostoide en los metros finales, por lo que posee un peralte transversal del 7% salvo en los metros finales en los que reduce hasta el 5.6%. En alzado se encuentra dentro de un acuerdo vertical convexo, estando los primeros y últimos vanos en tramo de pendiente constante del 6%.

La sección transversal del tablero tipo queda formada por 2 ó 3 vigas artesa prefabricadas de 1.3 m de canto mínimo, en función de la luz de los vanos, más losa superior hormigonada in situ sobre prelosas. Los vanos 1 a 4, 6 y 7, poseen dos vigas artesa, mientras que en el resto se precisan 3 vigas. El espesor mínimo de la losa (losa in situ más prelosa) es de 25 cm. Las vigas se disponen a lo largo

de la estructura con un interjeje variable (motivado por el trazado en planta curvo), siendo de 6.5 m de valor medio en los vanos con doble viga artesa.

Debido al peralte transversal de la calzada, y al acuerdo vertical convexo de la zona central, las vigas disponen de unos recrecidos sobre las alas superiores del molde tipo de viga de 1.3 m de canto.

El espacio entre vigas se cubre con prelosas pretensadas, mientras que para los voladizos se disponen prelosas biplaca en celosía. En los vanos con doble viga artesa, debido a la mayor separación entre vigas, se opta también por prelosas en celosía entre vigas. Los voladizos de la losa, pasados 1.0 m desde la viga, serán hormigonados en fase posterior, una vez haya endurecido el hormigón del tramo central de la losa.

El tablero apoya en la subestructura íntegramente mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchado anclados a la subestructura y soldados a chapa embebida en las vigas. Los neoprenos disponen de una cuña metálica superior para el adecuado apoyo de las vigas, y serán de tipo sustituible. Las dimensiones del núcleo de los apoyos de neopreno previstos son de 450x600x201 (121) mm en el estribo, 500x600x216 (132) mm en pilas con juntas de calzada, y de 450x600x171 (99) mm en pilas interiores.

Las pilas están formadas por dos ó tres fustes circulares de 1.2 m de diámetro, unidos entre sí mediante un dintel de sección transversal trapezoidal, de 1.0 m de canto. El dintel se dispone con el mismo peralte transversal de la calzada. Las pilas 7, 8, y 9 se disponen esviadas en planta debido al cruce sobre la actual calzada de conexión Chiclana-Cádiz y un camino de servicio. La cimentación de las pilas se realiza mediante 4 ó 6 pilotes de 1.2 m de diámetro, empotrados en el sustrato del Plioceno Arenoso, que poseen una longitud de entre 27 y 29 m. En el caso de las pilas 4 y 5, debido a la proximidad a una zona de restos arqueológicos, se ha optado por la cimentación con 6 pilotes más próximos entre sí, con objeto de reducir las afecciones a los restos. Entre los pilotes y los fustes de las pilas se disponen encepados de planta rectangular, que posee un canto de 1.4 ó 1.6 m, en función de la separación requerida entre pilotes.

La posición de las pilas, que condiciona la luz de los vanos del tablero, se ha ajustado a la prevista en los estudios previos de proyecto y a las ligeras modificaciones realizadas en fase posterior para minimizar las afecciones a los restos arqueológicos existentes.

Respecto al estribo, se ha proyectado como cargadero cimentado mediante una fila de 6 pilotes de 1.5 m de diámetro separados entre ejes 2.2 m, cuya potencia y longitud viene principalmente condicionada por los empujes laterales parásitos producidos en los mismos en el estrato blando superior de marismas, de unos 15 m de espesor. Los pilotes están unidos en cabeza por una viga cargadero de 205 cm de anchura y canto mínimo de 125 cm, más murete de guarda de 40 cm de

espesor, muretes laterales de 30 cm de espesor y aletas colgadas de 65cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

El tablero de la estructura posee juntas de calzada en el estribo y sobre las pilas nº 5 y 10 (pila 5 de Eje 7). En el resto de las pilas la losa del tablero posee continuidad.

En las aproximaciones a los estribos, el tratamiento de columnas de grava del terreno bajo la calzada es reforzado, hasta disponerse en malla triangular separadas entre sí 2.0 m

5.13.2.1.3- E-1 – eje 7 + eje 19

Para el tramo de estructura que cruza sobre el Caño Zurraque, a partir de la confluencia entre los Ejes 7 y 19 (pila 5 Eje 7 y pila 10 Eje 19), se ha optado por un tablero continuo hiperestático de vigas cajón. Se plantea un tablero continuo de 4 vanos, con una distribución de luces de 28.6+48.0+34.8+26.75 m, contabilizada desde pila 5 a estribo 2.

La estructura se encuentra dentro de una alineación en planta recta, y en alzado, dentro de un tramo de pendiente descendente del 6% y un acuerdo vertical cóncavo.

El tablero está formado por 4 vigas cajón, que poseen un canto de 1.6 m salvo en el apoyo sobre las dos pilas que delimitan el vano principal, donde se incrementa hasta 2.2 m. Se distinguen principalmente dos tipos de vigas: viga de canto variable entre 1.6 y 2.2 m (viga martillo), situada sobre las pilas 6 y 7, y vigas de canto constante de 1.6 m entre vigas martillo y en el resto de longitud del puente. La continuidad entre las vigas, tanto en el apoyo sobre la pila 9 como en las conexiones viga martillo-viga de canto constante, se consigue mediante barras pretensadas de acero inoxidable Ø50 mm, más la propia continuidad de la losa superior. La losa superior se hormigona sobre prelosas, y tiene un espesor total de 0.28 m.

Debido al peralte transversal de la calzada, y al acuerdo vertical, las vigas disponen de unos recrecidos sobre las alas superiores del molde tipo de viga de 1.6-2.2 m de canto. El tablero apoya en la subestructura íntegramente mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchado anclados a la subestructura y soldados a chapa embebida en las vigas. Los neoprenos disponen de una cuña metálica superior para el adecuado apoyo de las vigas, y serán de tipo sustituible. Las dimensiones del núcleo de los apoyos de neopreno previstos son de 500x600x216 (132) mm en pila 5 y estribo 2, 800x800x150 (90) mm en pilas 6 y 7, y 600x700x135 (75) mm en pila 8.

Las 3 pilas intermedias (P6, P7 y P8 de Eje 7) son tipo pórtico, constituidas cada una por 4 fustes-pilote Ø1.8 m (uno en la vertical de cada apoyo), y un dintel de arriostramiento entre ellas de 1.2

m de canto, sobre el que se lleva a cabo el apoyo de las vigas mediante neoprenos zunchados. La longitud de los pilotes dentro de terreno natural es de 29.0 m en pilas 6 y 7, y de 27 m en pila 8.

El estribo 2 se ha proyectado como cargadero cimentado mediante una fila de 9 pilotes de 1.5 m de diámetro separados entre ejes 2.3 m, cuya potencia y longitud viene principalmente condicionada por los empujes laterales parásitos producidos en los mismos en el estrato blando superior de marismas, de unos 15 m de espesor. Los pilotes están unidos en cabeza por una viga cargadero de 205 cm de anchura y canto mínimo de 125 cm, más murete de guarda de 40 cm de espesor, muretes laterales de 30 cm de espesor y aletas colgadas de 65 cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

Para la construcción de las pilas se prevé la ejecución de unas penínsulas constituidas por un material de relleno, capa superior de suelo seleccionado y protección de escollera, dispuesta con talud 1H:1V. Las penínsulas necesarias para construir las pilas han de prolongarse en el vano central en una longitud de 25 m desde la pila, para ubicar las grúas con las que poder llevar a cabo la colocación de las vigas centrales.

El proceso constructivo planteado, para general la mínima afección posible al caño durante la construcción de la estructura, es el siguiente:

1) Ejecución de península desde Estribo 2 a pila 7.

2) Construcción completa de la estructura (pilotes, pilas, apoyos y vigas y losa superior) en los dos vanos en los que se había colocado la península, más 8 m de voladizo respecto a la pila (viga martillo de canto variable), dejando barras de espera longitudinal en la losa del tablero.

3) Retirada de la península anterior y ejecución de península desde pila 5 a pila 6, prolongándose tras esta pila en una longitud de unos 25 m para poder situar la grúa con la que colocar las vigas del vano central.

4) Construcción completa de la estructura (pilotes, pilas, apoyos, vigas y losa superior) del vano entre pila 5 y 6, y del vano entre pila 6 y 7.

5) Retirada de las penínsulas provisionales. Esta fase podría realizarse una vez estén colocadas todas las prelosas, si bien si se mantiene hasta completar el hormigonado de la losa, se facilitan los trabajos en obra.

6) Acabados y prueba de carga.

5.13.2.2.- Estructura E-2

5.13.2.2.1 - E-2 – eje 1

Se trata de un puente de 18 vanos de una longitud total de 497.8 m según eje de trazado y 11.8 m de anchura. La longitud de los vanos es variable según las afecciones a salvar, presentando una longitud de vanos tipo en las zonas sin afecciones de 28.0 m.

La estructura está inscrita en planta en una sucesión de dos curvas con clostoide de transición entre ellas, con radios variables entre 850 y 500 m. Ello motiva que el peralte transversal sea variable a lo largo de la estructura, entre el 7.23% en estribo 1 y -8% en el estribo 2. En alzado se encuentra dentro de un acuerdo vertical convexo, estando los primeros y últimos vanos dentro de tramos con pendiente vertical constante del 5 %.

La sección transversal del tablero tipo queda formada por 2 vigas artesa prefabricadas de 1.3 m de canto mínimo más losa superior de 11.8 m de anchura, hormigonada in situ sobre prelosas, con un espesor total (losa más prelosa) de 25 cm. Las vigas se disponen con un interje variable (debido al trazado en planta), de valor medio en torno a 5.3 m. En el vano 8, de cruce de la estructura sobre la Estructura E-1 Eje 19, debido a la longitud necesaria de este vano (37.55m según eje de trazado), se han previsto 3 vigas artesa de 1.7 m de canto mínimo para salvar este cruce.

Debido al peralte transversal de la calzada, y al acuerdo vertical convexo de la zona central, las vigas disponen de unos recercados sobre las alas superiores del molde tipo de viga de 1.3-1.7 m de canto.

El espacio entre vigas se cubre con prelosas pretensadas, mientras que para los voladizos se disponen prelosas biplaca en celosía. Los voladizos de la losa, pasados 1.0 m desde la viga, serán hormigonados en fase posterior, una vez haya endurecido el hormigón del tramo central de la losa.

El puente se apoya en la subestructura íntegramente mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchado anclados a la subestructura y soldados a chapa embebida en las vigas. Los neoprenos disponen de una cuña metálica superior para el adecuado apoyo de las vigas, y serán de tipo sustituible. Las dimensiones del núcleo de los apoyos de neopreno previstos son de 500x600x216 (132) mm en estribos y pilas con juntas de calzada, y de 450x600x171 (99) mm en pilas interiores.

Las pilas están formadas por dos fustes circulares de 1.2 m de diámetro, unidos entre sí mediante un dintel de sección transversal trapezoidal, de 1.0 m de canto. El dintel se dispone con el mismo peralte transversal de la calzada. Las pilas 7, 8 y 14 se disponen esviadas en planta debido al cruce sobre las calzadas del Eje 19 y sobre la actual calzada de conexión Chiclana-Cádiz. La cimentación de las pilas se realiza mediante 4 pilotes de 1.2 m de diámetro, empotrados en el sustrato

del Plioceno Arenoso, que poseen una longitud de entre 29 y 32 m. En el caso de la pila 9, debido a la proximidad a una zona de restos arqueológicos, se ha optado por la cimentación con 6 pilotes más próximos entre sí, con objeto de reducir las afecciones a los restos. Entre los pilotes y los fustes de las pilas se disponen encepados de planta rectangular, que posee un canto de 1.4 ó 1.6 m, en función de la separación requerida entre pilotes.

La posición de las pilas, que condiciona la luz de los vanos del tablero, se ha ajustado a la prevista en los estudios previos de proyecto y a las ligeras modificaciones realizadas en fase posterior para minimizar las afecciones a los restos arqueológicos existentes.

En relación a los estribos, ambos se han proyectado como cargaderos cimentados mediante una fila de pilotes de 1.5 m de diámetro, separados entre ejes 2.4 m. La potencia y longitud de estos pilotes viene principalmente condicionada por los empujes laterales parásitos producidos en los mismos en el estrato blando superior de marismas, de unos 15 m de espesor. El estribo queda formado por 5 pilotes 26.5 m de longitud unidos en cabeza por una viga cargadero de 205 cm de anchura y canto mínimo de 125 cm, un murete de guarda de 40 cm de espesor, muretes laterales de 30 cm de espesor y aletas colgadas de 65 cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

En la margen izquierda del estribo 2, con objeto de evitar la entrada de tierras en la calzada del eje 7, el estribo se continúa en un muro lateral de 19.2 m de longitud (3 módulos), constituido por pilotes Ø150 cm cada 2.4 m, viga-encepado de 200x125 cm y alzado de 65 cm de canto.

El tablero de la estructura posee juntas de calzada en ambos estribos y sobre las pilas nº 5, 10 y 15. En el resto de las pilas la losa del tablero posee continuidad.

En las aproximaciones a los estribos, el tratamiento de columnas de grava del terreno bajo la calzada es reforzado, hasta disponerse en malla triangular separadas entre sí 2.0 m.

5.13.2.2.2 - E-2 – eje 1 + eje 20

Se trata de un puente de 20 vanos de una longitud total de 565.4 m según eje de trazado y anchura variable entre 11.8 m y 18.70 m. La longitud de los vanos es variable según las afecciones a salvar, presentando una longitud de vanos tipo en las zonas sin afecciones de 28.0m.

La estructura está inscrita en planta en una sucesión de dos curvas con clostoide de transición entre ellas, con radios variables entre 850 y 380 m. Esto motiva que el peralte transversal sea variable a lo largo de la estructura, entre el 7.23% en estribo 1 y -8% en el estribo 2. En alzado se encuentra dentro de un acuerdo vertical convexo, estando los primeros y últimos vanos dentro de tramos con pendiente vertical constante del 5 y 4.3 %, respectivamente.

La sección transversal del tablero tipo queda formada por 2 ó 3 vigas artesa prefabricadas de 1.3 m de canto mínimo, en función de la anchura del tablero y la luz de los vanos, más losa superior hormigonada in situ sobre prelosas. Los vanos 1 a 6, 7 y 9, poseen dos vigas artesa, mientras que en el resto se precisan 3 vigas. El espesor mínimo de la losa (losa in situ más prelosa) es de 25 cm, salvo en los vanos 16 a 20, en los que se incrementa hasta 27 cm, debido a la mayor separación entre vigas. Éstas se disponen a lo largo de la estructura con un interje variable (motivado por el trazado en planta curvo).

Debido al peralte transversal de la calzada, y al acuerdo vertical convexo de la zona central, las vigas disponen de unos recercados sobre las alas superiores del molde tipo de viga de 1.3 m de canto.

El espacio entre vigas se cubre con prelosas pretensadas, mientras que para los voladizos se disponen prelosas biplaca en celosía. En los tres últimos vanos de la estructura, debido a la mayor separación entre vigas, se opta también por prelosas en celosía entre vigas. Los voladizos de la losa, pasados 1.0 m desde la viga, serán hormigonados en fase posterior, una vez haya endurecido el hormigón del tramo central de la losa.

El puente se apoya en la subestructura íntegramente mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchedo anclados a la subestructura y soldados a chapa embebida en las vigas. Los neoprenos disponen de una cuña metálica superior para el adecuado apoyo de las vigas, y serán de tipo sustituible. Las dimensiones del núcleo de los apoyos de neopreno previstos son de 500x600x216 (132) mm en estribos y pilas con juntas de calzada, y de 450x600x171 (99) mm en pilas interiores.

Las pilas están formadas por dos ó tres fustes circulares de 1.2 m de diámetro, unidos entre sí mediante un dintel de sección transversal trapezoidal, de 1.0 m de canto. El dintel se dispone con el mismo peralte transversal de la calzada. Las pilas 7, 8, y 12 a 16, se disponen esviadas en planta debido al cruce sobre las calzadas del Eje 19, del Eje 7 y sobre la actual calzada de conexión Chiclana-Cádiz. La cimentación de las pilas se realiza mediante 4 ó 6 pilotes de 1.2 m de diámetro, empotrados en el sustrato del Plioceno Arenoso, que poseen una longitud de entre 30 y 33.5 m. En el caso de la pila 9, debido a la proximidad a una zona de restos arqueológicos, se ha optado por la cimentación con 6 pilotes más próximos entre sí, con objeto de reducir las afecciones a los restos. Entre los pilotes y los fustes de las pilas se disponen encepados de planta rectangular, que posee un canto de 1.4 ó 1.6 m, en función de la separación requerida entre pilotes.

La posición de las pilas, que condiciona la luz de los vanos del tablero, se ha ajustado a la prevista en los estudios previos de proyecto y a las ligeras modificaciones realizadas en fase posterior para minimizar las afecciones a los restos arqueológicos existentes.

En relación a los estribos, ambos se han proyectado como cargaderos cimentados mediante una fila de pilotes de 1.5 m de diámetro, separados entre ejes 2.4 m en estribo 1 y 2.35 m en estribo 2. La potencia y longitud de estos pilotes viene principalmente condicionada por los empujes laterales parásitos producidos en los mismos en el estrato blando superior de marismas, de unos 15 m de espesor. El estribo 1 queda formado por 5 pilotes 26.5 m de longitud y el estribo 2 por 8 pilotes de 27.0 m, unidos en cabeza por una viga cargadero de 205 cm de anchura y canto mínimo de 125 cm, más murete de guarda de 40 cm de espesor, muretes laterales de 30 cm de espesor y aletas colgadas de 65 cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

En la margen derecha del estribo 1, con objeto de evitar la entrada de tierras en el tablero la calzada paralela, el estribo se continúa en un muro lateral de 14 m de longitud, constituido por pilotes Ø150 cm cada 2.4 m, viga-encepado de 200x125 cm y alzado de 65 cm de canto.

En la margen derecha del estribo 2, se prevé otro muro de contención similar, pero con una mayor altura. Por esta razón, se reduce la separación entre pilotes a 2.35m y se dota al muro de un talón, de manera que se controlan los esfuerzos de flexión en los pilotes. La longitud total del muro es de 35.2m, dividido en dos módulos separados por junta de dilatación de 16.4 y 18.8m.

El tablero de la estructura posee juntas de calzada en ambos estribos y sobre las pilas nº 5, 10 y 15. En el resto de las pilas la losa del tablero posee continuidad.

En las aproximaciones a los estribos, el tratamiento de columnas de grava del terreno bajo la calzada es reforzado, hasta disponerse en malla triangular separadas entre sí 2.0 m.

5.13.2.3.- Estructura E-3

Se trata de un puente de 10 vanos de una longitud total de 270 m según eje nº 25 de trazado y 8.80 m de anchura. La longitud de los vanos es variable entre 22.5 y 30m.

La estructura está inscrita en planta en una sucesión de tres curvas, la primera de ellas circular de radio 350m y las dos siguientes clotoides de parámetro A 115 y 185, respectivamente. Ello motiva que el peralte transversal sea variable a lo largo de la estructura, entre el 7% en el estribo 1 y el 4.26% en el estribo 2. En alzado se encuentra dentro de un acuerdo vertical cóncavo de $K_v=2509.772$, una rampa con pendiente constante al 6%, seguido de otro acuerdo vertical convexo de $K_v=1085$ en la zona central y finalizando los tres últimos vanos en pendiente constante del -6%.

La sección transversal del tablero debe alojar los siguientes elementos: pretil (0.65m) + arcén (2.5m) + carril (4.0m) + arcén (1.0m) + pretil (0.65m). Queda formada por una viga cajón prefabricada de 1.5 m

de canto más losa superior de 8.8 m de anchura, hormigonada in situ sobre prelosas en celosía, con un espesor total (losa más prelosa) de 25 cm.

Debido al peralte transversal de la calzada, y a los acuerdos verticales, las vigas disponen de almas de altura variable y de unos recrecidos sobre las alas superiores.

Las barreras están compuestas por pretils metálicos de nivel de contención H2 rematadas con impostas laterales.

El puente se apoya en la subestructura íntegramente mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchado anclados a la subestructura y soldados a chapa embebida en las vigas. Los neoprenos disponen de una cuña metálica superior para el adecuado apoyo de las vigas, y serán de tipo sustituible. Las dimensiones del núcleo de los apoyos de neopreno previstos son de 500x600x241 (121) mm en estribos y pilas.

Las pilas están formadas por un fuste circular de 1.5 m de diámetro más un capitel troncopiramidal de 1.5m de canto donde se aloja la viga. La cimentación de las pilas se realiza mediante 4 pilotes de 1.2 m de diámetro, empotrados en el sustrato del Plioceno Arenoso, que poseen una longitud de entre 19.2 m. En el caso de la pila 5, al encontrarse en la mediana de la A-48, la cimentación se dispone esviada. Entre los pilotes y los fustes de las pilas se disponen encepados de planta rectangular de 6.0x6.0m y un canto de 1.5 m.

La posición de las pilas, que condiciona la luz de los vanos del tablero, se ha ajustado a la prevista en los estudios de tipología previos de proyecto.

En relación a los estribos, ambos se han proyectado como cargaderos cimentados mediante una fila de pilotes de 1.5 m de diámetro. La potencia y longitud de estos pilotes viene principalmente condicionada por los empujes laterales parásitos producidos en los mismos en el estrato blando superior de marismas, de unos 9 m de espesor y por el empotramiento mínimo de 6 diámetros en el Plioceno Arenoso. El estribo queda formado por 4 pilotes 21m m de longitud unidos en cabeza por una viga cargadero de 200 cm de anchura y canto de 130 cm, un murete de guarda de 30 cm de espesor, orejetas laterales de 20 cm de espesor y aletas colgadas de 65 cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

El tablero de la estructura posee juntas de calzada en ambos estribos y sobre las pilas nº 4 y 7. En el resto de las pilas la losa del tablero posee continuidad.

En las aproximaciones a los estribos, el tratamiento de columnas de grava del terreno bajo la calzada es reforzado, hasta disponerse en malla triangular separadas entre sí 2.0 m.

5.14.- REPOSICIÓN DE CAMINOS

Se ha realizado un recorrido detallado de campo para la localización e identificación de las posibles afecciones. La siguiente Tabla recoge dicho recorrido de campo con los correspondientes caminos afectados por el trazado del Proyecto:

Nº de Orden	Municipio	P.K. Inicial	P.K. Final	Tipo de Pavimento	Longitud de camino afectada	Anchura	Estado de la Vía	Uso	Situación Actual Camino Afectado
1	Puerto Real	Eje 1 MD 2+233	Eje 22 MD 3+380	Asfalto	1.550 m	5,50 m	Bueno	Acceso salinas	Vía de servicio. Discurre en paralelo a la actual A-4 por su margen derecha antes del llegar al nudo de Tres Caminos.
2	Puerto Real	Eje 1 MD 4+800	Eje 1 MD 5+380	Asfalto en mal estado	580 m	4,0-5,0 m	Regular	Acceso salinas	Vía de servicio. Discurre en paralelo a la actual CA-33 por su margen derecha después del Polígono de Tres Caminos.
3	Chiclana de la Frontera	Eje 4 MD 2+070	Eje 4 MD 2+600	Tierra	530 m	3,0-4,0 m	Regular	Acceso a salinas y camino de servicio	Discurre en paralelo a la calzada izquierda de la A-48 entre el cambio de sentido y el enlace de Chiclana Norte.

