



Universidad
de Jaén

Escuela Politécnica Superior
de Linares

Trabajo Fin de Grado

**OBRAS E INSTALACIONES
HIDRÁULICAS EN LOS CAMINOS
RURALES DEL TÉRMINO
MUNICIPAL DE VILLATORRES,
CON PROPUESTAS DE MEJORA
BASADAS EN BUENAS PRACTICAS
EN EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE
DRENAJES**

Alumno: Fátima Moreno Moreno

Tutor: Prof. D. Francisco José Pérez Latorre
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Octubre, 2024

Indice

1.	INTRODUCCION	2
2.	OBJETIVOS	2
3.	ANTECEDENTES	5
3.1.	LAS CALZADAS ROMANAS	5
3.2.	LAS CARRETERAS EN ESPAÑA	6
3.3.	LOS ORIGENES DE LA INGENIERIA DE LAS CARRETERAS EN ESPAÑA. OBRAS DE DRENAJE	12
4.	DESCRIPCION DEL TRABAJO	17
4.1.	EMPLAZAMIENTO	17
4.2.	ESTADO ACTUAL	21
4.3.	REPORTAJE FOTOGRÁFICO	23
4.4.	TRABAJOS A REALIZAR	29
4.5.	EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	29
4.5.1.	Replanteo:	29
4.5.2.	Desbroce y limpieza del terreno:	29
4.5.3.	Obras de drenaje transversal:	30
4.5.4.	Drenaje longitudinal:	45
4.5.5.	Perfilado de la rasante del camino	47
4.5.6.	Perfilado de taludes	48
4.5.7.	Explanación	48
4.5.8.	Extensión y compactación	48
4.5.9.	Bases granulares	49
4.5.10.	Podas	59
4.6.	CATÁLOGO BUENAS PRÁCTICAS DRENAJES	60
	Obras de drenaje transversal:	60
	Drenaje longitudinal:	70
4.6.	FIRMES PROPUESTOS	72

5.	NORMATIVA APLICADA.....	75
6.	ANEXOS.....	79
6.1.	PROGRAMA DE TRABAJOS	79
6.2.	PLAN CONTROL CALIDAD	82
6.3.	ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS	82
6.3.1.	ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA.	83
6.4.	PRESUPUESTO.....	88
6.5.	PLANOS.....	105
7.	BIBLIOGRAFIA	118

1. INTRODUCCION

El presente estudio técnico de fin de Grado realiza un análisis sobre la conservación y mejora de caminos de las poblaciones de Villargordo y Torrequebradilla, dos de las tres localidades pertenecientes al municipio de Villatorres, como se muestra en la figura 1. Los caminos escogidos para el presente trabajo, se encuentran en mal estado, pretendiendo, por tanto, considerar la construcción de elementos de drenaje en los mismos, que ayuden a mejorar la evacuación del agua de lluvia y escorrentía. Este estudio pretende servir de guía a la redacción del proyecto definitivo.

Otro aspecto que se incluye en este documento, es una guía de para el diseño y construcción de los diferentes elementos de drenaje que se deberán realizar en el acondicionamiento de estos caminos en forma de “catálogo de buenas prácticas”. [1]

De esta forma, este estudio técnico contiene las posibles soluciones a las cuestiones que pueden surgir en el trabajo de mantenimiento que se pretende desempeñar, además de los trabajos que se lleven a cabo en un futuro, contiene los conocimientos previos y resultados de situaciones reales llevadas a la práctica, lográndose un espacio de colaboración [2]. Como resultado a estas posibles soluciones se desarrolla un catálogo de buenas prácticas. El catálogo de buenas prácticas se comenzó a elaborar y difundir a partir de la Segunda conferencia de Naciones unidas sobre Asentamientos Humanos realizada en el año 1996 en la ciudad de Estambul (Turquía), donde se acordó entre los comités nacionales de los distintos países a reunir ejemplos de prácticas para que diesen respuestas a las cuestiones tratadas en la Conferencia [3].

2. OBJETIVOS

Los objetivos perseguidos con la elaboración de este estudio técnico es unir en un documento las soluciones adoptadas para la mejora del drenaje y pavimento de algunos caminos de Villatorres, así como las normas o consejos a tener en cuenta para la reforma o la nueva construcción de los drenajes.

Además de la normativa y la descripción de los trabajos que se van a llevar a cabo, se añade un catálogo de buenas prácticas donde se recojan las posibles soluciones

constructivas a los problemas de drenaje que presentan la construcción de nuevos caminos o la rehabilitación y conservación de caminos existentes, por lo que se pretende:

- Crear un manual que sirva como ayuda o referencia cuando se realicen proyectos de construcción de caminos.
- Conocer las soluciones técnicas constructivas, y, por tanto, alcanzar la calidad técnica necesaria para la realización de los drenajes, de modo que haya unas instrucciones precisas de las actuaciones a seguir en la obra, de forma que quede claro y sea suficiente para las actuaciones a acometer.
- Dejar constancia de las posibles soluciones de los problemas de drenaje con los que se pueden ver afectados los promotores, redactores de proyectos y constructores al albergar la creación de un nuevo camino.
- Conseguir la máxima duración de los caminos con una buena conservación del firme con el mínimo mantenimiento posible, que haga que se minimicen las labores posteriores a su construcción y, por tanto, que se reduzca el coste del mismo.

Es de suma importancia la labor del manual de buenas prácticas que engloba el tema que estamos tratando, los drenajes, dentro del mundo de los caminos, que si no se conociese o se tuviese un conocimiento falso sobre la importancia de los grandes haríamos frente a grandes problemas, lo que se traduce en problemas en la economía del país al verse obligado a mayores inversiones para el mantenimiento de los mismos y en un déficit en el desarrollo de las vías que conllevarían a tránsitos poco seguros para la población.

Un exceso de agua debido a desbordamientos o por grandes lluvias pueden llegar a afectar no solo a las propiedades hidrostáticas y volumen tras del firme del camino si no también geotécnicas. Este es el motivo por el cual el drenaje en los caminos previene que se ocasione grandes daños en el entorno [6].

El drenaje consigue evitar estos riesgos a través de la conducción del agua para evitar que se acumule en la superficie de los caminos y carreteras. Pero para ello se ha de llevar un estudio pormenorizado de la procedencia del agua y de las condiciones del terreno para además de conducir el agua también evite problemas de sedimentación procedentes de los terrenos cercanos, ya que estos al ser arrastrados también puede provocar una erosión en el pavimento y deteriorarlo.

El diseño de las obras de drenaje puede verse afectado por algunos factores, por este motivo se ha de tener en cuenta el diseño del camino y su proyección, pero sin quitar importancia al estudio geológico de la zona donde se va a situar el drenaje [6].

Es interesante, antes del comienzo de las obras, haber realizado un estudio geológico para conocer las zonas de corriente e infiltraciones y las características topográficas. Concretamente afectan los siguientes factores:

- Factores topográficos: Se refiere a las características del terreno de forma física, como la situación de la carretera en su entorno natural, el terreno puede ser en desmonte, media ladera o terraplén. También es importante el tipo de relieve que existe en la zona como si es accidentado o llano. La disposición de las pendientes también es importante a tener en cuenta para la forma de drenaje de las mismas [7]
- Factores geotécnicos [6]:

Antes de comenzar su diseño es de gran ayuda disponer de fotografías aéreas, así como las fotografías fotogramétricas del enclave y conocer las características del terreno donde se va a actuar antes de elaborar un proyecto.

Esta información ayudará en la elaboración del diseño de las obras a acometer. Para llevar a cabo este diseño debemos de tener en cuenta algunos tipos de factores como los siguientes:

- Los topográficos que nos muestran donde se encuentra situado el camino, como es su relación con los terrenos contiguos o la tipología del terreno y de esta forma conocer el tipo de desmonte y terraplén y el comportamiento de transición en la unión entre ambos, además las pendientes longitudinales y transversales del terreno.
- Los factores hidrológicos que se relacionan con el aporte de aguas que van a afectar directamente a la construcción, además de las aguas subterráneas, con ellos podemos obtener algunos datos relacionados con el clima como es el régimen de heladas y los valores pluviométricos.
- Los factores geotécnicos con los que se estudia las características del suelo para conocer cómo se comportaría frente a la erosión y grandes caudales de agua, sería importante conocer los coeficientes de permeabilidad, vegetación, homogeneidad, compacidad y estratificación.

3. ANTECEDENTES

Desde la antigüedad, las personas utilizaban senderos para trasladarse, de aquí surgió el origen de los caminos. Por lo tanto, se pueden considerar los caminos como vías de comunicación, que surgieron en su inicio para conectar unas poblaciones con otras. Además del transporte de personas, de esta forma se facilitaba el traslado de mercancías, y como consecuencia, el comercio. El comercio marcó, en gran parte, el desarrollo de los caminos, apreciándose un mayor crecimiento en las regiones con mayores relaciones comerciales [8].

En el 4000 a.C. se comenzaron a crear los primeros caminos. Las primeras civilizaciones a las que se les atribuyen la creación de carreteras son la china y la egipcia. Aunque se considera que los caminos fueron evolucionando para adaptarse a estos tráficos rodados, y de esta forma llegaron a ser caminos carreteros, sin embargo, podemos encontrar una gran red de carreteras que fueron construidas por la civilización Inca, de la cual no se han encontrado indicios de que llegasen a conocer la rueda. La civilización egipcia realizó carreteras de gran importancia, pero estas surgieron con carácter funerario, ya que se usaban para el transporte de las rocas con las que realizarían las pirámides [9].

3.1. LAS CALZADAS ROMANAS

Las calzadas romanas tenían una orientación militar por lo que desarrollaron sistemas más complejos para hacerlas más resistentes y que soportasen el tránsito de distintos tipos de vehículos.

El imperio romano fue quien más desarrolló la construcción de calzadas en el mundo antiguo, mostrando una gran evolución y perfeccionamiento con respecto a otras civilizaciones. Sus calzadas se extendieron a lo largo de tres continentes, en Europa se extendió principalmente por la cuenca del mediterráneo, por Asia menor también conocido como Oriente medio o Cercano Oriente y Asia Menor. Actualmente se conservan algunas partes importantes en gran parte, gracias a su técnica de construcción y a que tuvieron muy

en cuenta el tratamiento del agua, que se considera uno de las principales afecciones en la erosión de los caminos. [10].

Las calzadas romas normalmente se trazaban en línea recta siempre que fuese posible para que fuese lo más directa a la población hacia la que se dirigían. Cuando esto no era posible, ya que había que atravesar montañas, el topógrafo, denominado agrimensores en ese momento, se veían obligados a trazar nuevas trayectorias que se adaptaran al terreno y condiciones climáticas desfavorables para conseguir el trazado más corto posible al destino.

Para la construcción del camino, comenzaban retirando la vegetación para seguir con una excavación hasta llegar al terreno firme. En este terreno se delimitaba el ancho del camino con la utilización de piedras que las utilizaban como bordillos y se explanaba. Para la realización de la cimentación del camino se utilizaban piedras normalmente de gran tamaño ya que soportarían todo el posterior de la calzada. Sobre esta se colocaba una capa de piedras de tamaño más pequeño mezclado con áridos para que no quedasen huecos libres. Sobre esta se encontraba la capa de rodadura de la carretera realizada con zahorra. Se realizaba el extendido de las capas de la vía a través de tablones, para posteriormente ser regados los materiales y compactados con unos rodillos que eran tirados por animales [10].

De igual manera, de forma regular en la construcción de los caminos, los romanos fueron los primeros en contemplar en que era necesario la conducción y el tratamiento del agua para la conservación y longevidad de las vías. En zonas de llanuras inundables o donde los terrenos eran pantanosos, siempre que podían elevaban el firme con respecto a los terrenos colindantes. También era común la construcción de las cunetas a media ladera, con lo que conseguían evacuar del agua de forma longitudinal que provenía de laderas hasta conducirla a un cauce o, algunas veces también, a las llamadas obras de drenaje transversal. También se considera, que las vías estaban dotadas a ambos lados de otro tipo de cunetas en los terrenos llanos. [11].

3.2. LAS CARRETERAS EN ESPAÑA

A principios de siglo en España, la mayoría de los viales eran ocupados por viandantes y carros y carretas impulsados por animales, el estado de conservación de las vías era muy precario y contaban con gran cantidad de polvo que se levantaba al paso ya que su firme estaba realizado con macadam, curvas muy pronunciadas y desniveles muy pronunciados. El macadam (fue creado por McAdam, del cual recibió un nombre), fue muy utilizado en España, pero pronto perdió interés, al provocar que con su polvo fuese difícil respirar. Aunque también se ha de nombrar que además del macadam, se practicó con muchos tipos de firmes en las calles de las grandes ciudades como el empedrado, realizado con multitud de formas de piedras o los entarugados. [5]

Aunque desde 1755 existen tratados donde se indicaba el uso del alpechín como método para la construcción de un correcto firme, como ocurre en el escrito por Fray Miguel Agustín en el “Tratado legal y político de caminos públicos y posadas”, en el que instaba al uso del alpechín en las eras de los cultivos y que también consideraba conveniente para los caminos. Este se formaba con tierra desmenuzada se amasaba con alpechín de aceite para posteriormente apisonarla con un cilindro y volverla a untar con alpechín o sangre de buey para conseguir un terreno firme.

Este tipo de carretera se mantuvo hasta el momento en el que aparecieron los primeros vehículos a motor en el año 1900 circulando por los viales de España. Con este nuevo medio de transporte las exigencias sobre las carreteras españolas se hicieron más estrictas de forma inmediata, obligando a un desarrollo muy rápido de las carreteras, lo que conllevó el abandono de algunas de las viejas vías. Se crearon 36.000 kilómetros con el diseño de una nueva red de carreteras para albergar a los tres vehículos a motor que se matricularon entre el año 1900 y 1925.

En las carreteras no se tenía en cuenta aspectos tan importantes como la seguridad y la velocidad, además de las curvas con las que habían sido creadas, las pendientes eran exageradas llegando a contar hasta con un diez u once por ciento. Por este motivo la mayoría de la población prefería desplazarse en ferrocarril, ganando gran importancia en este momento. El transporte de personas y mercancías en carro de caballos se limitó a las distancias cortas, en parte por su cercanía y también por evitar que la carga que transportaban se rompiera al cargar y descargar. En 1906 se comenzó a realizar el alquitranado que surgió como solución al problema del macadán, evitando la emisión de polvo y haciendo que la conservación del firme, aumentase hasta los siete u ocho años,

frente al macadam que solo duraba tres. Con el alquitrán el coste de fabricación de carreteras aumentó, pero mejoró el confort y se ganó mucha más resistencia. En 1908 comenzó a aumentar el número de automóviles que circulaban por las carreteras y se creó el I congreso Internacional de carreteras donde el principal tema tratado fue la necesidad de mejora y adaptación de las carreteras.

En 1914 con el desarrollo de la primera guerra mundial que duró hasta el año 1919, trajo graves consecuencias para el desarrollo de las carreteras en toda Europa. España, aunque no estuvo inmersa en este conflicto, también se vio perjudicada por la inflación de precios en la construcción de carreteras, que hasta ese momento se encontraba estabilizada en nuestro país. Por este aumento de precios, otros medios como el ferrocarril entró en crisis al no poder soportar los costes que se habían impuesto en el sector y comenzó su decadencia. Sin embargo, la industria automovilística experimentó un gran desarrollo. Las necesidades de la guerra impulsaron un gran avance tecnológico en el ámbito del automóvil. Al surgir estas mejoras en los vehículos, las carreteras ya existentes quedaron más obsoletas de lo que se encontraban.

En 1920 surge con fuerza el transporte público con vehículos a motor y se abandona el transporte con tracción animal y llegan a las ciudades los primeros autobuses interurbanos. Sin embargo, en el ámbito de las mercancías el traslado con carros impulsados por animales aumenta, esto es debido por la caída del ferrocarril y por la falta de camiones. Con el aumento del uso del carro para mercancías también conlleva a un mayor deterioro de los firmes de carreteras. Cuanto mayor era el tráfico de los carruajes, más rápidamente aumentaba el deterioro de las carreteras. Las ruedas metálicas de los carros levantaban el firme al clavarse en él y conllevó a que se realizasen unos carriles metálicos con forma de U en el firme que es por donde debían circular. La reparación de los firmes y su conservación se convirtió en un gran costo para la administración y gran esfuerzo por mantener en buen estado las carreteras, aunque esto no llegaba a materializarse en todas las vías de España, calculando que, en su mitad, aproximadamente 28.000 kilómetros, disponían de una buena conservación y en su otra mitad, su mantenimiento y estado era pésimo. Las críticas de los ciudadanos hacían prever que las soluciones que se empleaban no eran las adecuadas, movidos por estos hechos se tomaron del Reglamento de Conservación de Carreteras de octubre de 1920 algunas de las medidas que se indicaban como la exigencia de que los carros debían de disponer de unas ruedas con un grosor entre 8 y 10 centímetros para los que contaban con dos ruedas, en el caso de

tener cuatro ruedas el ancho debía de ser de 12 centímetros. En 1924 se produjo en la exposición universal de Londres, el reconocimiento por el invento del hormigón armado al ingeniero M. Hennebique y en los años posteriores a 1930 la mayoría de los puentes se crearon con este material. También se produjo otro gran avance, que fue la utilización de maquinaria para la construcción de carreteras como las hormigoneras, apisonadoras, etc. Antes del comienzo de la guerra civil, España se convertiría en una potencia turística y que por lo tanto debían tener unas carreteras accesibles y con buena conservación para fomentar el turismo. Sin embargo, todo cambia con el comienzo de la guerra civil. En 1926 se establece un real decreto donde se obliga al mantenimiento de las principales carreteras, incluyendo en esta labor a diputaciones y ayuntamientos de las zonas. Se estimó la reforma de las vías que unían a las principales poblaciones o que fuesen de interés turístico ya que no se podía albergar el arreglo de la totalidad de la red de carreteras del estado. Al mismo tiempo en este decreto también se habla de la utilización de nuevos firmes y la mejora de curvas y rasantes. Se mejoró el estado de las carreteras de España a partir del proyecto del circuito Nacional de firmes Especiales. Los resultados sorprendieron en buena medida a los demás países europeos con las visibles mejoras. Estas mejoras se deben a la eliminación de curvas muy pronunciadas y por el resalte de sus bordes con un peraltado en los extremos exteriores como contrarresto de la fuerza centrífuga. Estos métodos no se habían utilizado en carreteras hasta ese momento, solo se había visto en circuitos de carretas, llegando a poder los vehículos hasta los 65 kilómetros por hora. Esta velocidad es la que va a surgir como nuevo problema al ser cada vez los vehículos más veloces y las carreteras más aptas para circular a esas velocidades, obligando a establecer en 1926 el Reglamento de la circulación, el cual no indicaba límites de velocidad para los coches, pero sí para el transporte público y camiones. Para la realización de estos firmes, además de contribuir el estado, se comenzaron a imponer tasas a los habitantes de los municipios que se ven beneficiados.

En 1931 comienza a existir un mayor número de movimientos de vehículos los fines de semana, sobre todo en la entrada a Madrid, donde llegaban a formarse las caravanas. También en este momento se llevó a cabo la rehabilitación de los viales que llevaban a La Coruña, sin duda, unos de los más transitado de España. En este momento se instaura el Ministerio de Obras Públicas y todas las obras públicas pasan a integrar la dirección General de Caminos. Llega la guerra civil española desde 1936 hasta 1939 con graves consecuencias en todos los aspectos, en el tema que nos atañe se destruyeron un

gran número de infraestructuras, así como muchos de los vehículos existentes, además de que era muy difícil su renovación y el desgaste de los que ya se encontraban debido al uso en la guerra. Una vez finalizada la guerra se intentó llevar a cabo la reconstrucción de las vías dañadas, no siendo esta labor una tarea sencilla debido a la gran cantidad de daños sufridos y a la falta de transporte y de materiales para poder realizar las reparaciones, así como mano de obra profesional. Además de las consecuencias de la guerra, el país también se vio afectado por las restricciones impuestas por el Postdam tras la finalización de la misma. Toda esta situación se vio agravada aún más si cabe al depender tanto en vehículos como en materia de países externos. En el resto de Europa en el año 1939 se seguían realizando grandes avances en el campo del automovilismo, y como el desarrollo en nuevas técnicas para creación de carreteras va completamente ligado a estos avances en el automovilismo, se pudo ver, como en los años que antecedieron a la segunda guerra mundial se dieron dos importantes avances. Se comenzaron a dar nuevas mejoras debido a las exigencias que se demandaban, lo que dio lugar a la creación de las autopistas en Alemania construidas con un firme rígido de cemento, y paralelamente se dio la construcción en Estados Unidos la construcción de las vías con un pavimento flexible formado por árido y una capa de asfalto.

En 1950 España comienza a recuperarse y comienza a dejar atrás el sistema económico en el que se había sumido donde se abastecía de sus propios recursos y donde las importaciones eran escasas durante la postguerra. En este mismo año se crea la sociedad Española de Automóviles de turismo. En 1953 se firma con Estados Unidos un tratado para la mutua defensa y la ayuda económica. Incluso este mismo año SEAT pone en marcha el lanzamiento de su primer vehículo llegando a ser la primera empresa nacional en el sector de la fabricación de automóviles. Posteriormente España consigue ingresar en la ONU en 1955. Comienza un aumento notable de la cantidad de vehículos que circulan por España en 1950, lo que trae consigo una mejor en las carreteras. La decadencia del ferrocarril trae consigo un aumento del transporte de mercancía a través de carreta, por lo que todo ello llevó a la aprobación de un Plan de Modernización de las Carreteras en 1950.

Este acató dos de los principales problemas que existían en las carreteras de ese momento como es la adaptación para que los vehículos pudiesen circular a la velocidad para la que estaban diseñados y la mejora del firme que se destruía con el paso de los camiones y otros de mayor tonelaje. Se llevó a cabo la modificación de algunos problemas como la mejora de las curvas que se consideraban más peligrosas y se realizó la

construcción de otros viales para conseguir que no pasasen por el interior de los pueblos. No obstante, no se consiguió la mejora del firme de las mismas que se seguía deteriorando con el tránsito de los camiones.

En 1957 la producción de coches en España aumentó en tres veces su valor inicial, esto fue debido principalmente a la creación del popular coche SEAT 600, porque estaban al alcance de familias de clase media y, por lo tanto, los vehículos dejaban de estar reservados únicamente para ricos. Esto también potenció la creación de otras marcas que comenzaron a fabricar vehículos, lo que conllevó también al aumento por lo menos hasta el doble, de vehículos puestos en carretera como camiones o autobuses. Por 1963 se realizó la primera concesión a una empresa privada la cual se encargaba del arreglo y mantenimiento de un tramo de la carretera a cabo de un pago por cada vehículo que transitase por ella. Esta primera concesión fue la del túnel de Guadarrama. Entre los años 1967 y 1971 se tomó la decisión de mejorar más de 5000 kilómetros de las carreteras con más tráfico de España. Se realizó con la intención de mejorar y obtener un firme con aglomerado asfáltico que fuese más resistente que el existente, pretendían construir carriles para la circulación de carros u otros elementos que circularan más lentos que los vehículos. Además de la creación de este carril, también se pretendía aumentar el ancho de la carretera en todos sus tramos, así como mejorar la señalización con la cual contaban las carreteras hasta ese momento.

Desde ese momento en adelante las inversiones en carreteras fueron aumentando. La mayor parte de estas inversiones se desinó en mejorar los accesos a las ciudades realizando circunvalaciones y ampliando los puntos de acceso a las mismas. Además, se construyeron gran cantidad de autovías y autopistas.

A partir del año 1984, se estableció el nuevo Plan General de Carreteras que junto con la entrada de España en la Unión europea consigue una gran mejora. La gran parte de la administración de las carreteras pasará a estar bajo la potestad de las comunidades autónomas. En los siguientes meses se crean trece Reales Decretos donde quedan reflejados los cambios que se van produciendo en la gestión de las carreteras. Quedando a cargo del estado únicamente el 23% de todas las existentes, aunque se considera que son las zonas por donde transcurre la mayor cantidad de tráfico. Por lo tanto, la construcción de nuevas carreteras y el mantenimiento y mejora de las existentes pasan a ser responsabilidad de cada comunidad autónoma. En 1988 debido a la estabilidad política y a otros aspectos

que se traducen en la mejora de la economía española, se lograron más mejoras en el Plan General de carreteras tal y como se recoge en un decreto de 1988. Se puede observar la mejora en las características geométricas, y destaca que se comienza a invertir en la investigación y desarrollo tecnológico donde comienzan a realizar ensayos reales en una pista. Como consecuencia de lo pactado en el tratado de Maastricht la inversión que se destina para carreteras se ve afectada hasta que en 1993 se realiza una gran inversión en la creación de nuevas vías como autovías y autopistas, además de destinar una parte para la conservación de las vías.

En la actualidad, las carreteras se encuentran llenas de tecnologías junto con los coches que poseen ordenadores inteligentes y que se continúa la investigación en dirección al desarrollo tecnológico de las mismas.

3.3. LOS ORIGENES DE LA INGENIERIA DE LAS CARRETERAS EN ESPAÑA. OBRAS DE DRENAJE

Durante el siglo XVII y principalmente en el siglo XVIII, surgió la necesidad de la construcción de nuevas carreteras, este auge fue debido a al incremento de viajeros, así como al auge del comercio dado por la prosperidad de algunos países. A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, surgió la necesidad de realizar una gran ampliación de las redes de carreteras por necesidades militares, más concretamente de las campañas napoleónicas. Durante todo el siglo XIX debido al comercio siguieron construyéndose carreteras.

En España desde finales del siglo XVIII se realizaron la construcción de las nuevas vías, que fueron consideradas las primeras carreteras modernas, sin embargo, esto no significa que fuese de mayor calidad que las vías romanas. Lo usual fue el abandono de la red de caminos. En algunos textos de esta época indicaban que eran intransitables en invierno ya que se convertían en lodazales [10]. Algunos ilustrados del siglo XVIII inspirados en las antiguas calzadas romanas, así como con mira hacia algunos países europeos más avanzados hicieron que resurgiera el arte de la ingeniería de caminos. Bernardo Ward analizó las causas que situaban a España con un retraso económico con respecto a otros países viajando por Europa, llegando a la conclusión de la importancia de tener una red de caminos importante e integra. Fernández de Mesa, tras el estudio de la

cultura romana y junto con el análisis de Francia remarcó la importancia del beneficio obtenido con la construcción de buenos sistemas de drenaje. [10] En esta época, las cunetas las consideraban como un simple complemento de terminación, pero ya se consideraba en la construcción de las carreteras hasta mediados del siglo XIX.

Conforme se fue teniendo experiencia en la realización del proyecto y posterior construcción de carreteras se fue avanzando durante el siglo XIX. Los avances técnicos conseguidos fueron publicados en tratados y en la Revista de Obras Públicas [10].

En 1862, fue publicado el tratado de la formación de los proyectos de carreteras por Mauricio Garrán donde se comenzó a hablar de las dimensiones que debían tener las cunetas, aunque fuese de manera muy escueta, aunque en la práctica no tenían dimensiones variables. En este mismo tratado se explica que en terrenos pantanosos se debía de crear un drenaje oblicuo a la carretera y una plataforma resistente, pero además también incluye las cunetas en los pies de los terraplenes para el saneamiento del terreno. A finales del siglo XIX se comienza a tener en cuenta más condiciones en la construcción de las cunetas. Desde este momento, se tiene en cuenta que el desagüe de las mismas debe realizarse a zonas adecuadas que hasta entonces no tenían salida ni se encontraban comunicadas, además se tuvo en cuenta su pendiente y que debía de ser continua. Las cunetas tenían sección trapezoidal con una solera realizada a una cota inferior que la caja del firme, disponían de una anchura entre 30 y 50 cm y la pendiente debía de ser el 2 por mil, como mínimo [10]. Se comienza a considerar estudios hidrológicos para el cálculo del agua que podían asimilar las cunetas, aunque no se llevaba a la práctica y se seguían realizando con las dimensiones que les había marcado la práctica.

Se comenzó a tener en cuenta el mantenimiento de las cunetas, la eliminación de la hierba y en mantener la sección, evitando los aterramientos y reconstruirlas cuando sufran erosiones. El 21 de junio de 1965, se aprueba la primera norma de Drenaje española, la instrucción 5.1-IC “Drenaje”. Esta incluye el periodo de retorno para el cálculo hidráulico en las cunetas. También incluyó el cálculo de caudales, que se calculaban a través de la fórmula de Robert Manning. Se obtenía la velocidad del agua tras haber conocido el caudal y la sección.

Incluyó la velocidad máxima del agua según el tipo de material por el que estuviese construida la cuneta y estimó una velocidad mínima de 0,25 m/s que alcanzaría el agua en cualquier cuneta.

Se comenzaron a utilizar más tipos de secciones transversales, además de las trapezoidales, se incluyeron las reducidas y las triangulares y debían situarse como mínimo a 30 cm por debajo de la capa del firme para conseguir el correcto drenaje del agua infiltrada.

En la actualidad, el drenaje longitudinal se ha de integrar en el diseño y proyecto de una carretera. En autopistas y autovías se incluye la cuneta de mediana, que además de estar integrada es segura, que fue uno de los principales problemas en tiempos anteriores.

Siendo actualmente “NORMA 5.2-IC de la Instrucción de carreteras Drenaje superficial” [15]

También, es cada vez más frecuente la utilización en los cálculos de escorrentía métodos numéricos de análisis, así, por ejemplo, realizar de la zona de estudio un modelo hidráulico 2D mediante determinados software (p.e. Iber), en el que se plasman las características geométricas de la zona estudiada y los posibles elementos de drenaje, con sus caudales, para realizar un análisis y diagnóstico del flujo de escorrentía con diversos supuestos de caudal.

OBRAS DE DRENAJE

Las buenas prácticas ponen en valor a las empresas que los implantan, ya que otorgan las herramientas necesarias para que su trabajo sea lo más correcto posible en lo referente a la ejecución y avalan la calidad de la empresa. Por este motivo algunas realizan su implantación con intención de que sus trabajadores puedan hacer uso de ellas.

El mundo de la construcción es muy amplio y con una cantidad de técnicas de trabajo igual de amplio como tantas construcciones puedan existir. Al desarrollo del sector de infraestructuras se le otorga una gran importancia ya que son elementos básicos para el desarrollo y crecimiento de los territorios, así como la conservación y puesta en valor de la cultura de pequeñas poblaciones que se perderían si no existiese el mantenimiento o desarrollo de nuevas infraestructuras. Con este catálogo se pretende dar respuesta a las necesidades constructivas de las infraestructuras viales, que deben adaptarse en cada nueva construcción al entorno en el que se ubican y a las necesidades especiales como las medioambientales de cada localización ya que estas necesidades pueden ser de gran variedad. La necesidad en el desarrollo y conservación de caminos son los que motivan la creación de estas buenas prácticas, si bien en la antigüedad se crearon con otros fines, hoy

día siguen siendo muy importantes para actividades como el desarrollo de la agricultura, dando valor a poblaciones rurales o como método de acceso a construcciones de gran envergadura que se sitúan en la naturaleza o para dar valor a zonas naturales pintorescas que la población quiere visitar por ocio o como zona recreativa, zonas donde no llega la red de carreteras pero sí los caminos naturales.

Un aspecto muy importante que afecta a la conservación de los caminos es el drenaje de los mismos. Minoramos la cantidad de agua que llega al camino para conservar el pavimento en mejor estado, esta es una de las principales causas de su deterioro. Al evitar este deterioro reduciremos la posibilidad de sufrir accidentes por parte de los usuarios de la vía.

El drenaje se ha de realizar produciendo los mínimos cambios posibles del drenaje natural y estudiando la erosión que se produce en el nuevo cauce. De esta forma conseguiremos reducir el impacto ambiental al mínimo. Con el estudio de la climatología, hidrología, suelo y geología se consigue realizar el diseño del drenaje con la menor afección.

El exceso de agua en la estructura de la carretera, puede afectar a presiones hidrostáticas, aumenta la posibilidad de que se produzcan cambios volumétricos, presiones en los poros, propiedades geomecánicas, así como los mecanismos de transferencia de carga. Esto conlleva al deterioro temprano de los caminos [4].

El drenaje en los caminos permite evacuar el agua de la superficie del mismo evitando de esta forma la erosión y consiguiendo que sea más seguro. Se reconoce grandes peligros cuando los caminos no cuentan con buenos drenajes y tras algunas lluvias continuadas, el agua destroza parte del firme, erosionando algunas zonas, realizando acumulaciones de sedimento en otras zonas, parte de estos inundados, que junto con el tránsito de vehículos se llegan a hacer impracticables, e incluso creándose socavones o grietas que atraviesan el camino y que pueden ser un gran peligro para la seguridad de las personas que circulan por estos viales con un coche o un vehículo agrícola.

Para la duración del camino y su buen funcionamiento, tiene que contar con un buen diseño del drenaje que consiga evacuar el agua que caiga sobre la calzada y sus alrededores de forma que o se produzcan encharcamientos, evitar modificar el curso de agua para que así no se produzcan inundaciones por una zona diferente por la que sería natural.

Cuando hablamos de drenaje superficial de carreteras, estamos considerando:

- Que mediante elementos específicos realizamos la recogida de las aguas de los caminos y sus márgenes.
- La conducción de todas las aguas recogidas, incluso las recogidas de los drenajes subterráneos de los caminos para su posterior conducción.
- Poder reconducir las aguas por sus cauces naturales.

El drenaje superficial se clasifica en transversal o longitudinal, teniendo en cuenta el eje del camino [5]:

- El drenaje transversal cruza sobre el camino dando paso al agua para así restablecer el drenaje natural del terreno tras finalizar las obras.
- El drenaje longitudinal es el que se encuentra paralelo al camino y su objetivo es captar la escorrentía antes de que llegue al camino.

Las buenas prácticas ponen en valor a las empresas que los implantan, ya que otorgan las herramientas necesarias para que su trabajo sea lo más correcto posible en lo referente a la ejecución y avalan la calidad de la empresa. Por este motivo algunas realizan su implantación con intención de que sus trabajadores puedan hacer uso de ellas.

El mundo de la construcción es muy amplio y con una cantidad de técnicas de trabajo igual de amplio como tantas construcciones puedan existir. Al desarrollo del sector de infraestructuras se le otorga una gran importancia ya que son elementos básicos para el desarrollo y crecimiento de los territorios, así como la conservación y puesta en valor de la cultura de pequeñas poblaciones que se perderían si no existiese el mantenimiento o desarrollo de nuevas infraestructuras. Con este catálogo se pretende dar respuesta a las necesidades constructivas de las infraestructuras viales, que deben adaptarse en cada nueva construcción al entorno en el que se ubican y a las necesidades especiales como las medioambientales de cada localización ya que estas necesidades pueden ser de gran variedad. La necesidad en el desarrollo y conservación de caminos son los que motivan la creación de estas buenas prácticas, si bien en la antigüedad se crearon con otros fines, hoy día siguen siendo muy importantes para actividades como el desarrollo de la agricultura, dando valor a poblaciones rurales o como método de acceso a construcciones de gran envergadura que se sitúan en la naturaleza o para dar valor a zonas naturales pintorescas que la población quiere visitar por ocio o como zona recreativa, zonas donde no llega la red de carreteras pro sí los caminos naturales.

4. DESCRIPCION DEL TRABAJO

4.1. EMPLAZAMIENTO

Tanto el camino de Las Huertas como el de Almenara, parten del municipio llamado Villargordo como se puede observar en la figura 2. El camino de Almenara se encuentra situado al sureste de la población de Villargordo como aparece en la figura 3, este camino comienza en la bifurcación que surge al terminar la calle Marqués de Mondéjar y que linda con el pabellón Polideportivo de dicha población, realmente el camino comienza cuando avanzamos y dejamos atrás la entrada a la nueva fase del polígono industrial Cerro Jaén y termina en la Aldea denominada Almenara, de la cual recibe el nombre el camino. Este cuenta con 3.642 m de longitud.

El camino de Las Huertas que cuenta con aproximadamente 3.200 m comienza a partir de la Avenida doctor Sagaz como se puede observar en la figura 4, y se encuentra paralelo a la carretera que une Villargordo con las Infantas, este finaliza donde comienza el camino de los Chorrillos, cercano a la población de Mengíbar.

El camino de Malara pertenece a la población de Torrequebradilla como se puede observar en la figura 5, este se ubica en el norte del pueblo y parte desde el cementerio de Torrequebradilla como se observa en la figura 6, hasta finalizar en el camino de Soto de Torralva que bordea el cauce del río Guadalquivir. El camino al cual estamos haciendo referencia cuenta con una longitud de 3.359 m.



figura 1: Situación de Villargordo y Torrequebradilla

Fuente: Google maps. Elaboración propia

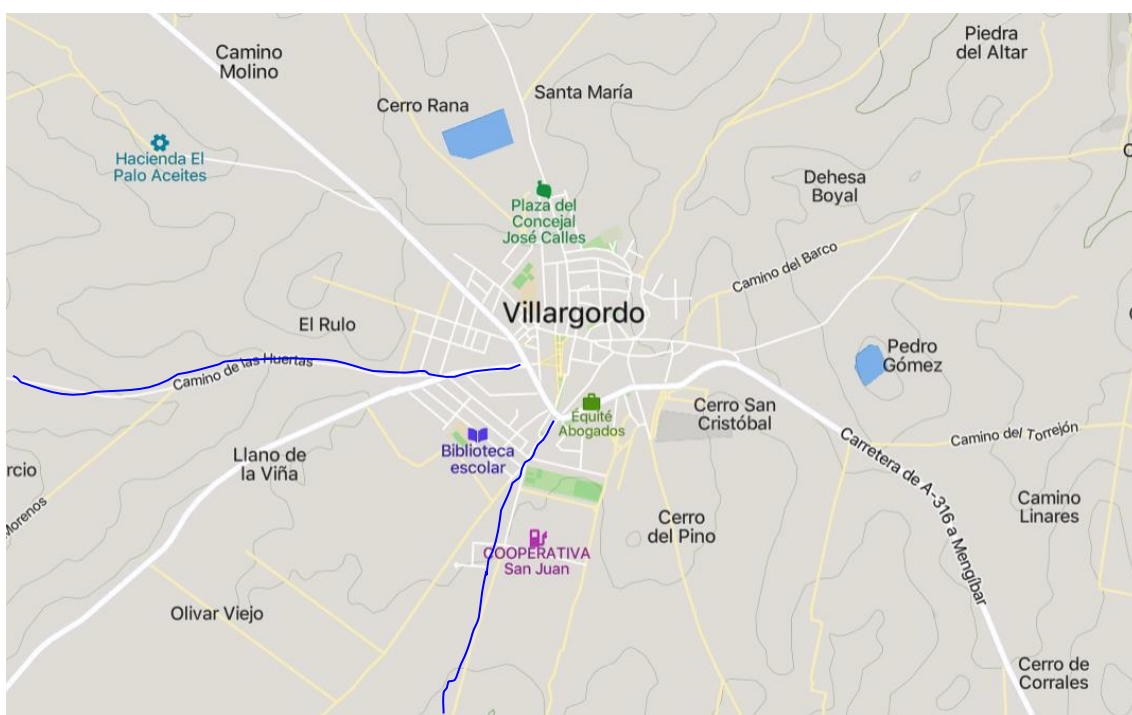


figura n 2: Situación de los caminos en Villargordo

Fuente: Google maps. Elaboración propia

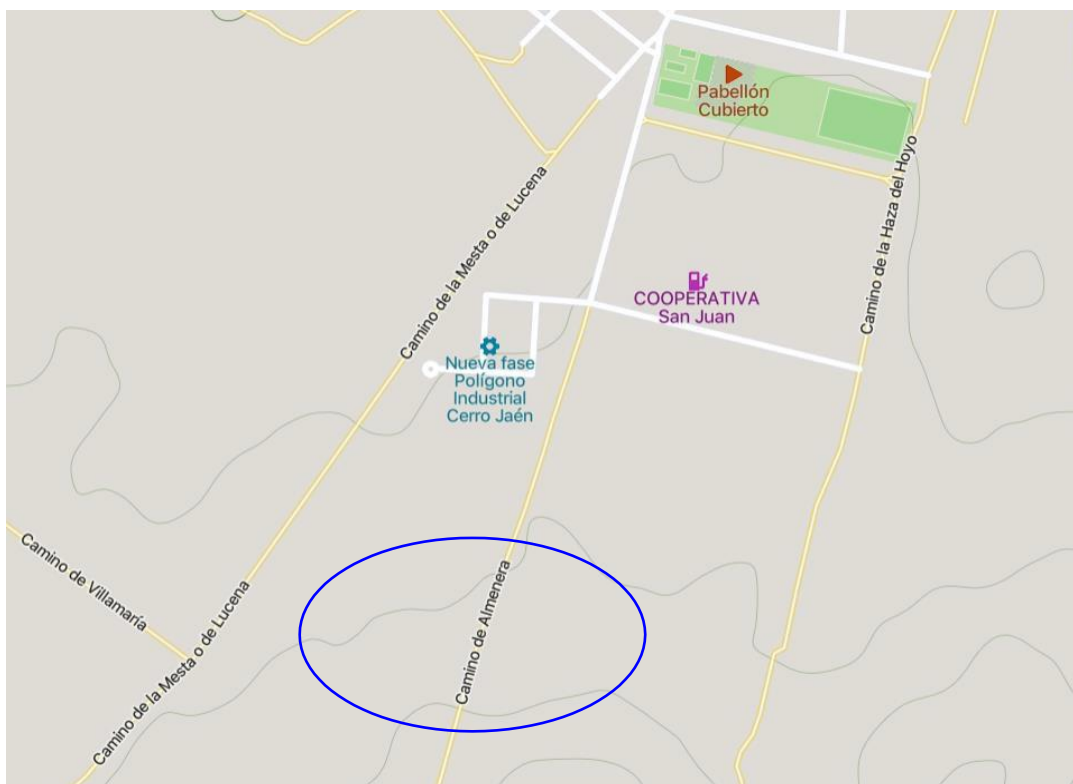


figura 3: Situación del camino de las Huertas

Fuente: Google maps. Elaboración propia

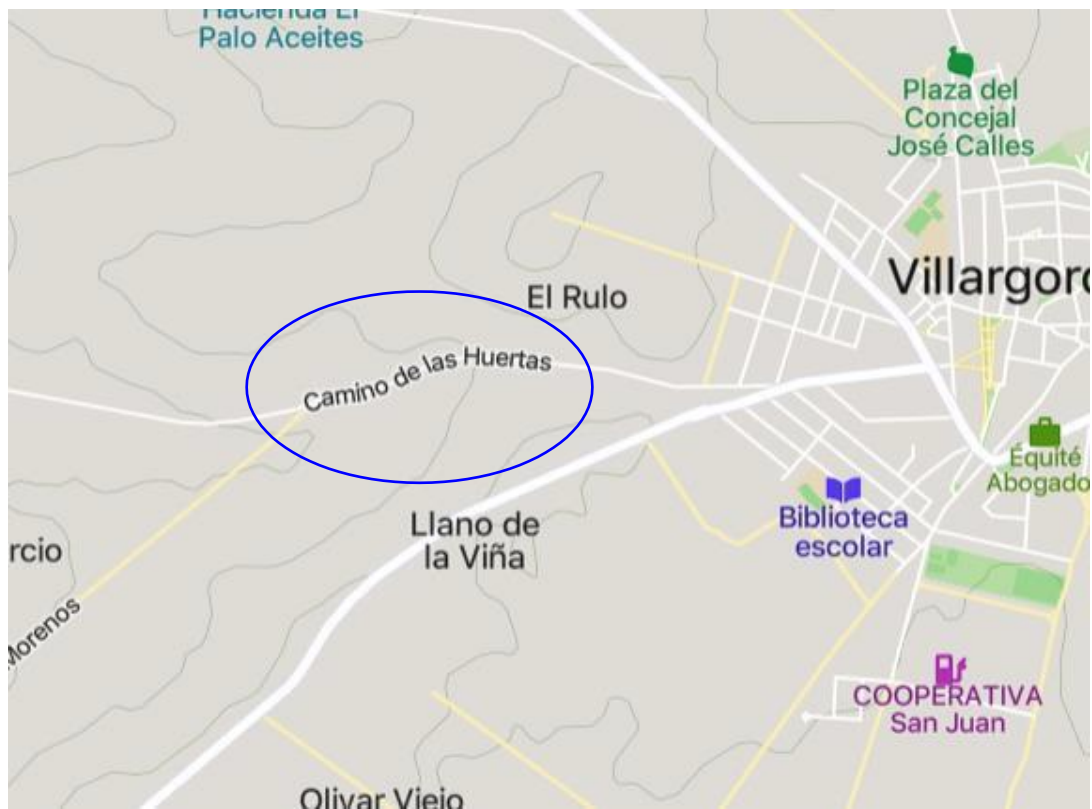


figura 4: Situación del camino de Almenara

Fuente: Google maps. Elaboración propia

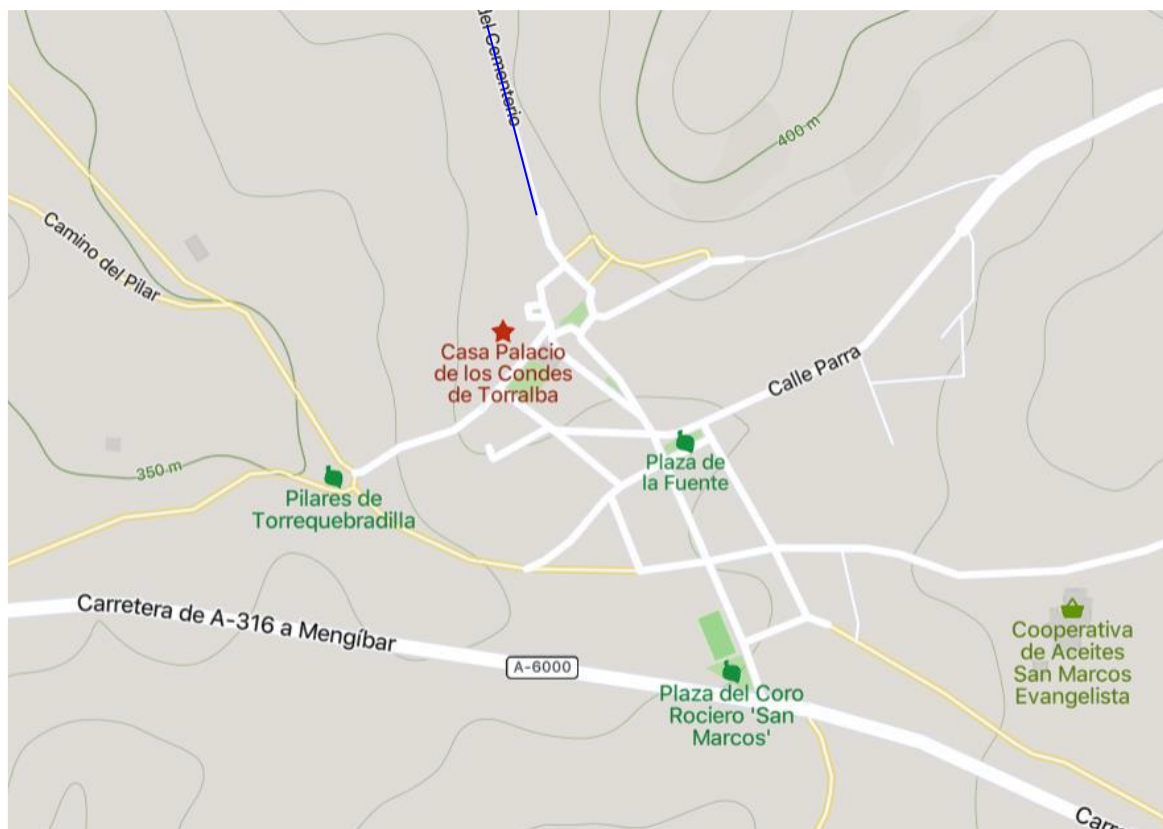


figura n 5: Situación del camino en Torrequebradilla

Fuente: Google maps. Elaboración propia

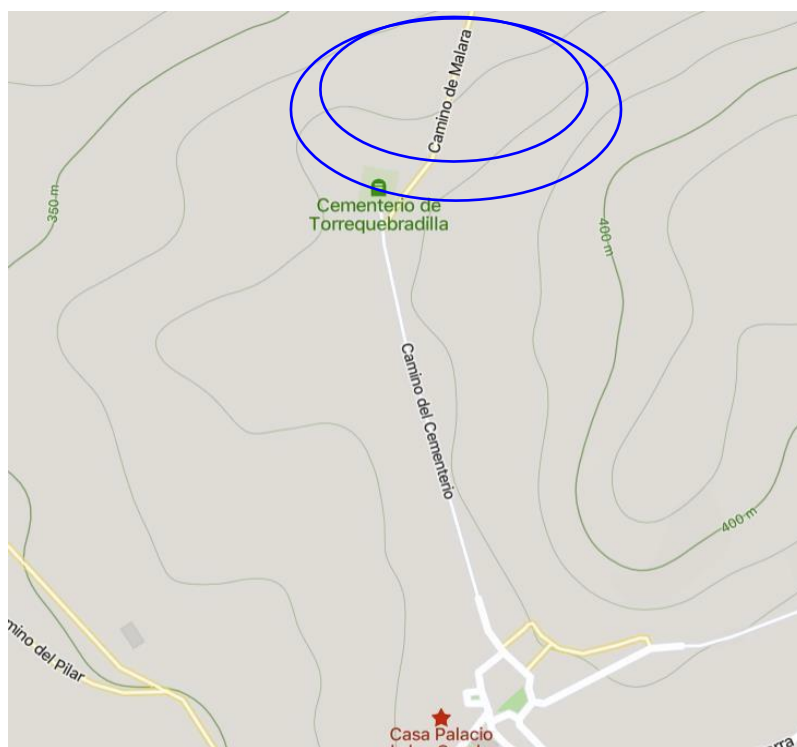


figura 6: Situación del camino de Malara

Fuente: Google maps. Elaboración propia

4.2. ESTADO ACTUAL

Antes del comienzo de la redacción de este estudio se realizó una visita a la zona con la intención de estudiar el estado actual en el que se encuentran los caminos, identificando las zonas en mal estado y deduciendo los posibles problemas que han causado las deficiencias en los caminos.

Los tres caminos se encuentran en suelo rústico y las zonas que lo rodean son fundamentalmente fincas de olivares a lo largo de todos ellos, con excepción del camino de Almenara que en su tramo final la tierra que lo rodea es siembra.

Se observa que el tránsito que sufren los caminos son principalmente de los vehículos agrícolas para trabajar los olivos o las tierras de cultivos.

- El camino de las huertas cuenta con un desnivel acusado y se actuará a lo largo de todo el camino. El firme con el que cuenta es asfalto, y por lo tanto se actuará con doble tratamiento de asfalto y árido agregado. Este cuenta con un ancho de 6 metros.
- El camino de Almenara está formado por un fuerte desnivel. En este camino se realizó una actuación de hormigonado de las cunetas y reparación de los elementos de drenaje durante 1 km. Por el deterioro que presenta esta primera fase también se actuará sobre esta. Al tener este gran desnivel se hormigonarán las cunetas y las zonas de drenaje transversales y se repondrá la zahorra del camino a modo de pavimento. Este cuenta con una anchura inferior que se reduce hasta 5,5 m.
- El camino de Malara cuenta con un desnivel inferior. Este camino está formado por tramos sin desnivel y otros tramos con un desnivel más acusado, por lo tanto, se tratarán las cunetas con hormigón en las zonas de mayor desnivel, así como en las zonas de drenaje transversales. El pavimento a realizar se divide en dos partes, en la primera en la primera recibirá el doble tratamiento de asfalto y árido y en la segunda, al igual que el camino de Almenara, será de zahorra sobre la base existente que se considera buena. Cuenta con un ancho reducido, siendo de 5,5 m.

Las cunetas se encuentran cubiertas por gran cantidad de vegetación, haciendo incluso que no se pueda observar la cuneta. Esto provoca que la escorrentía de agua inunde la calzada.

En los drenajes transversales se puede observar también parte de vegetación e incluso de tierra en algunos de ellos, lo que provoca la reducción del diámetro libre para el paso del agua. Además de haber zonas que necesitan un drenaje transversal y al ser inexistente se aprecia en el camino como lo inunda el agua. Esto en épocas lluviosas y teniendo en cuenta que pueden transcurrir vehículos pesados para la labor del campo, se ve afectado gravemente la superficie del camino y podría llegar a provocar una zona peligrosa para los demás vehículos.

La calzada se encuentra en buen estado, pero con desperfectos como baches y grietas, que se presume que principalmente todo pertenece a la mala gestión y mantenimiento de los drenajes de los caminos.

Por lo tanto, se concluye que es necesaria una actuación de mantenimiento y mejora de los drenajes de los caminos, ya que el agua es el único causante del mal estado de los mismos, una vez solucionado el problema con los drenajes, se reforzará la capa de rodadura para que el uso de los caminos sea seguro.

Las cunetas serán hormigonadas en parte, según se indica en los planos, de los caminos de Almenara y el camino de Malara. En cambio, el camino de las Huertas las cunetas serán alquitranadas con alquitrán en frío.

4.3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

- Camino de las Huertas



Figura 7: Grieta en comienzo de badén

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Grieta en comienzo de badén

Fuente: Elaboración propia



Figura 9: Drenaje mal construido

Fuente: Elaboración propia



Figura 10: Cunetas con vegetación

Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Drenaje roto

Fuente: Elaboración propia



Figura 12: Drenaje roto

Fuente: Elaboración propia

- Camino de Almenara



Figura 13: Firme en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 14: Cuneta llena de barro

Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Drenaje casi cejado por barro

Fuente: Elaboración propia



Figura 16: Firme en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 17: Firme en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 18: Drenaje mal ejecutado

Fuente: Elaboración propia

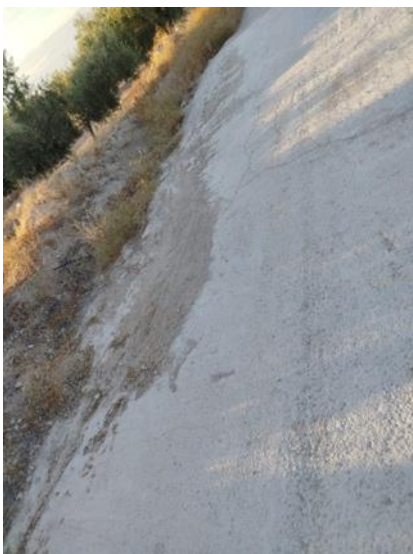


Figura 19: Drenaje mal ejecutado

Fuente: Elaboración propia



Figura 20: Firme en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 21: Arboles en borde de camino

Fuente: Elaboración propia



Figura 22: Cuenta sin limpiar

Fuente: Elaboración propia

- Camino de Malara



Figura 23: Firme en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 24: Firme en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 25: Cuneta sucia

Fuente: Elaboración propia



Figura 26: Zona inundada de barro, necesidad de drenaje

Fuente: Elaboración propia



Figura 27: Drenaje en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Drenaje en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 29: Cuenta sucia

Fuente: Elaboración propia



Figura 30: Cuenta sucia

Fuente: Elaboración propia



Figura 31: Arboles en borde de camino

Fuente: Elaboración propia



Figura 32: Drenajes en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 33: Drenajes en mal estado

Fuente: Elaboración propia



Figura 34: Drenajes en mal estado

Fuente: Elaboración propia

4.4. TRABAJOS A REALIZAR

Los trabajos que se van a llevar a cabo en la conservación y mantenimiento de los caminos son los siguientes:

- Limpieza y desbroce de las cunetas
- Reparación de los drenajes transversales
- Reparación de drenajes longitudinales
- Tapado de baches y reposición de capa de rodadura

4.5. EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes del comienzo de las unidades de obra se deberá tener preparado el libro de Órdenes Oficial aprobado por la Administración en el cual quedarán transcritas todas las ordenes que el director de Obra considere necesarias, además de la firma del constructor para que se demuestre que ha llegado una copia de las mismas en el momento de la ejecución.

4.5.1. Replanteo:

Una vez preparada la documentación comenzaremos con el replanteo. En esta fase, sobre el terreno, quedarán especificados y claros todos los trabajos que se van a desarrollar posteriormente. Es necesario que el replanteo se realice con exactitud ya que es el momento en el que se puedan modificar los defectos subsanables y será los que marquen las futuras obras.

4.5.2. Desbroce y limpieza del terreno:

Estos trabajos consistirán en la retirada de la maleza, basura, escombros o corte y retirada de árboles y tocones que afecten a los sistemas de drenaje.

Existen árboles que han crecido en la cuneta del camino y no son de ninguna propiedad, y que por lo tanto se deben eliminar, también se pueden observar partes del tronco de olivos de tamaño considerable que se encuentran cortados, pero se disponen a los

lados del camino. Para ello se utilizará elementos como motosierras para cortar los árboles y trocear los troncos para facilitar su manejo, además de una pala cargadora para verterlos en el remolque del camión. Las desbrozadoras manuales se utilizarán en zonas para evitar riesgos de rotura de los elementos contruidos.

Se tendrá especial cuidado con la maquinaria de grandes dimensiones durante los trabajos en las zonas en las que los olivos plantados se encuentren muy pegados al camino ya que deberán permanecer intactos.

Todos los escombros que surgen se verterán hacia el interior del camino para la posterior limpieza. En el caso de que se considere necesario se señalará con vayas o cintas señalizadoras las zonas necesarias a proteger.

Todos los elementos que surjan de esta partida, si no pueden ser aprovechados, deberán retirarse a una planta de tratamiento de RCD's.

4.5.3. Obras de drenaje transversal:

De forma general los drenajes transversales deberán coincidir (dentro de lo posible) con el drenaje natural al que sustituyen, así deberá seguir su misma dirección, tener dimensiones similares, y procurar seguir el perfil del lecho del cauce natural.

4.5.3.1. Vados ondulantes

Los vados ondulantes se construyen en superficie y son pequeñas depresiones con pendientes poco pronunciadas que se diseñan con ángulos próximos a la perpendicular del camino y con inclinaciones transversales mayores que la pendiente del camino, también son llamados camellones cuando es más pronunciado.

- Características constructivas de los vados ondulantes

Los vados formarán un ángulo de entre cero y 25 grados con la perpendicular al camino, con una pendiente transversal hacia fuera del 3-5% (según se indica en la figura).

En el caso de que exista una cuneta desagüe sobre el vado, se revestirá toda su superficie con, al menos, 15 cm de hormigón armado o mampostería para evitar la aparición de regueros; en caso contrario, se revestirá, al menos, una anchura de 2 m a cada lado de la línea de desagüe. A la salida de las aguas se colocará una protección de escollera.

Las pendientes longitudinales variarán entre el 2% y el 12% y el punto de descarga se protegerá con escollera de piedra como si fuera una obra de paso.

Los vados ondulantes superficiales se construyen con un acercamiento largo y bajo en su lado cuesta arriba y una pendiente de elevación abrupta o pendiente invertida en su lado cuesta abajo.