Tabla 52. Afección a caminos existentes

La definición geométrica de la planta y el alzado de todos los Caminos (según eje correspondiente) se encuentra detallada en los Planos y Listados del Anejo 8 – Trazado.

A continuación, se adjunta una Tabla con las reposiciones de los Caminos afectados:

Nº de Orden	Reposición
1	Reposición de la vía de servicio longitudinalmente mediante un nuevo eje paralelo al actual, asfaltado, de 5,5 m de anchura, arcén izquierdo 0,5 m, derecho 1,0 m y bermas simétricas de 0,5 m
2	Reposición de la vía de servicio longitudinalmente mediante un nuevo eje paralelo al actual, asfaltado, de 5,0 m de anchura, sin arcenes, y bermas simétricas de 0,5 m
3	Reposición del camino de servicio longitudinalmente mediante un nuevo eje paralelo al actual con zahorra, de 4 metros de anchura, sin arcenes ni bermas.

También se ha dado continuidad a la vía pecuaria que conformará la vía verde de San Fernando, describiendo la reposición de la misma en el apartado ambiental.

5.15.- SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las soluciones propuestas al tráfico adquieren un especial interés en los trabajos a realizar debido a dos factores principalmente:

- Multitud de calzadas y ramales diferentes en el enlace de Tres Caminos, confinados en un reducido espacio.
- Alta intensidad de tráfico que soportan las vías que confluyen en el enlace (A-4, A-48 y C-33).
- Necesidad de dotar a los desvíos provisionales del mismo número de carriles de los que se disponen actualmente para el flujo de vehículos al que sustituye; se pretende con ello que el nivel de servicio no quede muy mermado respecto al actual.

Se realizan las obras de remodelación de las autovías proyectadas derivando el tráfico por las calzadas existentes, por las que se van construyendo y habilitando unos desvíos provisionales, que permiten no interrumpir el tráfico para mantener los itinerarios actuales entre los tres nodos que conecta el enlace: Sevilla, San Fernando y Chiclana.

Para las soluciones planteadas se han seguido siempre las indicaciones de la Norma de Carreteras 8.3.- I.C. "Señalización de Obras" de septiembre de 1.987, y el "Manual de ejemplos de señalización de obras fijas" de la Dirección General de Carreteras.

En el Anejo nº 16 "Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras" del presente proyecto se explican con detalle las fases de obra y la señalización usada, incluyéndose una colección de planos sobre los que se han representado con detalle la solución adoptada con sus

distintas fases y la señalización provisional necesaria, además de las tablas con el inventariado de las señales provisionales colocadas en obra y los planos de trazado de los desvíos provisionales proyectados para mantener la circulación.

Existen tres zonas singulares en las que se va a dividir el entorno del proyecto para relatar las soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras, y cinco las fases de ejecución de los enlaces.

5.15.1.- Enlace P.I. Tres Caminos

➤ **Fase I:**

- Obras:
 - Ampliación por la parte exterior de ambas calzadas de la carretera CA-33 (ejes 1 y 20).
 - Construcción de la glorieta (eje 13) y de todos los accesos al polígono y a la carretera CA-33 (ejes 12, 14, 44, 45, 18).
 - Construcción de la vía colectora desde el polígono a Chiclana y Sevilla (ejes 15 y 16).
 - Construcción de la vía colectora paralela a la carretera CA-33 por su margen derecho, sentido a San Fernando (ejes 34 y 35).
 - Ejecución del ramal de acceso desde el polígono a San Fernando (eje 27).
 -
- Tráfico:
 - Polígono – San Fernando: por el ramal actual de salida.
 - San Fernando – Polígono: por el ramal actual de salida de la carretera CA-33, acceso por el paso superior existente.
 - Polígono – Sevilla: Por el paso superior existente, ramal de salida a la carretera CA-33 actual y bifurcación hacia la derecha
 - Sevilla – Polígono: por la carretera actual.
 - Polígono – Chiclana: igual que el movimiento Polígono – Sevilla, pero desviándose hacia el carril de la izquierda en el actual tramo de trenzado.
 - Chiclana – Polígono: por el ramal de salida actual.

➤ **Fase II:**

- Obras:
 - Continúa la ampliación por la parte exterior de ambas calzadas de la carretera CA-33.
 - Se continúa la construcción de la glorieta y de los ramales de entrada y salida (ejes 12, 14, 44, 45, 18).
 - Sigue la construcción del ramal que permite la salida del polígono a Chiclana y Sevilla (ejes 15 y 16).
 - Construcción del ramal de salida del polígono a San Fernando (eje 27).
- Tráfico: en esta fase los movimientos permitidos son idénticos a los de la fase 1.

➤ **Fase III**

- Obras:
 - Trabajos por la mediana de la carretera CA-33 hasta el paso superior existente (ejes 1 y 20).
 - Continúa la construcción de la glorieta (eje 13) y de los ramales de entrada y salida (ejes 12, 14, 44, 45, 18).
 - Fresado y afirmado de la calzada del paso superior existente (eje 18).
- Tráfico
 - Durante los trabajos en la calzada del paso superior existente, se mantendrá el tráfico de vehículos alternativo, primero por un carril y posteriormente por el otro.

➤ **Fase IV:**

- Obras:
 - Conexión del camino de servicio de las parcelas privadas con la glorieta proyectada
 - Terminación de los ramales que no se han podido concluir en fases anteriores
 - Demolición de los viales que están fuera del tránsito de vehículos.
- Tráfico: la glorieta proyectada se abre al tráfico y todos los vehículos circulan por los ramales proyectados en su situación definitiva.

➤ **Fase V:**

En esta fase el desvío ya tiene la configuración proyectada, habiéndose concluido las obras.

5.15.2.- Enlace de Tres Caminos

➤ **Fase I:**

- Obras:
 - Construcción del Estripo-2 de la estructura Nº 2 en el eje 1. Construcción de todas las pilas de dicha estructura, salvo las pilas 1,13, 14 y 15. Es prioritaria la ejecución de la pila P-16 antes de la construcción de la calzada del desvío nº 2, así como la ejecución de las pilas P-10 y P-11 debe ser previa a la construcción de la calzada del desvío nº 1.
 - Colocación en dicha estructura de las vigas y construcción de los tableros de los vanos cuyos apoyos ya están ejecutados.
 - Construcción del Estripo-2 de la estructura Nº 1 en los ejes 7 y 19.
 - Construcción de todas las pilas de la estructura Nº 1 en el eje 7.
 - Inicio de colocación en dicha estructura de las vigas y construcción de los tableros de los vanos cuyos apoyos ya están ejecutados (vanos 2 a 9).
 - Construcción del Estripo-1 de la estructura Nº 1 en el eje 19. Construcción de todas las pilas de dicha estructura, salvo las pilas P-5 a P-8, que están proyectadas en calzadas actuales que albergan tráfico o que están muy próximas a ellas. Es prioritaria la ejecución de las pilas P-4 y P-9, previa a la construcción de las calzadas de los desvíos nº1 y nº2, respectivamente.
 - Colocación en dicha estructura de las vigas y construcción de los tableros de los vanos cuyos apoyos ya están ejecutados (vanos 1 a 4 y vano 10).
 - Construcción del Estripo-2 de la estructura Nº 2 en el eje 20, excepto el muro en vuelta que interfiere con el ramal Sevilla-Chiclana. Construcción de todas las pilas de dicha estructura, exceptuando las pilas 1, 2, 3, 12 y 13. Es primordial la ejecución de las P-9 y P-10 previa a la construcción del desvío nº1, así como la ejecución de pila P-14 previa a la construcción del desvío nº2.
 - Colocación de vigas y construcción de tableros de los vanos cuyos apoyos ya están ejecutados.
 - Construcción de la vía colectora sentido Sevilla – Polígono Tres Caminos (eje 22).
 - Ensanche de la calzada por ambas márgenes del eje 5, acceso desde Chiclana a Sevilla, para la construcción del segundo carril y arcenes de la calzada.
 - Construcción de la parte de los ejes 1, 7, 16, 19 y 20 que no afecte a las vías en servicio (exceptuando las estructuras).
 - Trabajos en el exterior de la calzada de la carretera A-48. Ampliación de la plataforma a un carril por cada sentido.

- Construcción de los desvíos provisionales para permitir, en fases posteriores, la circulación de los vehículos en todas las direcciones (Desvíos nº 1, 2, 3, 4, 5, 6A y 6B).

- Tráfico: todo el tráfico circula por las calzadas actuales.

➤ **Fase II:**

- Obras:
 - Construcción del Estripo-1 de la estructura Nº 2 en el eje 1. Construcción de las pilas 1,13, 14 y 15. Colocación de vigas y ejecución de tableros en esos vanos. Para la colocación de las vigas del vano P15-P16, por debajo del cual pasa el desvío nº 2, que se encuentra en servicio, se construirá un bypass provisional (desvío 2.1).
 - Construcción del Estripo-1 y muro en vuelta del Estripo-2 de la estructura Nº 2 en el eje 20. Construcción de las pilas P-1 a P-3 y P-12, P-13 de dicha estructura. Colocación de vigas y construcción del tablero en los vanos E-1 a P-3 y P-11 a P-14. Para la colocación de las vigas del vano P13-P14, por debajo del cual pasa el desvío nº 2, que se encuentra en servicio, se construirá un bypass provisional (desvío 2.1).
 - Finalización de la construcción vanos 2 a 9 estructura 1, ejes 7 y 19.
 - En la segunda parte de la fase, se concluye la estructura nº 2 tanto en el eje 1 como en el eje 20, pues están todas las pilas y los estribos construidos y se puede ejecutar el tablero con todas sus terminaciones.
 - Aún no se puede construir el Estripo-1 de la estructura Nº 1 en el eje 7, puesto que siguen circulando los vehículos por el paso superior existente.
 - En esta fase ya sí se pueden ejecutar las pilas P-7 y P-8 de la estructura Nº 1 en el eje 19.
 - Ampliación de la calzada del eje 5 (Chiclana – Sevilla) por ambos márgenes.
 - Continúa la construcción de los ejes:
 - Eje 1 → Sevilla – San Fernando.
 - Eje 7 → San Fernando – Chiclana.
 - Eje 16 → San Fernando – Sevilla.
 - Eje 19 → Sevilla – Chiclana.
 - Eje 20 → San Fernando – Sevilla.
 - Afirmado de los ejes 1 (Sevilla – Cádiz), eje 20 (Cádiz – Sevilla) y eje 16 (Polígono Tres Caminos - Sevilla).
 - Construcción de la explanada de la calzada Chiclana – San Fernando, justo bajo la estructura existente y bajo la estructura proyectada para la calzada Sevilla – San Fernando y viceversa.
 - Demolición del lazo actual que permite la circulación entre Sevilla y Chiclana.
 - Demolición del tramo de calzada Chiclana-San Fernando existente que queda sin servicio y

- que no va a ser parte de las nuevas calzadas proyectadas.
- Continúan los trabajos en el exterior de la calzada de la autovía A-48. Afirmado de los nuevos carriles.
 - Continúan los trabajos en el exterior de la calzada de la autovía A-4 para el ensanche de la plataforma.
 - Construcción de los desvíos provisionales para permitir, en fases posteriores, la circulación de los vehículos en todas las direcciones:
 - Desvío Nº 8 → Para dar continuidad al movimiento Sevilla – Chiclana, pasando por encima del desvío nº 1.
 - Desvío Nº 9 → Sevilla – San Fernando.
 - Tráfico:
 - Sevilla – Chiclana: el tráfico va por la A-4 por los dos carriles existentes en la actualidad, hasta llegar a una bifurcación donde se deriva el flujo por el desvío nº 5 (1 carril), entrando a la vía existente (actual paso superior de doble sentido); se sale por el nuevo lazo (desvío nº 3), que se incorpora al desvío nº 2, encauzándose por la carretera existente (A-48) por sus dos carriles exteriores, hasta Chiclana.
 - Chiclana – Sevilla: por la carretera existente (A-48), el tercer carril exterior de ésta continúa por el desvío nº 4 (1 carril), desapareciendo de la calzada Chiclana – San Fernando, que sigue con dos carriles; este desvío confluye al desvío nº 5 y se incorpora a la carretera actual (A-4), dirección Sevilla.
 - Sevilla – San Fernando: por la carretera actual (A-4), el desvío nº 6A que conecta con la vía colectora construida en la fase I, se desvía por el nº 6B y se incorpora a la carretera actual de acceso a San Fernando (CA-33) y al polígono industrial de Tres Caminos.
 - San Fernando – Sevilla: por la carretera actual, siguiendo por el paso superior existente de doble sentido, desvío nº 5 (1 carril) y se incorpora a la carretera actual (A-4).
 - Chiclana – San Fernando: por la carretera actual (A-48), los dos carriles que permanecen se derivan por el desvío nº 1, que conserva dos carriles para ese sentido, pasa bajo el marco que se construyó en Fase I para solucionar la intersección con el desvío nº 8, incorporándose de nuevo a la carretera existente (CA-33) dirección San Fernando.
 - San Fernando – Chiclana: por la carretera existente (CA-33), se incorpora al desvío nº 2 (se conservan dos carriles para ese sentido) y entra a la carretera actual (A-48) por los dos carriles exteriores. Durante un par de noches, se empleará el desvío 2.1 para permitir la colocación de las vigas de los vanos P15-P16 de la Estructura E-2 (eje 1) y P13-P14 de la Estructura E-2 (eje 20).
- Además, hacia el final de la fase II, una vez concluidas las explanaciones, se prevé la ejecución de las ampliaciones de los paquetes de firme en aquellos tramos de calzada que se ensanchan. En estos casos será necesario realizar la demolición del arcén, total o parcialmente, e invadir ligeramente la calzada para poder ejecutar el escalonado mínimo que permita el correcto engarce de las capas de firme existente y ampliadas. En estas zonas será preciso disponer de un estrechamiento provisional de calzada y arcenes para permitir trabajar en parte del carril y arcén exterior. Este aspecto se ha considerado y reflejado en los planos (colección 12.2).
- **Fase III:**
- Obras:
 - Demolición de la estructura existente, excepto el vano que queda justo por encima de los desvíos provisionales nº 2 y nº 8.
 - Demolición de los desvíos provisionales nº2.1 (bypass), nº 3, nº 4 y nº 5.
 - Construcción del Estribo-1 de la estructura nº 1 en el eje 7 y posterior ejecución del vano 1 (E-1 - P-1).
 - Ejecución de las pilas 5 y 6 de la estructura E-1 en el eje 19.
 - Se continua con la construcción de la explanada de la calzada Chiclana-San Fernando, justo bajo la estructura proyectada para la calzada Sevilla-San Fernando y viceversa.
 - Trabajos en la mediana de la carretera A-4, entre el P.K 2+300 y el P.K 3+200. Para ello se estrecharán los carriles de ambos sentidos.
 - Construcción de la calzada del eje 7 (San Fernando – Chiclana).
 - Se concluye la construcción de la vía colectora de acceso del Polígono a Chiclana.
 - Se abren al tráfico los carriles exteriores de la carretera A-48.
 - Construcción de los desvíos provisionales para permitir, en fases posteriores, la circulación de los vehículos en todas las direcciones:
 - Desvío Nº 11 → Permite cambiar a la calzada proyectada que va del enlace de Tres Caminos hacia Chiclana, a todos los vehículos que procedan del desvío nº 8.
 - Tráfico:
 - Sevilla – Chiclana: el tráfico va por la A-4, por los dos carriles exteriores de la calzada proyectada para el flujo Sevilla – Chiclana, se introduce el tráfico por el desvío 8, de un solo carril para ese sentido, y confluye al desvío nº 2 mediante un tercer carril por la izquierda, que llega a la

carretera actual (A-48), al carril exterior de los tres de los que se compone actualmente la calzada, siguiendo hasta Chiclana.

- Chiclana – Sevilla: por la calzada derecha de la carretera actual (A-48), el tercer carril exterior de esta calzada se pierde siguiendo por el carril izquierdo de la calzada proyectada para el sentido Chiclana – Sevilla, yendo el tráfico solo por ese carril, y se incorpora a la carretera actual (A-4), dirección Sevilla.
- Sevilla – San Fernando: por la carretera existente (A-4), ramal construido para acceso al polígono que se incorpora al desvío nº 1 que alberga dos carriles para ese sentido, desvío nº 9 y carretera actual (CA-33).
- San Fernando – Sevilla: por la carretera existente (CA-33), calzada proyectada para este movimiento ya construida (estructura 2, eje 20), usando solo un carril y carretera existente (A-4), que confluye con la calzada proyectada Chiclana – Sevilla.
- Chiclana – San Fernando: el tráfico discurre por la carretera existente (A-48), que conecta con el desvío nº 1 (de dos carriles para ese sentido) que se incorpora a la actual calzada Chiclana – San Fernando en la zona del P.I. Tres Caminos, desvío nº 9 y calzada existente (CA-33).
- San Fernando – Chiclana: por la carretera existente (CA-33), se incorpora al desvío nº 2 (de dos carriles para ese sentido) y por éste a la actual calzada San Fernando – Chiclana, junto al desvío nº 8, de la (A-48).

➤ Fase IV:

- Obras:
- Demolición del desvío nº 2.
- Demolición del vano restante del paso superior existente. Para ello, como todavía circula tráfico por el desvío nº 8 por debajo de ese vano, se desviará 1 día en horario nocturno a ese tráfico hacia el polígono Tres Caminos, donde podrán cambiar de sentido para dirigirse hacia Chiclana.
- Se continúa con la construcción de la explanada de la calzada Chiclana – San Fernando, justo bajo la estructura existente y bajo la estructura proyectada para la calzada Sevilla – San Fernando y viceversa.
- Estructura nº 1 del eje 19: una vez terminadas todas las pilas, se pasará a la colocación de las vigas en todos los vanos restantes (entre las pilas 4 y 9) y a la ejecución de los tableros. Los vanos 4-5 y 8-9 por debajo de los cuales pasan los desvíos nº1 y nº8 respectivamente, se construirán extremando las medidas de seguridad, siendo aconsejable la colocación de las vigas en horario nocturno para lo cual se desviará el tráfico del desvío nº1 hacia la A-4 sentido Sevilla hasta llegar al enlace del Barrio Jarana, donde podrán realizar el cambio de sentido hacia San Fernando; el tráfico del desvío nº 8 debe ser dirigido hacia el polígono Tres Caminos para cambiar de sentido hacia Chiclana. Por último, terminación de tableros.

▪ Tráfico:

- Sevilla – Chiclana: al igual que ocurre en la fase anterior, el tráfico va por la A-4, por los dos carriles exteriores de la calzada proyectada para el flujo Sevilla – Chiclana, se introduce el tráfico por el desvío 8, de un solo carril para ese sentido, y confluye a la calzada Chiclana – San Fernando. Así, una vez pasado el estribo existente situado al otro lado del río Zurquie, se pasa el tráfico por el desvío nº 11 hacia la calzada proyectada para el tráfico Sevilla – Chiclana, y se confluye ya con el tráfico proveniente por la calzada San Fernando – Chiclana proyectada, ya en servicio.
- Chiclana – Sevilla: el tráfico discurre por la calzada proyectada para este movimiento, y al llegar a la bifurcación de calzadas, se pasa el tráfico a la calzada derecha. En ésta, aprovechando el arcén y estrechando los carriles, se mantienen tres carriles para ese sentido. El tercer carril exterior, igual que pasa en la anterior fase, se pierde hacia la calzada proyectada para el tráfico Chiclana – Sevilla (2 carriles), incorporándose a la carretera existente (A-4) que confluye con la calzada San Fernando – Sevilla.
- Sevilla – San Fernando: por la carretera existente (A-4), ramal construido para acceso al polígono, desvío nº 9 y carretera actual (CA-33), como se comentó para la fase 3.
- San Fernando – Sevilla: por la nueva calzada proyectada para este movimiento, que ya está totalmente ejecutada.
- Chiclana – San Fernando: el tráfico va por la carretera actual (A-48), en la bifurcación proyectada se sigue por la calzada derecha (Chiclana – San Fernando), donde el tráfico va por los dos carriles de la izquierda, que conectan con el desvío nº 1 (de dos carriles) y éste ya conecta con el desvío nº 9 que enlaza con la calzada de la carretera existente (CA-33).
- San Fernando – Chiclana: por la nueva calzada proyectada para este movimiento, que ya está totalmente ejecutada.

➤ Fase V:

- Obras:
- Demolición de los desvíos nº1, nº8 (con la consiguiente demolición del marco), nº 9 y nº 11.
- Situación definitiva.
- Tráfico: en esta fase, todos los vehículos circulan por las calzadas proyectadas en su situación definitiva.

5.15.3.- Enlace de Chiclana Norte

➤ **Fase I:**

- Obras:

- Reposición del camino existente, camino 2 A-48 en su margen izquierda (eje 47) para dar servicio provisionalmente como desvío.
- Construcción de los desvíos nº 10 y nº14 para permitir en Fase II acceder al enlace Cambio de Sentido a través del eje 47.
- Construcción de la vía colectora distribuidora M.D. (eje 30) que permite el tráfico de vehículos desde el paso superior existente (cambio de sentido) a Chiclana, excepto la zona de confluencia con ramales existentes, que se ejecutará en fases posteriores.
- Construcción de la vía colectora distribuidora M.I. (eje 29) para acceso al cambio de sentido desde Chiclana, excepto la zona de confluencia con ramales existentes, que se ejecutará en fases posteriores.
- Ampliación del actual ramal de salida desde Chiclana hacia Tres Caminos (eje 9), que confluirá con la actual calzada proveniente de Algeciras.
- Construcción de los carriles exteriores (en ambos sentidos) en la A-48 (eje 4 y eje 19).
- Construcción de todas las pilas (incluso la P-5 que va justo en la mediana de la carretera A-48), estribos y tablero del paso superior proyectado en el eje 25.
- Afirmado del nuevo paso superior (eje 25).
- Trabajos en el lazo existente que permite el movimiento Algeciras – Chiclana (principio del eje 25), que se retranquea hacia el interior.

- Tráfico:

- Todos los movimientos se realizan por la carretera actual.
- En la zona de mediana de la A-48 donde se ejecutan las obras de la nueva estructura, se desviarán los dos carriles de cada calzada por la parte exterior de ésta, ocupando el arcén exterior y reduciendo el ancho de cada carril a 3,25 m.

➤ **Fase II:**

- Obras:

- Continúan los trabajos en los carriles exteriores de las calzadas de la autovía A-48 (eje 4 y eje 19).
- Construcción de las partes de las vías colectoras y ramales que no se pudieron ejecutar en la fase I por su interferencia con los ramales con tráfico (ejes 29 y 30).

- Trabajos por la mediana y carriles interiores justo antes de llegar a la glorieta de acceso a Chiclana (ejes 9 y 25).

- Tráfico:

- Se abre al tráfico la calzada del nuevo paso superior proyectado (eje 25).
- Para permitir el acceso al cambio de sentido de la A-48 desde Chiclana, se pone en funcionamiento la reposición del camino 2 A-48 M.I. (eje 47) ya comentado como desvío provisional, ejecutado en la fase anterior. Para ello, se pondrán en servicio los desvíos nº10 y 14.
- Se habilitan los dos carriles del paso superior existente para acceder a la A-48 desde Chiclana, en un solo sentido.
- El tráfico del tronco (autovía A-48) se mantiene por la situación actual.
- Tráfico por desvíos provisionales 12 A y 12B para el tráfico de entrada a la glorieta proveniente de Tres Caminos y del nuevo paso superior que permite la entrada del tráfico desde Algeciras.

➤ **Fase III:**

- Obras:

- Terminación de todos los ramales que no han podido construirse en fases anteriores.
- Demolición de los desvíos nº10 y 14.
- Solución definitiva.