Para el cálculo del tamaño de los vados podemos guiarnos con lo establecido por USDA SCS en 1981 (tabla 01).

Pendiente camino	Distancia inicio de vado hacia arriba (pies)	Distancia desde solera a cresta (pies)	Profundidad de la pte del camino al punto descarga	Profundidad pte camino al exterior superior
<6	55	15-20	0,9	0,2
8	65	15-20	1,0	0,2
10	75	15-20	1,1	0,1
12	85	20-25	1,2	0,1
>12	100	20-25	1,3	0,1

Tabla 1 USDA - SCS/USFS, 1981, Building Water Pollution Control into Small Private Forest and Ranchland Roads.

- Tipos de vados ondulantes.

Se denomina Tipo 1 a aquellos vados (figura 2), que se construyen en caminos con gradientes menores de 12–14%, y con o sin una berma externa pequeña. El eje del vado debe ser perpendicular a la alineación del camino y tener una pendiente del 3-4 % a lo largo de la traza del camino. Los caminos empinados ya no tendrán dimensiones mayores y vados más abruptos para desarrollar una pendiente inversa a través del eje del vado. La traza del camino o la salida del vado pueden cubrirse con rocas para protegerlas de la erosión si es necesario.

En el caso de gradientes similares al caso anterior, pero que el camino tenga una berma grande (por ejemplo, alta y/o ancha) en el borde exterior del camino, se denomina Tipo 2. Este tipo de vado requiere excavar el corte transversal exterior o berma grande por el eje del vado. El ancho de la excavación dependerá de las condiciones del camino.

La berma o el material del corte transversal nativo deben eliminarse en el largo del vado, o al menos a través del eje del vado, en la medida que sea necesario para brindar un drenaje constante a la pendiente adyacente. La berma y el material de la pendiente pueden excavar y ser transportados a su disposición final o el material puede ser vertido lateralmente a pendientes nativas de hasta 45%, siempre y cuando no ingresen a un arroyo.

Los vados ondulantes superficiales tipo 3 se utilizan cuando las pendientes de los caminos son mayores al 12 % y no hay posibilidades de desarrollar una pendiente inversa que también permita el paso del vehículo de diseño (las pendientes de caminos más profundas requieren inversiones de pendiente más abruptas y algunos vehículos no podrán cruzar sin tocar fondo), así, un vado ondulado Tipo 3 se construye haciendo un peralte hacia afuera agresivo de 6–8% desde el borde interno al borde externo del camino para garantizar que la escorrentía viaje oblicuamente a través del camino y salga del camino dentro del peralte hacia afuera ondulado. Este peralte hacia afuera se desarrolla rompiendo la calzada y empujando el relleno del camino desde la mitad externa a la mitad interna del camino.

La separación entre vados ondulantes se calcula en función de la pendiente longitudinal del camino y el tipo de sustrato se puede encontrar en diversas tablas, como la creada por USDA SCS en 1981, tabla 02.

Pendiente camino (%)	Suelos de baja a nula erosionabilidad	Suelos erosionables
0 - 3	120	75
4 - 6	90	50
7 - 9	75	40
10 - 12	60	35

(1) Suelos rocosos, grava y ciertas arcillas

(2) Suelos finos desmenuzables, limos, arenas finas

Tabla 2 Separación en metros entre vados ondulantes en función de la pendiente y del tipo de suelo. Fuente: US Agency for International Development (USAID). 1998. (obtenida de manual de aspectos constructivos de caminos naturales)

4.5.3.2. *Badenes. Vados inundables.*

Los vados inundables, también llamados; cruces en estiaje, vados, o badenes, se utilizan para cruzar corrientes de poco caudal y son una alternativa al uso de alcantarillas y de puentes para el cruce de arroyos en caminos de bajo volumen de tránsito, en los que el uso de la vía y las condiciones de flujo del arroyo sean las adecuadas.

Los vados funcionan bien en arroyos pequeños o medianos en los que el fondo del arroyo es estable y el tráfico es liviano, y no se requiere paso de peces, pero su uso puede provocar turbidez persistente aguas abajo y la contaminación de sedimento fino.

Es importante proteger el cauce aguas abajo del badén debido a que se puede producir erosión remontante que termina por afectar al camino.

- Ventajas y desventajas de los badenes. Vados inundables.
 - La ventaja principal es que un vado no es generalmente susceptible de una alcantarilla de tubo que puede llegar a taparse;
 - En general los vados son estructuras menos costosas que las alcantarillas grandes o los puentes. Pueden resultar inicialmente más caros que las alcantarillas, pero se necesitará menos relleno en el cauce y pueden dejar pasar un mayor caudal.
 - Los vados con alcantarillas se pueden usar para desalojar flujos en estiaje y para mantener a los vehículos fuera del agua, evitando la degradación de la calidad del agua.
 - Los vados son ideales como obras de drenaje con características desconocidas de flujo.
- Entre las desventajas de los vados se incluyen las siguientes:

Las estructuras tipo vado implican ciertos retrasos periódicos u ocasionales en el tránsito durante periodos de alto caudal.

- La configuración no se adapta fácilmente a desagües tallados profundamente en el terreno para los cuales se necesitarían rellenos de gran altura.
- Debido a que la geometría de la estructura implica una depresión en la superficie y retrasos periódicos, en general no son recomendables para caminos de mucho tránsito ni de alta velocidad.

- Los vados con alcantarillas pueden represar los arrastres en el cauce de un arroyo y ocasionar el taponamiento de la alcantarilla, lo cual implica mantenimiento.
- La migración de peces puede ser una característica difícil de incorporar en el diseño.
- Diseño. Características constructivas de los badenes. Vados inundables.

Entre los factores clave que se deben tomar en cuenta para el diseño y localización de un vado, se incluyen los siguientes:

- Niveles mínimos y máximos de agua para diseño.
- Condiciones de la cimentación.
- Potencial de socavación.
- Retrasos permitidos en el tránsito.
- Geometría de la sección transversal del cauce y confinamiento.
- Protección del borde aguas abajo de la estructura contra socavación local.
- Estabilidad del cauce y de las márgenes del arroyo.
- Control del gradiente para la migración de peces.

Al igual que en el caso de otras estructuras hidráulicas, para cruzar arroyos, para los vados se necesitan conocer las características específicas del sitio y realizar análisis particulares

De forma general, el badén tendrá un espesor de 20 cm e irá armado con mallazo en cuantía a determinar según las cargas de uso, siendo lo habitual 20x20 Ø6 y, para mayores cargas, 15x15 Ø8.

Idealmente se deben construir en lugares estrechos a lo largo del arroyo y deben ubicarse en una zona subyacente por roca sana o por suelo grueso para lograr buenas condiciones de cimentación. Un vado puede ser angosto o amplio, pero no debe usarse en drenajes de gran profundidad que implican rellenos altos o accesos carreteros excesivamente inclinados.

- Vados inundables simples

Los cruces en estiaje pueden tener como superficie de rodamiento una simple capa de rocas dispuestas de protección (acorazamiento) o contar con una superficie mejorada formada por gaviones o por una losa de concreto, como se observa en la Figura 06.

- Vados inundables mejorados

En los vados con alcantarillas o mejorados se combina el uso de tubos de alcantarilla o de alcantarillas de cajón para desalojar flujos en estiaje con una superficie de rodamiento reforzada encima de las alcantarillas para soportar el tránsito y evitar que los vehículos circulen por el agua.

Es interesante considerar sistemas de alcantarillas que mejor se adapten al caudal circulante previsto (principalmente en máxima avenida).

Hay que tener en cuenta que la superficie de rodamiento reforzada por encima de los tubos también resiste la erosión durante el desbordamiento al paso de altos caudales de agua.

4.5.3.3. Caballones desviadores. Tajeas

Los caballones desviadores, también llamados, camellones, alcantarillas de caja abierta o tajeas son vados o abrevaderos bajos, abruptos y excavados con una loma cuesta abajo o berma en montículo que se construyen en un ángulo oblicuo cruzando el camino.

Un caso particular serían las tajeas: las tajeas o alcantarillas abiertas son sistemas de evacuación del agua de la plataforma del camino formados por canales abiertos de diferentes materiales (madera, acero, mampostería, adoquín, ...).

Los caballones desviadores se emplean para controlar el drenaje en el caso de caminos cerrados o inactivos, en caminos para tracción en las cuatro ruedas, para caminos de arrastre y para senderos de arrastre. Con frecuencia se colocan muy cercanos entre sí para lograr el máximo control de la erosión y se pueden configurar para que circulen vehículos de rodada alta o para bloquear el tránsito.

- Diseño. Características constructivas de los caballones desviadores. Tajeas.

Para mantener la mayor eficacia, el eje del caballón (incluso donde drena sobre la ladera adyacente) se debe construir a un gradiente levemente más empinado que el gradiente del camino que debe drenar. Esto evita la deposición dentro o en la salida de la estructura y mantiene el flujo y el transporte de sedimento a lo largo de su extensión.

Los caballones desviadores, o zanjas transversales de drenaje superficial, se dispondrán formando un ángulo de entre cero y 25 grados con la perpendicular del camino,

además se les dotará de una pendiente transversal, como en el caso anterior, de entre 3 y 5%, y una profundidad de 0,3 a 0,6 metros.

Los caballones desviadores se colocarán más cercanos entre sí que los vados. Como en el caso anterior, la separación entre zanjas transversales se calcula en función de la pendiente longitudinal del camino y el tipo de sustrato, según se observa en la tabla 03.

Pendiente camino (%)	Suelos de baja a nula erosionabilidad (1)	Suelos erosionables (2)
0 - 5	75	40
6 - 10	60	30
11 - 15	45	20
16 - 20	35	15

Tabla 3: Separación en metros entre caballones desviadores en función de la pendiente y del tipo de suelo

Las Tajetas se pueden considerar un caso particular de este tipo de instalación. Estas se suelen de realizar de madera o metal y son de caja abierta. Estas suelen tener más mantenimiento ya que pronto se llenan de tierra y rocas, para evitar esto y que tenga buen drenaje tiene que tener mucha pendiente y aprovechar la escorrentía para limpiarse por sí mismo. Normalmente se encuentran abiertas, pero en ocasiones se instala una rejilla para evitar que las piedras de mayor tamaño entren en el interior.

De la misma forma que los anteriores, se debe construir de forma oblicua a la dirección del camino y con una inclinación mayor a la pendiente del camino. Este diseño es necesario para que pueda ser más eficaz y tenga un menos mantenimiento.

Las dimensiones recomendadas para una tajeta de madera o acero de sección rectangular son 7-10 cm de anchura y 10-20 cm de profundidad.

En el caso de las tajetas de mampostería las dimensiones mínimas serán de 40 cm de anchura y 7-10 cm de profundidad.

En ambos casos, las dimensiones se calcularán en función de la capacidad de desagüe necesaria en cada punto, del uso preferente del camino y del tránsito de vehículos de mantenimiento.

La separación entre las mismas dependerá del coeficiente de escorrentía, de la intensidad de la precipitación y del área drenada. De forma general, no se recomiendan distancias mayores de 50 m (Elorrieta et. al, 2006), ya que se pueden producir

socavaciones en la base de la tajea por la energía cinética acumulada en la corriente de agua; tampoco son recomendables distancias menores de 30 m por encarecer su posterior mantenimiento.

La gran desventaja de las alcantarillas abiertas es el mantenimiento, ya que deben encontrarse limpias para su correcto funcionamiento.

(1) El caballón desviador debe extenderse al corte marginal para interceptar todo el flujo de la cuneta y extenderse más allá del acotamiento del camino.

(2) Una berma debe bloquear y evitar que el flujo de la cuneta continúe camino abajo durante los flujos de crecida.

(3) El caballón desviador excavado se debe construir para que sea auto limpiante, usualmente con un sesgo de 30° con respecto al trazado del caballón desviador

(4) con el material excavado colocado en bermas sobre la pendiente cuesta abajo del camino.

(5) Las rocas (que se muestran en la figura) no deberían ser necesarias si los camellones se colocan a espacios suficientemente cerca como para evitar una erosión importante.

4.5.3.4. Alcantarillas. Caños

Las ODTs de obra (alcantarillas), se usan generalmente tanto como drenes transversales para desalojar el agua de cunetas, como para dejar pasar el agua por debajo de un camino en drenajes naturales y arroyos, existiendo una variedad de formas y tamaños de obras de drenaje transversal. La selección de la misma estará influenciada por las condiciones del entorno donde se sitúe la obra y de los condicionantes del diseño hidráulico.

- Clasificación según el tipo de ODT
 - 1 Tubo-(Forma circular)

Es la forma más comúnmente utilizada para las obras de drenaje transversal. Presenta un comportamiento hidráulico correcto para la mayoría de los casos. Como

posible desventaja cabe citar el estrechamiento que genera en algunos cauces y la posibilidad de taponamiento respecto a otras soluciones posibles.

- 2 Marco –(Forma rectangular)

Permiten una gran versatilidad de soluciones, generalmente son de secciones rectangulares o cuadradas. Son fácilmente adaptables a distintas condiciones de obra, como una estructura de perfil bajo, y su comportamiento hidráulico es inferior al de los tubos. Desde el punto ambiental permite el paso de los animales y no presenta una disminución del ancho del cauce tan acusada como en el caso de los tubos.

- 3 Bóveda

Suelen presentar una parte baja con forma rectangular y la superior con forma semicircular o en arco. Este tipo de obra permite, en algunos casos, adaptarse algo mejor al cauce natural y respetar el lecho del río. Generalmente se suelen usar para salvar zonas de cauce anchas y presentan pocos problemas de taponamiento. Las dimensiones pueden variar de manera significativa. Generalmente estas están construidas de hormigón o mampostería.

- 4 Tajea

Se trata de una obra de paso de sección pequeña rectangular o abovedada de gran antigüedad. Sin ser caños, tienen luces que no exceden de un metro. Se solían construir de ladrillo o las de piedra o mampuesto.

- 5 Pontón

Son obras de drenaje transversal realizadas en mampostería u hormigón, comprendiendo luces de entre 3 y 10 metros.

- 6 Estructuras (viaductos)

Se utilizan cuando es necesario salvar un cauce de gran envergadura en el que el caudal de diseño es tal que las soluciones anteriores no son viables o por condicionantes topográficos. En numerosas ocasiones se tratan de estructuras de vigas prefabricadas con los extremos de la estructura apoyados en los estribos.

- Diseño características constructivas

El material ideal para relleno es un suelo granular bien graduado o una mezcla de grava y arena bien graduada con no más del 10% de finos y exento de fragmentos de roca.

El material deberá compactarse perfectamente, cuando menos para que sea tan denso como el terreno adyacente, y de preferencia hasta alcanzar una compacidad de 90-95% del peso volumétrico máximo AASHTO T-99, y se colocará en capas de 15 cm de espesor. Es importante tener un relleno uniforme compacto para soportar estructuralmente el empuje lateral transmitido por el tubo.

El material para apoyo y para relleno de alcantarillas se especifica comúnmente como “material granular seleccionado” o como “suelo mineral seleccionado”. De hecho, muchos suelos son satisfactorios siempre que estén exentos de humedad en exceso, de escombros, de terrones de suelo congelado o de arcilla altamente plástica, de raíces o de fragmentos de roca de más de 7,5 cm de tamaño.

Idealmente una alcantarilla tendrá un ancho equivalente al ancho del cauce natural para evitar la disminución de sección del canal, la protección del cauce, el enrocamiento de protección, los drenes de desbordamiento, los muros de cabeza y las rejillas pueden en general mitigar los problemas en alcantarillas, pero ninguno de ellos será tan bueno como un tubo del tamaño adecuado bien colocado. Para evitar reparaciones al tubo o incluso su falla, así como para prevenir daños ambientales, una alcantarilla sobrediseñada pueden ser a la larga más redituable en cuanto a costo. Por otro lado, la colocación de muros de cabeza de concreto o de mampostería ayudan a disminuir la posibilidad de una falla de la tubería.

La estimación del tamaño de la alcantarilla tipo tubo.

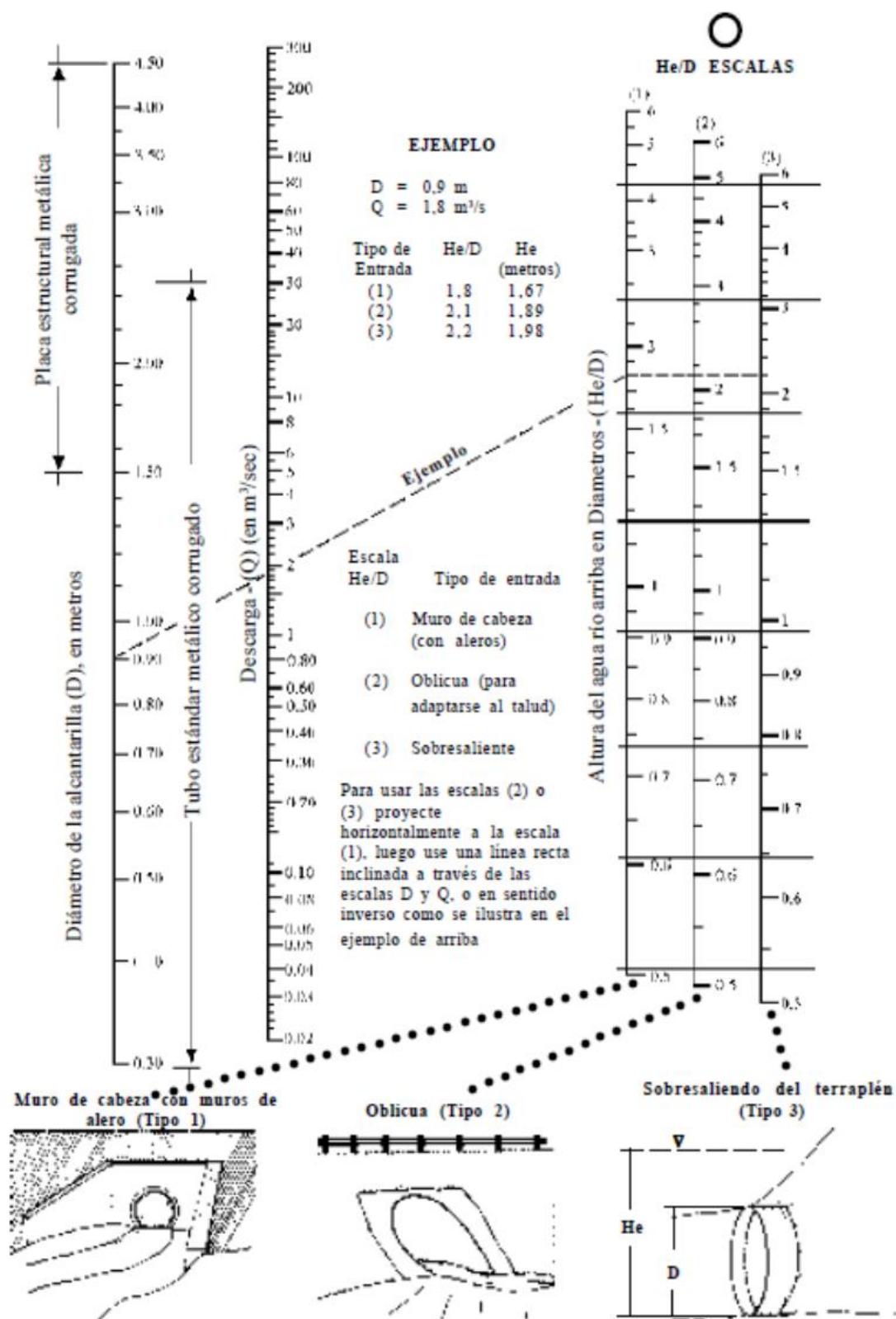
- a) Una idea aproximada de los diferentes diámetros en el caso de alcantarillas circulares, se puede estimar en la tabla 04 tomada del texto Ingeniería de Caminos Rurales, aconsejada para cuencas de captación pequeñas (de hasta 120 hectáreas).

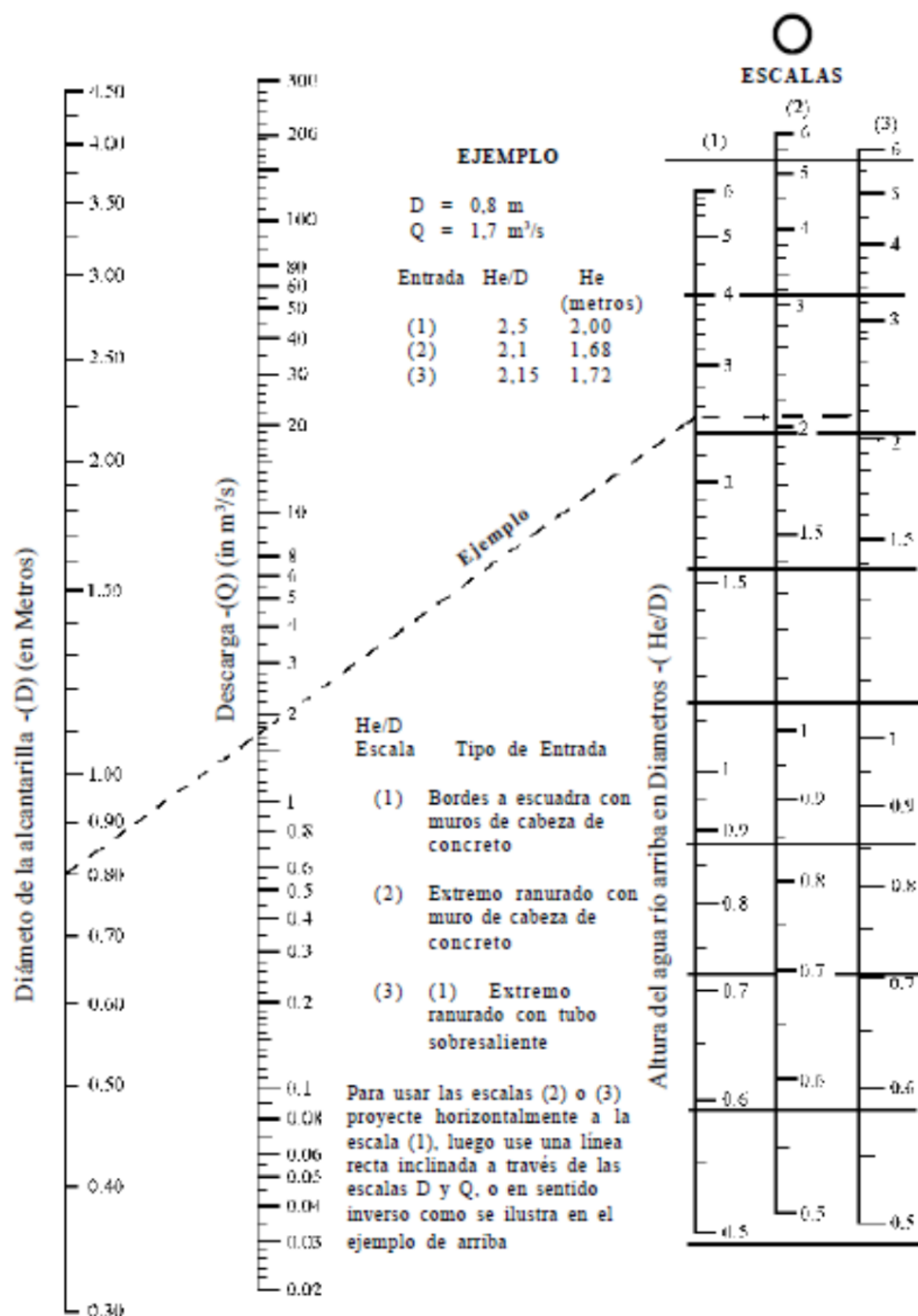
Área drenaje (hectáreas)	Tamaño de la estructura de drenaje Pulgadas y área (m ²)			
	Taludes empinados con troncos, cubierta ligera C=0,7 Tubo circular		Taludes suaves sin troncos, cubierta gruesa C=0,7 Tubo circular	
	Pulgadas	Área (m ²)	Pulgadas	Área (m ²)
0 - 4	30	0,46	18	0,17
4 - 8	42	0,89	24	0,29
8 - 15	48	1,17	30	0,46
15 - 30	72	2,61	42	0,89
30 - 50	84	3,58	48	1,17
50 - 80	96	4,67	60	1,82
80 - 120			72	2,61
120 - 180			84	3,58

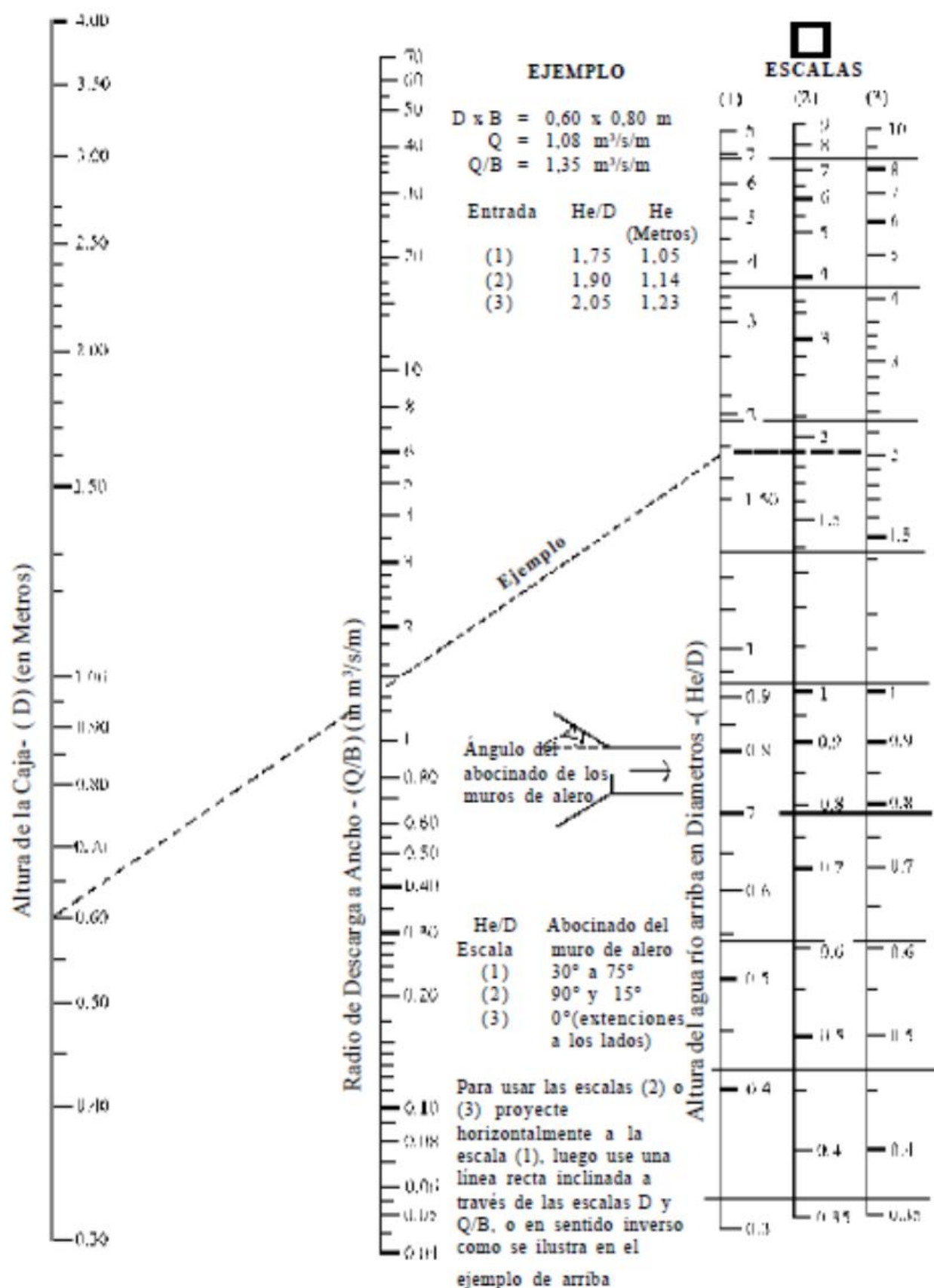
Tabla 4: Ingeniería de caminos rurales

- b) Otra forma de estimar el diámetro de las tuberías es en función de la “Altura del agua río arriba y capacidad para alcantarillas de tubo de concreto con control a la entrada” tal como figura en la adaptación de FHWA, HDS 5, 1998.)

El tamaño del tubo, como una función del caudal de diseño anticipado (capacidad) y del tirante río arriba, se puede determinar fácilmente mediante el uso de los nomogramas. Estas figuras son válidas para alcantarillas que se construyen comúnmente a base de tubos de metal corrugados, tubos de concreto de sección circular, y cajas de concreto. Cada una de estas figuras se aplica a tubos con control a la entrada, donde no hay restricciones en el tirante aguas abajo del agua que sale de la estructura. Idealmente, la elevación del agua a la entrada (tirante río arriba) no debería exceder demasiado a la altura, o diámetro de la estructura, a fin de evitar la saturación del relleno y de minimizar la probabilidad de taponamiento del tubo con los escombros flotantes.







4.5.3.5. Bermas de drenaje

Las bermas de drenaje generalmente se definen como una hilera continua de relleno y/o agregado, usualmente en el borde exterior de un camino, lo que evita que el agua de la superficie abandone el camino.

Las bermas se pueden crear de varias maneras y tiene varios fines, o pueden ser el resultado de malas prácticas de nivelación. Independientemente de su origen, las bermas del camino tienen la consecuencia negativa de recolectar y concentrar la esorrentía de la superficie del camino involuntariamente.

Cuando se ubican las bermas a lo largo del filo de un camino con peralte hacia afuera está impidiendo que se evacue el agua en la superficie del camino y por lo tanto puede provocar la erosión de la zona donde se libere del camino.