- Tráfico:

- Todos los ramales se ponen en servicio al tráfico.
- Solución definitiva.

➤ **Fase IV y V:** no se realiza ninguna actuación, el enlace de Chiclana Norte ya funciona tal y como está proyectado.

La sección tipo que se va a adoptar en los desvíos provisionales es la siguiente:

- Desvío nº 1: este desvío se compone de dos carriles para el mismo sentido, con el objeto de mantener la misma capacidad existente actualmente, con dimensiones de 3,50 metros los carriles, arcén margen izquierda de 0,50 m. y arcén margen derecha 1,00 m.
- Desvío nº 2: este desvío se compone de dos carriles para el mismo sentido, con el objeto de mantener la misma capacidad existente actualmente, con dimensiones de 3,25 metros los carriles y arcenes de 0,50 metros.
- Desvío nº 2.1: este desvío tiene la misma sección tipo que el desvío nº2, esto es, dos carriles de 3,25 metros y arcenes de 0,50 metros.
- Desvío nº 3: este desvío se compone de un carril unidireccional de 4,00 m con un sobreancho variable en la curva a derechas, arcén derecho de 2,50 m y arcén izquierdo de 1,00 m.
- Desvío nº 4: este desvío se compone de un carril unidireccional de 4,00 m, arcén derecho de 2,50 m y arcén izquierdo de 1,00 m.
- Desvío nº 5: este desvío está conformado por dos carriles, uno para cada sentido, siendo la sección tipo de calzada de 7,00 m y arcenes de 2,50 m a ambos lados.
- Desvío nº 6A: este desvío se compone de un carril unidireccional de 4,00 m, arcén derecho de 1,00 m y arcén izquierdo de 0,50 m.
- Desvío nº 6B: este desvío se compone de un carril unidireccional de 4,50 m, arcén derecho de 2,50 m y arcén izquierdo de 1,00 m.
- Desvío nº 8: este desvío se compone de un carril unidireccional de 4 metros con un sobreancho variable en la curva a izquierdas y arcenes de 0,50 metros.
- Desvío nº 9: se compone de dos carriles de 3,5 m. con arcenes de 1,50 metros.
- Desvío nº 10: Consta de un solo carril de 4,00 metros. Irá encauzado entre barreras TD-1 y marcas viales TB-12, no necesitando arcén.
- Desvío nº 11: se compone de dos carriles de 3,50 metros, encauzados mediante barreras TD-1, que va desde la calzada proyectada para el tráfico de Chiclana a San Fernando hasta la calzada proyectada para el tráfico de San Fernando a Chiclana.

- Desvíos nº 12A, 12B: estos desvíos se ejecutan sobre la calzada ya construida, y se conforman con carriles de 3,00 m. Estos desvíos irán encauzados entre barreras TD-1 y marcas viales amarillas TB-12, y no necesitan arcén.
- Desvío nº 14: Consta de un solo carril de 4,00 metros. Irá encauzado entre barreras TD-1 y marcas viales TB-12, no necesitando arcén.

Todos los desvíos entran y salen de calzadas bien existentes en la actualidad o bien ya construidas, con la sección tipo del elemento de trazado del cual parta y llegue; mediante transiciones lineales, adoptan la sección tipo de cada desvío, descrita anteriormente.

La categoría de tráfico pesado para estos desvíos ha sido la T2, que junto con el suelo subyacente de tipo marginal o inadecuado, hace necesario adoptar una explanada E-2 homóloga a la que se proyecta en el enlace de Tres Caminos. Esta explanada estará compuesta por las siguientes capas:

- Al menos 100 cm de Suelo Seleccionado 2 (según PG-3) para terraplenes con una altura igual o superior a 1 metro, o 100 cm de suelo seleccionado con limitación de finos (# 0,080 < 12%) para terraplenes de altura inferior a 1 metro.
- Terraplén (altura variable hasta capas de firmes)*

* Solo en el caso de que el terraplén previsto tenga una altura superior a 1 metro. Al igual que para la explanada E3, en las zonas donde la rasante de la explanada quede por debajo del terreno natural, esta capa estará constituida íntegramente por el suelo seleccionado 2 con limitación de finos, debiendo colocarse siempre al menos 1 metro de espesor. Para terraplenes de más de 1 metro de altura, la explanada la constituirá el suelo seleccionado tipo 2 S/PG3 que forma el núcleo del terraplén. En terraplenes de más de 1 metro de altura, la capa de 1 metro de espesor de suelo seleccionado con limitación de finos (# 0,080 < 12%) siempre se colocará en la base del relleno. La rasante de inicio de esta capa se ubicará en la superficie obtenida tras el desbroce previo y saneo mínimo del terreno.

El paquete de firme que se ha tomado de entre los posibles ha sido la sección nº 221, formada por 25 cm de M.B.C sobre subbase granular de 25 cm. de Z.A., que dan lugar a las siguientes capas de arriba a abajo:

- 3 cm BBTM 11B (Rod)
- 5 cm AC 22 bin S (Interm 1)
- 7 cm AC 22 bin S (Interm 2)
- 10 cm AC 32 Base G (Base)
- 25 cm ZA. (Sub-base granular)

5.16.- SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

5.16.1.- Señalización horizontal

Para la disposición de las marcas viales se han seguido las instrucciones que se dictan en las normas vigentes actualmente: la Norma de Carreteras 8.2.-IC "Marcas viales" (Orden 16/07/1987), las "Recomendaciones para el proyecto de Enlaces de la D.G.C.", tercera edición de 1986, la "Guía de Nudos Viarios" (O.C. 32/2012) y la "Nota sobre aumento de la anchura de algunas marcas viales longitudinales de separación de carriles" de la D.G.C. (junio de 2019).

Las marcas viales definidas en el proyecto son de tipo II (RR) de pintura blanca reflectante.

Para la determinación del material a emplear, se ha obtenido el factor de desgaste según el procedimiento establecido en la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras.

Las características de los materiales a emplear y la ejecución de las diferentes marcas se definen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

5.16.2.- Señalización vertical

Para determinar las señales necesarias, así como el punto de localización de cada una de ellas, se ha seguido la Norma de la Dirección General de Carreteras "Instrucción 8.1.-IC. Señalización vertical", aprobada por Orden Ministerial de 20 de marzo de 2014.

Los tipos y señales utilizadas en el presente proyecto han sido las siguientes:

- Señales de advertencia de peligro.
- Señales de reglamentación.
- Señales de prioridad.
- Señales de prohibición o restricción.
- Señales de obligación.
- Señales o carteles de indicación.

CARACTERÍSTICAS

Distancias

Algunas señales requieren que aparezca en ellas o en un panel complementario, una indicación de la distancia a la que se encuentra un punto característico, el comienzo de un peligro o prescripción, la longitud de un tramo peligroso, o la extensión de alguna prescripción.

Siempre que sea posible, los nombres incluidos en las señales de destino irán acompañados por la distancia a que se encuentre su correspondiente destino, con arreglo a los criterios definidos en la Instrucción.

Retrorreflejancia

Todos los elementos (fondo, caracteres, orlas, símbolos, pictogramas) de una señal o panel complementario cuyo destino sea el de ser visto por los conductores, excepto los de color negro, deben ser retrorreflexivos en su color, con nivel mínimo RA2 para carreteras convencionales y considerándose RA3 para señales y carteles en autovías.

Hay tres niveles distintos de Retrorreflejancia, cuyo nivel deberá ser siempre el mismo en todos los elementos del mismo cartel. Los niveles mínimos de reflectancia para señales y carteles de señalización vienen indicados en la tabla 1 de la Instrucción 8.1.-I.C.:

TIPO DE SEÑAL O CARTEL	ENTORNO DE UBICACIÓN DE LA SEÑAL O CARTEL		
	ZONA PERIURBANA (Travesías, circunvalaciones...)	AUTOPISTA AUTOVÍA Y ANTIGUAS VÍAS RÁPIDAS	CARRETERA CONVENCIONAL
SEÑALES DE CONTENIDO FIJO	Clase RA2	Clase RA2	Clase RA2
CARTELES	Clase RA3	Clase RA3	Clase RA2

Tabla 53. Nivel mínimo de retrorreflejancia

5.16.3.- Balizamiento

Como complemento de la señalización de la carretera y con el fin de aumentar la seguridad y comodidad del usuario, se ha de incorporar una serie de elementos adicionales que conforman el balizamiento de la misma.

Entre estos elementos se incluyen, en este proyecto:

- los captafaros.
- los hitos de arista.
- los paneles direccionales en las curvas más restrictivas.

5.16.4.- Sistemas de contención

Es de aplicación la O.C. 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Sistemas de Contención de Vehículos. En este proyecto se ha previsto finalmente la disposición de manera generalizada de nuevas barreras en todo el ámbito del enlace, ya sea por tratarse de un nuevo eje o por sustitución de las barreras existentes para el cumplimiento de la O.C. 35/2014

Atendiendo a la Nota de Servicio 5/2012, en primer lugar, se lleva a cabo un análisis de los márgenes de la plataforma identificando las zonas de potencial riesgo.

Se incluye a continuación una tabla resumen con los diferentes sistemas de contención seleccionados, indicándose asimismo los casos de implantación para cada uno de ellos:

SISTEMA DE CONTENCIÓN	PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO	CASOS DE IMPLANTACIÓN
BARRERA HORMIGÓN SIMPLE	H2, W1, D=0.0, B	RIESGO GRAVE: Protección en mediana de pilas de paso superior existente de acceso al polígono Tres Caminos (autovía CA-33) y pilas en mediana de paso superior existente y estructura E-3 del enlace de Chiclana Norte (autovía A-48).
BARRERA HORMIGÓN DOBLE	H2, W3, D=0.0, B	RIESGO GRAVE: Protección de pilares de pórticos en mediana de las autovías A-4 y CA-33.
BARRERA HORMIGÓN DOBLE	H2, W2, D=0.0, B	RIESGO GRAVE: Protección en mediana de A-4 y CA-33, así como protección en tercianas de A-4, CA-33 y A-48.
BARRERA METÁLICA DOBLE	H1, W2, D≤1.0, A	RIESGO NORMAL: Protección en tercianas de la CA-33 con ramales del mismo sentido de circulación que la autovía.
BARRERA METÁLICA SIMPLE	H2, W4, D≤1.0, A	RIESGO GRAVE: Protección de pilares de pórticos y pasos superiores, mediana de la A-48, aproximación a estructuras y caída desde obras de paso con altura superior a 2 m.
BARRERA METÁLICA SIMPLE CON SISTEMA PROTECCIÓN MOTORISTAS	H2, W4, D≤1.0, A	RIESGO GRAVE: Protección de pilares de pórticos y pasos superiores, mediana de la A-48, aproximación a estructuras y caída desde obras de paso con altura superior a 2 m. Todo ello en curvas de radio ≤ 750 m.

SISTEMA DE CONTENCIÓN	PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO	CASOS DE IMPLANTACIÓN
BARRERA METÁLICA SIMPLE	H1, W3, D≤1.0, A	RIESGO NORMAL O GRAVE: Terraplenes, pilas de pórticos, báculos y caída desde obras de paso.
BARRERA METÁLICA SIMPLE CON SISTEMA PROTECCIÓN MOTORISTAS	H1, W3, D≤1.0, A	RIESGO NORMAL O GRAVE: Terraplenes, pilas de pórticos, báculos y caída desde obras de paso. Todo ello en curvas de radio ≤ 750 m en tronco o ≤ 250 m en ramales, además de salidas de autovías.
BARRERA METÁLICA SIMPLE	N2, W3, D≤1.0, A	RIESGO NORMAL: Terraplenes, cunetas, carteles laterales, caída desde obras de paso con altura inferior a 2 m etc.
BARRERA METÁLICA SIMPLE CON SISTEMA PROTECCIÓN MOTORISTAS	N2, W4, D≤1.0, A	RIESGO NORMAL: Terraplenes, cunetas, carteles laterales, caída desde obras de paso con altura inferior a 2 m etc. Todo ello en curvas de ramales de radio ≤ 250 m o salidas de autovías.
BARRERA METÁLICA MÓVIL	H2, W5, B	RIESGO GRAVE: Pasos de mediana.
PRETIL METÁLICO	H3, W3=1.0, D=0.7, B	RIESGO GRAVE: Caída desde estructuras E-1, E-2 y muros.
PRETIL METÁLICO	H2, W2=0.8, D=0.6, B	RIESGO GRAVE: Caída desde estructura E-3.
ATENUADOR IMPACTO	80 km/h, B, Z1, D=0.1	RIESGO GRAVE: Protección de la pila P-14 estructura E-2 (eje 1) por proximidad a divergencia de los ejes 4 y 2.

Tabla 43. Sistemas de contención del proyecto

En el documento nº2 “Planos” del proyecto se define la ubicación de cada uno de estos elementos dispuestos.

5.17.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL

El Anejo 18 desarrolla las medidas de integración ambiental del proyecto constructivo “Mejora de la seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33 (Cádiz)”, todas ellas orientadas a dar cumplimiento a los condicionados de la Declaración de Impacto Ambiental (Resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto “Mejora de la seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33 (Cádiz)”.

El Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente formuló con fecha 3 de octubre de 2017 la Resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula Declaración de impacto ambiental del proyecto “Mejora de la seguridad vial. Acondicionamiento del enlace de Tres Caminos. Carreteras A-4, A-48 y CA-33 (Cádiz)”.

En el anexo nº 18, se presentan diferentes apartados, que se intenta que sean lo más explícitos posible, constando de un apartado de adecuación ambiental del trazado, para dar cumplimiento a los condicionantes impuestos por la DIA, medidas protectoras y correctoras, y el Plan de Vigilancia Ambiental, todo ello apoyado por 9 Apéndices:

- Apéndice 1: Coordinación ambiental con organismos.
- Apéndice 2: Actuaciones para la conservación del hábitat de la Cigüeña.
- Apéndice 3: Actuaciones en la Laguna de La Polvera.
- Apéndice 4: Proyecto de Restauración Paisajística.
- Apéndice 5: Proyecto de modificación de trazado de la vía pecuaria.
- Apéndice 6. Estudio Hidrodinámico.
- Apéndice 7: Informe Arqueológico.
- Apéndice 8: Plan de Vigilancia Ambiental.
- Apéndice 9: Planos.

Tras la solicitud de respuesta coordinada, aprobación y conformidad a las medidas ambientales incorporadas al proyecto de construcción: “Mejora de la Seguridad Vial. Acondicionamiento del Enlace Tres Caminos. Carreteras A-4. A-48 y CA-33”, condicionada por la DIA, la Delegación Territorial de Cádiz de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de

Andalucía emitió su **informe integral favorable** al Proyecto constructivo con fecha 29 de agosto de 2019.

De igual modo, la Demarcación de Costas en Andalucía-Atlántico, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica, emitió el 25 de septiembre de 2019 el informe sobre el cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto constructivo, en el que **presta su conformidad** para la incorporación en el proyecto constructivo de la documentación ambiental aportada en este Anejo nº18 de Integración Ambiental.

Cabe destacar que el apartado sobre el que se ha apoyado el desarrollo del Anejo es el denominado “Adecuación ambiental del trazado”, donde se realiza un análisis sobre aquellos cuestionados de la DIA que inciden en el trazado de estudio. Estos condicionados aparecen en el apartado 3 (Resumen del proceso de evaluación) y 5 (Condiciones adicionales al proyecto). Todo ello coordinado a través de reuniones con los técnicos y el director del Parque Natural Bahía de Cádiz.

Como resumen del Anejo nº 18, se especifica lo que aparece en el apartado 5 (condiciones adicionales al proyecto) en el que la DIA subraya que:

“Se cumplirán las condiciones que se han señalado en el apartado 3, y que el promotor ha aceptado, así como aquellas que han sido consensuadas con el Parque Natural Bahía de Cádiz. Asimismo, el proyecto constructivo deberá incluir las siguientes condiciones y medidas”:

5.17.1.- Parque Natural Bahía de Cádiz, Red Natura 2000.

“En todo momento, se deberá garantizar la conservación de estos espacios, atendiendo a lo dispuesto por el organismo competente en Red Natura 2000 de la Junta de Andalucía, así como por el órgano gestor del Parque Natural Bahía de Cádiz”.

Esta medida se lleva a cabo mediante un flujo informativo continuo entre el Parque Natural y el promotor de la actuación, durante todo el proceso de redacción del Proyecto Constructivo, como se puede comprobar en el Apéndice 1. Coordinación con organismos, del anexo ambiental.

5.17.1.1.- Afección a recursos de agua

“5. 1. Se evitará la afección a los recursos de agua existentes en el entorno, así como los circuitos de las salinas que drenan la zona de marisma transformada. Las actuaciones deben asegurar el flujo hídrico necesario para el mantenimiento de las comunidades acuáticas, así como los aprovechamientos acuícolas y salineros del entorno”.

Esta medida se contempla en el proyecto de construcción mediante la inclusión de la misma dentro de las medidas preventivas en el apartado 7.2 del Anejo nº. 18. "Protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas", así como la inclusión del control y seguimiento del aseguramiento del flujo hídrico en el Apéndice 8. "Plan de vigilancia ambiental".

Estas medidas incorporadas incluyen desde las habituales prohibiciones en cuanto a la realización de vertidos, escombros, acopios, etc. en zonas de vulnerabilidad hídrica, hasta medidas más específicas para favorecer el flujo hídrico en la zona, como pueden ser:

- Limpieza del interior de las obras de drenaje transversal existentes.
- Limpieza, dragado y adecuación de emboquilles.
- Actuaciones de "dirigido" de aguas desde unas obras de drenaje a otras. Excavación de cubetas a modo de canales que favorezcan el trasiego de aguas entre diferentes zonas.

Además, no se ubicará ningún tipo de instalación auxiliar, ni se realizarán acopios o vertidos de residuos o tierras, en áreas desde las que directamente o por erosión o escorrentía se pueda afectar el sistema hidrológico. En caso de realizarse movimientos de tierras en las proximidades de las márgenes mareas, los acopios de materiales excavados se realizarán alejados del cauce, manteniendo una franja de seguridad de al menos 10 m.

Se habilitará, en la zona de instalaciones auxiliares, acondicionada para ello con una cuneta perimetral, una zona de lavado de los camiones hormigonera y maquinaria. Aparte del sistema de cunetas perimetrales, se construirá un sistema de cunetas y una balsa temporal de retención y decantación de sólidos en suspensión, para eliminar las grasas y aceites en flotación.

5.17.1.2.- Carrera mareal

"5.2. Prácticamente la totalidad de las actuaciones se localizan en zonas inundables por los efectos de la carrera mareal. Asimismo, la mayoría de las obras de drenaje se encuentran colmatadas de sedimentos. Por ello, previamente al inicio de los trabajos, y como parte del proyecto constructivo, se realizará el estudio global y detallado de la carrera mareal para el conjunto de las actuaciones y obras de drenaje proyectadas, tal y como ha solicitado la Dirección General de Espacios Naturales de la Junta de Andalucía. Para ello se debe incorporar al proyecto constructivo un análisis en profundidad de la hidrodinámica de la Bahía de Cádiz, que permita realizar la evaluación de las actuaciones proyectadas para la preservación de la dinámica mareal y de las zonas inundables dulces y salobres, considerando el conjunto de instalaciones de la zona, e incluyendo el futuro tranvía Cádiz-Chiclana-San Fernando.

Además, el estudio describirá medidas específicas para controlar y preservar la carrera mareal durante el periodo de obras y durante el periodo de explotación de la autovía. Se incluirá, por tanto:

- i. Evaluación de las actuaciones y de las obras de drenaje existentes y propuestas.
- ii. Parámetros y controles establecidos para el control y seguimiento de la carrera mareal: ubicación, periodicidad, umbrales de referencia y alerta. Actuaciones a realizar si no se alcanzan los niveles de libre circulación.
- iii. Parámetros y controles establecidos para el control y seguimiento de la calidad de las masas de aguas (turbidez): ubicación, periodicidad, umbrales de referencia y alerta. Actuaciones a realizar si se sobrepasan los niveles de alerta.
- iv. La solución constructiva del nuevo viaducto sobre el caño Zurraque, (que, como el resto de infraestructuras proyectadas, debe ser evaluada en el estudio hidrodinámico, antes señalado, para seleccionar la sección) deberá evitar la formación de penínsulas que reduzcan la sección de paso de las corrientes de marca. En el caso de que no sea técnicamente viable prescindir de estas penínsulas temporales, se realizará un diseño de penínsulas que minimice la invasión al cauce y permita el mantenimiento de la carrera mareal; además los cauces deberán estar libres de estas penínsulas desde mayo hasta septiembre y se retirará todo el material alóctono cuando finalice esta fase de la obra, y se restaurará la batimetría."

Se ha realizado un estudio global y detallado de la carrera mareal para el conjunto de actuaciones y obras de drenaje proyectadas, que se adjunta como Apéndice 6 "Estudio Hidrodinámico" del Anejo nº. 18, y que posee el visto bueno del Parque Natural y de la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico. Además, el resultado de este estudio se ha tenido en cuenta en el Anejo de Estructuras, así como en el apartado de medidas sobre la hidrodinámica.

En cuanto al control de la calidad de las aguas, en dicho estudio hidrodinámico se incluye un análisis de la turbidez, estableciéndose en el Plan de Vigilancia Ambiental los análisis de la turbidez a realizar durante la fase de construcción para asegurar la calidad de las aguas.

En las inmediaciones de las áreas de trabajo cercanas a los caños mareas, fundamentalmente en el caño Zurraque, aunque también en el caño Sancti Petri, se han dispuesto de barreras de retención de sedimentos, consistentes en pacas de paja ancladas al fondo en zonas someras, y mallas antiturbidez en zonas profundas.

5.17.1.3.- Mantenimiento de obras de drenaje

En este apartado se especifican todos los condicionados que aparecen en la DIA referentes a obras de drenaje, su diseño y mantenimiento, para evitar la colmatación detectada en el proyecto de trazado.

“5.2.v. Plan de manteniendo de las obras de drenaje que garantice la carrera marear, así como la mejora del estado de las zonas inundables dulces y salobres. Descripción de las medidas destinadas a la limpieza y a evitar la dispersión de los sedimentos durante el periodo de obras y la fase de explotación de la autovía. Periodicidad y metodología. Este plan deberá ser revisado una vez cumplido el primer año de explotación de la autovía, y a los 5 años, a fin de evaluar la eficacia de las obras de drenaje realizadas, y su conexión, así como de las medidas del mantenimiento de las mismas. En la revisión se incluirán, si procede, actuaciones y medidas adicionales para garantizar el discurrir de la carrera mareal.”

Este estudio debe ser informado previamente a su incorporación en el proyecto constructivo por el órgano competente en la gestión y protección del Dominio Público Marítimo Terrestre, por el órgano gestor del Parque Natural Bahía de Cádiz, y por la Dirección General de Espacios Naturales de la Junta de Andalucía. Asimismo, los informes que resulten del Plan de mantenimiento de las obras de drenaje se remitirán a estos Organismos, para su conocimiento, e informe, si procediera algún cambio.

5.7. La limpieza de las obras de drenaje se extenderá a las zonas que conforman la "línea de agua" entre obras de drenaje, adecuadamente, conectándolas adecuadamente, para permitir el adecuado funcionamiento marisma.

5.8. Las medidas de limpieza de las obras de drenaje y la comunicación entre las mismas mediante excavación de los sedimentos, se deberá realizar con una frecuencia suficiente durante toda la fase de explotación, para evitar su natural aterramiento.

5.9. Se deberán sobredimensionar los pasos 28, 29, 31 y 32, respecto a las recomendaciones establecidas en la norma de drenaje.

5.10. En relación con el diseño de las nuevas obras de drenaje, en perfiles de pendientes nula o muy baja, se deberán incorporar las siguientes soluciones:

i. Modificación del proyecto de la ODT, actuando sobre su trazado o su sección transversal. Sobredimensionamiento de la sección de los drenajes.

ii. Construcción de areneros o balsas de retención de sedimentos, aguas arriba de la ODT.

iii. Sobredimensionamiento de las nuevas ODT diseñadas a fin de reducir la pérdida de energía en el agua, favoreciendo su movimiento en los flujos y refluxos mareales y, facilitar futuras actuaciones de limpieza, mediante el uso preferente de secciones en marco sobre las de tubo y, entre secciones en tubo, que no sean inferiores a 1,8 m de diámetro.

iv. La cota de la clave inferior del tubo debe garantizar siempre un perímetro mojado correspondiente al menos a un ángulo de 50 °.

5.11. Durante toda la fase de explotación de la carretera, se incorporará en las actuaciones de conservación el seguimiento del correcto funcionamiento y del adecuado estado de las obras de drenaje, retirando los residuos y evitando los aterramientos. Se deberá asegurar que las carreteras no alteran la circulación de los flujos de agua en los caños y marismas, con la frecuencia seminatural”.

Los condicionados 5.2, 5.7, 5.8 y 5.11, se recogen en el Plan de Mantenimiento de las Obras de Drenaje incluido en el Apéndice 8 del Anejo nº. 18. “Plan de Vigilancia Ambiental”. En el caso de los condicionantes 5.9. y 5.10. aparecen reflejados en el Anejo 11 de Drenaje, y en el apartado 7.4.5. “Adecuación de obras de Drenaje para la fauna” del Anejo nº. 18.

Todas estas medidas se aplican en el proyecto en forma de limpieza profunda de las obras de drenaje existentes, así como actuaciones de dragado, eliminación de aterramientos y limpieza general en embocaduras de dichas obras de drenaje. Se actúa sobre las líneas de agua, mediante excavaciones a modo de encauzamientos y limpieza de las líneas de agua existentes.

Las nuevas obras de drenaje se han sobredimensionado con respecto a las necesidades hidráulicas reales, tomando como criterio el establecimiento de un diámetro mínimo de 1.800 mm para las nuevas obras de drenaje transversal.

En estas nuevas obras de drenaje todas las embocaduras se han acompañado de protecciones de escollera, para la protección de los taludes de tierra adyacentes a las aletas, y evitar al máximo la formación de nuevos aterramientos.

5.17.1.4.- Pasos de fauna

“5.3. Medidas para mantener la funcionalidad de los pasos de fauna durante el periodo de obras y de explotación de la autovía”.

Al tratarse en todo caso de pasos de fauna con agua, se trata de llevar a cabo las medidas incluidas en el Plan de Mantenimiento de las Obras de Drenaje que se refleja en el Apéndice 8 del Anejo nº. 18. “Plan de Vigilancia Ambiental”.

5.17.1.5.- Retirada de materiales de otros tramos de carretera

“5.4. La primera actuación en la fase de obras deberá ser la retirada de materiales utilizados anteriormente para la construcción de otros tramos de la carretera, así como la limpieza de las obras de drenaje. La metodología y cronograma de estas actuaciones deberá ser informada favorablemente por el Parque Natural y la Demarcación de Costas”.

En el plan de obras, entre otros documentos del proyecto, se especifica que las primeras actividades de la obra deben ser la retirada de materiales previos de construcción de otros tramos de carretera (rellenos en caño Sancti-Petri), así como la limpieza de obras de drenaje.

La excavación de rellenos antiguos en el caño de Sancti-Petri se realizará con dragalina y equipos auxiliares de apoyo, disponiendo, como se ha comentado, de mallas antiturbidez para el mantenimiento de la calidad de las aguas.

En cuanto al desmantelamiento y escarificado de restos de carreteras existentes, se trata en el apartado 7.9.2.2 del Anejo nº. 18 “Desmantelamiento, escarificado y retirada de pavimento existente”. Así como en el Apéndice 4. Proyecto de Restauración Paisajística, del citado anejo. Estas zonas de desmantelamiento y escarificado de firmes se realizarán en zonas de carretera actual que quedarán en desuso tras las obras y zonas de carretera actualmente abandonadas.

5.17.1.6.- Excavación de aterramientos y lodos. Calidad de las aguas

“5.5. En la fase inicial, para realizar la excavación de los aterramientos se dispondrá de pacas de paja ancladas al fondo en zonas someras y mallas antiturbidez en zonas profundas, así como cuantas medidas sean suficientes para evitar la dispersión de los sedimentos, potencialmente contaminados y el consiguiente detrimiento de la calidad del agua. Respecto a los lodos, deberá caracterizarse su composición, y depositarse en almacenamiento adecuado por gestor autorizado, fuera del Parque Natural. La gestión más conveniente, será consensuada con la Consejería de Medio Ambiente.

5.6. Se deberá paralizar las obras en el caso de que se sobrepasen los umbrales de alerta de turbidez que deben incluirse en el Plan de vigilancia ambiental.

5.18. Quedan prohibidos los vertidos de aguas residuales al parque natural”.

Los condicionados 5.5. y 5.18 referentes a barreras de sedimentos y mallas antiturbidez se recogen en el apartado 7.2.2. “Medidas de protección del sistema mareal”, del Anejo 18, en el caso del condicionado 5.6. se recoge en el Apéndice 8. “Plan de Vigilancia Ambiental”. Estos aspectos ya se han comentado en apartados precedentes.

5.17.1.7.- Conservación de la Cigüeña (Himantopus himantopus)

“5.12.i. Conservación de la cigüeña, que incluya proporcionar hábitat adicional a la especie. Esta medida describirá las actuaciones consensuadas con el Parque para recuperar zonas inundables, especialmente en la zona del enlace de Tres Caminos. Se recuperará ambientalmente la zona retirando el firme en desuso, se realizará la limpieza de las obras de drenaje, y se crearán nuevas zonas naturalizadas inundables”.

Esta batería de medidas ha sido consensuada con el Parque Natural a través de los diferentes contactos mantenidos, ya sea en persona, telefónicamente o mediante correo electrónico, obteniéndose como resultado el Apéndice 2 del Anejo nº. 18 “Actuaciones para la Conservación del Hábitat de la Cigüeña”, además del apartado 7.9 del citado anejo. “Defensa contra la Erosión, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra”.

Como se ha comentado, las actuaciones principales a realizar son la excavación mecánica de zanjas y encauzamientos para favorecer el flujo de agua, así como la limpieza de obras de drenaje y actuaciones dirigido para favorecer el flujo hídrico a través de las líneas de agua. Se desmantelará el firme existente en el área asociada a esta zona de restauración y se realizará una limpieza y eliminación de especies exóticas.

5.17.1.8.- Laguna de la Polvera

5.12. ii. Limpieza de residuos y vertidos de la Laguna de la Polvera. Esta medida describirá las actuaciones consensuadas con el Parque Natural.

Esta medida se ha tenido en cuenta en el apartado 7.3.2.2. Laguna de la Polvera del Anejo 18, así como en el Apéndice 3 “Actuaciones en la Laguna de La Polvera”.

Las actuaciones proyectadas a tal efecto son la limpieza y dragado de canales existentes, la realización del rebaje del terreno, eliminando los rellenos en la zona entre pilas del viaducto existentes, y la limpieza y eliminación de especies exóticas.

5.17.1.9.- Residuos Caño Sancti-Petri

5.12.iii. Retirada de la península en el caño Sancti-Petri.

Se recoge en el apartado 7.9.2.3 del Anejo nº. 18. “Retirada de residuos y vertidos en Sancti Petri”, así como en el Apéndice 4. Proyecto de Restauración Paisajística. Como se ha señalado anteriormente, se propone dragar el volumen de rellenos de obras precedentes bajo la estructura existente del caño Sancti – Petri.

5.17.1.10.- Restauración Paisajística

5.13. Cada fase del proyecto debe incluir la restauración paisajística y vegetal de esa zona. Es decir, no se realizará la restauración paisajística de todo el ámbito de actuación al final de la obra, sino conforme se vayan realizando las diferentes actuaciones.

5.14. Se incluirán medidas específicas en los bordes de la carretera y zonas de transición que permitan la Integración ambiental de la infraestructura en el Parque. Asimismo, se realizan las actuaciones necesarias para permitir la conexión y permeabilidad, en el ámbito del proyecto, de los itinerarios peatonales y ciclistas. Además, se recuperará con vegetación autóctona los terrenos ocupados por vías en desuso, retirando la flora alóctona. Se eliminarán todas las especies exóticas que existen a lo largo de la traza.

5.16. Si el Parque Natural Bahía de Cádiz lo estimara beneficioso, se incluirán pantallas vegetales de bajo porte en las zonas de mayor frecuencia de cruces de aves y quirópteros, a fin de prevenir la colisión con los vehículos.

Los condicionados a que se refiere este epígrafe están recogidos en el apartado 7.9 del Anejo nº. 18, "Defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra", así como en el Apéndice 4. Proyecto de Restauración Paisajística.

Se ha proyectado la realización de plantaciones autóctonas de fácil adaptación al entorno en las áreas objetivo de restauración paisajística, especialmente en las áreas de la Cigüeña, Laguna de la Polvera y en la nueva glorieta de conexión con los ramales del polígono de Tres Caminos.

5.17.1.11.- Cronograma de actuaciones en fase de obras

5.15. Cronograma de la fase de obras, indicando los períodos en los que no deberán realizarse actuaciones que puedan afectar a los valores objeto de protección del Parque Natural.

5.17. Cartografía en detalle de las zonas seleccionadas para las instalaciones auxiliares, zonas de préstamos, canteras y vertederos. Deben localizarse fuera de los hábitats de interés comunitario y de la zona B3 "Zonas Húmedas de Conservación Activa" u otras zonas restringidas del Parque Natural.

5.19. Se reducirá al máximo posible la velocidad máxima en las zonas ambientales más vulnerables. Se realizará una propuesta de velocidad en el proyecto constructivo, que previamente ha de ser informada por el Parque Natural Bahía de Cádiz.

5.20. Se realizarán reducciones adicionales de velocidad en circunstancias atmosféricas que dificulten la visibilidad para aves. Para ello, la carretera dispondrá de paneles de mensajes variables.

Con respecto al condicionante 5.15 de las obras se refleja en el apartado 7.4.3 "Limitaciones temporales en la ejecución de las obras" del Anejo 18. El condicionante 5.17 aparece contestado en el apartado 7.8.2 del anexo "Ubicación de zona de instalaciones y parque de maquinaria" (fuera de los límites del Parque Natural) ya que en el caso de préstamos y canteras no se ubicarán en obra, sino que son canteras existentes. La limitación de la velocidad (condicionados 5.19. y 5.20.) se especifican en el apartado 7.4.7. "Limitación de la velocidad y utilización de asfaltos sonoreductores" del Anejo (se proyectan mezclas bituminosas discontinuas en caliente como capa de rodadura, tratándose de un pavimento fonoabsorbente por sí mismo). También se disponen de paneles de mensaje variables capaces de advertir al conductor de circunstancias como la existencia de niebla para que moderen la velocidad.

5.17.2.- Hábitats de interés comunitario

Se deberá garantizar la no afección a la superficie ocupada los hábitats de interés comunitario presentes en la zona. Concretamente:

5.21. El proyecto de restauración paisajística se adaptará al hábitat de interés comunitario predominante en la zona de actuación, "Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (Sarcocornetea fructicosae)", 1420, de forma que se utilicen las especies que mejor se adapten a las bases ecológicas del espacio (marismas), seleccionando aquellas que estén en el ámbito de actuación, siendo esta medida de obligado cumplimiento en aquellas zonas en las que se restaren superficies con presencia anterior de este hábitat. No se introducirán elementos cuya verticalidad afecte a la horizontalidad espacial del paisaje en enlaces y glorietas, haciendo extensible esta recomendación a toda la zona donde predomine el citado hábitat 1420.

5.22. En la zona donde se vea afectado el hábitat de interés comunitario "Dehesas perennifolias de Quercus spp", 6310, se adaptarán las plantaciones y siembras a sus especies características (ubicado en el cambio de sentido de la A-48 y al final del trazado de esta vía).

Desde el inicio del diseño del proyecto constructivo se ha mantenido una coordinación con los técnicos del Parque de modo que al revisar planos y documentos se han cerciorado de que no se haya visto afectado ningún Hábitat. Esta cuestión se recoge en el apartado 7.4.9 "Restauración de Habitats" del anexo 18 y en el Apéndice 4. "Proyecto de Restauración Paisajística".

5.17.3.- Impacto acústico

5.23. En la zona del proyecto, la reducción del impacto acústico se restringe a la protección de la fauna presente, por lo que es conveniente tratar la situación acústica al nivel del suelo, así como la situación territorial y la movilidad de la fauna que se pretenda proteger. Además, teniendo en cuenta

las características de la zona de actuación (marismas sin arbolado alto con predominio de horizontalidad) no se instalarán las pantallas acústicas propuestas por sus impactos paisajísticos y sobre la avifauna.

5.24. Para minimizar el posible impacto acústico se incorporarán las siguientes medidas al proyecto:

I. El pavimento será fonoabsorbente de gran calidad, tipo drenante que permita la reducción de 3 dbA en la emisión de ruido.

ii. En el caso de que en una ubicación fuera necesario instalar pantallas acústicas, se deberá justificar la necesidad de proteger específicamente esa zona, y no superar el metro y medio de altura. Además, se tendrán en consideración las propuestas del CEDEX, e incluidas en la presente Resolución, en relación con las opciones relacionadas con las características estructurales de las pantallas:

La respuesta a dichos condicionados está desarrollada en el apartado 7.6.2. "Estudio acústico" y en el apartado 7.4.7 "Limitación de la velocidad y utilización de asfaltos sonoreductores", ambos del anexo nº 18. Tal y como se recoge en la Declaración de Impacto Ambiental, no se instalarán pantallas acústicas.

5.17.4.- Vías Pecuarias. Puerta Verde

5.25. En relación con la modificación y reposición del trazado de la vía pecuaria "Cordel del Puerto de Santa María a San Fernando", se atenderá a las indicaciones realizadas por el Servicio de Patrimonio y Vías Pecuarias de la Delegación Territorial en Cádiz de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, así como el Director del Parque Natural Bahía de Cádiz y los organismos competentes en las materias relativas a los servicios afectados (Agencia Andaluza del Agua).

5.26. Se elaborará documentación técnica suficiente que garantice la continuidad e integridad superficial de la vía pecuaria-vía verde afectada por las obras proyectadas, el cual será aprobado en el trámite de autorización de la ocupación de la citada vía pecuaria por el organismo competente de la Junta de Andalucía, antes del comienzo de las obras, de acuerdo con lo establecido en el artículo 43 del Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Todas las actuaciones propuestas (limpieza de la zona, creación de una pantalla vegetal, etc.) que se realicen deberán ser supervisadas por el organismo competente de la Junta de Andalucía.

5.27. Se garantizará la continuidad y conexión del trazado de la Puerta Verde, en el ámbito de actuación del proyecto.

Los condicionados están recogidos en el apartado 7.7.4." Reposición de las vías pecuarias" del Anejo 18, así como en el Apéndice nº5 "Proyecto de modificación de trazado de la vía pecuaria".

5.17.5.- Antiguo puente sobre el Caño Zurraque (denominado Puente del Duque de la Victoria) y el desmantelamiento de firme de la antigua carretera N-IV.

5.28. Se buscará una solución consensuada entre las administraciones autonómicas y locales.

En este caso desde el Parque Natural se instó a que se incluya una partida presupuestaria para desmantelar y retirar el tramo de estructura que pasa a estar en desuso en el centro del enlace, así como la parte de antigua estructura del Puente del Duque de la Victoria que quedaba aún en pie sobre el Caño Zurraque. Esta decisión se tomó con la cautela de prever futuras comunicaciones entre administraciones locales o autonómicas, tal y como aparece reflejado en el apartado 7.9.2.2 del Anejo nº. 18, "Desmantelamiento, escarificado y retirada de pavimento existente", así como en el Apéndice 4 "Proyecto de restauración Paisajística".

5.17.6.- Publicidad de la Declaración de impacto ambiental

5.29. El promotor deberá incluir en los carteles anunciadores de las obras correspondientes al proyecto evaluado que se instalen sobre el terreno, la referencia del BOE en el que se ha publicado esta declaración de impacto ambiental.

Se incluirá en los carteles de obra.

5.17.7.- Plan de Vigilancia ambiental.

5.30. El promotor ha señalado en el expediente que el plan de seguimiento y mantenimiento de la calidad ambiental finalizará una vez haya concluido el periodo de garantía. No obstante, este programa se extenderá durante 5 años tras la entrada en funcionamiento de la autovía.

5.31. El Plan de Vigilancia ambiental se remitirá al parque Natural Bahía de Cádiz, para su informe de forma previa a la aprobación del proyecto constructivo. Asimismo, se remitirán los informes correspondientes al seguimiento y aplicación de la vigilancia ambiental.

5.32. El Plan de mantenimiento de las obras de drenaje se incluirá en el Plan de Vigilancia Ambiental.

5.33. El seguimiento de la funcionalidad de las obras de drenaje, y la correspondiente limpieza, mantenimiento etc. corresponde al promotor y se prolongará durante toda la fase de explotación.

5.34. El programa de vigilancia ambiental incluirá, además de las cuestiones señaladas en los apartados 3 y 4, las siguientes:

i. indicadores, umbrales objetivo y umbrales de alerta del control de la carrera mareal. Medidas específicas para el control y seguimiento, y medidas establecidas cuando se alcancen los umbrales de alerta.

ii. indicadores, umbrales objetivo y umbrales de alerta del control de la calidad del agua. Medidas específicas para el control y seguimiento, y medidas establecidas cuando se alcancen los umbrales de alerta.

iii. Seguimiento de la permeabilidad y uso de los pasos de fauna por las especies piscícolas del Parque.

iv. Seguimiento de las actuaciones de creación y conservación de hábitat de la cigüeñuela.

v. Seguimiento de las actuaciones de limpieza de la laguna de la Polvera.

vi. Seguimiento de las actuaciones para incrementar la permeabilidad territorial de la infraestructura.

vii. Seguimiento de las actuaciones de restauración vegetal y paisajística.

viii. Seguimiento de la creación de nuevas zonas inundables.

Se incluye como Apéndice 8 del Anejo nº. 18, desarrollando y dando respuesta a cada uno de los apartados. En dicho Plan de Vigilancia Ambiental se definen los objetivos para la efectividad de las medidas protectoras y correctoras, el indicador de referencia correspondiente para evaluar el objetivo, frecuencia, valores umbrales admisibles y adopción de medidas complementarias si proceden.

5.18.- SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

El objeto del proyecto es el "Acondicionamiento del enlace de Tres Caminos", y como tal se encuentra actualmente en servicio y tiene implantado y operativo el correspondiente sistema de transporte inteligente (ITS).

En particular, dentro de la clasificación indicada anteriormente, éste se corresponde con el tipo GV de Explotación y Gestión vial, cuya titularidad corresponde a la Dirección General de Tráfico.

En este proyecto no se realiza la implantación de nuevos sistemas ITS, sino que se reponen aquellos elementos y canalizaciones que se verán afectadas por las obras. Así por ejemplo, será necesario reponer equipamiento presente en la actualidad gestionado por la Dirección General de Tráfico, como espiras electromagnéticas, armarios, radares y cámaras de radar, etc.

Por su especial importancia, a continuación, se indican algunos de los dispositivos ITS que dispone actualmente en las cercanías del enlace:

- ✓ Diseminación de la información (DI) con Paneles de Mensaje Variable
- ✓ Captura de datos (CD) con armarios y Cámaras CCTV
- ✓ Captura de datos (CD) con armarios y Cámaras de radar

En el anexo de reposición de servicios afectados se definen los criterios de reposición de los elementos y equipos de la DGT afectados por las obras.

En la siguiente tabla se muestra la disposición final y definitiva, de los principales equipos e instalaciones de la DGT, en relación a los ITS, en función de los ejes del proyecto:

EJE	PK	CALZADA O LADO	ELEMENTO
1	2+870	Derecha	Pórtico PMV + armario con cámaras
1	4+520	Derecha	Pórtico PMV + armario con cámaras radar
1	4+838	Izquierda	Pórtico PMV + armario con cámaras radar
4	3+730		Pórtico PMV + armario con cámaras
4	4+605	Derecha	Cámara CCTV
25	4+315	Izquierdo	Cámara CCTV
1	5+422	Derecha	Velocidad instantánea
1	4+760	Izquierdo	Estación remota universal (ERU)
1	4+520	Derecha	Estación remota universal (ERU)
4	3+620	Derecha	Estación remota universal (ERU)
15	0+260		Espiras / Lazos Magnéticos (ETD)
22	3+620		Espiras / Lazos Magnéticos (ETD)
1	3+100	Ambas	Espiras / Lazos Magnéticos (ETD)
4	3+420		Espiras / Lazos Magnéticos (ETD)
19	6+790		Espiras / Lazos Magnéticos (ETD)

Tabla 54. Elementos, instalaciones y equipos de la DGT para sistemas de transporte inteligente.

5.19.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

5.19.1.- Demoliciones y desmontajes

En este apartado se explican cada una de las obras de demolición y levantamiento que se han de realizar para poder ejecutar la obra convenientemente y con el espacio requerido sin que haya interrupciones por la interferencia de elementos existentes. que no permitan realizar los trabajos de las obras nuevas o bien que queden en desuso tras la ejecución de las nuevas obras.

Se incluye a continuación, en apartado independiente debido a su singularidad, los detalles al respecto de las demoliciones de la estructura existente en el actual enlace (fases constructivas, medios a emplear, traslado de materiales, etc.), estando a su vez coordinado con el anexo correspondiente a los desvíos y en sus planos correspondientes.

No se consideran en este apartado los desmontajes o demoliciones derivados de las reposiciones de servicios afectados, puesto que se estudian específicamente en el anexo nº 24.

Estas obras de demolición incluyen además de las demoliciones propiamente dichas todas las obras de retirada, transporte, vertido o puesta en nueva ubicación de algunos elementos reutilizables.

En el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición se plasman todos los trabajos necesarios y recomendaciones para tratar los residuos de las demoliciones, bien con su reciclaje o con su retirada al vertedero autorizado para cada tipo de material de escombro. Aunque en este apartado se hablará de los elementos a demoler en su conjunto, es cierto que cada elemento está formado por distintos materiales, que será necesario clasificar para poder agruparlos y poder tratarlos según corresponda a cada caso.

Los subapartados en los que se dividen estas demoliciones son los siguientes:

- Estructuras de hormigón armado (Puentes, Pasos inferiores, Obras de drenaje, etc)
- Edificaciones
- Elementos metálicos
- Pavimentos de carretera
- Carteles, Elementos de Protección y Señales
- Báculos de alumbrado.

Estos apartados se explican en el anexo nº 20 Obras Complementarias de este proyecto.

5.19.1.1.- Demolición estructura existente A-4 – CA-33

Descripción de la estructura existente

Con la información procedente del sistema de gestión de puentes (inventario e inspecciones) y de las visitas a campo realizadas, podemos hacer una descripción muy aproximada a la realidad de la estructura existente.

Se trata como un puente de 16 vanos de una longitud total de 432,50 m y 11.2m de anchura. Los vanos son todos prácticamente iguales de 27 m. La sección transversal del tablero queda formada por 5 vigas doble T prefabricadas pretensadas de 1.35m de canto más losa superior armada de 25cm, hormigonada in situ sobre prelosas. Dicha sección aloja los siguientes elementos: barrera + barandilla (0.6m) + arcén (1.5m) + carril (3.5m) + carril (3.5m) + arcén (1.5m) + barrera + barandilla (0.6m).