- Características constructivas de bermas de drenaje

Las bermas del camino en la parte exterior de un camino con peralte hacia afuera o coronado pueden tener el mismo efecto que un corte transversal; la esorrentía del camino puede ser bloqueada por la berma y puede resultarle imposible drenar fuera de la superficie del camino. Recolecta, desvía y luego descarga la esorrentía donde puede provocar barrancos en el terraplén y/o la ladera.

Las bermas se forman también debido a obstrucciones físicas que evitan la nivelación eficaz de la superficie del camino. El crecimiento de vegetación o árboles jóvenes en el borde exterior de un camino, o la presencia de una linde de propiedad o una cerca de ganado a lo largo del borde interior o exterior de un camino, puede evitar la nivelación eficaz de la superficie, y por ende provocar la formación de una berma residual. Las bermas del camino también son creadas por los equipos de mantenimiento del camino cuando deciden almacenar materiales de desecho, creados en otro lugar (por ejemplo, al hacer trabajo de despeje), a lo largo del borde exterior de una sección ancha del camino.

4.5.4. Drenaje longitudinal:

El drenaje longitudinal evita la acumulación de agua en los márgenes de los caminos o sendas, favoreciendo su circulación a lo largo del mismo mediante cunetas o permitiendo su paso bajo la plataforma y facilitando que discurra ladera abajo. Según los casos y la sección tipo se utilizarán distintos tipos de drenajes longitudinales.

4.5.4.1. Cunetas:

Las cunetas son los elementos constructivos que crean una conexión hidráulica entre el agua entrante en el camino con el desagüe del mismo, su actuación consiste en recoger el agua tanto de la plataforma como de los taludes para transportarla a los desagües.

Las cunetas bien construidas y mantenidas son importantes para la estabilidad de largo plazo de un camino con peralte hacia adentro o coronado.

La cuneta es un canal o zanja poco profunda a lo largo del camino para coleccionar el agua del camino y del terreno vecino y transportarla hasta un punto adecuado para eliminarla.

Se sitúan en las secciones transversales en desmonte, en terraplén y, en algunos casos, a media ladera, lo más adecuado será la colocación de cunetas a uno o ambos lados del camino, intentando minimizar sus dimensiones con el fin de mover el menor volumen de tierra durante su construcción. Las cunetas recogerán el agua procedente de la propia plataforma y de los taludes, canalizándola hasta los puntos de desagüe, bajo el camino (cauces naturales, arquetas y caños) o sobre el mismo (tajeas abiertas).

- Cunetas de sección triangular

Las cunetas de secciones triangulares son más fáciles de construir y tienen menor tendencia a la sedimentación; sin embargo, su conservación es más costosa debido a la dificultad en la limpieza de la zona baja y, si no están revestidas, sus taludes se erosionan con facilidad para caudales altos.

La pendiente longitudinal mínima debe ser al menos del 1%, con el objetivo que el agua circule por la misma, lo que deberá preverse en el perfil longitudinal del camino. Las pendientes mayores del 10% pueden causar erosiones en la misma, debiéndose calcular en cada caso la velocidad del agua.

La dimensión tipo que aparece en la Figura 30, está tomada del texto manual de aspectos constructivos de caminos naturales, siendo la profundidad mínima (margen de tolerancia mínimo para la sedimentación) de 30 cm, la inclinación de los taludes será 1:1 en el lado exterior y 1:2 en el interior.

- Disminución de velocidad de cunetas

Con el fin de evitar, en la medida de lo posible, el revestimiento de cunetas, se diseñarán sistemas que disminuyan la pendiente longitudinal, lo que reducirá la velocidad del agua y, por tanto, su capacidad de erosionar.

Para ello, se dispondrán en la cuneta diques de piedra en seco o tomada con mortero, hormigón, material vegetal con postes de madera, etc.

En el diseño de la obra se preverá un vertedero para evacuar los caudales medios y mantener el flujo en la cuneta.

Altura cuneta H	Altura salto A	Altura salto L
0,3	0,2	0,75
0,5	0,3	0,9
0,75	0,5	1,3

Tabla 5: Dimensiones del salto en función de la altura de la cuneta

- Clasificación de cunetas

Las cunetas se pueden clasificar en función de su “acabado”, en cunetas sin revestir, cunetas revestidas o cunetas dren, y también pueden clasificarse por la forma de las mismas, triangulares, trapeciales, etc.

- Cunetas revestidas.

El revestimiento de las cunetas suele ser de piedra en seco, de mampostería (piedra embebida en hormigón o mortero) o de hormigón.

Para analizar la necesidad de revestir las cunetas, se tendrán en cuenta los siguientes criterios generales:

- Revestir las cuentas para pendientes mayores del 12% en zonas con clima de lluvias suaves (España húmeda), superiores al 10% en zonas de clima más irregular (España seca), o cuando las pendientes sean menores del 1% para evitar sedimentaciones.
 - Adoptar precauciones especiales contra la erosión y las socavaciones cuando las pendientes sean superiores al 10%.
- Cunetas dren

Este tipo de drenaje longitudinal se utilizará en tramos en los que no se aconseje, por cualquier circunstancia, la cuenta abierta.

El diámetro del tubo dren se determinará en función de las dimensiones de la cuneta existente y del caudal a desaguar, con un diámetro no inferior a 20 cm, y se colocará sobre una cama de arena de río de espesor 0,1 veces el diámetro del tubo.

El relleno envolvente del tubo será de material filtrante con un recubrimiento mínimo de 0,1 veces el diámetro del tubo; todo el relleno de material filtrante irá envuelto por un geotextil anticontaminante.

Por último, se añadirá una capa final de árido compactada al 95 % del PN.

4.5.5. Perfilado de la rasante del camino

Una vez finalizados los trabajos de rehabilitación de los drenajes en mal estado y de realización de nuevos drenajes, se realiza la labor de perfilado de la rasante del camino para conseguir la explanación o geometría del camino.

Será necesario el marcaje de unos puntos topográficos de referencia para poder nivelar el camino y obtener su forma geométrica. Estos trabajos se realizarán a mano ya que no se observa zonas de piedra. Las tierras sobrantes tras finalizar esta labor se acopiarán en el borde de la excavación para posteriormente retirarlas.

4.5.6. *Perfilado de taludes*

Una vez realizado el perfilado de rasante y tras haber limpiado los laterales del camino de la tierra sobrante, comenzamos a realizar el perfilado de taludes. Los trabajos se realizarán del mismo modo que anteriormente. Se precisará del marcaje de unos puntos topográficos que servirán de guía para el perfilado.

La geometría debe ser suave y que se adapte al terreno. Del mismo modo, una vez finalizado el trabajo las tierras sobrantes, y que no se puedan utilizar en la misma obra, se retirará.

4.5.7. *Explanación*

Comenzamos realizando el desbroce del terreno, una vez terminado continuamos con la excavación de la tierra con maquina excavadora sobre oruga para que no tenga problema para manejarse en terrenos sueltos y húmedos. La excavación se ha de llevar a cabo teniendo en cuenta las pendientes y dimensiones que debe tener el camino.

Parte de los productos extraídos de la excavación se puede aprovechar en las zonas donde sea necesario realizar rellenos como por ejemplo en baches. La que no se vaya a utilizar será retirada del lugar de la obra. Nunca se deberá dejar a los lados del camino ya que perjudican y ocasionan molestias en el cultivo del olivar. De cualquier forma, la tierra que se extraiga nunca se mezclará con los demás productos excavados.

Una vez se termine el relleno se procede a la nivelación. Todos estos trabajos deben realizarse teniendo en cuenta que los drenajes siempre deben mantenerse en optimas condiciones para no ocasionar problemas en el firme ya corregido.

4.5.8. *Extensión y compactación*

La extensión del material que va a ser utilizado para relleno se deberá extender en tongadas horizontales que tengan siempre el mismo espesor por todas sus partes para el compacto sea uniforme en toda la superficie.

La pendiente transversal máxima será del 2%. Una vez finalizado el trabajo de extender la tongada esta será regada con agua en el caso de que fuese necesario.

En nuestro caso sí será necesario el humedecido y este será uniforme, y en vista de los resultados de los ensayos de compactación que se obtengan se verá si es necesario un riego mayor o no. El terreno en el que trabajamos la humedad natural del terreno es mínima. Por lo tanto, no es necesario tenerse en cuenta las aguas subterráneas ni superficiales que serán inexistentes en verano y escasas con excepciones de algún punto concreto en épocas de lluvia. En el caso de que durante la ejecución de la obra sufriese un año excepcional de lluvias que impidieran los trabajos, estas aguas deberán recogerse y conducirse fuera del mismo y esperar a que la humedad del terreno fuese la adecuada para comenzar la compactación.

Una vez controlada la humedad del terreno pasaremos a la compactación de forma mecánica.

Se prevé que el terreno de los caminos es bueno por el estado en el que se encuentra el firme y que por lo tanto no cuentan con tierras inestables en su base. De cualquier modo, en el caso de que durante la explanación se visualizase algún terreno de este tipo se deberá eliminar por completo antes de comenzar a realizar las tongadas y su compactación.

4.5.9. Bases granulares

Para la base será necesario traer de la cantera el material necesario ya preparado. Este se acopiará en la obra, en varios puntos a lo largo de los caminos para facilitar el posterior trabajo de extendido en el momento de construcción de la base del camino.

Para el comienzo de la ejecución de a base granular será necesario que comencemos con el acopio del material en obra en diferentes fases.

Una vez que tenemos el material en obra se comenzará a extender sobre el camino mientras se repasa con una motoniveladora, tras esta estará preparado un camión cisterna para humedecer el material una vez nivelado.

La motoniveladora formará un cordón con el material de la base a cada lado del camino. Este cordón posteriormente será extendido, para proseguir de nuevo con la humectación. Este proceso será repetido las veces que sean necesarias.

Una vez realizada una tongada se deberán realizar las comprobaciones necesarias para asegurarnos que se encuentra nivelada y correctamente compactada.

En el momento en el que se utilicen rodillos vibratorios para la compactación, se deberá tener en cuenta que dicha vibración no afecte a la base que estamos construyendo y desagregue el material.

- Control de calidad de las bases granulares.

Hasta que finalicen los trabajos, se controlará el estado de los mismos en todo momento a través de los ensayos que previamente a la realización de las obras se consideren necesarios. Antes de la realización de los ensayos, será necesario revisar el terreno, y en el caso de observar algún desperfecto como por ejemplo un hundimiento, se ha de corregir de inmediato para proceder después a la toma de muestra para el ensayo.

En el mismo momento que se estén ejecutando los trabajos, será preciso elegir varios puntos donde se recogerán muestras y realizarán los ensayos, estos puntos de donde se cogerán las muestras van a ser aleatorios, pero siempre se ha de tener en cuenta que se va a realizar como mínimo una muestra de terreno de vertical y otra horizontal cada 100 metros de camino.

La muestra vertical y horizontal recogida se considerará un solo lote y por tanto se rechazará o se aceptarán ambas a la vez. Por lo tanto, en un mismo lote se realizarán pruebas de densidad y de humedad, el numero realizado de estas pruebas por lote será de al menos siete.

La medición se realizará según la norma UNE 103900 en el caso de que se usen pruebas rápidas de control. En estos casos nos hemos de asegurar que la medición de la densidad se ha realizado correctamente en toda la capa, pero también de que durante la medición no afectemos a la capa inferior.

Además de los anteriores, en el mismo lugar donde se ha realizado el ensayo, cada 1500 metros, será necesario realizar un ensayo de carga con placa de 300 milímetros de diámetro nominal siguiendo la norma UNE 103808, además de determinar la humedad natural siguiendo la norma UNE 103300.

Por cada lote, se elegirá un tramo de 20 metros donde se realizará la comprobación de los espesores de la capa. Para ellos se tomará topográficamente la rasante del terreno antes del aporte del material granular y la rasante de la superficie terminada después de haber realizado la compactación. Estos datos se tomarán tanto en los lados izquierda y derecha del camino como en el eje central. Se ha de tener en cuenta peraltes y bombeos, en el caso de que los haya.

También se ha de realizar tres muestras para comprobar los espesores de la capa a través de catas localizadas, estas han de realizarse una en el eje central, una en sentido ascendente de circulación y otra en sentido descendente de circulación. Esto se ha de realizar cada 500 metros de camino.

Cada 50 metros se tomará las mediciones necesarias para conocer la anchura de la capa de rodadura del camino.

- Criterios de elección de bases granulares

Se valorará por lote si se acepta o rechaza según los valores obtenidos.

Se ha de tener en cuenta que la densidad media debe ser la especificada y en ningún caso inferior. Si el valor en dos muestras del lote, es inferior al 2% del valor deseado, el lote se rechazará y se deberá realizar de nuevo la compactación hasta conseguir los valores deseados.

Los ensayos de humedad no determinarán, por sí solos, si el lote se rechaza o se acepta, únicamente da información adicional.

La prueba de carga de suelos mediante placa estática de 300 milímetros de diámetro nominal para conocer la capacidad portante referida al valor del módulo de deformación vertical, tendrá que ser mayor a los valores que aparecen en el PG3 para categoría de explanada y tráfico pesado indicado en el proyecto. En el caso de que no se alcanzase los resultados exigidos se deberá compactar de nuevo el lote hasta que se consigan los valores necesarios.

En el caso de que el espesor medio fuese menor al deseado será necesario corregirlo y se realizará de la siguiente forma:

- Si el valor fuese igual o superior al ochenta y cinco por ciento del deseado y no hubiesen problemas de exceso de humedad, se deberá compensar la deficiencia de espesor con la siguiente capa, y de esta forma será aceptable.
- Si el valor es inferior al ochenta y cinco por ciento del deseado, se deberá remover el granulado al menos 15 cm centímetros, añadir la cantidad necesaria del mismo material para alcanzar la altura deseada y compactar de nuevo.

Además, se ha de tener en cuenta, que el espesor no podrá ser inferior en un diez por ciento cuando este se prolonga en más del 15% de la longitud total del lote. En el caso de que no se cumpliera esta condición se deberá dividir el lote en dos partes iguales y se observará si cumple las medidas anteriores.

4.5.9.1. Riego de imprimación.

Antes de comenzar con el riego de imprimación hay que comprobar la superficie, esta deberá estar limpia, libre de barro y de cualquier partícula que impida que la superficie se encuentre en condiciones óptimas. También se ha de tener en cuenta que la superficie no se encuentre reblandecida por la humedad. En el caso de que así fuese será necesario reparar antes de proceder al riego de la imprimación.

Para asegurar que la superficie está en perfectas condiciones se procederá a limpiarla con barredoras mecánicas, incluso en los lugares que sean de difícil acceso o que no llegue la maquinaria se realizará esta labor con cepillos de mano. Una vez eliminado las partículas y el polvo sobrante se regarán con agua sin que llegue a saturarlo. Se ha de prestar especial interés a los bordes del camino que suele ser la parte más afectada.

Una vez esté la superficie humedecida se comenzará a aplicar el ligante hidrocarbonado siempre que la temperatura no sea inferior a 2º centígrados, que en tal caso se suspenderán los trabajos hasta que aumente la temperatura.

El ligante hidrocarbonado se extenderá de forma que quede totalmente uniforme, para conseguir esto se debe tener especial cuidado en las juntas transversales de trabajo ya que puede superponerse, para que esto no ocurra se coloca cinta bajo los difusores donde se interrumpa el riego y haya que volver a comenzar.

En el caso de que fuese preciso realizar este trabajo por zanjas se ha de tener en cuenta que se debe de superponer, pero de forma muy leve.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad este comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20 a 100 sSF), según la NLT-138, en el caso de que se emplee un betún fluidificado para riegos de imprimación, o entre cinco y veinte segundos Saybolt Furol (5 a 20 sSF), según la NLT-138, en el caso de que se emplee una emulsión bituminosa. [12]

Los elementos como la señalización, los olivos que se encuentren muy pegados al camino, vayas u otros elementos se protegerán antes de comenzar con el riego para no mancharlo.

Cuando la temperatura ambiente se encuentre en los 10 grados centígrados se podrá aplicar el riego de imprimación, además de tener en cuenta que no se prevén precipitaciones. En el caso en que la temperatura del ambiente vaya claramente en aumento, entonces se podrá comenzar la extensión a los 5 grados centígrados.

- Extensión del árido de cobertura

El árido de cobertura se realizará de forma ocasional, solamente se empleará en el momento en que se observe que la imprimación no se ha absorbido 24 horas después de haberla extendido, o en el caso en que sea necesario hacer que circulen vehículos por el camino, de esta forma se evita que pasen sobre la imprimación.

El extendido de esta capa de cobertura se realizará con medios mecánicos y se realizará de manera uniforme. en el momento de extender el árido hay que controlar la humedad que tiene ya que no puede tener más de un 2% de su cantidad en agua, en el caso de que se emplee emulsión bituminosa, esta cantidad puede elevarse hasta un 4%.

Siempre se ha de tener en cuidado en que las ruedas de la maquina extendedora del árido no toque la imprimación sin cubrir de árido. En el caso de que no pueda evitarse y sea necesario hacerlo por hiladas y que la maquina pase, en este caso se tendrá la precaución de dejar unos 20 centímetros libres para que puedan circular y las ruedas no pisen la imprimación.

Como ya hemos comentado, sobre la capa de riego de imprimación no será posible la circulación, sobre todo si el ligante no se a absorbido por completo. Una vez extendido el árido de cobertura, durante las siguientes 4 horas tampoco se podrá circular

sobre él. Una vez pasado este tiempo podrán circular los vehículos, pero siempre con la precaución de no sobre pasar los 40 kilómetros por hora.

4.5.9.2. Mezclas bituminosas para capas de rodadura.

Hablamos de mezclas bituminosas a las que surgen de combinar betún asfáltico, áridos en granulometría continua con bajas proporciones de árido fino o con discontinuidad granulométrica en algunos tamices, polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante, cuyo proceso de fabricación y puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la del ambiente. Estas capas suelen ser muy finas ya que no superan los 5 centímetros de espesor. [13]

Las mezclas bituminosas se pueden clasificar en calientes y semicalientes dependiendo de la temperatura que sea necesaria en el momento de su fabricación y puesta en la obra.

En el caso de las mezclas bituminosas semicalientes emplean betunes especiales, aditivos u otros métodos que dan lugar a que se pueda realizar su mezclado disminuyendo la temperatura hasta 40 grados centígrados con respecto a la mezcla equivalente. Esto logra que se pueda utilizar en las mismas condiciones que las categorías de tráfico pesado T1 a T4.

Además de la anterior clasificación, las mezclas bituminosas para capa de rodadura también se clasifican en drenantes o discontinuas, y sus características son las siguientes:

- Las mezclas bituminosas drenantes tienen una cantidad baja de árido fino y por lo tanto los huecos entre el árido que se producen son mayores. Al encontrarse estos huecos interconectados es lo que dota a la mezcla de sus características drenantes. Estas capas pueden tener un espesor de 4 a 5 centímetros de espesor.
- Las mezclas bituminosas discontinuas están compuestas por áridos que cuentan con una granulometría muy diversa. Por lo que se puede observar tamaños de árido más grueso que van desde los dos o tres centímetros hasta otro tipo de árido más fino que no llega a superar los once milímetros.

Ambas mezclas bituminosas siguen las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- Transporte al lugar de empleo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Extensión y compactación de la mezcla.

Para las características de los áridos, tipos de ligantes y fabricación se estará sujeto a los que indica el PG3. [13]

- Preparación de la superficie existente

Una vez finalizadas las capas anteriores que deben encontrarse en perfecto estado debido a las pruebas sometidas, se revisará que así sea y una vez comprobado que tiene regularidad superficial aceptable se procederá a extender la mezcla. Este es el momento en el que si existe algún tipo de deterioro se reparará.

También se comprobará que el riesgo de adherencia no se encuentre degradado antes de extender la mezcla.

Se comprobará especialmente que, transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie. También se deberá comprobar que la capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido de forma grave tras haber transcurrido bastante tiempo desde que se aplicó. En el caso de que si se hubiese visto afectada se deberá aplicar adicionalmente un riego de adherencia.

- Transporte de la mezcla

Es importante que no se enfríe durante el traslado de la planta a la obra en camiones ya que para llevar a cabo su extensión la tempera no puede ser inferior a la debida. Para conseguirlo es necesario la protección durante el transporte cubriéndolo con lonas o con algún otro material.

Que se vierta la mezcla bituminosa con una temperatura inferior a la debida puede provocar que no alcance la densidad exigida y el firme no quedará liso ni con la consistencia requerida, agravándose la situación cuando la capa es más fina. [14]

- Extensión de la mezcla

Se deberá realizar la extensión en franjas longitudinales. Se tendrá en cuenta el ancho del camino para que el número de franjas sea el mínimo posible y queden las menores juntas posibles, de esta forma se obtendrá una mayor continuidad. Para ajustar el ancho de las franjas se deben tener en cuenta muchos factores, como por ejemplo la capacidad de producción de la planta o de la cantidad que puedan cargar los camiones para el transporte hasta la obra, las características de la maquina extendedora y la regulación del tráfico que se deba mantener. [12]

En el caso de que el tránsito que va a tener el camino fuese de vehículos pesados se debería extender a todo el ancho completo, aunque para ellos hiciese falta trabajar con dos extendedoras al mismo tiempo para de esta forma evitar juntas. En nuestro caso, los caminos no reciben gran cantidad de vehículos pesados, únicamente los tractores que tengan que ir al olivar que se encuentre en esa zona ha realizar su trabajo, pero en el caso de que el tráfico.

Al tener que realizarlo en franjas se deberá prever todo el material para que la segunda franja se pueda extender estando todavía caliente el borde de la primera. En el caso de que esto no se pudiese lograr se necesitará hacer una junta longitudinal.

Con la extendedora debemos conseguir que la superficie quede completamente lisa y uniforme, sin arrastres y comprobando que el espesor de la mezcla después de haber compactado sea el deseado para que se ajuste a la sección transversal.

La extensión debe realizarse lo más continua posible, para ello será necesario que la extendedora no se detenga en ningún momento, y por tanto se verá obligada a adaptarse a los tiempos que tarde en llegar la mezcla bituminosa a la obra, que vendrán fijados por la capacidad de producción de la planta.

Si fuese necesario la parada, se ha de tener en cuenta que la mezcla bituminosa que quede por extender no debe perder temperatura excesiva y que siempre se encuentre dentro de los límites deseados, si esto ocurriese se ha de realizar una junta transversal.

En el caso en que para no dañar los olivos no se pudiese emplear la extendedora, habrá que descargar la mezcla bituminosa necesaria fuera de la obra e ir realizando la compactación con otros medios.

- Compactación de la mezcla

Para llevar a cabo la compactación será necesario un mínimo de pasada superior 6 sin utilizar el vibrador, se deberá realizar a la máxima temperatura posible, sin que llegue a rebasar los límites establecidos y sin que la mezcla extendida se desplace, esto continuará mientras la mezcla tenga una temperatura adecuada y no rebase el mínimo de temperatura y siga en condiciones que necesite ser compactada.

La dirección de compactación debe de ser continua y de forma longitudinal. Al realizarse la compactación por franjas, esta debe extenderse al menos 15 centímetros para que ocupe parte también de la anterior franja y no quede desnivel.

Cuando sea necesario que la extendedora cambie de dirección, estos giros deben realizarse sobre la mezcla ya apisonada y de forma muy suave. Además, los rodillos de la compactadora deben estar siempre limpios y, si fuese posible, húmedos.

- Juntas transversales y longitudinales

Las juntas longitudinales se realizan después de realizar la primera franja de mezcla bituminosa y esta tenga una temperatura por debajo de la mínima exigida, en ese momento se realizará un corte de forma vertical en el borde de la franja dejando el perfil plano y vertical en todo su espesor. Posteriormente se calentará la junta para poder unirla con la siguiente franja que se vierte a continuación.

Las juntas transversales de la mezcla en pequeño espesor tendrán dispuestos los apoyos precisos para el rodillo y se compactarán transversalmente. Estas se encontrarán a una distancia superior a 5 metros las juntas transversales de las franjas de extensión adyacentes.

- Limitaciones de la ejecución

Existe momentos en los que no se debe realizar el extendido de la mezcla bituminosa, se evitará su ejecución principalmente si:

- La temperatura ambiente es inferior a 8 grados centígrados y la previsión es que continúe bajando.
- También se debe evitar el viento intenso.
- No se podrá ejecutar con lluvias o con predicción de que las haya,
- Cuando se haya producido una helada con anterioridad a su vertido.

- Cuando hay temperaturas bajas y la zona de extendido es sobre tableros de puentes y estructuras.
- Control de calidad de la ejecución

Con anterioridad al vertido se ha de comprobar que las temperaturas se encuentran en optimas condiciones, por este motivo se ha de medir la temperatura ambiente y la temperatura de la mezcla a la llegada a la obra, además de observar el aspecto que presenta.

Para los ensayos de los lotes se seguirá lo descrito en el PG3 según se trate de una mezcla bituminosa drenante o discontinua. Se considerará como un lote toda la fracción construida diariamente o por el contrario una longitud de 500 metros de calzada.

- Espesor de la capa

Para comprobar el espesor del que dispone la capa, antes de verter la mezcla se tomará topográficamente la altura de la rasante del terreno y también se tomará una vez vertida y acabada la capa de mezcla bituminosa. Estas muestras se tomarán en cada lote, teniendo en cuenta un tramo de 20 metros en cada uno de ellos. Se tendrá en cuenta en las medidas, el eje del camino, ambos lados y, en el caso de que existan, los peraltes.

Además de las anteriores, cada 500 metros de calzada se realizarán 3 muestras al azar para comprobar el espesor que tiene la capa, una de las muestras seria la del eje central, una para la circulación ascendente y otra para la circulación descendente.

La capa debería tener un espesor medio por lote tal como el indicado en el proyecto, este no debería diferenciarse en 10 milímetros de la teoría, además, el espesor de la capa no deberá ser inferior al 100 por 100 de la sección prevista.

En el caso en que suceda que llegase a ser inferior se deberá actuar de la siguiente forma:

- En el caso de que se trate de mezclas discontinuas, cuando la capa es inferior a lo deseado la solución podría ser realizar un fresado y volver a realizar la capa sobre la que hay, esto sería viable en el caso de que no existan problemas de gálibo ya que la superficie quedaría por encima de la cota esperada, también se debe tener en cuenta la sobrecarga en el caso de que sea una estructura.

- Si estamos tratando mezclas drenantes, no se aceptará la capa correspondiente al lote que se ha analizado. Para solucionar este problema, habrá que realizar un fresado para levantar la capa anterior, y una vez retirados los escombros, se deberá de realizar de nuevo la capa con el material que corresponda. Los escombros que surjan de esta actividad deberán tratarse como tal y ser llevados a una planta de reciclaje o ser aprovechados en obra.

Además de lo anterior, hay que tener en cuenta que no se aceptará que más de una muestra tenga un valor inferior al 95% del espesor deseado. En el caso de que eso no se cumpliera, un lote se deberá dividir en dos partes iguales y se deberá coger testigos de cada uno de ellos.

Se deberá ir comprobando el ancho de los caminos cada 50 metros, y nunca podrán ser inferior a lo estipulado.

4.5.10. Podas

La poda será realizada con ayuda de motosierras. Se comenzará cortando las ramas de los árboles, con un corte inferior hasta la mitad de la rama y un corte superior. Una vez cortadas las ramas y taladas en palos más pequeños para que puedan ser manejados y cargados en un camión para su retirada, se procederá a cortar el tronco.

Este debe quedar de forma que no favorezca la acumulación de agua, por lo tanto, se realizará el corte lo más abajo posible, o en su caso, si fuese necesario se ahondará para quitar parte del troco hasta que quede por dejado de la rasante.

4.6 CATÁLOGO BUENAS PRÁCTICAS DRENAJES

Obras de drenaje transversal:

Vados ondulantes

- Prácticas recomendadas en los vados ondulantes

En caminos rurales de baja velocidad con pendientes de menos de 12%, Se prioriza normalmente la construcción de vados ondulantes superficiales en lugar de alcantarillas de drenaje transversal. Principalmente es aconsejable en caminos que constan con un peralte hacia afuera y mayoritariamente que se encuentran en pendiente. Esto nos sirve para drenar la escorrentía hacia la parte exterior del camino y dejar la superficie del camino libre de agua.

A diferencia de otros tipos de drenaje en los vados ondulantes se mantiene la importancia de que este no afecte a la velocidad del vehículo que transita por su superficie y no sea necesaria la moderación excesiva de la velocidad de circulación. La profundidad del vado ha de ser suficiente para permitir un drenaje adecuado, y con suficiente longitud (15 a 60 metros) para que circulen vehículos.

En el caso de suelos blandos, se debe reforzar la parte superior, el fondo del dren y la salida del mismo con grava o con roca.

Cuando en el camino esté previsto que vayan a transitar camiones o vehículos pesados con remolques, se ha de tener en cuenta que el vado ondulante tendrá una inclinación inferior a un ángulo de 30 grados con respecto al camino. Esta recomendación se realiza porque al circular cargas pesadas se puede producir un balanceo y no llega a ser seguro. Lo principal de esta construcción es que no suponga ningún peligro para los vehículos que se encuentran circulando teniendo en cuenta su longitud y profundidad.

Los vados ondulantes se consideran una buena elección para caminos que tienen circulación de vehículos más pesados y que va a ser usado durante todas las épocas del año ya que es más resistente que otros sistemas de drenaje incluso en los momentos en los que el clima puede favorecer su rotura, como por ejemplo son las épocas más lluviosas del año en la zona.

- Prácticas que deben evitarse en los vados ondulantes

Se debe evitar la descarga de agua sobre suelos erosionables sin protección.

Aunque también es posible realizar el vado ondulante en caminos donde el peralte se encuentre realizado hacia adentro, este debe de estar coronado obligatoriamente con peralte hacia afuera. De este modo las aguas se evacuarían hacia cualquier punto. Pero esto es desaconsejable y se debe dejar como último recurso y en el caso de que no sea evitable ya que la misión del drenaje de aguas es la unión y recolección de las aguas. Por lo tanto, si parte del agua la estamos drenando hacia el interior del camino, posteriormente tenemos la obligación de evacuar esa agua por otros medios y se va a necesitar más elementos de drenaje como alcantarillas de cunetas para evitar que la cuneta se erosione y llegue a formar barrancos.

Debemos evitar que la pendiente hacia afuera de los vados ondulantes no sea suficiente, esto provocaría que el agua no se drenase bien y provocase un estancamiento en el mismo, lo que dará lugar a charcos, sedimentación y que se formen baches.

- Ventajas en los vados ondulantes superficiales

Los vados ondulantes superficiales de base ancha están diseñados para dejar pasar tránsito lento al mismo tiempo que dispersan el agua superficial

Los vados superficiales generalmente cuestan menos, implican menos mantenimiento y son menos propensos a taparse y a fallar que los tubos de alcantarilla.

Los vados superficiales son ideales para caminos rurales y para velocidades de bajas a moderadas (20-50 kph).

Badenes. Vados inundables.

- Practicas recomendadas en badenes. Vados inundables.

Se deben construir en lugares estrechos a lo largo del cauce y ubicarse en zonas con buenas condiciones de cimentación, se deben ubicar los vados donde las márgenes del arroyo sean bajas y donde el cauce esté bien confinado.

No debe usarse para el paso de cauces de gran profundidad que implican rellenos altos.

La estructura o la losa deben ser suficientemente largas para proteger el “perímetro mojado” del cauce natural del arroyo.

Se deba añadir una especial protección aguas arriba, más alto del nivel esperado de aguas máximas, creando un resalto libre, típicamente de entre 0,3 y 0,5 metros en la elevación, entre la parte superior de la superficie reforzada de rodamiento (losa) y el nivel de aguas máximas esperado.

Proteger toda la estructura con pantallas impermeables, enrocamiento , gaviones, losas de concreto, u otro tipo de protección contra la socavación. El borde aguas abajo de un vado es un punto particularmente crítico para efectos de socavación y necesita disipadores de energía o enrocamiento de protección debido al abatimiento típico del nivel del agua al salir de la estructura y a la aceleración del flujo a través de la losa.

Para el caso de vados simples de roca, use grandes fragmentos bien graduados en la base de la calzada, que tengan la resistencia suficiente para resistir el flujo del agua, posteriormente se deben rellenar los huecos con fragmentos pequeños de roca limpia o con grava para proporcionar una superficie de rodamiento tersa. A estas rocas pequeñas se les deberá dar mantenimiento periódico y se reemplazarán eventualmente.

La cimentación ha de construirse sobre material resistente a la socavación (roca sana o enrocamiento grueso) o por debajo de la profundidad esperada de socavación, con el objeto de evitar la socavación de la cimentación o del cauce mediante el uso de enrocamiento pesado colocado localmente, jaulas de gaviones, o refuerzo de concreto.

Se deberán instalar convenientemente anclados marcadores que permitan ver claramente la profundidad del agua para advertir al tránsito de alturas peligrosas del agua.

- Prácticas que deben evitarse en badenes. Vados inundables.

Construcción de rampas verticales pronunciadas en vados en las que puedan quedar atrapados camiones largos o remolques.

Colocación de material de relleno para accesos dentro del canal de desagüe.

Colocación de cruces en estiaje sobre depósitos de suelos de grano fino susceptibles a la socavación, o adopción de diseños que no prevean protección contra la socavación.

Construcción de vados que bloqueen el paso de peces tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo.

- Ventajas y desventajas de los badenes. Vados inundables.
 - La ventaja principal es que un vado no es generalmente susceptible de una alcantarilla de tubo que puede llegar a taparse;
 - En general los vados son estructuras menos costosas que las alcantarillas grandes o los puentes. Pueden resultar inicialmente más caros que las alcantarillas, pero se necesitará menos relleno en el cauce y pueden dejar pasar un mayor caudal.
 - Los vados con alcantarillas se pueden usar para desalojar flujos en estiaje y para mantener a los vehículos fuera del agua, evitando la degradación de la calidad del agua.
 - Los vados son ideales como obras de drenaje con características desconocidas de flujo.
- Entre las desventajas de los vados se incluyen las siguientes:

Las estructuras tipo vado implican ciertos retrasos periódicos u ocasionales en el tránsito durante periodos de alto caudal.

- La configuración no se adapta fácilmente a desagües tallados profundamente en el terreno para los cuales se necesitarían rellenos de gran altura.
- Debido a que la geometría de la estructura implica una depresión en la superficie y retrasos periódicos, en general no son recomendables para caminos de mucho tránsito ni de alta velocidad.
- Los vados con alcantarillas pueden represar los arrastres en el cauce de un arroyo y ocasionar el taponamiento de la alcantarilla, lo cual implica mantenimiento.
- La migración de peces puede ser una característica difícil de incorporar en el diseño.

Caballones desviadores. Tajeas

Los caballones desviadores, también llamados, camellones, alcantarillas de caja abierta o tajeas son vados o abrevaderos bajos, abruptos y excavados con una loma cuesta abajo o berma en montículo que se construyen en un ángulo oblicuo cruzando el camino.

Un caso particular serían las tajeas: las tajeas o alcantarillas abiertas son sistemas de evacuación del agua de la plataforma del camino formados por canales abiertos de diferentes materiales (madera, acero, mampostería, adoquín, ...).

Los caballones desviadores se emplean para controlar el drenaje en el caso de caminos cerrados o inactivos, en caminos para tracción en las cuatro ruedas, para caminos de arrastre y para senderos de arrastre. Con frecuencia se colocan muy cercanos entre sí para lograr el máximo control de la erosión y se pueden configurar para que circulen vehículos de rodada alta o para bloquear el tránsito.

- Buenas prácticas de los caballones desviadores. Tajeas

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es que se deben realizar en lugares que no tengan un tráfico constante y que no vaya a ser utilizado en las épocas en las que el clima es más lluvioso ya que favorecerá su rotura. Los camellones se dañan más rápidamente que los vados ondulantes con el paso de los vehículos, por este motivo los camellones solo se deben realizar, en causas de fuerza mayor, en caminos abiertos que solo se usen en estaciones secas y que se encuentre prohibido el paso en las estaciones más lluviosas. Si se usan durante el invierno o temporada húmeda el tránsito corta fácilmente la berma suave y llena el vado adyacente.

Los camellones se deben reconstruir con anterioridad a que se inicie la estación más lluviosa. Además, normalmente, se deben de nivelar cada vez que llegue la temporada en la que el camino se encuentra activo y va a ser transitado. Este mantenimiento prácticamente es obligatorio si queremos que se conserve.

En zonas pedregosas donde los camellones no es posible que se realicen, se lleva a cabo la realización de camellones de caucho. Este resulta de gran interés en zonas donde se necesita que se drene la superficie del camino con mayor intensidad.

Estos camellones de caucho se realizan con tiras de caucho finas y se colocan mas o menos a una profundidad de 30 cm. Estas son muy parecidas a los camellones normales y se encuentran sujetas a la calzada en el lado oblicuo a la dirección del camino. Pueden llegar a sobresalir unos 10 cm sobre la superficie del camino que desvían el agua de la superficie del camino al costado. La función de los alerones es doblarse cuando un vehículo cruza sobre ellos para posteriormente volver a levantarse para adoptar su posición inicial

- Practicas Recomendadas de los caballones desviadores. Tajeas

El eje del camellón se debe de realizar con una pendiente más elevada que la pendiente del camino que está drenando, incluso el punto por donde drena hacia la ladera, de esta forma se consigue la mayor eficacia. Actuando de esta forma es el mayor aval que tenemos de que no se produzca las deposiciones en el interior del camino o en la salida y de esta forma poder mantener el flujo.

Colocar los caballetes desviadores muy cercanos entre sí formando un ángulo de entre cero y 25 grados con un peralte hacia afuera de entre 2 y 5% y una profundidad de 0,3 a 0,6 metros.

Alcantarillas. Caños

- Prácticas recomendadas de alcantarillas. Caños.

En la instalación de las alcantarillas se debe minimizar las modificaciones al cauce, evitando disminuciones de sección calculando el ancho del canal de flujo con el caudal máximo y manteniendo el gradiente y alineación naturales, utilizando materiales de calidad y bien compactados para apoyo y para relleno, con empleo de medidas de protección para la entrada, salida.

El tamaño de las alcantarillas ha de ser lo suficientemente grande como para desalojar las avenidas de diseño más los escombros que puedan ser arrastrados.

Las zonas más sensibles del camino, pueden necesitar diseños para descargar avenidas con periodos de retorno superiores. El tamaño de la tubería se deberá determinar usando criterios de diseño reales, basados en análisis hidrológicos específicos para el sitio.

Examine los cauces de los arroyos en busca de escombros, troncos y vegetación tipo maleza. En canales con grandes cantidades de escombros considere el uso de vados con caudales en estiaje, tubos de gran tamaño o la colocación de una rejilla aguas arriba de la boca de entrada al tubo.

Realice mantenimiento periódico y limpieza del canal a fin de conservar las alcantarillas protegidas y libres de escombros que pudieran tapar el tubo.

- Recomendaciones a la entrada de las alcantarillas. Caños.

Usar muros de cabeza de concreto o de mampostería en los tubos de alcantarilla con tanta frecuencia como sea posible, pues, evitan que los tubos grandes emerjan del terreno cuando se obturan; reducen la longitud del tubo; aumentan la capacidad del tubo; ayudan a eliminar los escombros a lo largo del tubo; retienen el material de relleno y disminuyen las posibilidades de falla de la alcantarilla en caso de desbordamiento.

En los tubos existentes susceptibles a taponarse, instalar una rejilla aguas arriba del tubo o a la entrada del tubo (boca de entrada) para detener a los escombros antes de que obturen el tubo. Se pueden construir las rejillas con troncos, tubos, varillas corrugadas, perfiles de ángulo, rieles de ferrocarril, pilotes de sección H, etc. Sin embargo, las rejillas en general implican mantenimiento y limpieza adicional por lo que no se recomiendan si otras alternativas, tales como la instalación de un tubo de gran diámetro, están disponibles.

- Recomendaciones de instalación de tubería de las alcantarillas. Caños.

Compactar firmemente material de relleno bien graduado alrededor de las alcantarillas, sobre todo alrededor de la mitad inferior, colocando el material en capas para alcanzar un peso volumétrico uniforme. Poner particular atención en el material de apoyo de la alcantarilla y en la compactación del mismo alrededor de los costados del tubo. No permitir que la compactación desplace o levante el tubo.

Cubrir la parte superior de tubos de metal y de plástico de alcantarillas con material de relleno hasta una profundidad de cuando menos 30 cm para evitar el aplastamiento del tubo al paso de camiones pesados. Use una cubierta mínima de 60 cm de relleno sobre la tubería de concreto (Figura 18). Para rellenos de gran altura, realice cálculos detallados de las cargas mecánicas de la tubería. En tuberías plásticas utilice el timbraje adecuado en función de las cargas del terreno y la transitivity del mismo.

La pendiente del tubo de drenaje transversal para aliviar cunetas debe ser de cuando menos 2% o mayor (más inclinada) que el gradiente de la cuneta y desviada entre 0 y 30 grados perpendicular al camino. Esta inclinación adicional ayuda a evitar que el tubo se tapone con los sedimentos.

Colocar alineadas las alcantarillas sobre el fondo y en la parte media del cauce natural de tal manera que la instalación no afecte la alineación del canal del arroyo ni la elevación del fondo del cauce. Las alcantarillas no deberán causar represamiento ni

estancamiento de agua, ni tampoco deben aumentar significativamente las velocidades de la corriente.

Usar tubos individuales de gran diámetro o un cajón de concreto en vez de varios tubos de menor diámetro para minimizar el potencial de taponamiento en la mayoría de los canales (a menos que la elevación de la calzada sea crítica).

- Recomendaciones de salida de tubería de las alcantarillas. Caños.

Usar protecciones a la salida del agua, enroscamiento, secciones metálicas terminales abocinadas o muros de cabeza o de remate ya sea de mampostería o de concreto alrededor de las bocas de entrada y de salida de las alcantarillas a fin de evitar que el agua erosione el relleno y socave el tubo, así como para mejorar la eficiencia del tubo. En la ejecución del enroscamiento, use pequeños fragmentos de roca bien graduados, grava o un filtro de geotextil colocados bajo la protección de enroscamiento grueso del talud.

En las bocas de salida de las alcantarillas donde se aceleran las velocidades de flujo por el tubo, proteja el canal ya sea con un tanque amortiguador (en pendientes suaves), con acorazamiento de roca (enroscamiento) o con un vertedero de protección que tenga una superficie entrante rugosa o de roca y un dentellón de anclaje.

Los drenes transversales de alivio de cunetas deberán descargar al pie del terraplén cerca del nivel del terreno natural, cuando menos a una distancia de 0,5 metros hacia fuera del pie del talud del terraplén. Acorace la boca de salida del tubo. No descargue el tubo sobre material de relleno desprotegido, en taludes inestables, o directamente en los arroyos.

- Prácticas que deben evitarse en las alcantarillas. Caños.

Descargar los tubos de drenaje transversal sobre el talud de un terraplén a menos que el talud esté protegido o que se use un dren de bajada.

Usar tubos de menor tamaño que el necesario para el flujo esperado y para la cantidad de escombros.

Instalar tubos demasiado cortos como para adaptarse al sitio.

Colocar tubos enterrados o alineados de manera incorrecta con respecto al cauce natural del arroyo.

Dejar en su lugar las estructuras provisionales de baja capacidad para cruce de drenajes durante toda la temporada de lluvias.

Bermas de drenaje

- Buenas prácticas constructivas de bermas de drenaje

Por lo general se tiende a eliminar de forma completa o, en ocasiones, de forma intermitente las bermas que se forman en el filo del camino ya que estas pueden provocar que el camino no tenga la capacidad de drenar. En otras ocasiones las bermas no tienen repercusiones en el drenaje del camino ni producir ninguna otra afección, por lo tanto, no se llevará a cabo la eliminación de las bermas.

Cuando se ubican las bermas a lo largo del filo de un camino con peralte hacia afuera está impidiendo que se evacue el agua en la superficie del camino y por lo tanto puede provocar la erosión de la zona donde se libere del camino.

- Prácticas recomendadas de bermas de drenaje

Se recomienda entre otras cosas, que el borde de los caminos por la parte externa se mantenga hacia afuera o que se elimine la Berna, a excepción de que se realice con una intencionalidad como por ejemplo el control del agua o porque sea necesario para la seguridad de la circulación.

Las bermas se pueden usar para dar más seguridad a los vehículos que circulen por el camino evitando que se escurran o dando una impresión de protección, para ello se construirá una berma con peralte hacia afuera, o en cambio, para las zonas donde suelen estar nevadas se construyen empinados, también es aconsejable realizar esta forma en lugares donde la ladera sea muy pendiente.

Las bermas se pueden utilizar para evitar que el agua llegue a drenarse de la superficie del camino hasta llegar a la zona apropiada, que suele ser suelos no erosionables, y eliminar la berma de forma completa o parcial para que pueda desaguar por esta zona a taludes estables.

Si queremos evitar la escorrentía de la superficie del camino debemos evitar realizar una pequeña berma con un peralte que tenga dirección hacia afuera, en lugares donde no sea peligrosa para la circulación y por lo tanto no sea necesario.

En ocasiones también se puede construir cuando se esté realizando el camino o una reforma del mismo y poco a poco ir extendiéndola. De esta forma les sirve como reserva del material a utilizar posteriormente.

Si se encuentran las cruces de arroyos recién contruidos, sería considerable la realización de una berma elevada en el borde externo del camino para poder evitar que el agua de la superficie del camino llegue a los recién contruidos terraplenes y los erosionen antes de que se encuentren bien consolidados con la vegetación.

En el caso de que lagos, humedales o arroyos corran muy cerca del camino construido, se puede realizar una berma para controlar que su escorrentía no vierta los sedimentos en estas zonas y pueda interferir en el agua de forma negativa. A través de la berma dirigimos y controlamos la donde se va a realizar el desagüe de forma intencionada.

Si fuesen necesarias las bermas, se deben interrumpir a intervalos frecuentes (por ejemplo, cada 10 o 20 metros) para “romper” el largo de la berma y permitir que la escorrentía acumulada tenga una salida.

En el caso de que no fuese necesaria la presencia de una berma en el camino, aunque estuviese realizada con peralte hacia afuera, y la berma se encontrase provocando un efecto negativo en el camino, esta se debe de eliminar completamente o parcialmente hasta que el problema se solucione.

Para eliminar las bermas, puede realizarse mediante la excavación o vertiéndolo hacia el terraplén lateral, esto sería posible siempre que no hubiese un arroyo cerca para que el sedimento no afecte a las aguas.

- Prácticas que se deben evitar de bermas de drenaje

Debemos evitar que las bermas se formen debido a la obstrucción por parte de algunos elementos instalados en el camino. Por esto debemos evitar acumular escombros de la reforma o mantenimiento de los caminos en los bordes de las zonas de los mismos donde existe una calzada con mayor anchura. Además de estos existen otros elementos que pueden hacer que el camino no se pueda nivelar correctamente, por ejemplo, al encontrarse

árboles en el borde del camino u otros elementos como cercas o vayas. A esta berma que surge y que no es intencionada la llamamos berma residual.

Drenaje longitudinal:

Cunetas:

- Buenas prácticas de cunetas

Se debe comenzar por evaluar realmente la humedad que tiene el suelo, esto debe realizarse durante la época más lluviosa y húmeda para apreciar si realmente ese camino necesita una cuneta o solamente en algunas zonas para que la calzada se mantenga firme. Las áreas del camino secas se han de realizar con peralte hacia afuera, sin necesidad de realzar cuneta. En las secciones del camino que sean húmedas también se puede construir el peralte hacia afuera en caso de que necesitase una cuneta interna para drenar el agua que emerge.

Los caminos que se encuentran realizados con un peralte hacia dentro o coronado deben de tener unas cuentas bien diseñadas y mantenidas para asegurar el mantenimiento del firme del camino en un largo plazo.

La forma de su construcción también afecta en la buena ejecución de las cuentas, de esta forma cuando usamos excavadoras normalmente son superiores a las que se construyen con niveladoras. Sin embargo, su construcción es más difícil y se lleva a cabo en un tiempo más prolongado.

El diseño de la cuneta debe de realizarse para que pueda albergar los flujos pluviales que se esperan que pueda tener y con la base de la cuneta construida como mínimo 30 cm por debajo de la calzada del camino para evitar que el agua llegue de nuevo a la superficie del camino.

Cuando una cuneta se construye con una mayor profundidad también permite que el drenaje sea más rápido. En zonas en la que la mayor parte del año la cuneta se

encontrará seca, esta se puede realizar más superficial ya que se considera que no va a ser un problema la saturación de la calzada.

El desagüe de las cunetas se puede conectar a una entrada de alcantarilla o que no lo hagan. Si drenan a una alcantarilla significa que la escorrentía y los sedimentos se van vertidos a arroyos. Las cunetas deben construirse de forma que se minimice la cantidad de sedimento que puede llegar al arroyo. Las cubiertas que tienen poca profundidad localizada al borde del camino con vegetación en su interior consiguen una sedimentación a lo largo de todo su tramo.

Cuando la cuneta no se encuentra conectada con una reja de evacuación, se deben diseñar para que tengan una gran eficacia y consigan drenar en el menor tiempo posible a la zona diseñada para ello. Estas cunetas tienen que estar diseñadas con la suficiente inclinación como para evitar que se deposite gran cantidad de sedimento y que este no impida el drenaje. Sin embargo, el gradiente no puede ser tan alto como para que el resultado sea la erosión de la cuneta. Cuando los caminos están contruidos con el peralte hacia afuera, estos no drenan en la cuenta.

En los caminos en los que su gradiente es muy elevado, más del 10%, el agua que va a sus cunetas, aunque sea en pequeñas cantidades, adopta la velocidad suficiente como para producir una erosión en la cuneta. En estos casos se procede a realizar la terminación de la cuenta hormigonándola o con piedra compactada. Estos recubrimientos también deben seguir los criterios de diseño que se establecen para que sean eficaces.

En el caso de que se construyan cunetas internas a lo largo de un camino, estas deben desaguar en alcantarillas, de esta forma se evita la acumulación de escorrentía en la cuneta y se dispersa en las zonas más bajas. En el caso de que se produzca la erosión de la cuneta, posiblemente sea necesario la construcción de alcantarillas intermedias para dispersar la cantidad de agua que transcurre por la cuneta. Si las al

cantarillas resultan con abrasión, las que son realizadas para aliviar la cuneta, esto significa que albergan demasiada agua y que por lo tanto es necesaria la construcción de algunas más.

4.6. FIRMES PROPUESTOS

Para el estudio del firme que se va a emplear en el camino de las Huertas y en el camino de Malara y en el camino de Almenara es importante tener en cuenta la sección transversal, de esto dependerá principalmente la capacidad que tiene el camino de soportar el tráfico. Dependiendo de la cantidad de vehículos que circulen por él y lo pesados que sean será necesario proyectar el firme con unas especificaciones u otras.

Para conocer el tráfico del cual pueden disponer los caminos comenzamos consultando el tráfico del que disponen las carreteras que discurren por la población de Villatorres y las cercanas a ella. Para ello nos hemos consultado los datos de la intensidad media diaria los cuales, esto es conocido también con las siglas IMD. Es una medida del tráfico obtenida a través de aforos, que es el cálculo de dividir los vehículos que transitan las carreteras en un año y dividirlo entre 365.

Estos datos los hemos conseguido a través del documento sobre la intensidad del tráfico de 2022 que es el último pone la Junta de Andalucía a nuestra disposición. De este podemos obtener los siguientes datos:

- Carretera A-6000 que une las poblaciones de Villargordo, Torrequebradilla y Mengíbar consta de un índice de IMD de 1000 a 2000
- Carretera A-6076 que une las poblaciones de Mengíbar y Villanueva de la Reina consta de un índice de IMD de 500 a 1000.

Con la observación de estos datos percibimos que son carreteras de bajo transito, unido a que el Municipio Villatorres es pequeño, con una tasa de habitantes de 4357, podemos concluir que si las carreteras tienen un transito bajo, menor será el transito de los caminos del mismo y que los caminos de Malara y las Huertas, ya que no unen poblaciones, su tránsito será principalmente los vehículos agrícolas que necesiten acceder a las fincas de olivares. En el caso del camino de Almenara si se encuentra entre dos poblaciones, pero conociendo que los habitantes de este es 0 hasta el año 2022, se puede concluir que el uso del camino será el mismo que los anteriores.

Según la información obtenida en el índice CBR del estudio geotécnico de la zona, la explanada se puede considerar como E2, por lo que, con la información que nos

aporta el siguiente cuadro, podemos sustituir la capa de mezcla bituminosa de 5 cm de grosor por una capa por riego con gravilla bicapa.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO											
		T31			T32			T41			T42		
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 ZA 40	3112 MB 15 SC 30	3114 HF 21 ZA 30	3211 MB 18 ZA 40	3212 MB 12 SC 30	3214 HF 21 ZA 20	4111 MB 10 ZA 40	4112 MB 8 SC 30	4114 HF 20 ZA 20	4211 MB 5 ZA 35	4212 MB 5 SC 25	4214 HF 18 ZA 20
	E2	3121 MB 16 ZA 40	3122 MB 12 SC 30	3124 HF 21 ZA 25	3221 MB 15 ZA 35	3222 MB 10 SC 30	3224 HF 21 ZA 20	4121 MB 10 ZA 30	4122 MB 8 SC 25	4124 HF 20	4221 MB 5 ZA 25	4222 MB 5 SC 22	4224 HF 18
	E3	3131 MB 16 ZA 25	3132 MB 12 SC 22	3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20	3232 MB 10 SC 22	3234 HF 21	4131 MB 10 ZA 20	4132 MB 8 SC 20	4134 HF 20	4231 MB 5 ZA 20	4232 MB 5 SC 20	4234 HF 18

Esposes mínimos en cm

MB Mezclas bituminosas HF Hormigón de firme SC Suelocemento ZA Zahorra artificial

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

Tabla 5: Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), en función de la categoría de explanada

Nuevo firme asfáltico:

Se realizará un doble tratamiento superficial que consta de dos riegos que alternan árido agregado y emulsión.

Se comienza realizando una capa o varias capas de ligante bituminoso, posteriormente se realizará otra capa o varias de ellas de árido extendido, por lo que obtendremos una capa de rodadura con un espesor parecido al tamaño del árido que se haya utilizado.

En caminos de poco tránsito, este tipo de rodadura presenta una gran durabilidad e incluso menos deformaciones en lugares que presentan asientos que las mezclas bituminosas, por lo que es idóneo para el camino de las Huertas y parte del camino de Malara.

Para los caminos nombrados anteriormente se realizará específicamente con dos capas de riego y doble tratamiento superficial. Se realizarán alternando dos riegos con ligante y dos extensiones de árido.

Para calcular la dotación del ligante y del árido, nos ayudamos del tamaño máximo del árido (D) y del tamaño mínimo del árido (d). A partir de estos podemos obtener el resultado de la gravilla en l/m² para ello nos servimos de la siguiente expresión:

$$A = (D + d)/2$$

Para calcular la cantidad de ligante tenemos en cuenta que es una decima parte del resultado obtenido para el árido y el valor se mide en kg/m².

$$B = A/10$$

Este mismo proceso se aplicará para la segunda capa y el resultado de su granulometría y el ligante va a depender de los resultados de la primera. En el artículo 533 del PG3 aparece detallado las dotaciones para cada capa e indica que el tamaño del árido de la segunda capa debe de ser 1/3 aproximadamente, el tamaño del árido de la primera capa.

Finalmente obtenemos el siguiente paquete:

- El primer riego se realizará con emulsión bituminosa catiónica C65B3.
- La primera capa de árido se realizará con agregado pétreo A13/7
- Se procederá a realizar el segundo riego con emulsión bituminosa catiónica C65B3.
- Se realizará la distribución de la segunda aplicación de agregado pétreo A6/3
- Finalmente se realizará la compactación.

[Nuevo firme con zahorra:](#)

Para el camino de Almenara y el resto de camino de Malara, se realizará un acabado con zahorra, que siguiendo las instrucciones del PG3 esta tendrá una granulometría de 2,5 cm de diámetro aproximadamente, en su proceso de construcción se

realizará un riego de imprimación, una capa de 20 cm de espesor de árido y su posterior compactado.

En ambos firmes, el elemento principal que debe estar correctamente es el firme sobre el que trabaja y arreglar e incorporar los drenajes transversales y longitudinales para evitar el deterioro de este. Una vez corregidos los blandones y realizada la limpieza del firme, estaría preparado para la ejecución de los posteriores firmes.

5. NORMATIVA APLICADA

- Normativa general

Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

R.D.L. 2/2000, de 16.06.00, del Mº de Hacienda. BOE. 21.06.00. BOE.21.09.00*

Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

R.D. 1098/2001, de 12.10.01, del Mº de Hacienda. BOE, 26.10.01. BOE.13.12.01*

- Normativa de productos, equipos y sistemas.

- Mercado CE

DISPOSICIONES PARA LA LIBRE CIRCULACIÓN DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN, EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA 89/106/CEE.

Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, BOE 09.02.1993.

Real Decreto 1328/1995 por el que se modifica, en aplicación de la en aplicación de la Directiva 93/68/CEE el RD 1630/1992, BOE 19.08.1995. BOE 07.10.1995*

DISPOSICIONES DEL Mº DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA SOBRE ENTRADA EN VIGOR DEL MERCADO CE PARA DETERMINADOS MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN.

1. Orden de 3 de abril de 2001 (BOE 11.04.2001) «PAQUETE 1»

2. Orden de 29 de noviembre de 2001 (BOE 07.12.2001) «PAQUETE 2»
3. Resolución de 6 de mayo de 2002 (BOE 30.05.2002) «PAQUETE 3»
4. Resolución de 3 de octubre de 2002 (BOE 31.10.2002) «PAQUETE 4»
5. Resolución de 16 de enero de 2003(BOE 06.02.2003) «PAQUETE 5»
6. Orden CTE/2276/2002 de 4 de Septiembre (BOE 17.09.2002) «PAQUETE DITE 1» y Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19.12.2002) «PAQUETE DITE 2»
7. Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28.04.2003) «PAQUETE-6»
8. Resolución de 12 de junio de 2003 (BOE 11.07.2003) «PAQUETE-7»
9. Resolución de 10 de octubre de 2003 (BOE 31.10.2003) «PAQUETE 8»
10. Resolución de 14 de enero de 2004 (BOE 11.02.2004) «PAQUETE 9»
11. Resolución de 16 de marzo de 2004 (BOE 06.04.2004) «PAQUETE DITE 3»
12. Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16.07.2004) «PAQUETE 10»
13. Resolución de 25 de octubre de 2004 (BOE 29.11.2004) «PAQUETE DITE 4»
14. Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19.02.2005) «PAQUETE 11»
15. Resolución de 6 de junio de 2005 (BOE 28.06.2005) «PAQUETE-12»
16. Resolución de 30 de septiembre de 2005 (BOE 21.10.2005) «PAQUETE DITE 5»
17. Resolución de 9 de noviembre de 2005 (BOE 01.12.2005) «PAQUETE 13»

- Medio ambiente

- Normativa ambiental nacional

Evaluación de Impacto Ambiental

R.D. 1302/86 del Mº de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 30.06.1986.