El puente se apoya en la subestructura íntegramente mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchado. El tablero de la estructura posee juntas de calzada en ambos estribos y sobre las pilas pares, es decir, nº 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14. En el resto de las pilas la losa del tablero posee continuidad.

Las pilas están formadas por tres fustes circulares de 1.2 m de diámetro, unidos entre sí mediante un dintel de sección transversal rectangular de 1.0 m de canto. La tipología de cimentación se desconoce con exactitud, aunque probablemente sea profunda mediante pilotes, habida cuenta de los estudios geotécnicos realizados y otros puentes próximos a esta zona.

En relación a los estribos, ambos son cargaderos y disponen de muretes de guarda y orejetas laterales, además de aletas para controlar el derrame de las tierras del terraplén. Al igual que en pilas, la cimentación debería ser profunda mediante pilotes.

Planificación y secuencia de los trabajos de demolición

Las operaciones de demolición se estima que comienzan en el MES 29 de acuerdo al Plan de Obras realizado, una vez que se haya puesto en servicio la estructura E-2, ejes 1 y 20. Se demuele la totalidad de la estructura en la fase III de obras según la definición del anexo de soluciones al tráfico durante la ejecución de las obras, a excepción del vano 10, que se demuele en la fase IV, comenzando esta demolición en el MES 32. Se demuelen por tanto 15 de los 16 vanos en la fase III y el vano restante, el vano 10, en la fase IV. Se prevé un tiempo estimado de 3,5 meses para completar totalmente las operaciones de demolición, retirada y limpieza.

Debido a que existirá tráfico circulando por desvíos provisionales bajo la estructura existente, la demolición del tablero del vano 6 en la fase III y del vano 10 en la fase IV, se realizará en horario nocturno, siendo preciso desviar el tráfico hacia el enlace del barrio Jarana en el primer caso, y hacia el Polígono

Industrial de Tres Caminos en el segundo caso, previéndose que las operaciones de retirada de los elementos del tablero durarán a lo sumo dos noches.

Una vez completados cada uno de los vanos a retirar, comenzarán los trabajos asociados a la subestructura. Las actividades de demolición en la cimentación se realizarán al final, una vez finalizados los trabajos de desmontaje y demolición en alzados de pilas y estribos.

Las retirada de los materiales se realizará por los caminos de obra ejecutados, plataformas y viales existentes, conectando a las calzadas de tráfico abierto mediante los puntos de acceso propuestos y representados en los planos de desvíos de tráfico.

La secuencia de los trabajos de demolición, es la siguiente:

- Fase I: Trabajos previos de adecuación del entorno próximo a la obra (accesos, zonas de acopio de materiales y residuos...), implantación de las medidas de seguridad y salud (mallas de seguridad, cerramientos, protecciones...)
- Fase II: Desmontaje de barandillas, barreras metálicas, señales de tráfico, otros equipamientos en general, juntas de calzada...
- Fase III: Corte de losas de continuidad
- Fase IV: Demolición mecánica de las losas y retirada de residuos a vertedero
- Fase V: Desmontaje y retirada de las vigas prefabricadas
- Fase VI: Demolición mecánica de dinteles y fustes de pilas, así como de cargaderos de estribos, incluido muretes y aletas, y retirada de residuos a vertedero.
- Fase VII: Demolición de encepados hasta 50cm de profundidad y retirada de residuos a vertedero.
- Fase VIII: Restauración del entono con los fangos extraídos de la limpieza de obras de drenaje y excavaciones en cubetas de encharcamientos para permitir el arraigo de la vegetación autóctona.

5.19.2.- Cerramientos

Se proyecta un cerramiento en los laterales del tronco y ramales principales de 1.50 m de altura (similar al existente) como factor coadyuvante a la protección mutua de márgenes y carretera; y como limitador, ordenador y encauzador de accesos, que dificulte el acceso de vehículos, personas o animales.

Se prevé utilizar para la reposición del cerramiento una malla de simple torsión de forma romboidal, similar a la existente, fabricado con alambre de 50 kg/mm² de resistencia, galvanizado con 80 gr Zn/m². El alambre tendrá un diámetro de 2,2 mm y ancho de malla de 50 mm. La altura total de

la valla es de 1,50 metros. Los postes serán de 1,80 m de altura, y estando 30 cm embebidos en la cimentación de hormigón. La separación entre postes intermedios es de 3,00 metros y entre postes principales de 30 metros.

Los postes serán galvanizados de 48 mm, de diámetro y 1,5 mm, de espesor.

La cimentación tanto de los postes intermedios como de los principales se hará con hormigón HM-20, de forma cilíndrica de 300 mm, de diámetro y 400 mm, de profundidad.

Como norma general, para la situación del cerramiento respecto a la sección transversal de la autovía, se distinguen dos casos:

- Si no existe camino de servicio, y tanto si se trata de sección en desmonte como en terraplén, se colocará siguiendo la línea de pie de terraplén o en coronación de desmonte, a una distancia correspondiente a la considerada para el límite de expropiación.
- Si existe camino de servicio o vía paralela, se colocará interpuesto entre el camino o vía y la autovía siguiendo el borde interior de la explanación del camino, de tal forma que las cunetas de guarda, caso de existir, queden del lado de la autovía, y además quede también un resguardo entre el cerramiento y la arista de la explanación de la autovía.

5.19.3.- Hitos de deslinde

La ejecución de hitos de deslinde tiene por objeto el marcaje definitivo de los límites de los terrenos expropiados para la ejecución de las obras. En este proyecto, aun disponiendo de cerramiento, la demarcación con hitos se realizará en la totalidad del trazado, ya que puede existir alguna zona que no disponga de cerramiento.

Estos hitos se colocarán sobre la línea de expropiación a una distancia entre sí de modo que cumplan las siguientes condiciones:

- Desde un hito deberá verse siempre el siguiente.
- La distancia máxima entre dos hitos, en caso de que no haya problemas de visibilidad, será de 100 metros, aunque se recomienda colocarlos cada 50 metros. En este proyecto se han colocado a una distancia máxima de 50 metros.
- Deberá colocarse un hito en cada cambio de dirección (quiebros, esquinas, etc...).

Los hitos serán prefabricados de hormigón HM-20, con sección circular de 22 cm de diámetro y 40 cm de longitud, de los que 30 cm sobresalen de la superficie del terreno natural. Los 10 cm inferiores del hito se empotrarán en una zapata de hormigón HM-20 de dimensiones 50 x 50 x 50 cm, apoyada a 50 cm de profundidad.

5.19.4.- Pasos de mediana

5.19.4.1.- Pasos de mediana existentes

En las carreteras de doble calzada que constituyen los extremos de la actuación, CA-33, A-4 y A-48, se tienen actualmente pasos de mediana en cada una de ellas en las siguientes ubicaciones:



Imagen 29. Pasos de mediana existentes en la actualidad.

Como se puede apreciar, tanto en la A-4 como en la CA-33 existen pasos de mediana en las proximidades del enlace central del polígono de Tres Caminos. Además, en las inmediaciones del lazo del enlace, en la CA-33, existe una plataforma afirmada entre ambas calzadas que también podría usarse como paso de mediana si fuera necesario, mostrándose en la siguiente imagen:



Imagen 30. Plataforma afirmada con uso compatible como paso de mediana

En la A-48, el paso de mediana existente en el ámbito del proyecto, se localiza en las inmediaciones del enlace de Chiclana Norte, una vez pasada la estructura del enlace en dirección hacia Algeciras.

5.19.4.2.- Implantación y características de los pasos de mediana

Como se ha visto, tanto en la A-4 como en la CA-33 se tienen sendos pasos de mediana a distancias razonables de las nuevas estructuras a construir. Así, con respecto a los estribos de la nueva estructura E-2 a construir, tendríamos las siguientes distancias:

- Distancia paso de mediana existente A-4 a estribo 1: 1.060 metros.
- Distancia de paso de mediana existente CA-33 a estribo 2: 1.050 metros.

Además, como se ha comentado, en la CA-33 existe en la actualidad una plataforma afirmada que podría utilizarse como paso de mediana, a una distancia de unos 380 metros del estribo Norte de la estructura existente del Duque de la Victoria.

Se considera que dichas distancias son suficientes para el objetivo de servir como vía de escape en situaciones de emergencia.

La A-48 en cambio no presenta pasos de mediana en hasta pasado el enlace de Chiclana Norte, con lo que la distancia al estribo 2 de la estructura E-1, y los estribos meridionales de la estructura existente del Duque de la Victoria, sería:

- Distancia paso de mediana existente A-48 a estribos meridionales estructuras sobre el caño Zurraque: 3.200 metros.

Tanto en la CA-33 como en la A-4 se tienen pasos de mediana aproximadamente a 1 km del enlace. Si bien no se disponen en los doscientos metros de los extremos de las obras de paso mayores de 100 metros, las distancias resultantes en la actualidad se consideran aceptables.

En el caso de la A-48 las distancias son mayores e inicialmente se planteó la posibilidad de ubicar el paso de mediana con su punto central situado en el P.K. 4+127 del eje 4, de manera que estuviera situado a unos 200 metros del estribo sur de la estructura y bastante próximo al enlace de cambio de sentido próximo a los carriles de entrada y salida, tal y como recomienda la Norma. Sin embargo, debido a las características del enlace, en esa ubicación no se permitiría el paso del tráfico de una calzada a la otra y por consiguiente se ha planteado una nueva ubicación para el paso de mediana que pese a estar algo más alejado del estribo sur de la estructura, sí permite la totalidad de los movimientos a través del mismo.

Por tanto, se dispondrá del siguiente paso de mediana, referido a los ejes 4 y 19.

Paso de mediana	Pk punto intermedio EJE 4	Pk punto intermedio EJE 19
A-48	3+620	6+587.049

Tabla 55. Pasos de mediana

El paso de mediana proyectado tiene una longitud libre de cuarenta metros (40 m) y está abocinado a ambos lados en una transición variable en función del ancho disponible de la mediana (transiciones de 60 m).

5.19.5.- Caminos de acceso a obra

Como consecuencia de la complejidad del enlace y por tanto de la complejidad en cuanto a los accesos a la obra para poder realizar la ejecución de la misma, se han definido una serie de caminos de obra con el fin de facilitar el acceso de la maquinaria a la misma, en los puntos que se considera disponen de los accesos más complicados.

Para ello se han ubicado en planta una serie de caminos (incluidos en el documento planos), de manera que los mismos se conectan bien a las plataformas de aglomerado de los actuales ramales del enlace, o bien a algunos caminos existentes en la actualidad que pueden servir del mismo modo como caminos de acceso a la maquinaria para la ejecución de las obras en sus distintas fases.

Del mismo modo, se ha definido la ejecución de dos penínsulas sobre el caño Zurraque para possibilitar la ejecución de la estructura E-1.

Las características principales de los caminos de acceso a obra, así como de las penínsulas definidas se describen en el siguiente cuadro adjunto:

Denominación	Longitud (m)	Sección transversal			Planta	
		Ancho medio	Radio min. (m)	Radio máx. (m)		
CAMINO DE ACCESO A OBRA-1	249.580	5.00	9	490		
CAMINO DE ACCESO A OBRA-2	200.000	5.00	140	800		
CAMINO DE ACCESO A OBRA-3	328.154	5.00	500.00	900.00		
CAMINO DE ACCESO A OBRA-4	42.330	5.00	200.00	200.00		
PENÍNSULA-1	180.010	21.00	25.00	291.00		
PENÍNSULA-2	109.170	25.00	25.00	500.00		
ACCESO A PENÍNSULA-1	121.756	5.00	25.00	500.00		
CAMINO DE ACCESO A OBRA-5	144.176	5.00	12.50	350.00		
CAMINO DE ACCESO A OBRA-6	114.528	5.00	-	-		

Tabla 56. Caminos de acceso a obra y penínsulas provisionales

En cuanto a los materiales, para su ejecución se ha propuesto la realización de un cajeo de 30 cm que será rellenado con suelo seleccionado con limitación de finos (tamaño máximo 20 cm y finos 0.008<12%), realizando a continuación un relleno de terraplén formado con suelo seleccionado tipo 2 s/ PG-3 hasta alcanzar en cada caso la coronación de la rasante, habiendo propuesto la cota 2.20 m como la cota mínima a la que deben ejecutarse los caminos para garantizarse su estabilidad en base a las subidas de las mareas.

5.19.6.- Iluminación

En el actual enlace de Tres Caminos, solamente existe iluminación en la zona colindante al polígono de Tres Caminos, no existiendo iluminación alguna a lo largo del resto de la actuación.

Al respecto de la iluminación, se hace referencia en el apartado 7.4.8 del Anejo 18 de Ordenación Ecológica, Estética y Paisajística, indicándose que tanto desde el Parque Natural como desde el Ministerio se ha considerado que no se va a proceder a iluminar el Enlace de Tres Caminos.

Por ello y como consecuencia de la ampliación de la plataforma, se procederá a realizar un desmontaje y traslado a gestor de residuos autorizado de los báculos de iluminación existentes actualmente en el enlace de Tres Caminos.

En el caso de que en un futuro fuese necesario implantar la iluminación del enlace, esta podría ejecutarse mediante la colocación de paneles fotovoltaicos, por lo que no se necesita prever la ejecución de canalización alguna a este respecto.

5.20.- REPLANTEO

Para la ejecución del replanteo de los ejes se han situado bases de replanteo, dotándolas de coordenadas “X” e “Y”, así como de la correspondiente cota altimétrica. Las coordenadas de las bases empleadas se relacionan a continuación:

BASES TOPOGRÁFICAS					
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD. Y (m)	COORD. Z (m)	COORD. Z (m) Nivelación geométrica	DIF
BR100	216887,526	4040069,708	2,098	2,098	0,000
BR101	218295,877	4037680,853	3,454	3,454	0,000
BR102	218228,493	4038066,957	11,647	11,666	-0,019
BR103	218006,187	4038234,184	3,474	3,475	-0,001
BR104	217882,514	4038421,939	3,163	3,177	-0,014
BR105	217801,105	4038542,670	3,191	3,215	-0,024
BR106	217636,655	4038767,559	2,947	2,947	0,000
BR107	217361,844	4039317,532	2,949	2,946	0,003
BR108	217219,511	4039531,044	2,951	2,935	0,016
BR109	217079,635	4039735,680	2,820	2,827	-0,007
BR110	216994,479	4039867,826	2,970	2,974	-0,004
BR111	216753,007	4040250,699	2,451	2,453	-0,002
BR112	216655,745	4040453,497	2,385	2,85	-0,465
BR113	217429,905	4040757,221	2,651	2,658	-0,007
BR114	217151,397	4040742,707	2,684	2,658	0,026
BR115	216842,322	4040806,521	2,923	2,915	0,008
BR116	216384,453	4040650,617	12,487	12,503	-0,016
BR117	216035,432	4040728,808	2,769	2,773	-0,004
BR118	215764,452	4040726,874	2,844	2,847	-0,003
BR119	215491,215	4040776,537	2,636	2,627	0,009
BR120	215267,736	4040931,749	2,853	2,846	0,007

Tabla 57. Bases de replanteo

Estas bases se han materializado sobre el terreno mediante Hitos-Fenos, o Clavos Geo-punt de acero con su identificación correspondiente. En los planos de replanteo incluidos en el documento de planos quedan reflejadas dichas bases, y en el Anejo de Topografía y Cartografía se adjuntan las reseñas de las bases de replanteo utilizadas.

5.21.- COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

En el anexo nº 22 se recoge toda la documentación referente a los contactos mantenidos con los Organismos Oficiales y con las entidades y empresas suministradoras de servicios.

Los organismos y compañías suministradoras con las que se ha establecido contacto para el proyecto redactado han sido las siguientes:

- AOPJA
- CHICLANA_NATURAL
- CONSORCIO DE AGUAS DE LA ZONA GADITANA
- CULTURA. DELEGACIÓN TERRITORIAL DE CÁDIZ
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO
- ENDESA
- VODAFONE - ONO
- PARQUE NATURAL BAHÍA DE CÁDIZ
- REDEXIGAS
- TELEFONICA DE ESPAÑA
- VÍAS PECUARIAS
- DEMARCACIÓN DE COSTAS ANDALUCÍA-ATLÁNTICO
- DELEGACIÓN TERRITORIAL DE MEDIOAMBIENTE EN CÁDIZ.

A cada uno de los organismos anteriormente indicados se le envió una carta solicitando información relativa a todas las instalaciones e infraestructuras que pudiesen existir en las proximidades de la zona de Proyecto y que pudieran resultar afectadas por el futuro desarrollo de las obras.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los contactos mantenidos:

ORGANISMO/EMPRESA	DOMICILIO	PERSONAS CONTACTADAS	FECHA/MODO SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN A SOLICITAR / ENVIADA	FECHA / MODO RESPUESTA	REMITENTE	DOCUMENTACIÓN / INFORMACIÓN RECIBIDA
		(NOMBRE / CARGO)				(NOMBRE / CARGO)	
AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA	Calle Pablo Picasso 6. 41018 Sevilla	Santiago Bobo Ruiz	29/11/2017 CARTA	Solicitud planos actualizados tranvía	09/02/2018 MAIL 19/02/2018 MAIL	Santiago Bobo Ruiz	Planos Dominio público tranvía Planos de trazado en planta del tranvía y reposiciones de servicios
		Mª del Lirio García Garrido Santiago Bobo Ruiz	08/03/2019 E-MAIL	Resumen de reunión y solicitud planos proyecto Tranvía	01/04/2019 MAIL	Mª del Lirio García Garrido	Recopilada la información solicitada a falta del envío por carta.
		Rafael Candau Rámila / Director de Explotación	06/05/2019 CARTA	Solicitud de informe y autorizaciones para actuar en terrenos tranviarios	14/05/2019 CARTA	Enrique J. Galeote Gallardo	Proyecto de liquidación tramo II tranvía y proyecto modificado nº 1: vía ciclista entre Chiclana y Cádiz
		Santiago Bobo Ruiz	15/11/2019 MAIL	Solicitud de información geotécnica	29/11/2019 MAIL	Enlace de descarga	Anejo de geotecnia del Proyecto de Construcción del Tranvía. Tramo Chiclana - Caño Zurraque
CHICLANA NATURAL	C/ Doctor Pedro Vélez, C.R La Soledad, Bloque 5 11500 Chiclana de la Frontera (Cádiz)	Gerencia	29/11/2017 CARTA	Actualización información proyecto de trazado	13/03/2018 CARTA	Rafael José Gallo Fernández (Director Gerente)	Informes favorables a la actuación
CONSORCIO DE AGUAS DE LA ZONA GADITANA	Calle Ancha nº 3. 11404 Jerez de la Frontera (Cádiz)	Marco Vives Rubí (Director de explotación)	29/11/2017 CARTA	Actualización información proyecto de trazado	22/01/2018 MAIL	Pedro José Garri Vega	Propuesta de mantener una reunión.
			24/01/2019 CARTA	Solicitud de información actualizada	16/02/2018 MAIL	Pedro José Garri Vega	Planos actualizados conducciones CAZG
			07/03/2019 CARTA	Solicitud conformidad reposiciones propuestas	30/04/2019 MAIL	Marco Vives Rubí (Director de Explotación)	Informe y prescripciones a las reposiciones propuestas.
			11/03/2020 MAIL	Solicitud información para reposición de servicio	11/03/2020 MAIL	Marco Vives Rubí (Director de Explotación)	Respuesta obtenida a solicitud de datos
			16/02/2021 CARTA	Solicitud de conformidad a las reposiciones propuestas y de aprobación del Proyecto Específico de reposición del servicio.			
DELEGACIÓN PROVINCIAL DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES DE CÁDIZ	C/ Cánovas del Castillo, 35 11001 Cádiz	Sr. Delegado Provincial	29/11/2018 CARTA	Solicitud autorización proyecto de actividad arqueológica	15/01/2019 CARTA	José María Pérez Alberich	Resolución del Delegado Territorial de Cádiz por la que se autoriza la actividad arqueológica.
			08/02/2019 CARTA	Memoria final de actividad arqueológica preventiva	02/07/2019 MAIL	Ana María Nuñez Gallego	Resolución de la Delegada Territorial de Cádiz dando por finalizados los trabajos arqueológicos del proyecto indicando las medidas de protección del Patrimonio
DGT (Jefatura Provincial Cádiz)	C/ Santa Rafaela María nº 2. 11011 Cádiz	Jefe de Explotación	29/11/2017 CARTA	Solicitud conformidad reposiciones propuestas en proyecto de trazado y actualización información	26/01/2018 MAIL	Antonio García Martín (Jefe Sección Instalaciones Seguridad Vial)	Información actualizada de equipamientos (planos, presupuestos y mediciones actualizadas)
			18/01/2019 CARTA	Solicitud de información actualizada	28/01/2019 MAIL	Antonio García Martín (Jefe Sección Instalaciones Seguridad Vial)	Reenvío de información facilitada con fecha 26/01/2018 vía e-mail.
ENDESA	c/ Almirante León Herrero nº 13., 1 A 11100 San Fernando (Cádiz) c/ Galileo nº 15. Polígono Urbisur 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)	Endesa distribución	29/11/2017 CARTA	Actualización de la información y solicitud de conformidad reposiciones proyecto de trazado	24/01/2018 CARTA	Juan Diego Rodríguez (Endesa distribución)	Soluciones no conformes o no contempladas. Actualización de datos.
		Endesa distribución	24/01/2019 CARTA	Solicitud de información actualizada	01/02/2019 MAIL	David Ruiz Muñoz (Técnico Gestor de Red)	Propuesta de mantener una reunión e información acerca del bombeo del Consorcio CD 22290.
		David Ruiz Muñoz (Técnico Gestor de Red)	08/02/2019 E-MAIL	Información acerca del centro CD 22290			
		David Ruiz Muñoz (Técnico Gestor de Red)	07/03/2019 E-MAIL	Conformidad al trazado propuesto para reposición de las líneas eléctricas	18/03/2019 MAIL	David Ruiz Muñoz (Técnico Gestor de Red)	Propuesta de reunión para aclarar paso de la línea por el caño Zurraque bajo la estructura.
		David Ruiz Muñoz (Técnico Gestor de Red) Juan Diego Rodríguez (Endesa Distribución)	18/03/2019 E-MAIL	Verificación conformidad trazado propuesto			
		Solicitudes NISS Endesa, David Ruiz Muñoz (Técnico Gestor de Red), Juan Diego Rodríguez (Endesa Distribución)	09/04/2019 E-MAIL	Solicitud de Variante y modelo de autorización	26/04/2019 MAIL	Servicio de Atención Técnica a Clientes. Gestión de conexiones	Generación de solicitud de suministro nº 0000077073
		Buzones genéricos endesa distribución			17/10/2019 MAIL	e-distribución	Generación de solicitud de suministro nº 0000142212
					30/10/2019 MAIL	ncdistribucion@enel.com	Aclaraciones solicitadas sobre acceso, cortes y uso de la carretera de titularidad estatal en caso de avería de las instalaciones
			14/11/2019 MAIL	Envío documentación acerca de las bandejas propuestas, accesos y planos de cruce de la línea eléctrica por el puente.	04/11/2019 MAIL	ncdistribucion@enel.com	Aclaraciones adicionales solicitadas para definir el cruce de los cables por el puente, dimensiones de bandejas y posibles accesos en caso de averías. Solicitan acuerdo para utilizar la carretera en caso de avería de las instalaciones.
			21/01/2020 MAIL	Propuesta de reunión para tratar aspectos pendientes			

ORGANISMO/EMPRESA	DOMICILIO	PERSONAS CONTACTADAS		FECHA/MODO SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN A SOLICITAR / ENVIADA	FECHA / MODO RESPUESTA	REMITENTE		DOCUMENTACIÓN / INFORMACIÓN RECIBIDA
		(NOMBRE / CARGO)	(NOMBRE / CARGO)				(NOMBRE / CARGO)	(NOMBRE / CARGO)	
ONO	Polígono Industrial Santa Cruz. Local 10 A. Carretera N-IV, PK 634,5. 11407 Jerez de la Frontera. Cádiz	Ramón Cañadas Sánchez Conservación de Redes e Infraestructuras (Andalucía)		29/11/2017 CARTA	Solicitud conformidad reposiciones propuestas en proyecto de trazado y actualización información				No se ha recibido contestación.
		Ramón Cañadas Sánchez Conservación de Redes e Infraestructuras (Andalucía)		14/01/2019 MAIL	Solicitud reunión	16/01/2019 MAIL	Ramón Cañadas Sánchez Conservación de Redes e Infraestructuras (Andalucía)		Propuesta fecha de reunión
		Ramón Cañadas Sánchez Conservación de Redes e Infraestructuras (Andalucía)		24/01/2019 CARTA	Solicitud de información actualizada	19/02/2019 MAIL	Ramón Cañadas Sánchez Conservación de Redes e Infraestructuras (Andalucía)		Encargo a Elecnor para el diseño de las reposiciones separando obra civil e instalaciones industriales.
		Alberto Bernardo García (Delegación de Telecomunicaciones)		26/03/2019 MAIL	Ajustes de trazado a proyecto de reposiciones	29/03/2019 MAIL	Alberto Bernardo García (Delegación de Telecomunicaciones)		Diseño de reposiciones, se incluye proyecto completo de reposición
PARQUE NATURAL BAHÍA DE CÁDIZ	Calle Coghen, 3 (Jardín Botánico) 11100 San Fernando (Cádiz)	Antonio Gómez Ferrer Director Conservador del Parque		07/03/2019 CARTA	Petición registros turbidez en caño Zurraque	18/03/2019 MAIL/CARTA	Antonio Gómez Ferrer Director Conservador del Parque		Envío datos de registros de turbidez caño Zurraque
		Cristina Capa Sánchez (Técnico ambiental Parque)		07/05/2019 MAIL	Criterios y condiciones para la posible iluminación	22/05/2019 MAIL	Cristina Capa Sánchez (Técnico ambiental Parque)		Informe de la DG de Calidad Ambiental sobre los criterios de iluminación .
REDEXIS GAS		José Roig (ICC Ingenieros)		14/02/2019 MAIL	Coordinación trazados proyecto y tubería de gas	11/03/2019 MAIL	José Roig (ICC Ingenieros)		Las plantas están actualizadas y no ha habido modificaciones desde los cruces de información del proyecto de trazado.
				03/03/2020 MAIL	Actualización superficies de ocupación para coordinación de trazados proyectados				
TELEFÓNICA DE ESPAÑA S.A.U.	Avd. de Andalucía, nº 77. 11007 Cádiz. C/ La Florida, nº 11-13-4º Planta 41003 Sevilla	Jose Antonio Pérez/Manuel Casas Luna		29/11/2017 CARTA	Actualización de la información y solicitud de conformidad reposiciones proyecto de trazado				
				18/01/2019 CARTA	Solicitud de información actualizada	15/03/2019 MAIL	José Antonio Pérez Martínez		Planos de reposiciones de Telefónica. Detalles de secciones, arquetas y zanjas.
				26/03/2019 MAIL	Ajustes de trazado a reposiciones recibidas	15/03/2019 MAIL	José Antonio Pérez Martínez		Modelos e instrucciones para la solicitud de la modificación de línea.
				08/04/2019 CARTA	Solicitud de modificación de línea y documentación adjunta	08/05/2019 MAIL	José Antonio Rodríguez Frías		Valoración oficial reposición servicios afectados
DEPARTAMENTO DE VÍAS PECUARIAS. DELEGACIÓN PROVINCIAL DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (CÁDIZ). JUNTA DE ANDALUCÍA	Plaza Asdrúbal nº 6. Edif. Junta Andalucía 11011 Cádiz	Isabel Gómez Antolín (Jefa de Servicio de Vías Pecuarias)		15/03/2019 MAIL	Nueva propuesta de modificación de trazado Exp: VP/01239/2007	17/04/2019 MAIL	Isabel Gómez Antolín		Documentación a aportar para tramitar la modificación del trazado
		Isabel Gómez Antolín Fernando Domínguez		26/03/2019 MAIL	Reenvío propuesta de modificación de trazado				
		Isabel Gómez Antolín		08/04/2019 MAIL	Consideraciones acerca de la reposición de la integridad superficial				
		Isabel Gómez Antolín		05/06/2019 CARTA	Informe - Propuesta reposición de vía pecuaria. Solicitud de informe favorable				
DEMARCACIÓN DE COSTAS ANDALUCÍA - ATLÁNTICO. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	Marianista Cubillo nº 7 11071 Cádiz	Patricio Poulet Brea (Jefe de Demarcación)		17/05/2019 CARTA	Solicitud de informe preceptivo a Estudio adjunto según DIA del proyecto	26/09/2019 CARTA	Patricio Poulet Brea (Jefe de Demarcación)		Informe de respuesta prestando conformidad a las medidas adoptadas en el proyecto constructivo.
				24/06/2019 CARTA	Inicio expediente de reserva				
				16/02/2021 CARTA	Solicitud información de los derechos concesionales y otras autorizaciones en nuevas zonas de ocupación del DPMT.				
DELEGACIÓN TERRITORIAL DE MEDIOAMBIENTE DE CÁDIZ	Plaza Asdrúbal nº 6. Edif. Junta Andalucía 11011 Cádiz			04/07/2019 CARTA	Solicitud aprobación y autorización medidas ambientales incorporadas al proyecto	04/09/2019 CARTA	Daniel Sánchez Román (El Delegado Territorial)		Respuesta unificada y coordinada informando favorablemente al proyecto de construcción.
				16/02/2021 CARTA	Solicitud información de los derechos concesionales y otras autorizaciones en nuevas zonas de ocupación del DPMT.				

Tabla 58. Resumen de la coordinación con organismos mantenida.

5.22.- EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

Los terrenos por donde discurren las obras pertenecen a los términos municipales de Puerto Real y Chiclana de la Frontera.

A la hora de considerar los criterios de expropiación a utilizar aplicados en el anexo de expropiaciones, se ha tenido en cuenta la siguiente legislación:

- ✓ LEY DE CARRETERAS (Ley 37/2015, de 29 de septiembre (BOE núm. 234, 30-09-2015)
- ✓ LEY DE CARRETERAS DE ANDALUCIA (Ley 8/2001, de 12 de julio)
- ✓ REGLAMENTO GENERAL DE CARRETERAS (Real Decreto 1.812/1.994. BOE del 23 de Septiembre de 1.994).
- ✓ LEY DE SUELO Y REHABILITACIÓN URBANA (Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre).
- ✓ REGLAMENTO DE VALORACIONES DE LA LEY DEL SUELO (Real Decreto 1492/2011, de 24 de octubre)
- ✓ LEY DEL PATRIMONIO DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS (Ley 30/2003, de 3 de noviembre. BOE núm. 264, del 4 de noviembre de 2003)
- ✓ LEY DE COSTAS (Ley 22/1998, de 28 de julio. BOE núm. 181)
- ✓ REGLAMENTO DE COSTAS (Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre. BOE núm. 247).
- ✓ LEY 39/2015, de 1 de octubre, del PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO COMÚN DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS.
- ✓ REAL DECRETO 62/2011, de 21 de enero, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de ordenación y gestión del litoral.
- ✓ DECRETO 66/2011, de 29 de marzo, por el que se asignan las funciones, medios y servicios traspasados por la Administración General del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de ordenación y gestión del litoral.

En virtud del artículo 2 de la Ley 22/1998, de 28 de julio, de Costas, se ha promovido el correspondiente expediente de reserva de dominio sobre los terrenos pertenecientes al DPMT que son necesarios para la ejecución de la infraestructura.

5.22.1.- Delimitación de la superficie de dominio público de carreteras

Con el fin de obtener la delimitación de la superficie de dominio público, manejamos el concepto de arista exterior de la explanación, como punto de referencia a partir del cual se define la línea de dominio público y, consecuentemente, la superficie a expropiar, aplicándose para cada caso un criterio previamente definido.

La definición dada por la Ley de Carreteras de la denominada arista exterior de la explanación es, literalmente, la que sigue: "es la intersección del talud del desmonte o del terraplén o, en su caso, de los muros de contención o de sostenimiento con el terreno natural".

La zona de dominio público abarca los terrenos ocupados por el proyecto una franja de terreno de una anchura determinada que aplicamos a cada caso concreto. Dicha franja de terreno viene delimitada por la arista exterior de la explanación y el límite de expropiación (línea de separación del dominio público del dominio privado), y su distancia varía según los casos generales que consideramos a continuación:

- a) En tronco de autovía, son de dominio público los terrenos ocupados por los mismos y una franja de 8 metros a cada lado de las vías, medidas en horizontal y perpendicularmente al eje de las mismas, desde la arista exterior de la explanación
- b) En carreteras convencionales, vías de servicio, ramales de enlace y carriles de aceleración y deceleración son de dominio público los terrenos ocupados por los mismos y una franja de 3 metros a cada lado de las vías, medidas en horizontal y perpendicularmente al eje de las mismas, desde la arista exterior de la explanación.
- c) En los caminos de servicio, son de dominio público los terrenos ocupados por los mismos y una franja de 1 metro a cada lado. Si el camino de servicio se encuentra junto a la vía, la zona que queda entre la carretera y el camino será de dominio público.
- d) En los puentes y viaductos hemos fijado como arista exterior de la explanación la línea de proyección ortogonal del borde de dicha obra sobre el terreno, según se establece en el artículo 29 de la Ley 37/15
- e) En los casos que se afecta a superficies de dominio público existente, se han medido las superficies afectadas pero al ser de dominio público no se han cuantificado económicamente.
- f) Para la reposición de servicios, los criterios a seguir son los siguientes:
 - La reposición de caminos se tratará de la misma forma que las carreteras convencionales.
 - Para líneas eléctricas y telefónicas, aéreas o enterradas, así como tuberías enterradas se creará una servidumbre.

- Cuando la reposición del servicio conlleve la ejecución de una obra fija que ocupe físicamente el suelo, por ejemplo postes eléctricos, pozos, edificaciones, etc. Se expropiará definitivamente la zona ocupada por los mismos, así como una franja de al menos 1,00 metro a cada lado, que permita la ejecución de cimentaciones, acopios temporales, labores de mantenimiento, etc.

- g) Las zonas que resultan de interés para instalaciones auxiliares o acopios de materiales o maquinaria durante la ejecución de las obras, se expropiarán temporalmente.

Para la correcta ejecución de las obras contenidas en el proyecto redactado se definen varios tipos de afección: la expropiación propiamente dicha, la ocupación en terrenos de dominio público (en nuestro caso, Dominio Público Marítimo Terrestre), que implica una reserva; la imposición de servidumbres y la ocupación temporal como consecuencia de la citada expropiación, o la concesión administrativa para la ocupación en D.P.M.T.

5.22.2.- Expropiación / ocupación y zonas de reserva

Se impone el pleno dominio de las superficies y sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él y, en todo caso, las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de obras.

El trazado se ubica en casi toda su superficie de actuación en zonas de Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT). En concreto, el trazado con las obras afecta al Dominio Público Marítimo Terrestre, en los tramos de los deslindes aprobados DL-69-CA (O.M. 04/02/2000), DL-70-CA (O.M. 04/02/2000), de Chiclana de la Frontera y DL-31-CA (O.M 28/12/2001) de Puerto Real, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

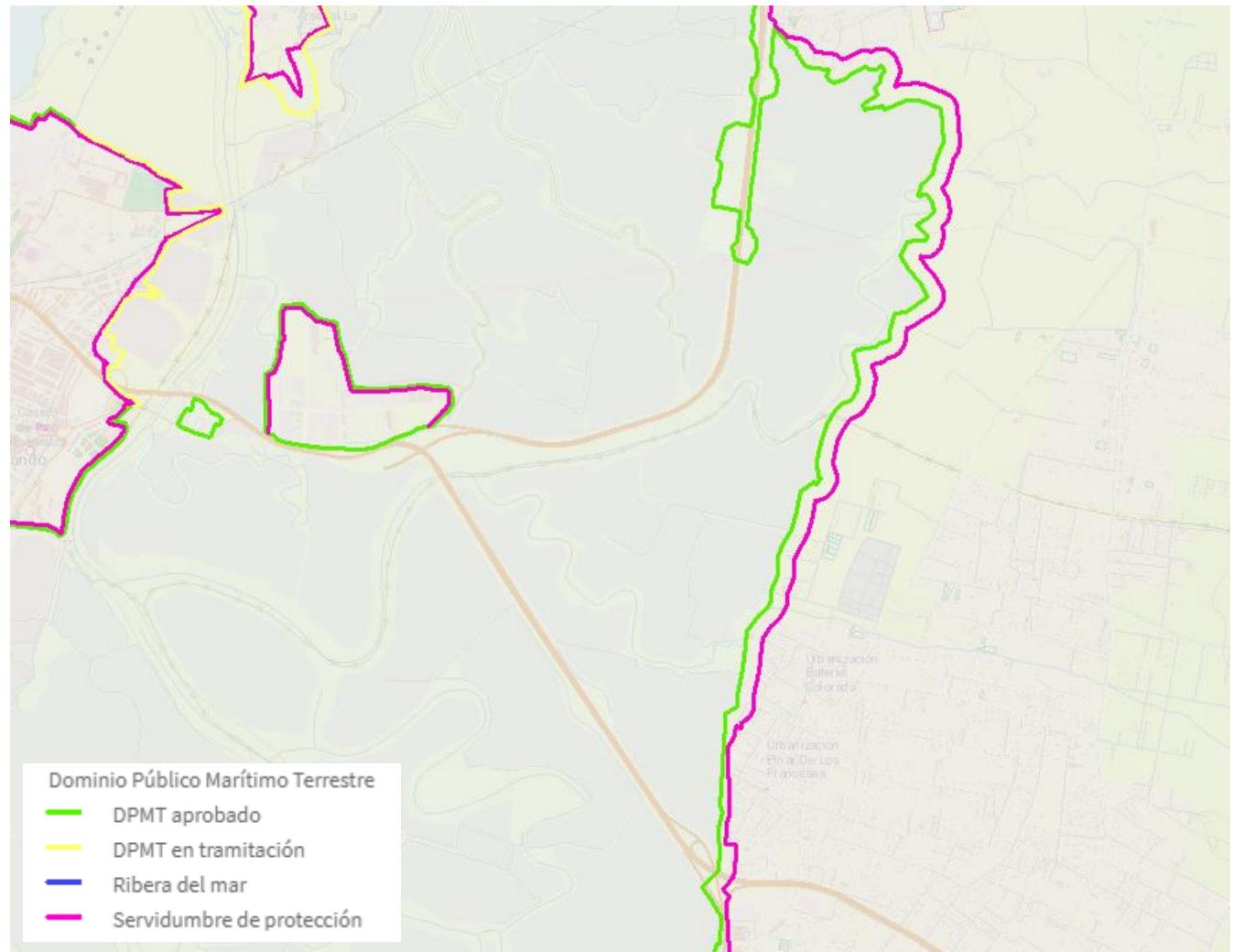


Imagen 31. Dominio público marítimo Terrestre deslindeado. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (<https://sig.mapama.gob.es/dpmt/>)

Por ello, para los terrenos ocupados por la presente actuación que pertenecen a la Administración del Estado, suelos pertenecientes al Dominio Público Marítimo Terrestre, no se realizará expropiación, se procederá a una reserva de uso de los bienes de su titularidad por razones de utilidad pública. Se medirán las superficies afectadas, las cuales no se valorarán. Se recalca que prácticamente la totalidad de los terrenos se deben obtener por reserva del DPMT. El Ministerio de Fomento consecuentemente procederá a incoar dicho Expediente de Reserva previo al inicio de las obras.

En el caso de reposiciones de servicios, los terrenos ocupados en el DPMT, serán objeto de medición las superficies necesarias para las arquetas, pozos, postes o apoyos, edificaciones; para las cuales será necesario la correspondiente concesión y autorización, por parte de la Administración al titular del servicio, sobre los bienes de dominio público.

La fijación de la línea perimetral de la expropiación con relación a la arista exterior de la explanación, queda estrictamente definida en los planos parcelarios que forman parte de este

documento. En general, y como se ha mencionado anteriormente, se ha situado la línea de expropiación a 8 m de la arista exterior de la explanación para las autovías (A.4, CA-33 y A-48); y 3 m para el resto de vías y ramales, según los límites de expropiación definidos en la Ley de Carreteras.

La ocupación definitiva afecta a una superficie total de 506.889,00 m².

Termino Municipal	Rural (m ²)	Urbanizado		Dominio Público (m ²)	Totales (m ²)
		No Edificado (m ²)	Edificado o en curso (m ²)		
Puerto Real		1.314,00	-	295.394,00	296.708,00
Chiclana de la Frontera	26,00		-	210.155,00	210.181,00

Debe significarse que existe una edificación en dominio público, consistente en las instalaciones del Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana, donde ubican valvulería y equipos de medición y control.

De acuerdo al artículo 17.2 de la Ley 37/2015 de Carreteras, se ha considerado la expropiación de los bienes de dos compañías de servicios (ENDESA y VODAFONE-ONO), afectados por las obras del presente Proyecto. La fórmula para la reposición de ambos servicios es la expropiación de los bienes afectados de los cuales son titulares, indemnizándose a la compañía por los mismos, y proporcionando los terrenos necesarios para el traslado de las nuevas instalaciones. En el caso de VODAFONE, no se incluirá la obra civil, tan solo se expropiarán las instalaciones industriales: cableado, conexiones, etc.

5.22.3.- Imposición de servidumbres

Se define como imposición de servidumbre, las correspondientes franjas de terrenos sobre los que es imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del inmueble.

Para las líneas eléctricas aéreas, de media y alta tensión a reponer se ha considerado una servidumbre de 10 metros a cada lado del eje de la línea, para las líneas de baja tensión la servidumbre es de 2 metros a cada lado de la línea; y para las líneas subterráneas, eléctricas y telefónicas, así como para las conducciones de abastecimiento y saneamiento, se ha tenido en cuenta una banda de 3 metros de anchura total.

Para las servidumbres de servicios afectados en zona de DPMT que queden fuera de la reserva para la carretera se procederá a la adscripción de los terrenos en favor de las compañías suministradoras vía derecho concesional que deben solicitar estas. Si ya existiera sobre dichos terrenos una concesión, será preciso modificar la misma para actualizar las superficies concesionales.

Dicha imposición de servidumbres afecta a una superficie total de 22.696,00 m².

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL (m ²)			SUELO URBANIZADO (m ²)			DOMINIO PÚBLICO (m ²)			TOTAL (m ²)
	S. aérea	S. subter.	S. paso	S. aérea	S. subter.	S. paso	S. aérea	S. subter.	S. paso	
Puerto Real					1.553,00			6.685,00		8.238,00
Chiclana de la Fra.		1.073,00		777,00			12.608,00			14.458,00

5.22.4.- Ocupación temporal

Se definen de este modo aquellas franjas de terrenos que resultan estrictamente necesarios ocupar, para llevar a cabo, la correcta ejecución de las obras contenidas en el Proyecto y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de ejecución de las mismas.

La referida ocupación temporal afecta a una superficie de 36.514,00 m².

TÉRMINO MUNICIPAL	OBJETO	SUELO RURAL m ²	SUELO URBANIZADO m ²	DOMINIO PÚBLICO m ²	TOTAL m ²	DURACIÓN (meses)
Puerto Real	Reposición servicios		1.904,00	7.382,00	9.286,00	10
Chiclana de la Frontera	Reposición servicios	1.073,00	777,00	25.378,00	27.228,00	10

Para las ocupaciones temporales en zona de Dominio Público Marítimo Terrestre, será preceptiva la realización del correspondiente expediente administrativo de autorización o uso a que están sujetas estas actividades.

5.22.5.- Otras afecciones y elementos valorables

Como se ha comentado, en el proyecto se prevé la afección a servicios existentes de ENDESA y VODAFONE-ONO, que implicará la expropiación de los bienes afectados de su titularidad, con la correspondiente indemnización asociada en favor de dichas compañías si procede.

Por tanto, estas compañías forman parte también de la relación de nuevos titulares y propietarios afectados que se incluyen en el Anejo nº 23: Expropiaciones e Indemnizaciones.

Además, también se deberán valorar los derechos afectados por la modificación de las concesiones existentes cuando sea necesario, siendo igualmente indemnizables los titulares de dichas concesiones.

5.22.6.- Resumen de las superficies a expropiar - ocupar

A continuación, se adjunta una tabla donde se resumen las superficies a expropiar por municipio y tipo de afección:

CUADRO RESUMEN MEDICIÓN EXPROPIACIONES/OCUPACIONES					
Municipio	Tipo	DEFINITIVA (m ²)	SERVIDUMBRES (m ²)	OCCUPACIÓN TEMPORAL (m ²)	AFECCIÓN TOTAL (m ²)
Puerto Real	Rústica				
	Urbana		1.314,00	1.553,00	1.904,00
Chiclana de la Frontera	Rústica				
	Urbana		26,00	1.073,00	1.073,00
TOTAL (M2)		506.889,00	22.696,00	36.514,00	566.099,00

Tabla 59. Cuadro resumen de superficies

5.22.7.- Planos parcelarios

En el Anejo nº 23 de Expropiaciones se incluye una colección de planos parcelarios en los que se definen todas y cada una de las parcelas catastrales afectadas por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto, cualquiera que sea su forma de afección.

5.22.8.- Valoración de los bienes y derechos afectados

En base a la metodología y los criterios de peritación se han considerado los siguientes aspectos a valorar para determinar el coste de las expropiaciones e indemnizaciones del proyecto:

- A. Valoración del Suelo (urbano, rural)
- B. Valoración del Vuelo e Instalaciones Afectadas
- C. Valoración de las Servidumbres
- D. Valoración de las Ocupaciones Temporales
- E. Valoración de bienes de las compañías de servicios afectados
- F. Valoración de indemnizaciones por pérdida de derechos, producción o beneficios en concesiones a modificar

Para la valoración de los bienes y derechos afectados se aplicará la normativa legal vigente, en especial la contenida en el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

De la aplicación de los precios unitarios adoptados a las superficies afectadas para los diferentes tipos de aprovechamiento y demás circunstancias, se han obtenido los valores parciales y totales de dichas afecciones, obteniendo un coste de las expropiaciones e indemnizaciones de **TRES MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS (3.271.499,48 €)**.

POR ÚLTIMO Y MUY ESPECIALMENTE HA DE SIGNIFICARSE DE MODO EXPRESO, QUE LA CANTIDAD DETERMINADA ANTERIORMENTE ES EXCLUSIVAMENTE PARA USO Y CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN, Y QUE NECESARIA E INELUDIBLMENTE HABRÁ DE AJUSTARSE Y CONCRETARSE, DE CONFORMIDAD CON EL MANDATO Y JURISPRUDENCIA CONSTITUCIONAL, EN CADA CASO Y PARA CADA FINCA AFECTADA, EN EL PRECEPTIVO EXPEDIENTE EXPROPIATORIO QUE FORZOSA Y NECESARIAMENTE HABRÁ DE INCOARSE.