BOE 241 de 7.10.00** (R.D.L. 9/2000, de 6.10.00)

BOE 111 de 9.5.01** (Ley 6/2001, de 8.5.01)

- Normativa ambiental Andaluza

Protección Ambiental.

Ley 7/1994, de 18.05.94, de la Cª de Cultura y Medio Ambiente. BOJA 31.05.94

Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

D. 292/1995, de 02.12.95, de la Cª de Medio Ambiente. BOJA 28.12.95

Reglamento de Calificación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

D. 297/1995, de 19.12.95, de la Cª de la Presidencia. BOJA 11.01.96

Reglamento de Informe Ambiental.

D. 153/1996, de 30.04.96, de la Cª de M. Ambiente. BOJA 18.06.96

Reglamento de la Calidad del Aire.

D. 74/1996, de 20.02.96, de la Cª de M. Ambiente. BOJA 07.03.96 BOJA 23.04.96 BOJA 18.12.03**

- Seguridad y salud

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Derogados Títulos I y III

Orden de 09.03.71, del Mº de Trabajo. BOE 16.03.71 BOE 17.03.71 BOE 06.04.71*

Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 31/1995 de 08.11.95 de la Jefatura del Estado. BOE 10.11.95 BOE 31.12.98**(Ley 50/1998) BOE 13.12.2003**(Ley 54/2003)

Reglamento de los servicios de prevención

R.D 39/1997 de 17.01.97 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 31.01.97 BOE 30.04.97**

Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción

RD. 1627/97 24.10.97 del M. De la Presidencia BOE 26.10.97

Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo

RD. 1216/97 de 7.8.97 del M. De la Presidencia BOE 7.8.97

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

RD. 485/97 de 14 .4.97 de M. de Trabajo y Asuntos Sociales. BOE 23.4.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

RD. 486/97 de 14.4.97 M. de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 23.4.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de carga que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

R.D 487/1997 DE 14.04.97 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 23.04.97

Disposiciones mínimas de seg. y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

R.D 773/1997 de 30.05.97 del Mº de la Presidencia BOE 12.06.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

R.D 1215/1997 de 18.07.97 del Mº de la Presidencia BOE 7.08.97

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001. De 6 de abril. Mº de la Presidencia. BOE 104 de 1.5.01. BOE 129 de 30.5.01*. BOE 149 de 22.6.01*

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

R.D. 1311/2005, de 04.01.2005, Mº de Trabajo y AA.SS. BOE 265 de 05.11.2005

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

R.D. 286/2006, de 10.03.2006, Mº de la Presidencia. BOE 60 de 11.03.2006. BOE 62 de 14.03.2006*. BOE 71 de 24.03.2006*.

- Gestión de residuos

R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

6. ANEXOS

6.1. PROGRAMA DE TRABAJOS

A continuación, se presenta un plan de trabajo en el cual se indica el tiempo establecido para la realización y terminación de los trabajos, mostrando la duración de cada tarea y la sucesión de cada uno de los trabajos.

Para la realización de este programa de trabajo hemos considerado que cada mes cuenta con 22 días hábiles, evitando trabajar los sábados y domingos tal y como marca el convenio de la construcción. Teniendo también en cuenta los equipos de trabajo formados por el personal que normalmente contribuiría en la obra y el rendimiento normal de cada actividad, como se puede observar en la siguiente tabla, podemos considerar que el plazo de ejecución es de 6 meses, repartidos en dos meses para cada camino. Teniendo en cuenta que queremos evitar los meses desde octubre hasta marzo, que es el tiempo en el que se desarrolla una mayor actividad agrícola por la recogida de la aceituna, y que por tanto es el momento de mayor tránsito de vehículos y que por tanto, podrían entorpecer nuestra labor y a la misma vez, nosotros ocasionar molestias en la realización de su trabajo por el corte momentáneo de partes del camino, se ha decidido que el mejor momento de inicio de la actividad de arreglo de los caminos es abril.

Además de tener en cuenta los 22 días hábiles considerados en cada mes también debemos tener en cuenta que en esos meses transcurren dos festividades de la población de Villatorres, donde se van a realizar los trabajos. Estos son el 24 de abril por la celebración

de San Marcos y el 28 de mayo por la celebración de la virgen de las Flores, y que por tanto estos dos días tampoco serán laborables.

Teniendo en cuenta todo lo nombrado anteriormente, se muestra gráficamente el diagrama de Gantt que quedan de la siguiente forma:

PREVISIÓN EJECUCIÓN OBRA EN TIEMPO Y COSTES

DESCRIPCIÓN	semana previa al replanteo	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
GESTIONES INICIALES DE OBRA																									
C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS																									
01.01 Desbroce y limpieza																									
Perfilado y refino de cunetas																									
Tala de arboles																									
C02 ESTABILIZADOS Y FIRMES																									
Construccion de capa granular																									
Barrido previo a la imprimación																									
Riego para tratamiento asfaltico																									
Emulsión bituminosa cationica																									
C03 OBRAS DE FABRICA																									
Limieza de obras de drenaje																									
Hormigonado de cuneta																									
Asfaltado de cuneta																									
Formación de cuneta dren																									
Formacion de alcantarilla																									
Formacion de baden																									
Formacion de vado ondulante																									
Formacion de vado inundable																									
Formacion de caballon desviador																									
C04 SEÑALIZACION Y VARIOS																									
Señal vertical de trafico																									
C05																									
Gestión de residuos																									
C06																									
Seguridad y salud																									
C07																									
Control de calidad																									

	Camino de almenara
	Camino de Malara
	Camino de las huertas

6.2. PLAN CONTROL CALIDAD

En el control de calidad de este proyecto se contempla, tanto el control de calidad de producción como el control de calidad de recepción.

CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCCIÓN

En este apartado vamos a tener en cuenta varias cuestiones como son los medios personales, materiales y garantías que se aporten.

Depende de los medios personales que se consiga una buena calidad en la ejecución de la obra. Durante la ejecución de la obra, existirán distintos puestos de trabajo de personas trabajando en ella, de este modo se contará en la misma con un jefe de obra, un encargado, obreros, maquinistas, etc. Para que los trabajos se ejecuten correctamente, y se terminen con la calidad debida, todos y cada uno de ellos deben de ser personas responsables y centradas en el trabajo que se encuentran haciendo. Un valor añadido para ello, además de la formación específica para cada puesto de trabajo, es positivo que la persona cuente con una experiencia en trabajos similares al que se encuentre realizando, de esta forma es capaz de anteponerse a los problemas que pueden surgir durante la ejecución y solucionarlos de forma más rápida o evitarlos. Para ello también debe de haber una buena comunicación entre los trabajadores de los distintos puestos.

Con respecto a la maquinaria utilizada en obra, será necesaria que esté en perfectas condiciones, para ello será necesario la demostración del certificado en vigor de la ITV, o en su caso, los vehículos que no estén obligados a tener el certificado de la ITV al no circular por vías y alcanzar una velocidad máxima inferior a 40 km/h deberán presentar un manual en el que se expresa que la maquinaria tiene todos los mantenimientos necesarios para que se encuentre en buenas condiciones.

6.3. ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS

En todas las obras se generan residuos que proceden de la labor de la construcción y es necesario el reciclaje de los mismos, para ello, la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores ha creado un listado indicando todos los residuos

que se deben reciclar durante la realización de la obra y nombrados con un código como identificación.

Según esta los residuos se pueden clasificar en dos:

- RCDs de nivel I. En este grupo se encuentran los residuos que han sido generados durante, y por la propia labor, de la ejecución de la obra contenida en los planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional. En nuestra obra los RCDs serán generados durante la limpieza y desbroce de las cunetas, la realización de los nuevos drenajes y del movimiento de tierras. Por lo que son materiales no contaminados.
- RCDs de nivel II. Los residuos que engloban estos apartados son los generados principalmente durante las actividades propias del sector, que siguen siendo no peligrosos y que por tanto no experimentan transformaciones químicas, físicas o biológicas de suma importancia. Estos residuos van a aparecer durante las reparaciones, las demoliciones y la implantación de servicios.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan físicamente ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1 m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

6.3.1. ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA.

En la siguiente tabla, donde aparecen los residuos, clasificados según indica la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, se indicará la cantidad generada de cada uno de ellos expresada tanto en metros cúbicos como en toneladas.

- Camino de las huertas:

RCDs de nivel I Naturaleza pétrea		
17 05 04 Tierra	17 05 03 Tierras y piedras distintas al código 17 05 04	Volumen estimado: Del barrido 384 m ³ y 320 m ³ de las cunetas
RCDs de nivel I Naturaleza no pétrea		
17 03 02 Asfalto	Mezclas bituminosas que no contienen alquitrán de hulla	Peso estimado: 0 Tn
RCDs de nivel I Naturaleza pétrea		
01 04 08 Arena, grava y otros áridos	Residuos de grava y rocas trituradas distintos del código 01 04 07	Volumen estimado: 0 m ³
17 01 01 Hormigón	Residuos procedentes de la ejecución de los elementos de hormigón, tanto en masa como armado	Volumen estimado: 2 m ³
Residuos peligrosos		
	No se prevé la generación de residuos peligrosos	Peso estimado: 0 Tn

- Camino de Almenara:

RCDs de nivel I Naturaleza pétrea		
17 05 04 Tierra	17 05 03 Tierras y piedras distintas al código 17 05 04	Volumen estimado: Del desbroce 5007 m ³ y 364 m ³ de las cunetas
RCDs de nivel I Naturaleza no pétrea		
17 03 02 Asfalto	Mezclas bituminosas que no contienen alquitrán de hulla	Peso estimado: 0 Tn
RCDs de nivel I Naturaleza petrea		
01 04 08 Arena, grava y otros áridos	Residuos de grava y rocas trituradas distintos del código 01 04 07	Volumen estimado: 0 m ³
17 01 01 Hormigón	Residuos procedentes de la ejecución de los elementos de hormigón, tanto	Volumen estimado: 2 m ³

	en masa como armado	
Residuos peligrosos		
	No se prevé la generación de residuos peligrosos	Peso estimado: 0 Tn

- Camino de Malara:

RCDs de nivel I Naturaleza pétrea		
17 05 04 Tierra	17 05 03 Tierras y piedras distintas al código 17 05 04	Volumen estimado: Del barrido 176 m ³ , del desbroce 2418 m ³ y 335 m ³ de las cunetas
RCDs de nivel I Naturaleza no pétrea		
17 03 02 Asfalto	Mezclas bituminosas que no contienen alquitrán de hulla	Peso estimado: 0 Tn
RCDs de nivel I Naturaleza pétrea		
01 04 08 Arena, grava y otros áridos	Residuos de grava y rocas trituradas distintos del código 01 04 07	Volumen estimado: 0 m ³
17 01 01 Hormigón	Residuos procedentes de la ejecución de los elementos de hormigón, tanto en masa como armado	Volumen estimado: 2,6 m ³
Residuos peligrosos		
	No se prevé la generación de residuos peligrosos	Peso estimado: 0 Tn

El residuo que posteriormente se llevará al reciclaje será muy inferior al indicado. En este tipo de obras, el residuo verdaderamente generado será el de limpieza de las cunetas, el de barrido y el que se cree al construir el drenaje. El tipo de tierra que se obtiene de estos trabajos puede ir mezclada con otros elementos y por lo tanto no es apta para su reutilización, esto pasa en el camino de las Huertas y en los primeros 1600 m del camino de Malara, que son los que se encuentran asfaltados.

Por el contrario, la tierra surgida del desbroce y limpieza, en la cual se extraen 25 cm de capa de tierra, de los caminos que no se encuentran asfaltados, será aprovechada

para verterla en fincas cercana donde el agua ha hecho grandes surcos en las temporadas de mayor lluvia.

En el momento de la formación de la capa de rodadura con base bituminosa, si es posible que pueda derramarse una pequeña parte de este material, sin embargo, no es lo habitual y la cantidad es tan minúscula que se aprovecha posteriormente durante la siguiente formación de rodadura o se almacena en una cuba individual y se traslada de nuevo a la planta.

En todas las construcciones están obligados a separar en distintos contenedores como materiales diferentes de construcción se hayan obtenido de residuos, esto sucede según el R.D 105/2008 de 1 de febrero. Sin embargo, esto es obligatorio siempre y cuando superen las siguientes cantidades mínimas.

Hormigón	800 Tm
Ladrillos, tejas y cerámicos	40 Tm
Metal	2 Tm
Madera	1 Tm
Vidrio	1 Tm
Plásticos	0,5 Tm
Papel y cartón	0,5 Tm

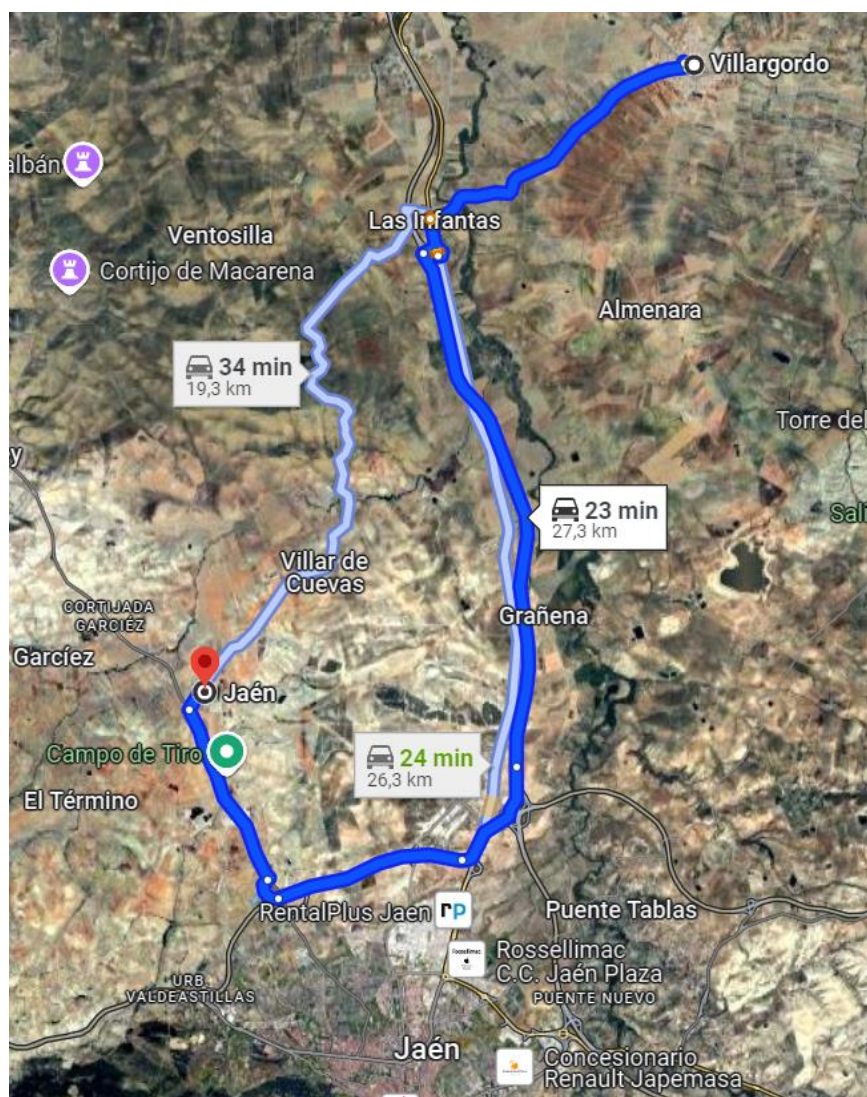
En nuestra obra, al solamente haber tierra y muy pocos cerámicos no estamos obligados a seleccionarlo en varios contenedores. De cualquier forma, aunque no estemos en la obligación, si que se realizará la separación de la tierra de los posibles escombros de forma que se pueda reutilizar y que lograr que los residuos sean mínimos.

Para los residuos no reutilizables ni valorables, se llevarán a un gestor de residuos autorizados por la Consejería de Medio ambiente de la junta de Andalucía para la gestión de residuos no peligrosos.

Terminología:

- RCD: Residuos de la Construcción y la Demolición
- RSU: Residuos Sólidos Urbanos
- RNP: Residuos NO peligrosos
- RP: Residuos peligrosos

El gestor de residuos de la Construcción y la demolición al que se verterán los residuos pertenece a Residuos Urbanos de Jaén S.A, concretamente al situado en Jaén por ser el más cercano a la población de Villatorres, que es donde se van a ejecutar los trabajos. Este se encuentra situado en la carretera A-311 de Jaén a Fuerte del Rey, Km 4.



Se dispondrá de tres contenedores a pie de obra en los caminos de Almenara y el de Malara, uno para almacenar la tierra que será utilizada posteriormente, y los otros para separar tierra no aprovechable y el ultimo para verter los residuos de la construcción de los drenajes y del mantenimiento de los mismos. En el caso del camino de las Huertas, serán necesarios dos contenedores ya que en este camino al estar asfaltado no obtendremos tierra para poder aprovecharla.

Los residuos se retirarán diariamente para evitar la acumulación y que mezclen residuos externos a la obra. En el caso de que sea imposible vaciarlos en el mismo día. Los contenedores serán tapados durante las horas que no se encuentren trabajando los operarios de la obra para evitar ese vertido no controlado externo a la obra.

También los residuos de carácter urbano se depositarán en el contenedor más cercano existente en la población.

Los contenedores tendrán diferentes tonalidades para distinguir con claridad unos residuos de otros.

La gestión de residuos del proyecto y los costes que tienen asociados son los siguientes:

Concepto	Cantidad	Precio	Importe
Carga de tierras	9006,48 m ³	2,98 €	26.839,31 €
Transporte de materiales	9006,48 m ³	1,50 €	13.509,72 €
Canon de vertido por residuos inertes	9006,48 m ³	3,80 €	34.224,62 €
Total capítulo de gestión de residuos	9006,48 m³	8,28 €	74.573,65 €

6.4. PRESUPUESTO

A continuación se detallan los gastos aproximados que conllevaría el arreglo de los drenajes del camino, así como la reparación del firme erosionado. Los gastos se desglosan en los siguientes grupos:

- Mano de obra
- Material
- Maquinaria para la ejecución de los trabajos

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
DCD2	4.974,515 %	costes directos	1,12	5.571,46
			Grupo DCD.....	5.571,46
DMOO	603,455 h	Oficial 1º	22,13	13.354,46
DMOP	5.085,316 h	Peón ordinario	20,78	105.672,87
			Grupo DMO.....	119.027,33
DMP	947,100 h	Pala cargadora sobre neumaticos	45,06	42.676,33
			Grupo DMP.....	42.676,33
EFB	1.817,800	Barredora	28,99	52.698,02
			Grupo EFB.....	52.698,02
EFC	149,000 h	Compactador	0,00	0,00
EFCCC	1.112,420 h	Camion cisterna	121,25	134.880,93
EFCDD	992,200 h	Dumper de descarga	10,58	10.497,48
EFCM	992,200 h	Compactador	46,83	46.464,73
			Grupo EFC.....	191.843,13
EFE	149,000 h	Extendedora	0,00	0,00
			Grupo EFE.....	0,00
EFGC	18.942,000 m3	Grav a de cantera	13,00	246.246,00
			Grupo EFG.....	246.246,00
EFMB	13.708,000 t	Emulsión bituminosa cationica	0,00	0,00
			Grupo EFM.....	0,00
EFRV	149,000 h	Rodillo vibrante	0,00	0,00
			Grupo EFR.....	0,00
EFT	2.086,000	Tractor	36,77	76.702,22
			Grupo EFT.....	76.702,22
GRCB	194,945 h	Camión basculante	58,48	11.400,37
GRCVT	1.363,250	Canon de vertido mezclado	7,00	9.542,75
			Grupo GRC.....	20.943,12
GRPC	28,628 h	Pala cargadora	45,06	1.289,99
			Grupo GRP.....	1.289,99
KKJ	4,000 M	TUBERIA DE PVC	18,10	72,40
			Grupo KKJ.....	72,40
MMN	186,200 h	Motoniv eladora	77,41	14.413,74
			Grupo MMN.....	14.413,74
MOAJ	1,809	Ay udante jardinero	21,02	38,03
			Grupo MOA.....	38,03
MOOJ	0,918	Oficial jardinero	22,13	20,32
			Grupo MOO.....	20,32
MTGF	0,365 m3	HORMIGON HM-25/B/20/XO	88,00	32,12
			Grupo MTG.....	32,12
SVCT	2,244 h	Camión grua	42,00	94,25
			Grupo SVC.....	94,25
SVTS	12,000 ud	Señal vertical de trafico	55,31	663,72
			Grupo SVT.....	663,72
TAM	0,702	Motosierra	3,36	2,36
TAMR	0,162	Retroexcavadora	51,91	8,41
TAMRB	0,450	Rodrillo vibrante	9,48	4,27
			Grupo TAM.....	15,03

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
Resumen				
		Mano de obra		118.946,71
		Materiales		256.556,99
		Maquinaria		391.328,89
		Otros		10.965,66
		TOTAL		772.347,19

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS						
MTD	m2		Desbroce y Limpieza del terreno			
			Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.			
DMP	0,021	h	Pala cargadora sobre neumáticos	45,06	0,95	
DMOP	0,008	h	Peón ordinario	20,78	0,17	
DCD2	0,020	%	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....						1,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CATORCE CÉNTIMOS						
MTPC	m		Perfilado y refino de cunetas, con medios mecanicos			
			Perfilado y refino de cunetas de sección triangular, en tierra, con medios mecánicos.			
MMN	0,007	h	Motoniveladora	77,41	0,54	
DMOO	0,007	h	Oficial 1º	22,13	0,15	
DCD2	0,020	%	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....						0,71
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS						
MTTA	ud		Tala de arboles			
			Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales retirados.			
TAM	0,234		Motosierra	3,36	0,79	
TAMR	0,054		Retroexcavadora	51,91	2,80	
TAMRB	0,150		Rodillo vibrante	9,48	1,42	
MOOJ	0,306		Oficial jardinero	22,13	6,77	
MOAJ	0,603		Ayudante jardinero	21,02	12,68	
DCD2	0,020	%	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....						24,48
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS						

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C02 ESTABILIZADOS Y FIRMES

EFCCG	m2	Construccion de capa granular			
		Construcción de capa granular de espesor menor o igual a 20 cm, con material seleccionado de 25 mm, incluyendo mezcla, extendido, perfilado, riego a humedad óptima y compactación de las capas hasta una densidad del 98% del Ensayo Proctor Modificado, sin incluir el coste de la obtención, clasificación, carga, transporte y descarga del material, con distancia máxima del agua de 3 km, para caminos de 5 ó 6 metros de anchura.			
EFGC	2,100 m3	Grava de cantera	13,00	27,30	
EFCM	0,110 h	Compactador	46,83	5,15	
EFCDD	0,110 h	Dumper de descarga	10,58	1,16	
EFCCC	0,011 h	Camion cisterna	121,25	1,33	
DMOP	0,238 h	Peón ordinario	20,78	4,95	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					39,91

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

EFBI	m2	Barrido previo a la imprimacion			
		Limpieza del asfalto antiguo de partículas			
EFT	0,070	Tractor	36,77	2,57	
EFB	0,060	Barredora	28,99	1,74	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					4,33

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

EFRA	m2	Riego para tratamiento asfaltico			
		Riego para tratamientos asfálticos superficiales, con emulsión asfáltica de cualquier tipo y dosificación			
EFCCC	0,030 h	Camion cisterna	121,25	3,64	
DMOP	0,040 h	Peón ordinario	20,78	0,83	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					4,49

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

EFRI	m2	Riego de imprimacion			
		Riego de imprimación con 1,5 kg/m² de emulsión bituminosa catiónica C50BF4 IMP, con un 50% de betún asfáltico como ligante y aditivo fluidificante.			
EFEB	1,500 m2	Emulsion bituminosa catiónica	0,46	0,69	
EFB	0,001	Barredora	28,99	0,03	
EFCCC	0,004 h	Camion cisterna	121,25	0,49	
DMOP	0,004 h	Peón ordinario	20,78	0,08	
DMOO	0,004 h	Oficial 1º	22,13	0,09	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					1,40

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

EFEB	m2	Emulsion bituminosa catiónica			
		Emulsión bituminosa catiónica C65B3, con un 65% de betún asfáltico según norma UNE EN 1428 y comportamiento a rotura clase 3 según			
EFMB	0,184 t	Emulsión bituminosa catiónica	0,00	0,00	
EFRV	0,002 h	Rodillo vibrante	0,00	0,00	
EFC	0,002 h	Compactador	0,00	0,00	
EFE	0,002 h	Extendedora	0,00	0,00	
DMOP	0,017 h	Peón ordinario	20,78	0,35	
DMOO	0,004 h	Oficial 1º	22,13	0,09	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					0,46

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C03 OBRAS DE FABRICA					
KJJU		ALCANTARILLA			
		Alcantarilla para drenaje, de medida variable, clase D-400 según UNE-EN 1433 y UNE-EN 124, de 500 mm de longitud y 130 mm de anchura.			
MTGF	0,365 m3	HORMIGON HM-25/B/20/XO	88,00	32,12	
KKJ	4,000 M	TUBERIA DE PVC	18,10	72,40	
DMOO	0,007 h	Oficial 1º	22,13	0,15	
DMOP	0,008 h	Peón ordinario	20,78	0,17	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	

TOTAL PARTIDA..... 104,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUATRO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C04 SEÑALIZACIÓN Y VARIOS					
SVT		Señal vertical de tráfico			
		Señal vertical de tráfico de acero galvanizado, circular, de 60 cm de diámetro, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.).			
SVTS	1,000 ud	Señal vertical de tráfico	55,31	55,31	
SVCT	0,187 h	Camión grua	42,00	7,85	
DMOP	0,004 h	Peón ordinario	20,78	0,08	
DMOO	0,004 h	Oficial 1º	22,13	0,09	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					63,35

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C05 GESTION DE RESIDUOS					
GRCT	m3	Carga de tierras			
		Carga de tierras procedentes de explanacion, con medios mecánicos, sobre camión. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, pero no incluye el transporte.			
GRPC	0,021 h	Pala cargadora	45,06	0,95	
GRCB	0,021 h	Camión basculante	58,48	1,23	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					2,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS					
GRTM	m3	Transporte materiales			
		Carga de tierras procedentes de explanacion, con medios mecánicos, sobre camión. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, pero no incluye el transporte.			
GRCB	0,122 h	Camión basculante	58,48	7,13	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					7,15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS					
GRCV	m3	Canon de vertido por residuos inertes			
		Canon de vertido por entrega de residuos mezclados, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. El precio no incluye el transporte.			
GRCVT	1,000	Canon de vertido mezclado	7,00	7,00	
DCD2	0,020 %	costes directos	1,12	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					7,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con DOS CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C06 SEGURIDAD Y SALUD					
SSM	Ud	Conjunto equipos de proteccion individual			
		Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			360,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA EUROS					
SSS	Ud	Señales en obra de seguridad y salud			
		Señal de obligación, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma circular sobre fondo azul, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			15,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS					
SSPC	Ud	Conjunto sistemas de proteccion colectiva			
		Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			2.300,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TRESCIENTOS EUROS					

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
MTD	m2 Desbroce y Limpieza del terreno								
	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.								
	Camino de almenara	1	5.200,00	5,50		28.600,00			
	Camino de Malara	1	3.000,00	5,50		16.500,00			
							45.100,00	1,14	51.414,00
MTPC	m Perfilado y refino de cunetas, con medios mecanicos								
	Perfilado y refino de cunetas de sección triangular, en tierra, con medios mecánicos.								
	Camino de almenara	2	5.200,00			10.400,00			
	Camino de las huertas	2	3.500,00			7.000,00			
	Camino de Malara	2	4.600,00			9.200,00			
							26.600,00	0,71	18.886,00
MTTA	ud Tala de arboles								
	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales retirados.								
	Camino de Malara	3				3,00			
							3,00	24,48	73,44
TOTAL CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....									70.373,44

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C02 ESTABILIZADOS Y FIRMES									
EFCCG	m2 Construcción de capa granular Construcción de capa granular de espesor menor o igual a 20 cm, con material seleccionado de 25 mm, incluyendo mezcla, extendido, perfilado, riego a humedad óptima y compactación de las capas hasta una densidad del 98% del Ensayo Proctor Modificado, sin incluir el coste de la obtención, clasificación, carga, transporte y descarga del material, con distancia máxima del agua de 3 km, para caminos de 5 ó 6 metros de anchura.								
	Camino de almenara	1	5.200,00	5,50	0,20	5.720,00			
	Camino de Malara	1	3.000,00	5,50	0,20	3.300,00			
							9.020,00	39,91	359.988,20
EFBI	m2 Barrido previo a la imprimacion Limpieza del asfalto antiguo de partículas								
	Camino de Malara	1	1.600,00	5,50		8.800,00			
	Camino de las huertas	1	3.500,00	6,00		21.000,00			
							29.800,00	4,33	129.034,00
EFRA	m2 Riego para tratamiento asfáltico Riego para tratamientos asfálticos superficiales, con emulsión asfáltica de cualquier tipo y dosificación								
	Camino de Malara	1	1.600,00	5,50		8.800,00			
	Camino de las huertas	1	3.500,00	6,00		21.000,00			
							29.800,00	4,49	133.802,00
EFRI	m2 Riego de imprimacion Riego de imprimación con 1,5 kg/m² de emulsión bituminosa catiónica C50BF4 IMP, con un 50% de betún asfáltico como ligante y aditivo fluidificante.								
	Camino de Malara	1	1.600,00	5,50		8.800,00			
	Camino de las huertas	1	3.500,00	6,00		21.000,00			
							29.800,00	1,40	41.720,00
EFEB	m2 Emulsion bituminosa catiónica Emulsión bituminosa catiónica C65B3, con un 65% de betún asfáltico según norma UNE EN 1428 y comportamiento a rotura clase 3 según								
	Camino de Malara	1	1.600,00	5,50		8.800,00			
	Camino de las huertas	1	3.500,00	6,00		21.000,00			
							29.800,00	0,46	13.708,00
TOTAL CAPÍTULO C02 ESTABILIZADOS Y FIRMES.....									678.252,20

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C03 OBRAS DE FABRICA									
KJJU	ALCANTARILLA								
	Alcantarilla para drenaje, de medida variable, clase D-400 según UNE-EN 1433 y UNE-EN 124, de 500 mm de longitud y 130 mm de anchura.								
		1				1,00			
							1,00	104,86	104,86
	TOTAL CAPÍTULO C03 OBRAS DE FABRICA.....								104,86

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C04 SEÑALIZACIÓN Y VARIOS									
SVT	Señal vertical de tráfico								
	Señal vertical de tráfico de acero galvanizado, circular, de 60 cm de diámetro, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.).								
	Camino de Almenara	4				4,00			
	Camino de Malara	3				3,00			
	Camino de las Huertas	5				5,00			
							12,00	63,35	760,20
TOTAL CAPÍTULO C04 SEÑALIZACIÓN Y VARIOS.....									760,20

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C05 GESTION DE RESIDUOS									
GRCT	m3 Carga de tierras								
	Carga de tierras procedentes de explanacion, con medios mecánicos, sobre camión. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, pero no incluye el transporte.								
	Desbroce y barrido								
	Camino de almenara	0,25	5.200,00	0,01			13,00		
	Camino de las huertas	0,25	3.500,00	0,01			8,75		
	Camino de Malara	0,25	4.600,00	0,01			11,50		
	Limpieza de cunetas								
	Camino de almenara	2	5.200,00	0,05			520,00		
	Camino de las huertas	2	3.500,00	0,05			350,00		
	Camino de Malara	2	4.600,00	0,05			460,00		
							1.363,25	2,20	2.999,15
GRTM	m3 Transporte materiales								
	Carga de tierras procedentes de explanacion, con medios mecánicos, sobre camión. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, pero no incluye el transporte.								
	Desbroce y barrido								
	Camino de almenara	0,25	5.200,00	0,01			13,00		
	Camino de las huertas	0,25	3.500,00	0,01			8,75		
	Camino de Malara	0,25	4.600,00	0,01			11,50		
	Limpieza de cunetas								
	Camino de almenara	2	5.200,00	0,05			520,00		
	Camino de las huertas	2	3.500,00	0,05			350,00		
	Camino de Malara	2	4.600,00	0,05			460,00		
							1.363,25	7,15	9.747,24
GRCV	m3 Canon de vertido por residuos inertes								
	Canon de vertido por entrega de residuos mezclados, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. El precio no incluye el transporte.								
	Desbroce y barrido								
	Camino de almenara	0,25	5.200,00	0,01			13,00		
	Camino de las huertas	0,25	3.500,00	0,01			8,75		
	Camino de Malara	0,25	4.600,00	0,01			11,50		
	Limpieza de cunetas								
	Camino de almenara	2	5.200,00	0,05			520,00		
	Camino de las huertas	2	3.500,00	0,05			350,00		
	Camino de Malara	2	4.600,00	0,05			460,00		
							1.363,25	7,02	9.570,02
TOTAL CAPÍTULO C05 GESTION DE RESIDUOS.....									22.316,41

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C06 SEGURIDAD Y SALUD									
SSM	Ud Conjunto equipos de proteccion individual								
	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.								
		10				10,00			
							10,00	360,00	3.600,00
SSS	Ud Señales en obra de seguridad y salud								
	Señal de obligación, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma circular sobre fondo azul, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.								
		6				6,00			
							6,00	15,19	91,14
SSPC	Ud Conjunto sistemas de proteccion colectiva								
	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.								
		1				1,00			
							1,00	2.300,00	2.300,00
TOTAL CAPÍTULO C06 SEGURIDAD Y SALUD.....									5.991,14
TOTAL.....									777.798,25

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	70.373,44	9,05
C02	ESTABILIZADOS Y FIRMES.....	678.252,20	87,20
C03	OBRAS DE FABRICA.....	104,86	0,01
C04	SEÑALIZACIÓN Y VARIOS.....	760,20	0,10
C05	GESTION DE RESIDUOS.....	22.316,41	2,87
C06	SEGURIDAD Y SALUD.....	5.991,14	0,77
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		777.798,25	
13,00% Gastos generales.....		101.113,77	
6,00% Beneficio industrial.....		46.667,90	
SUMA DE G.G. y B.I.		147.781,67	
21,00% I.V.A.....		194.371,78	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		1.119.951,70	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		1.119.951,70	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO DIECINUEVE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

, a 5 de septiembre de 2024.

El promotor

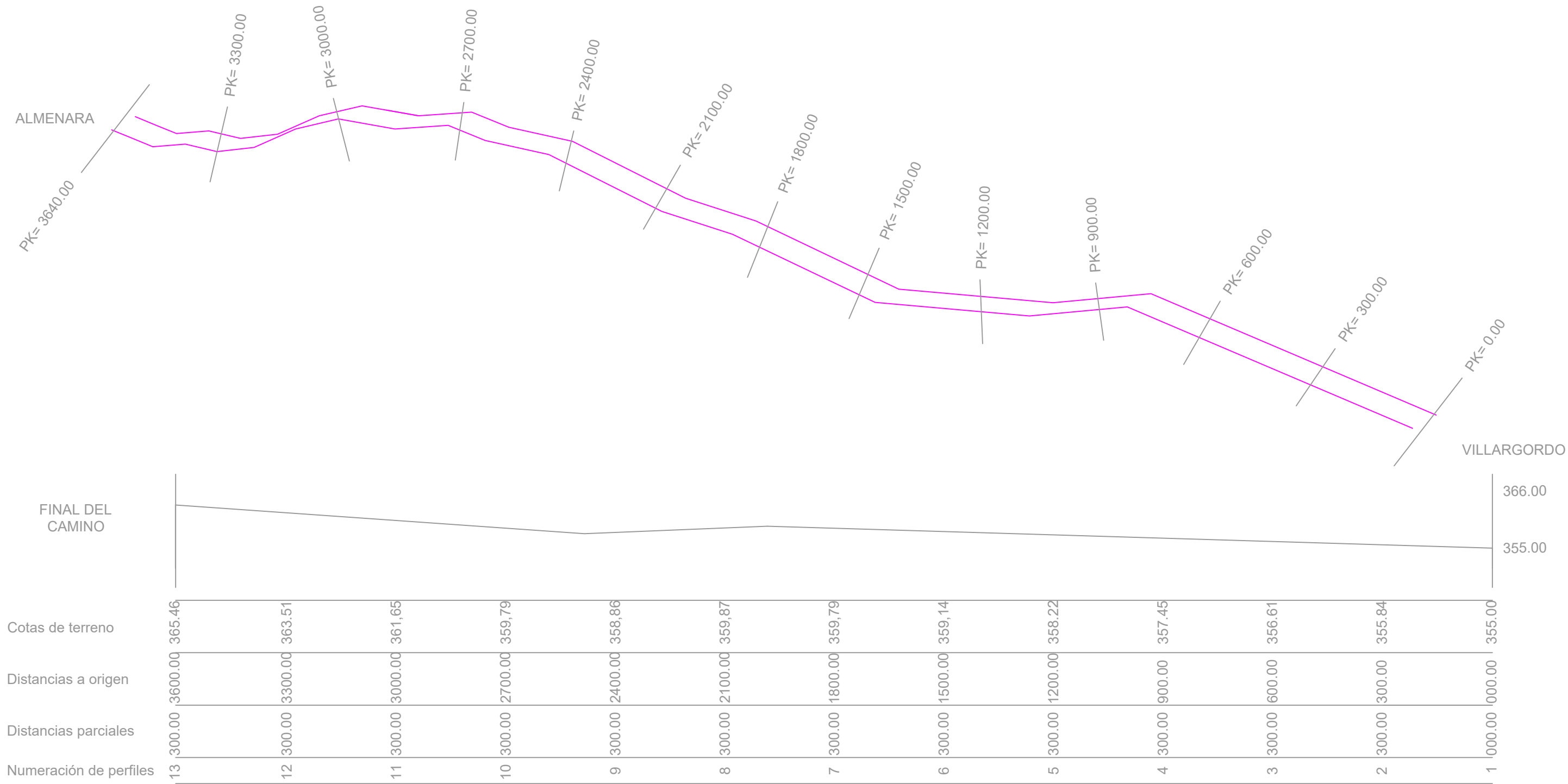
La dirección facultativa

6.5. PLANOS

Se adjunta los siguientes planos como documentación gráfica que aporta claridad de los daños sufridos en los caminos y facilita la localización de los mismos, así como nos sirven para conocer el lugar donde se deben acometer las obras para las soluciones a los problemas de drenaje que sufren los caminos.

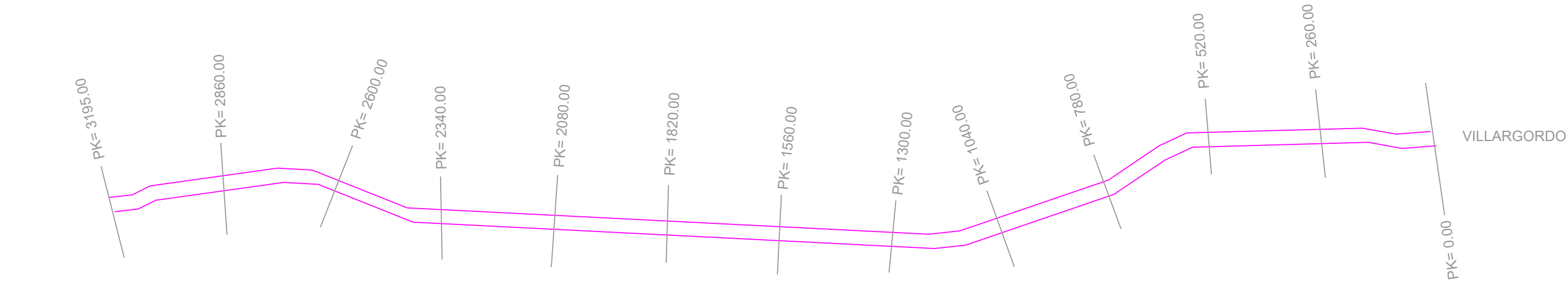


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes			Nº PLANO 1/11
	Situación y emplazamiento			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



CAMINO DE ALMENARA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno			
COMPROBADO					
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes				Nº PLANO 2/11
	Perfil del camino de Almenara				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

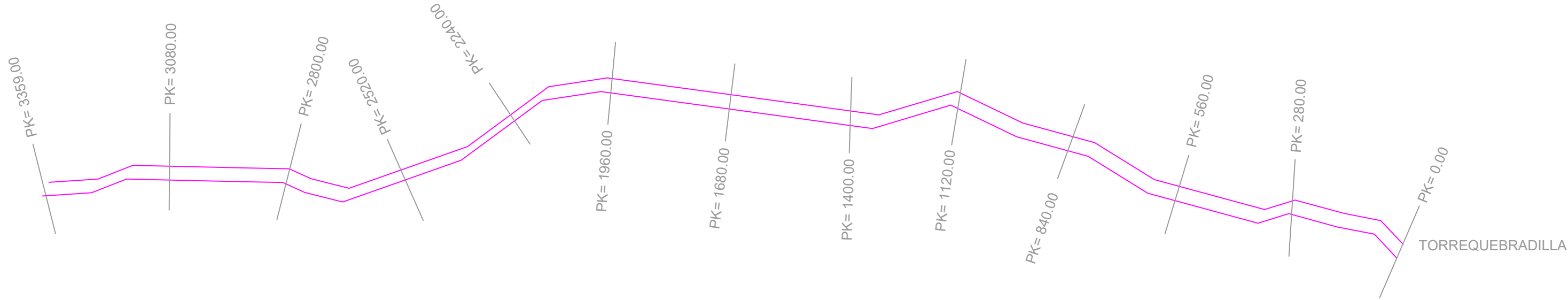


FINAL DEL CAMINO		VILLARGORDO	
		355.00	
		348.00	
Cotas de terreno	13	260.00	348.60
Distancias a origen	12	260.00	349.13
Distancias parciales	11	260.00	349.67
Numeración de perfiles	10	260.00	350.21
	9	260.00	350.75
	8	260.00	351.29
	7	260.00	351.84
	6	260.00	352.33
	5	260.00	352.87
	4	260.00	353.40
	3	260.00	353.93
	2	260.00	354.47
	1	1000.00	355.00



CAMINO DE LAS HUERTAS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno			
COMPROBADO					
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes				Nº PLANO 3/11
	Perfil del camino de las Huertas				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

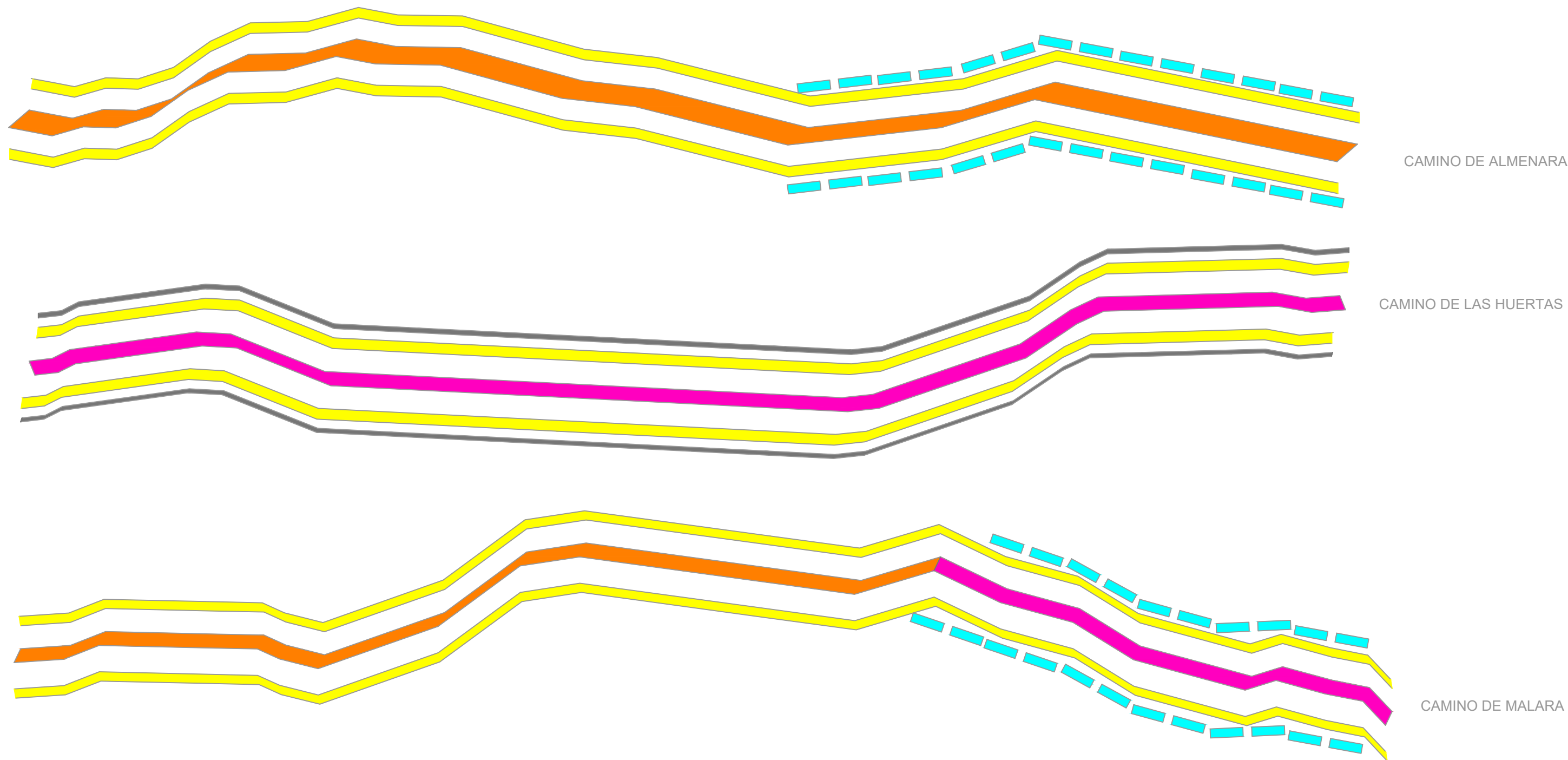


FINAL DEL CAMINO													331.00
													323.00
Cotas de terreno	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Distancias a origen	3360.00	3080.00	2800.00	2520.00	2240.00	1960.00	1680.00	1400.00	1120.00	840.00	560.00	280.00	0.00
Distancias parciales	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	0.00
Numeración de perfiles	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1



CAMINO DE MALARA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno			
COMPROBADO					
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes			Nº PLANO 4/11	
	Perfil del camino de Malara			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

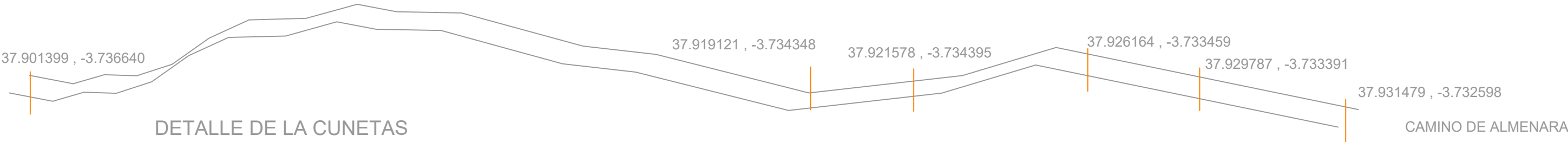


LEYENDA

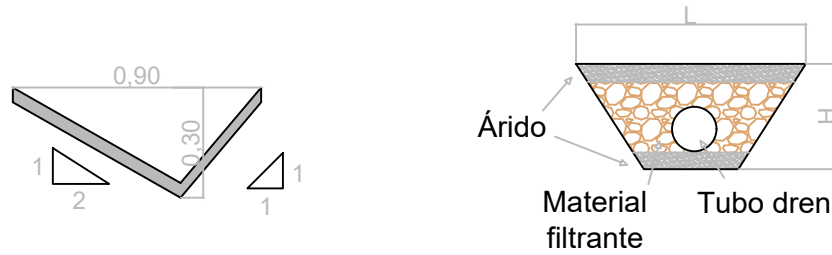
-  CALZADA CON ZAHORRA
-  CALZADA CON ASFALTO
-  CUNETA HORMIGONADA
-  CUNETA ASFALTADA
-  DESBROCE Y LIMPIEZA DE CUNETA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes			Nº PLANO 5/11
	Situación de acabados de los caminos			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

DRENAJE LONGITUDINAL CAMINO DE ALMENARA

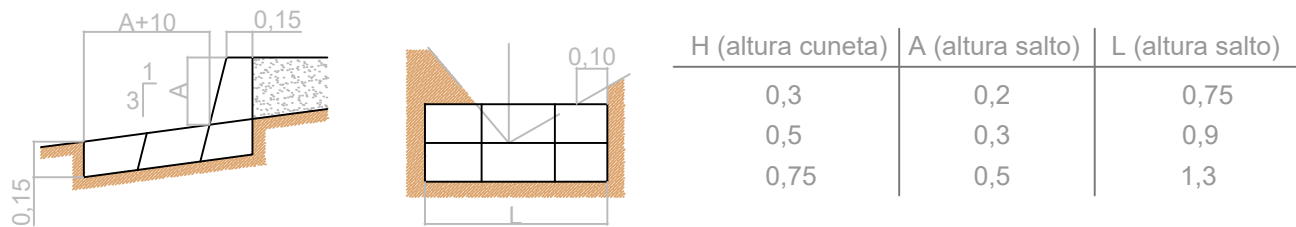


DETALLE DE LA CUNETAS

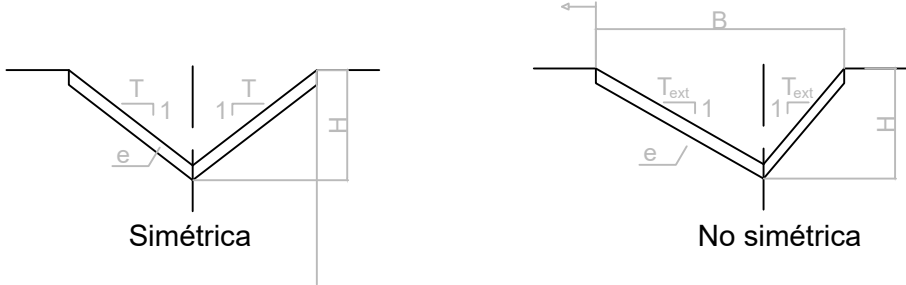


CUNETA SIN REVESTIR

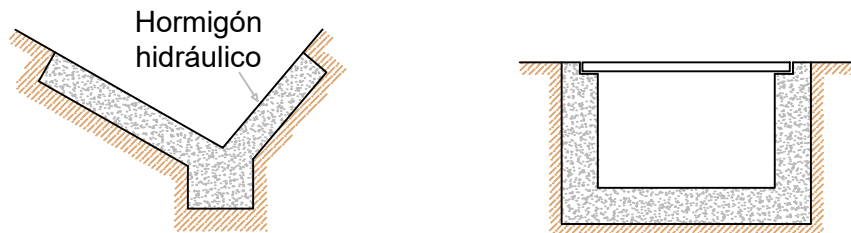
Dimensión del salto según altura de la cuneta



Interior de la plataforma



REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN DE LA CUNETA

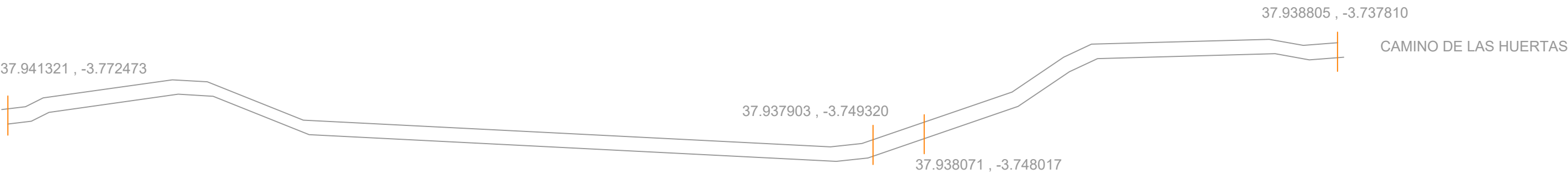


CUADRO DE COORDENADAS

COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL	TIPO DE DRENAJE LONGITUDINAL
37.929787 , -3.733391	37.926164 , -3.733459	Cuneta dren
37.921578 , -3.734395	37.919121 , -3.734348	Cuneta dren
37.931479 , -3.732598	37.919121 , -3.734348	Cuneta superior del camino triangular simétrica y cuneta inferior triangular asimétrica con acabado hormigonado a excepción de los tramos de cuneta dren
37.919121 , -3.734348	37.901399 , -3.736640	Cuneta sin revestir

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes			Nº PLANO 6/11
	Drenaje longitudinal camino de Almenara			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

DRENAJE LONGITUDINAL CAMINO DE LAS HUERTAS



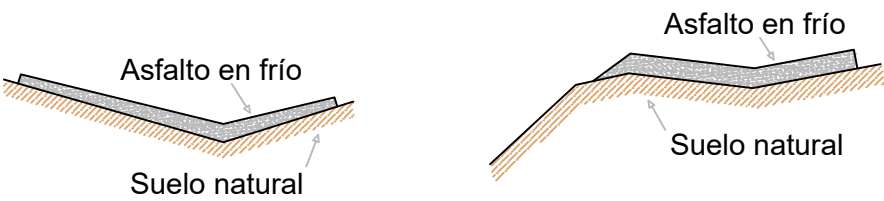
DETALLE DE LA CUNETAS



CUADRO DE COORDENADAS

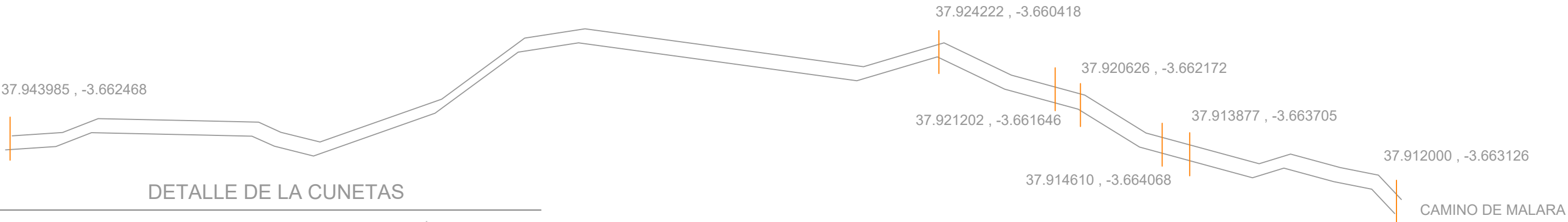
COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL	TIPO DE DRENAJE LONGITUDINAL
37.938071 , -3.748017	37.937903 , -3.749320	Cuneta dren
37.938805 , -3.737810	37.941321 , -3.772473	Cuneta triangular asimétrica con acabado asfalto en frío a excepción del tramo de cuneta dren especificado

ACABADO DE LA CUNETA

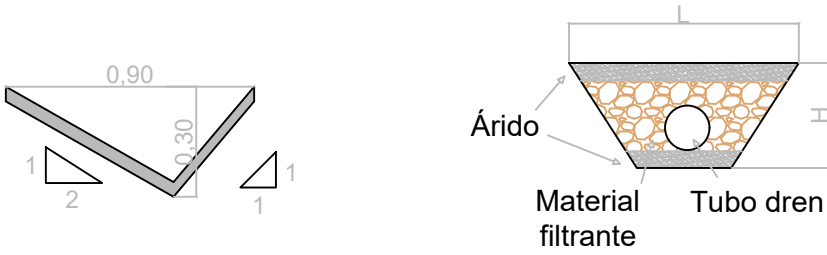


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes			Nº PLANO 7/11
	Drenaje longitudinal camino de las Huertas			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

DRENAJE LONGITUDINAL CAMINO DE MALARA

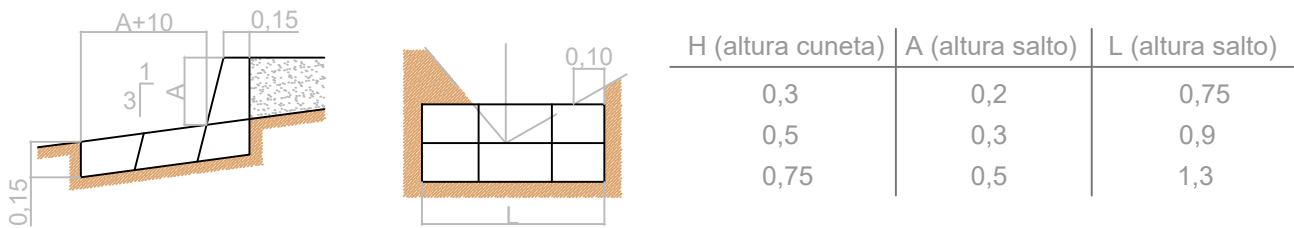


DETALLE DE LA CUNETAS

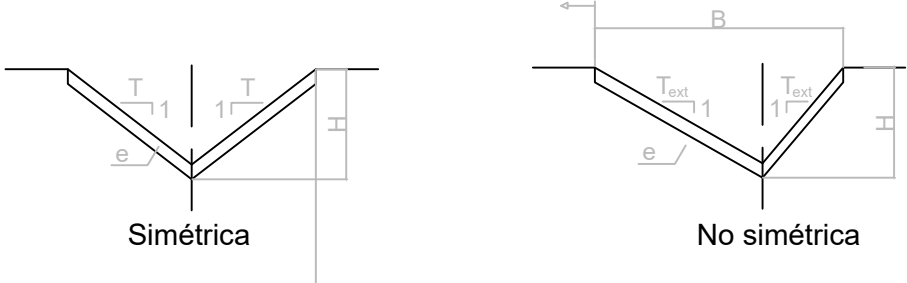


CUNETA SIN REVESTIR

Dimensión del salto según altura de la cuneta



Interior de la plataforma



REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN DE LA CUNETA



CUADRO DE COORDENADAS

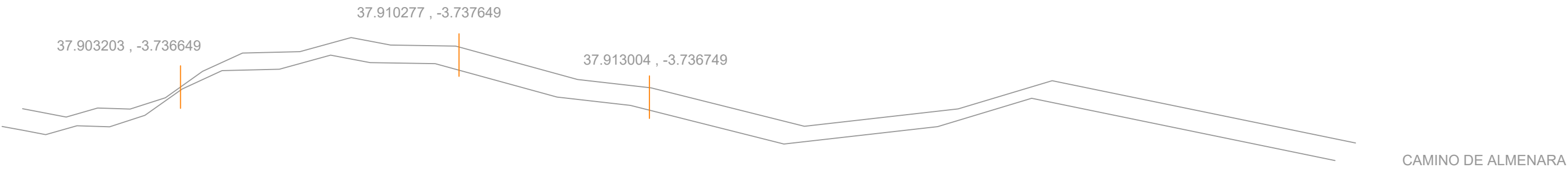
COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL	TIPO DE DRENAJE LONGITUDINAL
37.913877 , -3.663705	37.914610 , -3.664068	Cuneta dren
37.920626 , -3.662172	37.921202 , -3.661646	Cuneta dren
37.912000 , -3.663126	37.924222 , -3.660418	Cuneta triangular asimétrica con acabado hormigonado a excepción de los tramos de cuneta dren
37.924222 , -3.660418	37.943985 , -3.662468	Cuneta sin revestir