5.23.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Se indican a continuación los servicios que se ven afectados por las obras y la solución proyectada en cada caso para su reposición. Además, para otros servicios, se indican las medidas constructivas adoptadas para evitar su afección, dada la dificultad que supondría su reposición en caso de verse afectados.

5.23.1.- Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana

Afección Nº2. CAZG/02

Afección a la conducción de fibrocemento Ø 800, que discurre entre los ramales del enlace de Tres Caminos y el polígono, a la altura del P.K. 4+700. La afección es producida en el cruzamiento actual bajo la calzada, debido a las nuevas ampliaciones de ramales.

Se prevé un nuevo trazado para dicha conducción condicionado por la ampliación del nuevo enlace de Tres Caminos, empleando una conducción de fundición dúctil de diámetro 800mm. Se realizará una hincia, con tubo de hormigón de 1000 mm de diámetro, que cruzará bajo las calzadas de los ramales, con una longitud de 89,55 metros, situando el pozo de ataque en el lado opuesto a donde se encuentra el polígono de Tres Caminos, y cruzando la actual estructura de forma oblicua, pasando entre las pilas de la misma.

En cuanto a la sección tipo de zanja, se prevén dos tipos, una primera ataluzada con talud 3:1 para profundidades menores a 3m, y otra entibada para las mayores.

La nueva conducción de fundición de Ø800 mm estará asentada sobre una capa de 20 cm de espesor de arena, arriñonada debidamente. La envoltura del tubo y 30cm por encima de la clave serán rellenos con suelo seleccionado compactado al 95% proctor.

Por último, se completa con la restitución del terreno con el material procedente de la propia excavación, hasta alcanzar la cota original del terreno.

Los cambios en la dirección del trazado motivan la ejecución de macizos de hormigón enterrados para la fijación de las conducciones, estos como se ha comentado anteriormente se han estimado con presiones de 16 bares.

Además se han previsto 3 arquetas, para la ubicación de elementos de maniobra, que estarán previstas de sus correspondientes carretes telescópicos para el montaje y desmontaje, así como de carretes pasamuros:

- PK 0+0000 Arqueta de conexión inicial: esta arqueta compuesta por una Válvula de corte, constará de maguitos de conexión para unir el tubo existente de fibrocemento de 800, con la valvulería y el posterior tubo de 800 en fundición dúctil.
- PK 0+089 Arqueta de Ventosa – Corte - Desagüe: además de servir de seccionamiento para tener controlado el tramo bajo la carretera, permitirá desaguar el tramo hasta el fin de este eje, y la triple función de la ventosa.
- PK 0+280,40 Arqueta de conexión final: muy similar a la de conexión final, estará compuesta por, constará de maguitos de conexión para unir el tubo existente de fibrocemento de 800, con la valvulería y el posterior tubo de 800 en fundición dúctil.

Afecciones Nº 3. CAZG/03

Del centro del actual enlace, parten tres conducciones (Imagen AF-03), que abastecen a San Fernando – Cádiz (FC1100 y FD800) y Chiclana (FC600). Estas conducciones se ven afectadas y será necesario trasladarlas.

Se prevé el desvió del trazado de las tuberías desde la nueva cámara de bypass y conexión, con nuevas tuberías de fundición dúctil de Ø 800 mm de diámetro (Ejes 3.1 y 3.2). La tubería de fibrocemento Ø 600 mm se repondrá con fundición dúctil del mismo diámetro (Eje 3.3). Las conducciones se llevarán sensiblemente paralelas evitando afectar al BIC (Bien de Interés Cultural) “Batería del Portazgo” y discurriendo por debajo de las estructuras existentes y previstas y cruzando el ramal de acceso al polígono desde la A-4 mediante una doble hincia de aproximadamente unos 42 metros cada una.

Para la reposición de los ejes denominados 3.1 y 3.2, se utilizará una longitud de tubería Ø800 mm en fundición dúctil de aproximadamente 450m cada eje.

La tubería Ø 600 mm hacia Chiclana se repondrá en una longitud 100 metros y se realizará una hincia bajo el ramal A-48 – CA-33 (Chiclana – San Fernando) de 42 metros de longitud.

La cámara de conexión se repondrá en una nueva ubicación en la cual se dispondrán las piezas especiales necesarias, elementos de mando y control, tal y como se encuentran actualmente. La alimentación eléctrica se realizará mediante paneles fotovoltaicos instalados en su cubierta

En ella, y tal como se puede observar en la imagen siguiente, tendrá la posibilidad de alimentar los diferentes tramos – Ejes 3.1 3.2 y 3.3 – desde las distintas alimentaciones de los ejes 5.1 y 5.2, mediante juegos de válvulas de mariposa (toda la valvulería será en Ø600, al igual que su tramo aguas arriba (5.1 y 5.2). Para ello, se ha diseñado un edificio, de 26,95 x 9,50m de planta, que alojara los juegos de válvulas, derivaciones, ventosas y caudalímetros necesarios.

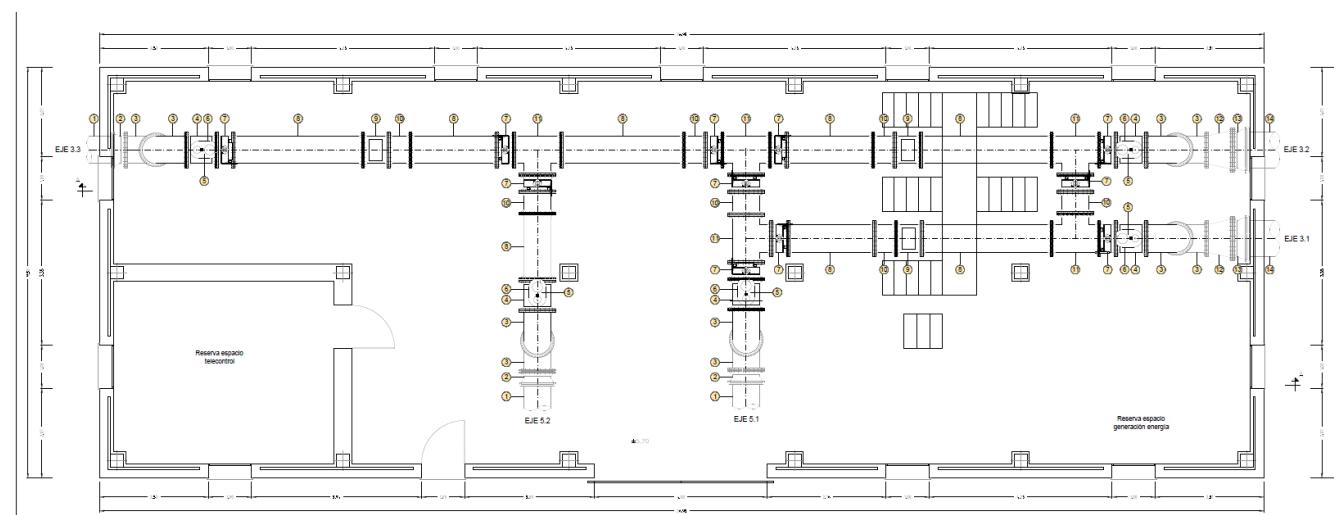


Imagen 32. Cámara de reparto y medida

Afecciones Nº4. CAZG/04

La cuarta afección se encuentra en el medio de enlace, afectando la construcción de las nuevas estructuras a la cámara de conexión, bypass y bombeo, de la cual parten todas las tuberías, y que también se encuentra afectada y será necesario reponer.

La reposición de la cámara se ha añadido dentro del CAZG03, al estar condicionado por este y ser reubicada.

Afección Nº5. CAZG/05

La afección se produce a las tuberías de fibrocemento Ø1100 mm y fundición dúctil Ø 800 mm, que discurren bajo el ramal A-48 – A-4 (sentido Chiclana-Sevilla), debido a la ampliación del ramal.

La reposición consistirá en sustituir las tuberías existentes por tuberías de acero inoxidable AISI 316L, ambas de 600 mm de diámetro, que se instalarán por el interior de las existentes que se mantendrán a modo de funda bajo la calzada.

Para la ejecución esta maniobra, se realizará una apertura de más de 6,90m de largo, para poder introducir tubos completos, y se les colocará un par de patín de hinca a cada tubo, para poder ser empujado en su interior sin riesgo.

Afección Nº6. CAZG/06

Se afecta a la tubería de fibrocemento Ø600 mm, la cual discurre por la margen derecha de la A-48, entre la autovía y la línea férrea del tranvía San Fernando – Chiclana de la Frontera, y queda afectada debido a la ampliación de la calzada de la A-48.

Al inicio del trazado se realizará una hinca bajo la calzada derecha de la A-48 y la plataforma del tranvía, con una longitud de unos 62 metros, con tubería de acero inoxidable AISI 316L de Ø1000.

Después se ejecutará el resto de la reposición de la tubería por el margen del camino de servicio del tranvía, ampliando la plataforma por la marisma, y protegida mediante caballón de tierras. La sección consistirá en: un relleno para la ampliación, una cimentación previa mediante pilotes de madera de eucalipto de 20 cm de diámetro, colocados al tresbolillo y separados 40 centímetros y una longitud de 6 metros. Seguidamente una losa de hormigón en masa de 15 cm de espesor, y en la cual se embeberán las cabezas de los pilotes de madera. Posteriormente se ejecutará una cama de arena de 15 cm sobre la que se apoyará la tubería de fundición, y se llenará con el mismo material hasta 15 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. El resto del relleno del caballón de protección se realizará con suelo procedente de la excavación.

El trazado comprende 821m todo en el citado diámetro de 600mm en fundición ductil, e incluyendo las arqueta de conexión inicial y final, de hinca, y los desagües y ventosas necesarios para el buen funcionamiento de la red. En el caso de los desagües se ha hecho coincidir con las obras de drenaje de la plataforma, ya que a pesar de ser desagües forzados, será necesario bombear estos caudales hacia algún punto apropiado como es el caso de las obras de drenaje.

Afección Nº7. CAZG/07

De forma análoga, al anterior, se afecta a la tubería de fibrocemento Ø600 mm, la cual discurre por la margen derecha de la A-48, entre la autovía y la línea férrea del tranvía San Fernando – Chiclana de la Frontera, y queda afectada debido a la ampliación de la calzada de la A-48.

La longitud total de la tubería a reponer es de 1575 metros.

Al final de las obras, antes de la puesta en servicio de la nueva tubería se procederá a la limpieza y desinfección de la misma, así como de las piezas especiales de conexión, según RD 140/2003 y protocolos del Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana.

5.23.2.- Dirección General de Tráfico

De acuerdo con la información facilitada por la DGT, y la recogida en campo, se producen una serie de afecciones, que describiremos a continuación, que debido al entramado existente y afecciones de gran envergadura afectando a todo el enlace, los describiremos según las hojas de los planos.

Las reposiciones que a continuación se describen se han desarrollado a partir de la propuesta para la reposición por parte de los técnicos de la DGT, incluso la valoración de las mismas.

Afecciones hoja 1

Se repondrá mediante el traslado de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana (polígono Tres Caminos), arquetas prefabricadas de hormigón, traslado de la señal de velocidad instantánea, montaje de ETD, lazos electromagnéticos de aforo de vehículos e hinca para acceder a dicho margen para acceder al ETD existente.

Afecciones hoja 2

Se repondrá mediante el traslado de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana (lado del polígono de Tres Caminos), arquetas prefabricadas de hormigón, traslado y montaje de ERU's y pórticos de señalización variable PMV con cámaras de radar e hincas para acceder a dicho margen. Se repondrá de igual modo las espiras de detección magnética de vehículos ETD.

Afecciones hoja 3

Se repondrá mediante el traslado de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana, arquetas prefabricadas de hormigón, desmontaje y montaje de ETD con lazos electromagnéticos de aforo de vehículos, canalización necesaria para acceder al ETD existente, montaje de columna y cámara de TV.

Afecciones hoja 4

Se repondrá mediante el traslado de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana y Sevilla, arquetas prefabricadas de hormigón, desmontaje y montaje de panel de señalización variable, traslado y ampliación de pórtico de aluminio, ERU y ETD.

Afecciones hoja 5

Se repondrá mediante el retranqueo de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana, arquetas prefabricadas de hormigón, cableado cuadretones 3x4x0,9mm² y espira magnética ETD.

Afecciones hoja 6

Se repondrá mediante el retranqueo de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana, arquetas prefabricadas de hormigón y reposición del cableado de F.O.

Afecciones hoja 7

Se repondrá mediante el retranqueo de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana, arquetas prefabricadas de hormigón y cable de 4 F.O.

Afecciones hoja 9

Se repondrá mediante el traslado de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana, arquetas prefabricadas de hormigón, montaje de ETD, lazos electromagnéticos de aforo de vehículos y canalización necesaria para el acceso al punto donde se encuentra la ETD existente.

Afecciones hoja 10

Se repondrá mediante el traslado de la canalización por el margen izquierdo sentido Chiclana, arquetas prefabricadas de hormigón y montaje de pórtico de señalización variable PMV.

5.23.3.- ENDESA

La fórmula elegida para su reposición es la expropiación de los bienes afectados de su titularidad, con la correspondiente indemnización asociada por las instalaciones afectadas. Siendo la compañía la que realice la reposición por los terrenos necesarios proporcionados por la Administración, mediante expropiación. No obstante, se describen a continuación las afecciones y las soluciones para la reposición de las infraestructuras de ENDESA.

De acuerdo con la información facilitada por la compañía titular del servicio y los trabajos de verificación en campo de las distintas afecciones, a continuación describiremos a las mismas.

Afección N°1. ELEC/01

Afección a la línea subterránea de media tensión (20 KV). Se propone un nuevo cruce bajo la CA-33 mediante perforación horizontal en el mismo lugar y el retranqueo de la línea situándola por la berma de la vía de servicio, entre la calzada de la CA-33 y la vía de servicio. La longitud de la hincada será de 45 metros. La longitud de la nueva línea subterránea es de 1365 metros. Se repondrán las arquetas necesarias.

Afección N°2. ELEC/02

La reposición a la línea de baja tensión consistirá en una perforación horizontal bajo la calzada de la CA-33 y continuación de la canalización de forma subterránea hasta conectar de nuevo con las instalaciones existentes. La longitud repuesta es 110 metros.

Afección N°3. ELEC/03

Afección a la línea aérea de media tensión 20 KV desde la orilla sur de Caño Zurraque hasta el polígono. Se prevé su reposición de modo subterráneo y mediante una canaleta de hormigón prefabricada con tapa, aunque también cabe la posibilidad del empleo de canaletas metálicas homologadas, anclada mediante soportes metálicos bajo el tablero de la estructura, y finalmente cruzando el ramal de acceso al polígono mediante una hincada. La longitud de la línea eléctrica repuesta es de 525 metros.

Afección N°4. ELEC/04

La línea eléctrica de media tensión aérea se repondrá de forma subterránea, mediante dos hincadas, una bajo el tranvía y la otra bajo la calzada de los ramales de acceso y salida desde la glorieta de Chiclana. La canalización discurrirá por los márgenes de esos ramales hasta el apoyo junto al centro comercial que pasará de nuevo a aérea. Las longitudes de las hincadas serán de 40 metros bajo el tranvía y 35 metros bajo la calzada. La longitud total de la reposición es de 515 metros.

5.23.4.- TELEFÓNICA

A continuación se describen las obras propuestas por la compañía para la reposición de las infraestructuras afectadas. La misma compañía además ha realizado el proyecto valorado.

Afección Nº1. TEL/01

La reposición prevista para la afección nº1 consiste en realizar otra perforación horizontal bajo la CA-33, de forma que se puedan salvar todos los nuevos ramales. Esta hincada tendrá una dimensiones suficientes de forma que sirva para las instalaciones de Telefónica y de VODAFONE-ONO, que también cruza bajo la calzada por esa zona, y también será necesario reponer. Su longitud será de 70 metros. Se considerará al 50 % del valor de la hincada para cada proyecto de reposición (Telefónica y Vodafone). La canalización a reponer consistirá en 4 tubos de PVC de 110 mm de diámetro y cuatro arquetas tipo D. La longitud de la canalización será de 230 metros.

Afección Nº2. TEL/02

Esta reposición, la más amplia de todas, prevé el desvío de la canalización telefónica por el exterior del enlace; concretamente por el vial del polígono Tres Caminos y la vía de servicio; posteriormente cruzando, mediante dos hincadas, los ramales Sevilla-Chiclana-polígono y Chiclana-Sevilla, de 32 y 30 metros de longitud respectivamente; y continuar por la margen del camino rural hasta conectar de nuevo antes de pasar el Caño Zurraque. La longitud de la canalización será de 990 metros de 4 tubos de PVC Ø110 mm. Se repondrán 7 arquetas tipo D.

Afección Nº3. TEL/03

La reposición de esta afección consiste en prolongar la canalización desde la cámara tipo JP situada en la margen izquierda la A-48 hasta un punto en el cual mediante una perforación horizontal bajo la calzada se conectara con la canalización de la margen izquierda, entre la autovía y la plataforma del tranvía. La hincada tendrá una longitud de 65 metros, la canalización tendrá 335 metros. Se repondrán dos arquetas tipo D.

Afección Nº4. TEL/04

Se prevé la reposición de esta afección mediante el retranqueo del tramo de la canalización afectada entre las cámaras tipo A número "75" y "71". La canalización estará compuesta por 2 tritubos de 40 mm, con una longitud de 300 metros.

Afección Nº5. TEL/05

Afección a la misma canalización que la anterior. Partimos de una nueva arqueta tipo D a situar antes del ramal del enlace y retranqueamos la canalización fuera de la ampliación de la plataforma de la autovía. El cruce bajo el ramal se realizará desviando el tráfico para ejecutar la canalización. La longitud de la nueva canalización es de 1481 metros y está compuesta por 2 tritubos de 40 mm. Se instalarán 5 arquetas tipo D.

5.23.5.- VODAFONE-ONO

La fórmula elegida para su reposición es la expropiación de parte de los bienes afectados, concretamente de expropiarán las instalaciones industriales, mientras que las infraestructuras de obra civil se incluirán como parte del proyecto de construcción, valorándose en esta reposición. La expropiación de las instalaciones industriales tendrá la correspondiente indemnización. La compañía se encargará de la reposición del cableado y conexiones.

A continuación se describen las afecciones y las soluciones para la reposición de las infraestructuras de VODAFONE-ONO, según propuesta por la propia compañía, incluso la valoración de las reposiciones, tras reuniones y conversaciones mantenidas entre los técnicos de VODAFONE con el Director del Proyecto y los técnicos redactores del mismo.

Afección Nº1. VDF/01

Para la reposición de la primera afección se realizará una nueva hincada, de acuerdo con TELEFÓNICA, para que sirva de paso para las dos infraestructuras al 50 %. La canalización a reponer consistirá en dos tritubos de 40 mm, embebidos en prisma de hormigón en masa, con una longitud de 390 metros. Se repondrán 4 arquetas tipo 2. El paso bajo el vial de acceso al polígono se efectuará mediante desvíos de tráfico, de forma que se pueda cortar la calzada para realizar las zanjas.

Afección Nº2. VDF/02

La propuesta de reposición consistirá en la ejecución de una perforación horizontal bajo el ramal de acceso al polígono desde la A-4, y retranquear la canalización por el borde de la explanación hasta conectar de nuevo en donde no haya afección. La longitud de la hincada será de unos 30 metros. La canalización estará formada por dos tritubos Ø 40 mm en hormigón, con una longitud de 695 metros. Se repondrán 3 arquetas tipo 2.

Afección Nº3. VDF/03

Se prevé el desvío y retranqueo de la canalización afectada entre el camino rural y el pie del terraplén de la ampliación del nuevo ramal. La canalización consistirá en 2 tritubos de 40 mm en hormigón en masa, con una longitud de 238 metros. Se repondrá una arqueta tipo 2.

Afección Nº4. VDF/04

La solución prevista consiste en retranquear la nueva canalización por la berma del camino de servicio de la A-48 por su margen izquierda. La canalización será un prisma de hormigón con 2 tritubos de Ø 40 mm, y 4 arquetas tipo 2. La longitud de la canalización es de 1070 metros.

Afección Nº5. VDF/05

En esta afección, la reposición consistirá en la prolongación de la canalización que discurre bajo el vial de acceso a Chiclana, y luego llevarla paralela a la ampliación del mismo hasta la glorieta. La canalización tendrá una longitud de 480 metros formado por 2 tritubos de 40 mm embebidos en prisma de hormigón. Se repondrán además 2 arquetas tipo 2.

5.24.- PLAN DE OBRAS

Se ha realizado una programación de las obras, en cumplimiento de la ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, artículo 233; justificada en base a las principales mediciones de la obra y a los rendimientos de los equipos de ejecución.

El plazo de ejecución resultante es de 42 meses.

Se ha confeccionado un diagrama de Gantt (diagrama de barras), incluido en el Anejo de Plan de Obra.

5.25.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Teniendo en cuenta lo previsto en la Ley 9/2017 de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público (que deroga el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de Noviembre, que aprobaba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público); así como el Capítulo II del título II del Libro I del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre); y en el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el cual se modifican determinados preceptos del Reglamento General anteriormente mencionado; especialmente en su artículo 26, sobre las categorías de clasificación de los contratos de obras.

La clasificación del Contratista y categoría del Contrato propuesta es la siguiente:

Grupos	Subgrupos	Categoría
B	2	6

5.26.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Se ha tomado como punto de partida para las distintas unidades la Base de Precios de Referencia (BPR) de la Dirección General de Carreteras, establecida en la Orden Circular 37/2016, y tal como se indica en la "Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento", " ... los precios unitarios de las unidades de obra utilizadas en los proyectos corresponderán, como máximo, a los recogidos en el Cuadro de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras". De acuerdo con esto, los precios fijados en la Base de Precios se establecen como precios máximos, pudiéndose utilizar precios inferiores de manera justificada.

Partiendo de esa premisa en el Anejo nº 27: Justificación de Precios, se trata de justificar los diferentes precios considerados, no recogidos en la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras, para las nuevas unidades de obra y las que han sido modificadas a partir de las originales del banco.

Las nuevas unidades se han confeccionado empleando la mano de obra, maquinaria y materiales presentes en la Base de Precios de Referencia; no obstante, ha sido necesario el empleo de nuevos materiales o maquinaria nuevos para estas unidades nuevas.

Para diferenciar la codificación de las distintas unidades empleadas en el Proyecto redactado respecto al BPR, se ha seguido el siguiente criterio:

- Unidades nuevas que no existen en la BPR, se ha colocado la letra "N" al inicio del código de identificación. En todo momento, para la confección de las mismas, siempre que ha sido posible, se ha mantenido los precios unitarios, auxiliares, maquinaria y mano de obra de la BPR.
- Unidades nuevas confeccionadas a partir de la modificación de unidades existentes en la BPR, variando los rendimientos de los precios elementales, o modificando la descripción de la unidad, adaptándola a las características de la obra. También se les ha colocado la letra "N" a inicio del código.
- El resto de unidades pertenecen a la Base de Precios de Referencia.

Para los materiales empleados en la confección de las nuevas unidades, y que no existen en la Base de Precios de Referencia, se ha recabado información de los mismos a diferentes empresas proveedoras de la zona donde se va a desarrollar la obra, así como contratistas y subcontratistas.

La maquinaria empleada para la elaboración de las nuevas unidades es la recogida en el Banco de Precios de Referencia. En algunos casos, no se ha encontrado una maquinaria idónea para la unidad y ha sido necesario la consideración de una maquinaria nueva. Para las partidas unitarias de maquinaria se han justificado los costes siguiendo el Manual de Costes de Maquinaria del SEOPAN actualizado.

Ha sido necesario incluir determinadas partidas alzadas a justificar, para tener en cuenta posible indeterminaciones o indefiniciones en la información sobre el estado de la infraestructura y servicios existentes; así como la tramitación de permisos y autorizaciones para ejecutar los diferentes trabajos.

Todas ellas han sido consensuadas con el Director del Proyecto y con las compañías explotadoras de los distintos servicios.

También se han tenido en cuenta partidas alzadas de abono íntegro para la limpieza y terminación de obras (O.C. 15/2003) y para la ejecución de medidas como consecuencia del Informe de Seguridad Vial (ORDEN CIRCULAR 41/2017).

5.27.- PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

Proyecto de Construcción.

Presupuesto de Ejecución Material

1.- Movimiento de tierras	8.543.269,52
2.- Drenaje	3.011.579,07
3.- Firmes y pavimentos	8.247.838,78
4.- Estructuras y muros	24.802.103,58
5.- Señalización y balizamiento	2.634.901,62
6.- Soluciones al tráfico durante la ejecución de las obras	4.254.872,02
7.- Integración ambiental	1.098.097,65
8.- Gestión de residuos	438.437,95
9.- Obras complementarias	1.764.351,26
10.- Reposición de servicios	6.548.449,19
11.- Varios	59.500,00
12.- Estudio de Seguridad y Salud	89.146,90

Presupuesto de Ejecución Material

61.492.547,54

13% de Gastos Generales	7.994.031,18
6% de Beneficio Industrial	3.689.552,85

Presupuesto Base de Licitación (IVA excluido)

73.176.131,57

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación, IVA excluido a la expresada cantidad de:

SETENTA Y TRES MILLONES CIENTO SETENTA Y SEIS MIL CIENTO TREINTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CENTIMOS. (73.176.131,57 €)

I.V.A.: 21%

15.366.987,63

Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido)

88.543.119,20

Presupuesto de Expropiaciones e Indemnizaciones

3.271.499,48

Programa (Plan) de Vigilancia Ambiental

126.000,00

Presupuesto para Conservación del Patrimonio Histórico (1,5% s/ P.E.M.)

922.388,21

Presupuesto para Control de Calidad (estimado) (exceso s/1% P.E.M.)

0,00

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (CON I.V.A.):

92.863.006,89 €

Asciende el presente Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de:

NOVENTA Y DOS MILLONES OCHOCIENTOS SESENTA Y TRES MIL SEIS EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CENTIMOS. (92.863.006,89 €)

5.28.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Según la *Resolución del Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda del Ministerio de Fomento sobre la improcedencia de la revisión de precios en los contratos de obra y servicios en el ámbito de la Secretaría de Estado de Infraestructura, Transporte y Vivienda*, de 22 de abril de 2013, no resulta de aplicación la revisión de precios para el presente proyecto.

5.29.- VALORACIÓN DE ENSAYOS

En el anexo nº 30 de valoración de ensayos se justifica una relación valorada de los ensayos a realizar, como mínimo, para la ejecución de las obras definidas en el Proyecto de Construcción. Dicha relación ha sido elaborada partiendo de las "Recomendaciones para el Control de Calidad en Obras de Carreteras" del Servicio de Tecnología de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, así como lo indicado en los diferentes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto para el control de calidad de las diferentes unidades previstas.

Las mediciones se han obtenido de los totales para las distintas unidades a ensayar del presupuesto general.

El coste de los ensayos de Autocontrol correrá a cargo del Contratista, al igual que los de Contraste, siendo éstos últimos hasta un máximo del 1% del Presupuesto de Ejecución Material. Dado que el coste de los ensayos de Contraste es de 202.036,24 €, resulta inferior al 1% del P.E.M.

5.30.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En este proyecto se ha realizado un Estudio de gestión de residuos, en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, incluido en el homónimo Anejo.

Debido a la naturaleza de los trabajos que se realizarán y a la tipología de los residuos generados, existe la posibilidad de reutilización o reciclado del material procedente del fresado del firme existente, previo traslado a plantas de fabricación de mezclas bituminosas que tengan módulos de reciclado. Debido a su posibilidad de reutilización, este material no se considerará un residuo, y podrá ser utilizado como material para firme (zahorra o árido para MBC) en posteriores estudios o trabajos del servicio de conservación de carreteras de la Unidad de Cádiz.

Los productos resultantes por la sustitución de la barrera de seguridad metálica, así como los despuntes de las barras de acero procedentes del armado de estructuras, no se considerará un residuo, por lo que serán trasladados a un gestor autorizado, para su posterior uso o tratamiento. Este producto tiene un valor intrínseco, con lo que no se genera coste de tratamiento.

Los suelos no contaminados y otros materiales naturales excavados procedente de obras de construcción y demolición incluidas en el código LER 17 05 04, podrán emplearse en operaciones de valorización, en sustitución de otros materiales que no sean residuos, en obras de colmatación de huecos con el fin de mejorar el terreno, y/o rehabilitar terrenos afectados por actividades extractivas, restauración de espacios degradados, acondicionamiento de caminos y vías pecuarias; cumpliendo en todo caso la **Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre**.

El resto de los residuos obtenidos, sean RCD (hormigón, madera, plástico, etc.), como RP (aceites, restos de pinturas) serán trasladados cada uno a un gestor autorizado o planta de reciclaje para su tratamiento. Las tierras y restos pétreos que no se prevea su empleo en rehabilitación de terrenos o acondicionamiento de caminos, serán también llevados a un gestor o vertedero autorizado.

El coste del tratamiento, separación, almacenaje y transporte da como resultado un presupuesto que asciende a 438.437,95 €.

6.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El proyecto redactado desarrolla a nivel de Proyecto de Construcción la actuación propuesta por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, cumpliendo con los Pliegos Generales y Particulares que rigen el contrato.

En la actualidad, y después de la duplicación de la carretera A-4 (Barrio de Jarana), el enlace de Tres Caminos ha quedado obsoleto y escaso de capacidad, con lo que se convierte en un cuello de botella para el importante tráfico existente en la zona. Especialmente problemáticos, sobre todo fines de semana y en época estival, son los movimientos San Fernando-Chiclana y Chiclana-Sevilla.

Hay que tener en cuenta que las carreteras comunicadas con el enlace son todas autovías, la A-4, CA-33 y la A-48, presentan calzadas separadas y dos carriles por sentido, y que los ramales que las conectan formando el enlace presentan únicamente un carril por sentido.

Las carreteras A-48 y CA-33 son vías de gran capacidad con 2 carriles por sentido, y sus itinerarios se encuentran en continuidad, mientras que la A-4 cuenta igualmente con dos calzadas de dos carriles, que se separan bifurcándose uno de ellos dirección Polígono de Tres Caminos y el otro dirección Chiclana, mediante un lazo. Precisamente, resulta muy problemático actualmente el lazo Sevilla-Chiclana, de escasísima capacidad para el volumen de tráfico que soporta. Se trata de un movimiento constreñido entre el ramal San Fernando-Puerto Real, y la curva de la autovía A-48 Chiclana-San Fernando, por lo que el radio actual es mínimo, unos 50 metros y de gran desarrollo.

Igualmente, la plataforma de la A-48 presenta una densidad de tráfico muy considerable, con dos calzadas de dos carriles por sentido, que de la misma forma tiene dificultades en cuanto a niveles de servicio y densidad de circulación.

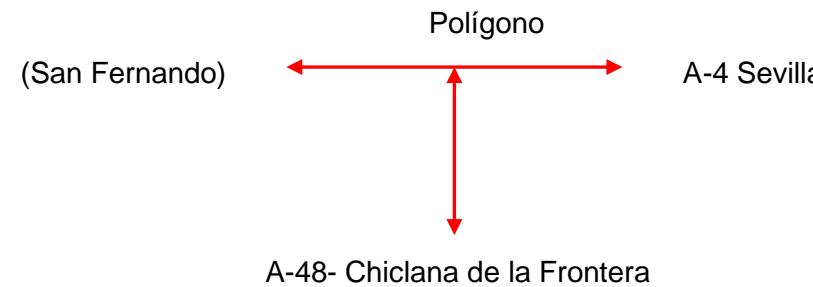
Por tanto, con las recientes obras de duplicación de la A-4 el enlace de Tres Caminos ha quedado sobrecargado, con posibilidad de fuertes retenciones y bruscas reducciones de velocidad en la entrada de la A-4 al actual enlace, que actúa como embudo viario al disponer los ramales más sobrecargados únicamente de un carril de circulación y de condición de parada en los accesos a las carreteras A-48 y CA-33, que constituyen el itinerario proyectado.

El acondicionamiento propuesto para el enlace presente debe tener visión de futuro, proyectando una solución ambiciosa que permita funcionar correctamente al sistema hasta el año horizonte.

El planteamiento y diseño de enlace que se ha realizado está apoyado en gran medida en el estudio de tráfico, en la relación de distancias (entre enlaces, entre ramales de entrada y salida, confluencias y bifurcaciones, secciones transversales, etc.) establecidas por la Instrucción de Carreteras, en la búsqueda de una máxima absorción de los flujos del tráfico y de la mejora evidente de la seguridad vial.

La principal problemática del enlace es la necesidad de conectar tres nudos importantes que cuentan con vías de gran capacidad, sin perder dicha capacidad en la confluencia de los nudos, y en los accesos a dichos nudos (CA-33 San Fernando, A-4 Sevilla y A-48 Chiclana Norte).

Los movimientos principales que se definen en el enlace son seis, que se corresponden con las direcciones directas entre nudos. Estas corrientes principales son:



A partir de ahí, se han tomado los seis sentidos principales adoptando una categoría, desde el punto de vista de trazado, sección y coincidencia con otros ejes del mismo tipo, similar para estos seis viales, funcionando cada uno de ellos prácticamente como calzadas independientes, salvo los tramos comunes.

Uno de los puntos más delicados del trazado lo constituye aquel en que confluyen dos o más vías. En ellos se han facilitado los movimientos de incorporación de unas a otras, de manera que las maniobras resultantes tengan un máximo de seguridad para los vehículos.

Entre los movimientos principales se diseñan ramales direccionales, directos o semidirectos, de dos carriles por sentido y con eliminación de movimientos como lazos, glorietas o ejes con radios pequeños, conectándose todos los ejes principales mediante confluencias y bifurcaciones.

Además, el enlace debe resolver y permitir todos los movimientos posibles de entrada y salida del Polígono de Tres Caminos, con lo que se aumenta la complejidad del sistema, pues es necesario introducir en el funcionamiento seis movimientos adicionales secundarios, que funcionarán con ramales de entrada o salida a los flujos principales.

Las incorporaciones y salidas de conexión entre unas vías y otras se han proyectado mediante cuñas y carriles de cambio de velocidad, con longitudes sujetas a la Norma de Trazado, logrando de este modo un máximo de Seguridad Vial.

Todos los ramales principales presentarán dos carriles por sentido, de modo que no se produzcan reducciones drásticas de las secciones de circulación.

Se resuelven todos los posibles accesos y salidas al polígono de Tres Caminos, permitiendo y facilitando todos los movimientos.

Las obras se completan con la **ampliación de la plataforma de la A-48** para dotar a la misma de sección completa de tres carriles hasta el enlace Norte de Chiclana de la Frontera, y además se dota desde el cambio de sentido hasta Chiclana Norte de vías colectoras separadas físicamente del tronco

Se resuelve asimismo los **movimientos de entradas y salidas desde la A-48 hacia Chiclana Norte**, mejorándose su capacidad, ya que se gana un carril al pasar a ser la estructura existente de bidireccional a unidireccional de dos carriles con la construcción de una nueva estructura.

Por tanto, se estima que **se logra el objetivo** de conjugar en un único enlace la realización de todos los movimientos posibles en los extremos del nudo (CA-33, A-4 y A-48), así como la resolución de todos los movimientos posibles originados por la presencia del Polígono de Tres Caminos. Todo ello conseguido en un espacio de ocupación limitado, tanto por la presencia del Parque Natural de la Bahía de Cádiz, como por la infraestructura del tranvía San Fernando-Chiclana.

Así, la solución proyectada es sin duda la mejor desde el punto de vista del trazado, de transiciones de plataforma hacia diferentes números de carriles, de mayor capacidad y homogeneidad entre viales, de mayor capacidad de absorción de flujos de tráfico, y sin duda, la de mayor seguridad vial, con ramales claramente direccionales y directos, sin dar lugar a la confusión del conductor que los recorre, evitándole trenzados e incorporaciones y salidas peligrosas.

Consecuentemente, con la solución proyectada, se cumple con los principales fines perseguidos, consiguiendo:

- Mantenimiento de un nivel de servicio mínimo aceptable en todos los movimientos del enlace a lo largo de un período de 20 años.
- Mejora de la seguridad vial de los movimientos más conflictivos y de las conexiones de los mismos con las vías de gran capacidad.
- Dotar de dos carriles al ramal directo entre la A-48 y la A-4 (antigua N-IV), que sirve para el movimiento Chiclana de la Frontera-Puerto Real. Esto se realiza en confluencia posterior con la calzada San Fernando-Puerto Real, y siguiendo en planta el eje actual.
- Anular el lazo existente y construir un nuevo ramal directo entre Puerto Real y Chiclana, dotado de dos carriles y con un trazado de mejores características. Esto se realiza a diferentes niveles bajo la calzada Puerto Real-San Fernando y sobre la calzada Chiclana- San Fernando. Se dota del radio máximo conseguido (165 metros), que compatibiliza la máxima capacidad posible con el mantenimiento de las dos estructuras existentes sobre el caño Zurraque, y la disponibilidad de espacio para la ubicación del resto de ramales.
- En general, dotar al menos de dos carriles por sentido todos los movimientos o ramales principales comentados en el apartado anterior.
- Ampliación de la plataforma de la A-48, de modo que presente su sección completa de tres carriles, arcenes y bermas. Se realiza, y además se dota desde el cambio de sentido hasta Chiclana Norte de vías de servicio separadas físicamente del tronco. Igualmente, se realiza la transición de tres a cuatro carriles para permitir la confluencia y bifurcación dos a dos de los viales de salida y acceso a Chiclana.
- Mejorar los accesos al polígono de Tres Caminos, de modo que estos se puedan realizar con las mayores garantías de seguridad y sin alterar considerablemente los tráficos principales.
- En el enlace de Chiclana norte, dotar de dos carriles por sentido la salida desde Chiclana hacia Puerto Real y San Fernando, reponiendo la salida hacia Chiclana

desde Algeciras con la construcción de una nueva estructura.

En el proyecto se han incorporado todas las **medidas de tratamiento geotécnico** destinadas a garantizar la integridad y durabilidad de las obras, así como todos los elementos de drenaje necesarios, y resto de **equipamientos** de la carretera.

Además, el proyecto incorpora las **prescripciones indicadas en la resolución de aprobación del expediente de información pública y del proyecto de trazado**, tal y como se justifica en la presente memoria y resto de documentos.

También se ha considerado el **condicionado derivado de la resolución por la que se formula la Declaración de Impacto Ambiental**, definiéndose en el anexo medioambiental y resto de documentos del proyecto, incluida la presente Memoria, cómo se ha dado cumplimiento ha dicho condicionado.

En base a todo lo indicado anteriormente, más las justificaciones técnicas más particulares y específicas incluidas en esta Memoria, así como en el resto de documentos del proyecto, se considera justificada la solución adoptada en el Proyecto de Construcción.

7.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO.

Mediante el presente Proyecto se da cumplimiento a lo establecido en los artículos 231 a 236 de la Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 (RCL 2017, 1303) (artículos 231 a 236)

8.- NORMATIVA APLICADA

En la redacción de este proyecto ha sido de aplicación la siguiente normativa:

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Reglamento General de Carreteras aprobado por Real Decreto 1812/1994.
- Real Decreto 1231/2003 por el que se modifica la nomenclatura y el catálogo de las autopistas y autovías de la Red de Carreteras del Estado.
- Orden circular 14/2003 para la aplicación de la nueva nomenclatura de autopistas y autovías.
- Orden del Ministerio de Fomento de 16 de diciembre de 1997, por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios, modificada por Orden Ministerial de 13 de septiembre de 2001 del Ministro de Fomento, por Orden FOM/392/2006 y por Orden FOM/1740/2006.

- Orden del Ministerio de Fomento FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la Eficiencia en la ejecución de las obras públicas de Infraestructuras Ferroviarias, Carreteras y Aeropuertos y la ley 2/2011 de 4 de Marzo de Economía sostenible.
- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre sobre Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre).
- Ordenes Circulares vigentes de la Dirección General de Carreteras. (O.C.)
- Instrucción 3.1-IC de trazado aprobada por orden de 27 de diciembre de 1.999 del Ministerio de Fomento, con modificación última por Orden FOM de 13 de septiembre 2001.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial (BOE del 10 marzo de 2016, corrección de errores BOE del 28 de julio de 2016). La Orden FOM/185/2017 modifica la Orden FOM/298/2016. Actualizada por Resolución de 26 de marzo de 2018 de la Dirección General de Carreteras.
- Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02), aprobada por Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre (BOE del 11 de octubre de 2002).
- Norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07), aprobada por Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo (BOE del 2 de junio de 2007).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11) aprobada por Orden, del Ministerio de Fomento, de 29 de septiembre de 2011 (BOE de 21 de octubre de 2011).
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras.
- Dirección General de Carreteras, 1999.
- Norma 6.1. – IC “Secciones de firme”, aprobada mediante orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre.
- Norma 6.3 – IC “Rehabilitación de firmes”, aprobada por Orden FOM/3459/2003 de 28 de noviembre.
- Cuadro de Precios de referencia de la Dirección General de Carreteras, de enero de 2016.
- Orden FOM/25/2019, de 10 de enero, por la que se regula la asignación de recursos, procedentes de las obras públicas financiadas por el Ministerio de Fomento y por las entidades del sector público dependientes o vinculadas, a la financiación de trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o de fomento de la creatividad artística.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
 - Señalización horizontal.
- Real Decreto 1428/03 por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación, publicado en el BOE del 23 de diciembre de 2003
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2- I.C. sobre marcas viales, (BOE del 4 de agosto y 29 de septiembre de 1987).
 - Señalización vertical
- Norma 8.1-IC “Señalización vertical” aprobada por Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo.
- Catálogo de señales de circulación del M.O.P.T. de mayo y junio de 1992.
 - Balizamiento.
- O.C. 309/90 C y E de 15 de Enero sobre Hitos de arista.
 - Defensas
- Orden Circular 35/2014 sobre “Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos”.
- Instrucción 8.3-I.C. sobre señalización, balizamiento, defensas, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado.
- Ordenes circulares sobre modificación de servicios en los proyectos de obras.
- Manual de plantaciones en el entorno de la carretera.
- Catálogo de especies vegetales a utilizar en plantaciones de carreteras.
- Ley 37/2003 del Ruido.
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- Real Decreto 1513/2005 por el que se desarrolla la ley 37/2003 en lo referente a la evaluación y gestión del ruido.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, con sus sucesivas actualizaciones de artículos mediante órdenes ministeriales.
- Normas UNE referidas al PG-3. AENOR.
- Normas NLT referidas al PG-3.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Guía de aplicación de la Instrucción de Hormigón estructural. Edificación.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (R.E.B.T.), aprobado en Decreto de 2 de agosto de 2002.
- O.C. 276/S.G. de 1979 sobre relaciones con la Compañía Telefónica Nacional de España.
- Orden Circular 36/2015, de 24 de febrero, sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomos I y II.
- 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.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, así como las modificaciones sucesivas introducidas en la Ley 11/2012, de 19 de diciembre, en el Real Decreto-ley 17/2012 del 4 de mayo, en la Orden AAA/699/2016 del 9 de mayo y en el Real Decreto 180/2015 del 13 de marzo
- Orden Circular 41/2017, de 10 de noviembre de 2017, por la que se establece la partida alzada de abono íntegro para "Ejecución de medidas como consecuencia del informe de auditoría de seguridad vial en la fase inicial en servicio" a incluir en los proyectos de la Red de Carreteras del Estado".

9.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

1.- DOCUMENTO N° 1. MEMORIA Y ANEJOS

1.1.- MEMORIA

1.2.- ANEJOS

Anejo nº 1. Antecedentes

Anejo nº 2. Cartografía

Anejo nº 3. Geología y procedencia de materiales

Anejo nº 4. Efectos sísmicos

Anejo nº 5. Climatología e hidrología

Anejo nº 6. Planeamiento y tráfico

Anejo nº 7. Estudio geotécnico del corredor

Anejo nº 8. Trazado geométrico

Anejo nº 9. Movimiento de tierras

Anejo nº 10. Firmes y pavimentos

Anejo nº 11. Drenaje

Anejo nº 12. Estudio geotécnico para la cimentación de estructuras

Anejo nº 13. Estructuras

Anejo nº 14. Túneles (NO PROCEDE)

Anejo nº 15. Reposición de caminos

Anejo nº 16. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras

Anejo nº 17. Señalización, balizamiento y defensas

Anejo nº 18. Integración ambiental

Anejo nº 19 Sistemas de Transporte Inteligente (ITS)

Anejo nº 20. Obras complementarias

Anejo nº 21. Replanteo

Anejo nº 22. Coordinación con otros organismos y servicios

Anejo nº 23. Expropiaciones e indemnizaciones

Anejo nº 24. Reposición de servicios

Anejo nº 25. Plan de obra

Anejo nº 26. Clasificación del contratista

Anejo nº 27. Justificación de precios

Anejo nº 28. Presupuesto de inversión

Anejo nº 29. Fórmula de revisión de precios

Anejo nº 30. Valoración de ensayos

Anejo nº 31. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición

2.- DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

- 2.1.- Índice del documento
- 2.2.- Plano de situación
- 2.3.- Plano de conjunto
- 2.4.- Trazado
- 2.5.- Plantas de trazado y replanteo
- 2.6.- Planta y perfil longitudinal del tronco
- 2.7.- Perfil longitudinal de ramales y glorieta.
- 2.8.- Secciones transversales tipo
- 2.9.- Perfiles transversales
- 2.10.- Estructuras y muros
- 2.11.- Drenaje
- 2.12.- Soluciones al tráfico durante la ejecución de las obras
- 2.13.- Señalización, balizamiento y defensas
- 2.14.- Integración ambiental
- 2.15.- Sistemas de transporte inteligentes (ITS) (NO PROCEDE)
- 2.16.- Obras complementarias
- 2.17.- Reposición de servicios afectados

10.- RESUMEN Y CONCLUSIÓN

En el presente Proyecto de clave 29-CA-4140, consideramos que se han recogido y definido la totalidad de las unidades de obras necesarias para ejecutar el “ACONDICIONAMIENTO DEL ENLACE DE TRES CAMINOS. CARRETERAS A-4, A-48 Y CA-33. PROVINCIA DE CÁDIZ.”

De conformidad con el artículo 127.2 del Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se manifiesta que el proyecto comprende una obra completa según lo exigido por el artículo 125 del citado Reglamento.

El proyecto por tanto es completo y cumple además con los requisitos de legislación vigente, por lo que se eleva a la superioridad, por si estima oportuno apruebe y permita su ejecución

Sevilla, marzo de 2021

La Ingeniera Directora del Proyecto

Fdo.: María José Martínez Tirado

El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo: Jorge Vázquez Míguez

3.- DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

4.- DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

- 4.0.- Mediciones auxiliares
- 4.1.- Mediciones generales
- 4.2.- Cuadros de precios
- 4.3.- Presupuestos parciales
- 4.4.- Resumen de presupuesto.

5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 5.1.- Memoria
- 5.2.- Planos
- 5.3.- Pliego de condiciones particulares
- 5.4.- Presupuesto