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes			Nº PLANO 8/11
	Drenaje longitudinal camino de Malara			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

DRENAJE TRANSVERSAL CAMINO DE ALMENARA

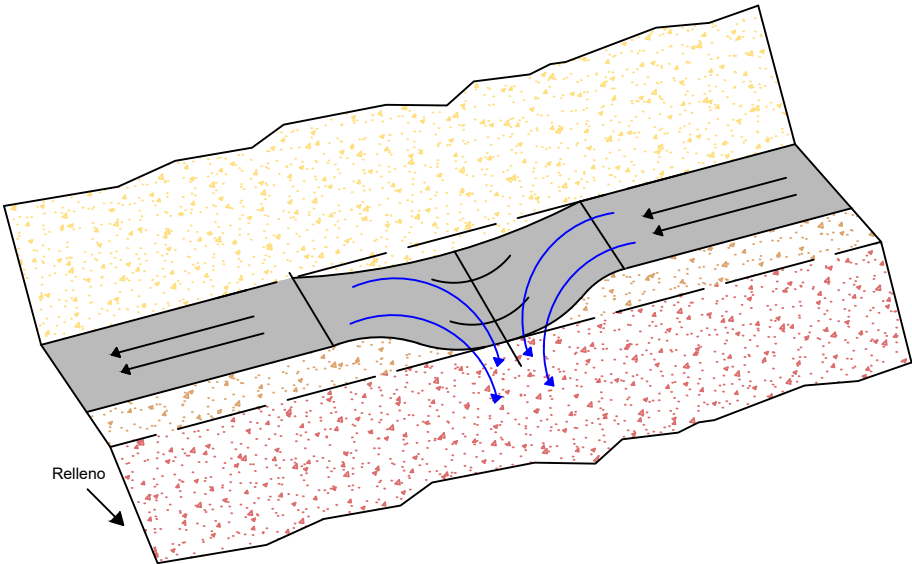
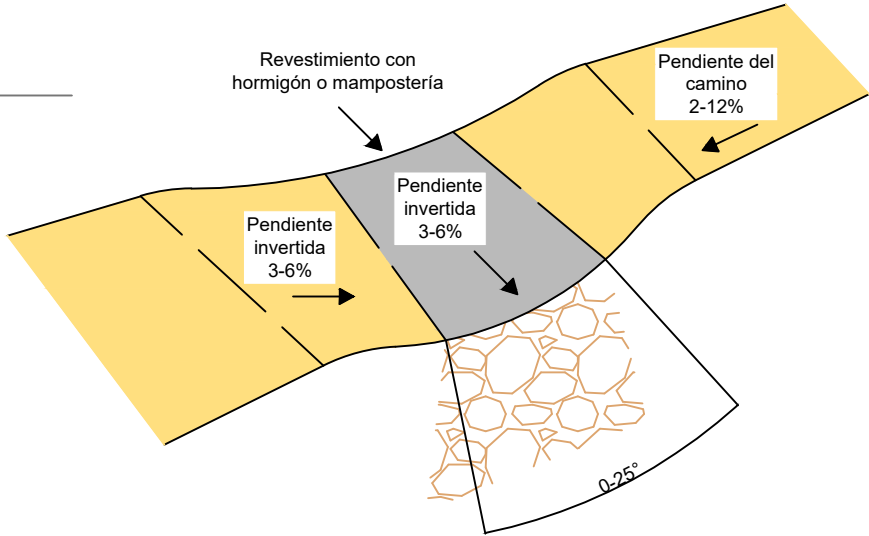
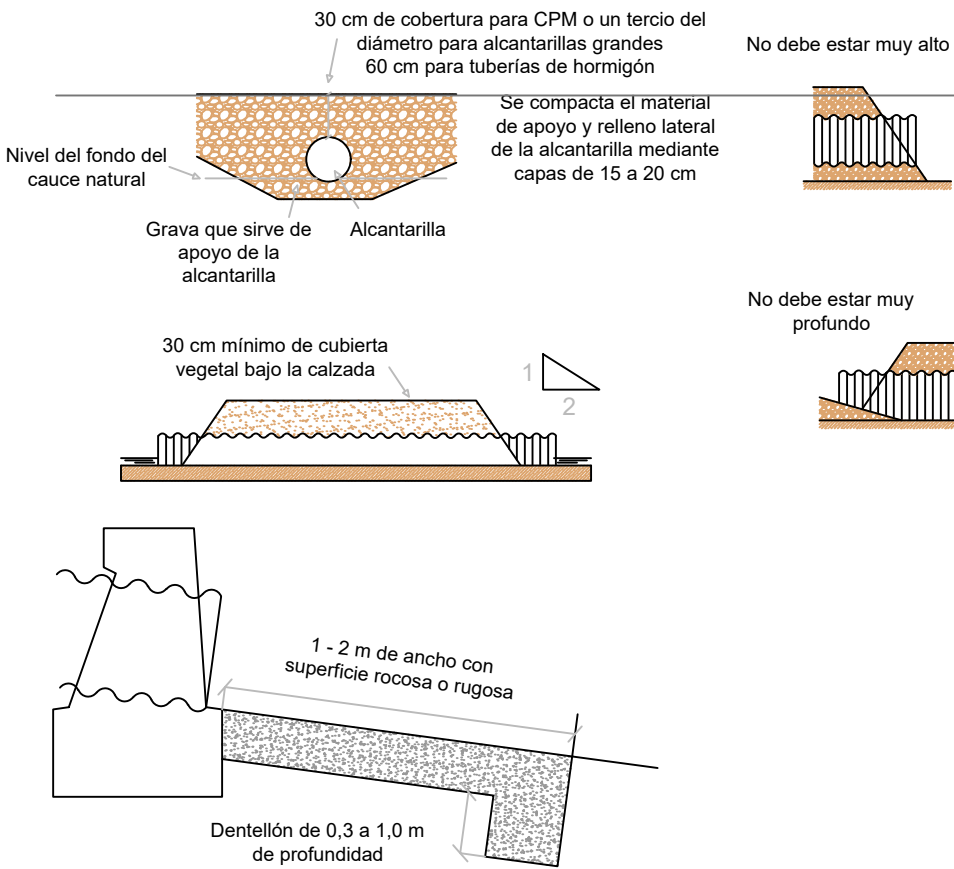
CUADRO DE COORDENADAS

COORDENADA INICIAL	TIPO DE DRENAJE LONGITUDINAL
37.910277 , -3.737649	Alcantarilla
37.903203 , -3.736649	Vado inundable
37.913004 , -3.736749	Vado ondulante

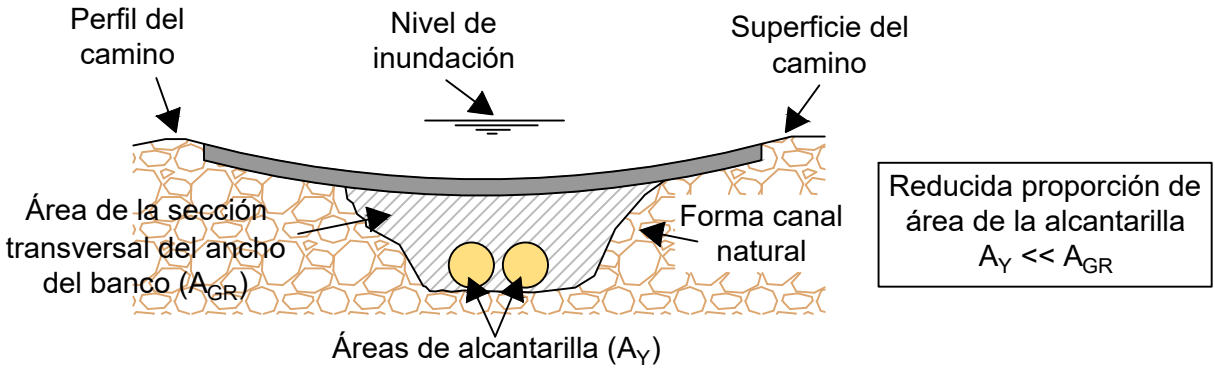


DETALLE DE LA ALCANTARILLA

DETALLE DE VADO ONDULANTE TIPO 2



DETALLE DE VADO INUNDABLE

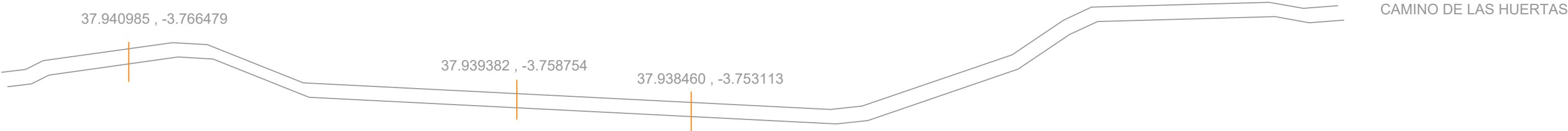


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes Drenaje transversal camino de Almenara			Nº PLANO 9/11
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

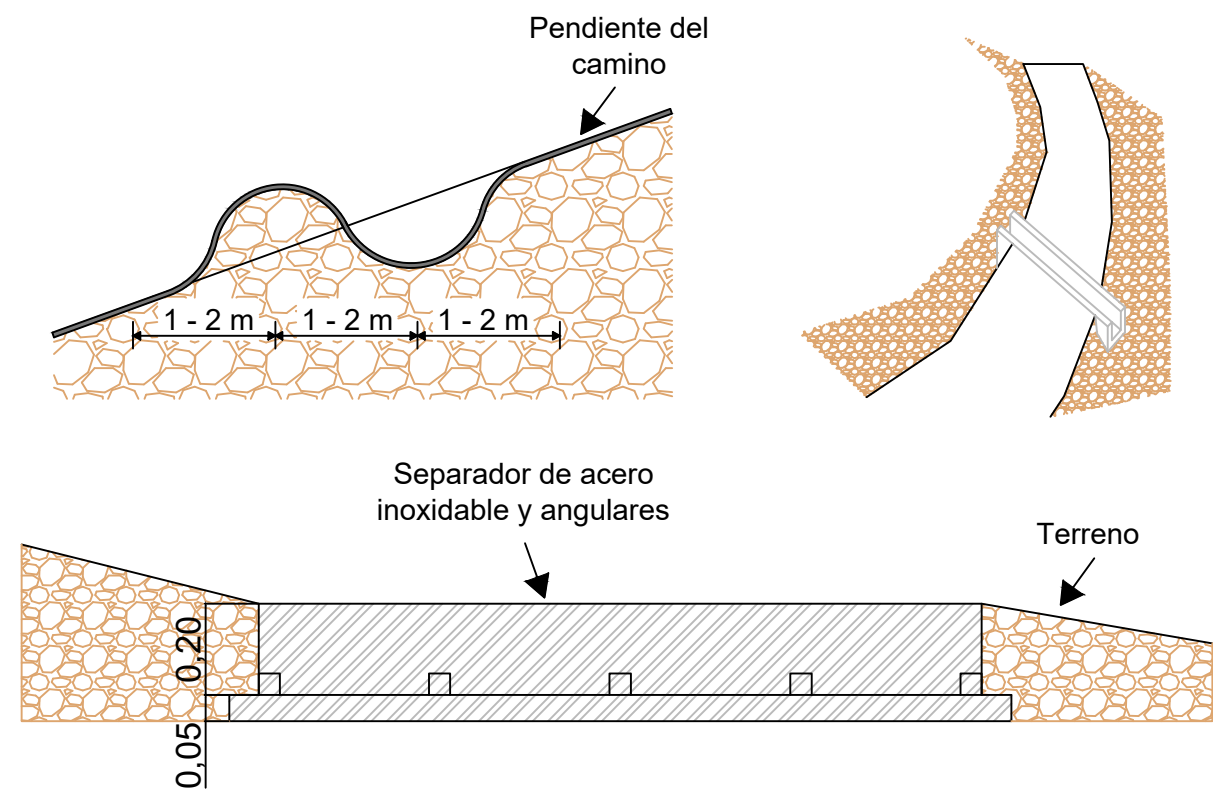
DRENAJE TRANSVERSAL CAMINO DE LAS HUERTAS

CUADRO DE COORDENADAS

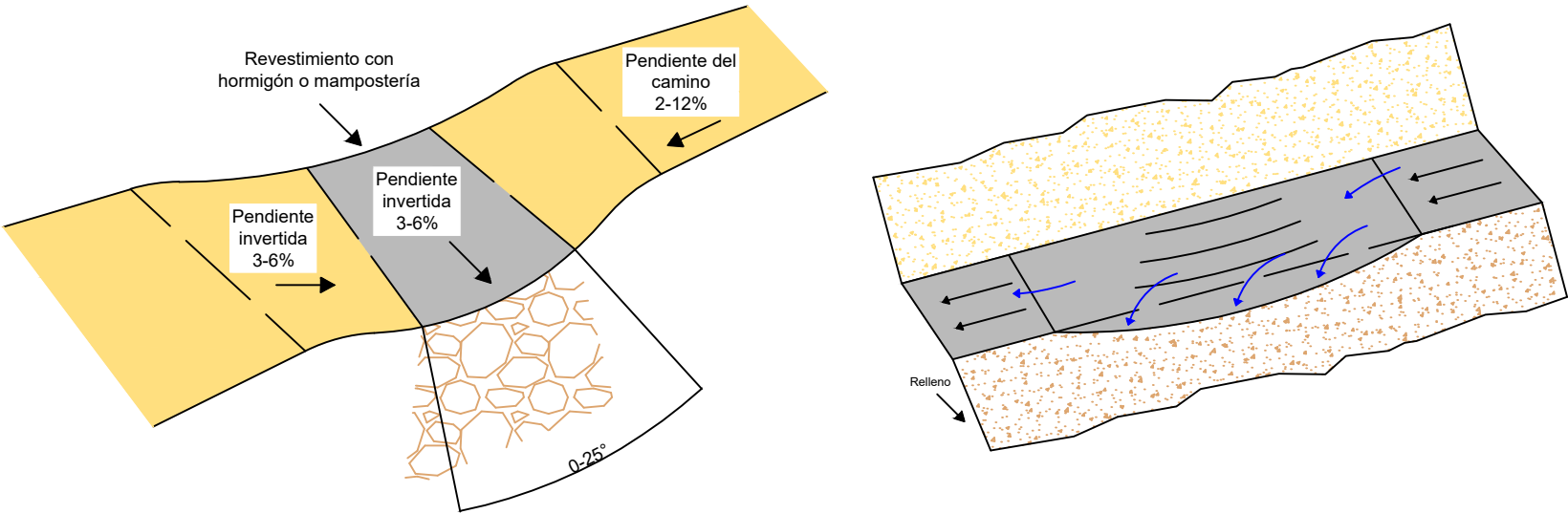
COORDENADA INICIAL	TIPO DE DRENAJE LONGITUDINAL
37.938460 , -3.753113	Caballon desviador
37.939382 , -3.758754	Vado inundable
37.940985 , -3.766479	Vado ondulante



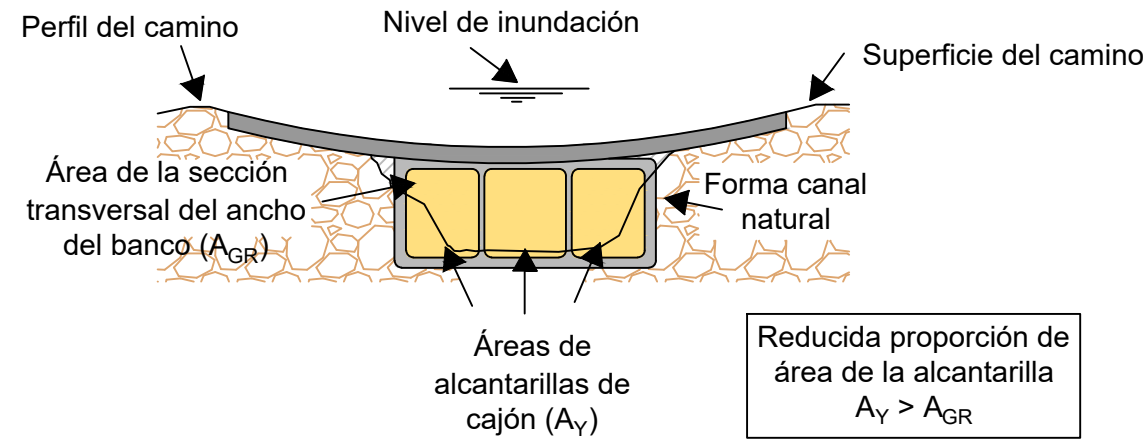
DETALLE DE CABALLON DESVIADOR



DETALLE DE VADO ONDULANTE TIPO 3



DETALLE DE VADO INUNDABLE

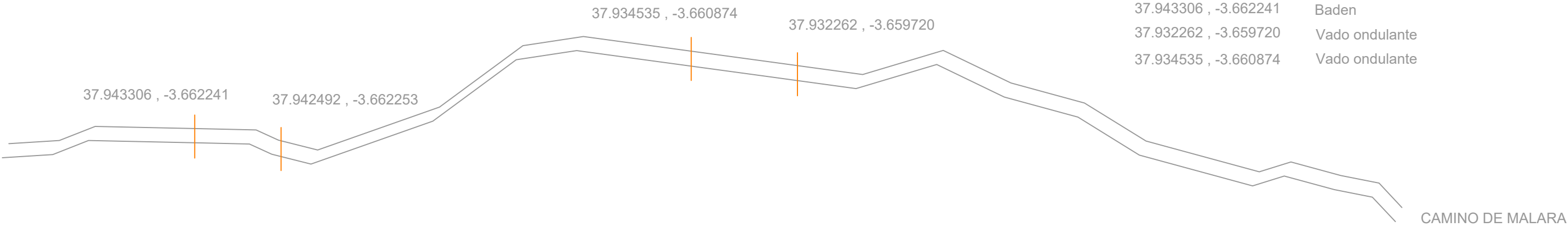


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes Drenaje transversal camino de las Huertas			Nº PLANO 10/11
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

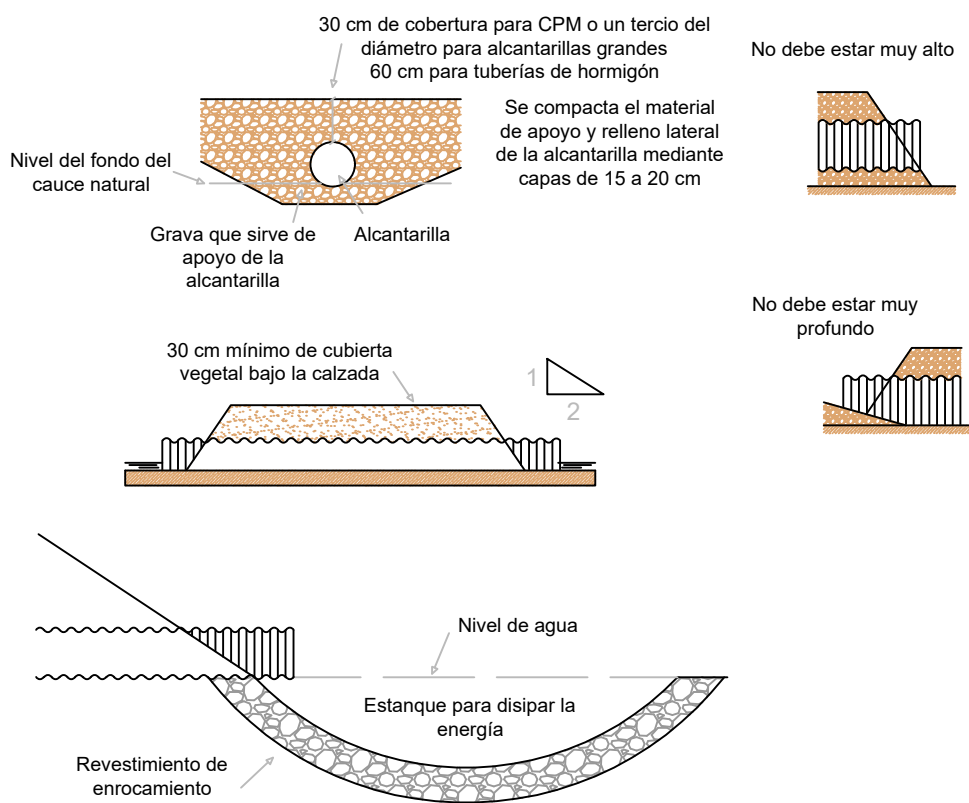
DRENAJE TRANSVERSAL CAMINO DE MALARA

CUADRO DE COORDENADAS

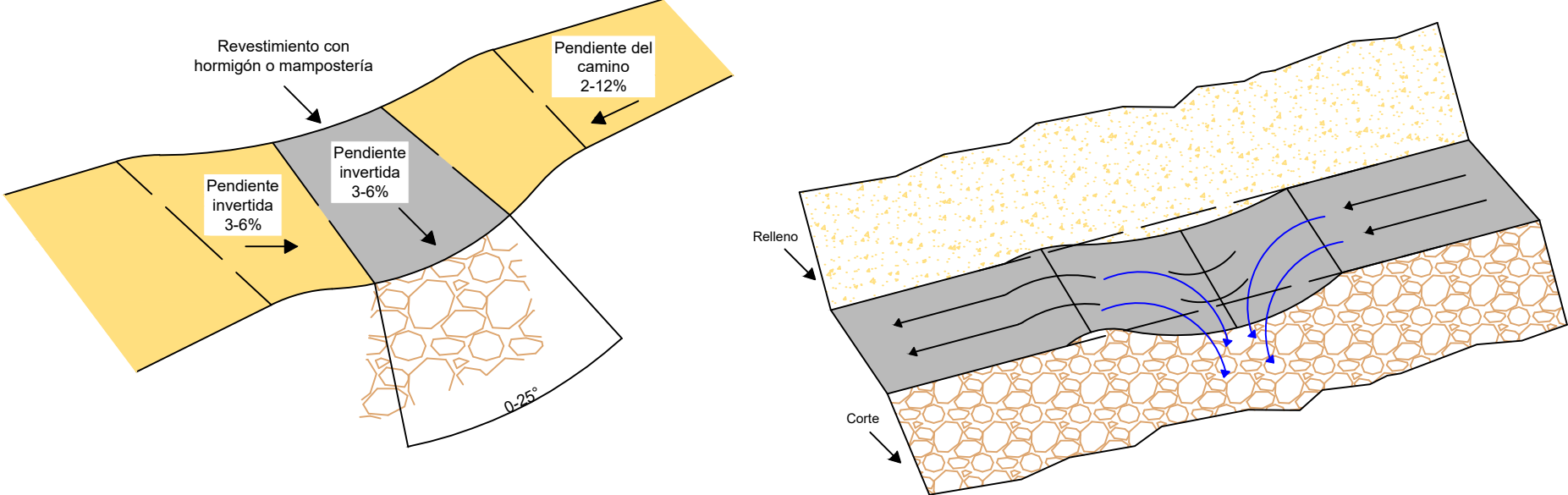
COORDENADA INICIAL	TIPO DE DRENAJE LONGITUDINAL
37.942492 , -3.662253	Alcantarilla
37.943306 , -3.662241	Baden
37.932262 , -3.659720	Vado ondulante
37.934535 , -3.660874	Vado ondulante



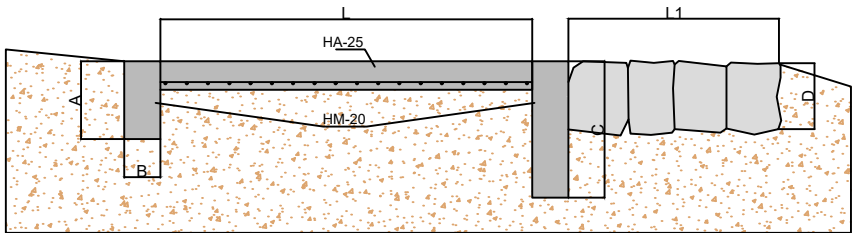
DETALLE DE LA ALCANTARILLA



DETALLE DE VADO ONDULANTE TIPO 1



DETALLE DEL BADEN



A	B	C	L1	D
0,5	0,3	1	0,6L	0,6 - 1

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	20/10/24	Fátima Moreno		
COMPROBADO				
ESCALA:	Obras e instalaciones hidráulicas en los caminos rurales del término municipal de Villatorres, con propuestas de mejora basadas en buenas prácticas en el diseño y ejecución de drenajes			Nº PLANO 11/11
	Drenaje transversal camino de Malara			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

7. BIBLIOGRAFIA

[1] Convive, fundacion cepaim. Catálogo de buenas prácticas. Recuperado el 25 de mayo de 2024 de <https://www.cepaim.org/publicacion/catalogo-de-buenas-practicas/>

[2] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico. Catálogo buenas prácticas economía circular. Recuperado el 15 de abril de 2024 de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/buenas-practicas-economiacircular/#:~:text=El%20Cat%C3%A1logo%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas,y%20escalables%20a%20otros%20agentes.>

[3]Ministerio de Transportes y movilidad Sostenible. Catálogo de Buenas Prácticas. Recuperado el 18 de junio de 2024 de <https://www.mitma.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/estudios-y-publicaciones/catalogos-de-buenas-practicas>

[4] Ministerio de Transportes y movilidad Sostenible. La importancia de los sistemas de drenaje. Recuperado el 15 de julio de 2024 de https://blog.vise.com.mx/importancia-de-los-sistemas-de-drenaje-para-carreterashttps://cdn.mitma.gob.es/portal-webdrupal/carreteras/52ic_fom2982016_err_fom1852017_res180326_consolidado.pdf

[5]Asociación española de la carretera. Historia de la carretera. Recuperado el 3 de julio de 2024 de <https://www.aecarretera.com/quienes-somos/historia/historia-de-la-carretera>

[6] Ingeniería CA& CCA. Cuando son necesarias las obras de drenaje y como acometerlas. Recuperado el 27 de julio de 2024 de <https://www.caycca.com/cuando-son-necesarias-obras-drenaje-como-acometerlas/>

[7] Consejería de Presidencia y Fomenrto. Región de Murcia. Dirección General de Carreteras ESTABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTOS EN DOS TALUDES SITUADOS EN LA CARRETERA RM-514. PK 0+200 . Recuperado el 23 de julio de 2024 de <https://dossier.carm.es/dossier-web/api/entrada/2506013/documento>

[8] Blanco, V. Z. (1987). Breve historia de las carreteras. Revista de obras públicas, 27-38. Recuperado el 2 de agosto de 2024
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64767979/breve_historia_de_las_carreteras-libre.pdf?1603677871=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DBreve_historia_de_las_carreteras.pdf&Expires=1730809748&Signature=eRDN3yQQCW6gyqt3ai4XMq~vRHpr6n0oFKb69s9SKf9h~~HcSkR~Iqvp3CJnRAxXuKFT18zUpTBQi1LEmUzKIA8I6dnzv3AgLmiYee5HCpxoosnRXIoZzJUdgB~hlU0a45vQn1DwfG737M0xQdlhY5XkKsYnAaCBgK3td3g~Ss4bokf37x79UDK82vsfyZTqkJgzVfurNOXit3SP1dAESJ4E6PznQ9K0T~JaayLWboqmWID5DXOYe-VfZcYuLun85MIQIFox~zFUJrTDGRQdMljr-cVEZSR155ITpy9M-udLkZv~UW7kaEf2MMh7-2jk-ZDK9d-JhPJ8RJSkWWQgmQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

[9] Ramos, R. T. (2007). Vías, carreteras y otras calzadas: Breve historia de las mismas. Cimbra, Revista del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, 376, 16-25. Recuperado el 7 de septiembre de 2024 https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/ctpmedia/publicaciones/documentos/Cimbra376_04.pdf

[10] ARMISÉN, D. G. Las vías de comunicación: una aproximación a su historia. Recuperado el 3 de abril de 2024 de
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56881449/articulo_Ribagorza-libre.pdf?1530142694=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRibagorza_Las_vias_de_comunicacion_una_a.pdf&Expires=1730810147&Signature=d0Xd3KJDoaZRwNQEBXZ-M3PvIdQst1nfUzFIIDxi0r~kH5DdFNu9JY4A85H0cZNEqyg3gcL7wbubsnkCXzV7GK3WzNOpgfNt9ViKJ5F24q0ixrmb3f6zUFxsxYSFRfLDicTYO~Jlu9spWl7TPtfWAQQeT9fIX~5qlWtbg7msNy-oQZljI-hzCZrdP-qdFiAoV2CU6X0yzaS0bEiiQLzH7Vsxxeig3vyGlyWaDM56-05pEgpcy~6w7Jb~r9q0R3-ZtjNGn36p0vqJ7C2100V9v0JdaiX8oo6f5pSsGBelrrtmVCLJ1nBu~XEcTYe79k5qntFcTiPzKqlHNNMa1DSQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

[11] García, J. M. F., & Trigueros, J. A. (2006). Historia y técnica del camino. Revista de Obras Públicas, (3.470). Recuperado el 23 de febrero de 2024 de https://quickclick.es/rop/pdf/publico/2006/2006_octubre_3470_04.pdf

[12] Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos. Recuperado el 7 de junio de 2024 de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2004-6192>

[13] BOE 543 MEZCLAS BITUMINOSAS PARA CAPAS DE RODADURA. MEZCLAS DRENANTES Y DISCONTINUAS. Recuperado el 5 de junio de 2024 de https://www2.caminos.upm.es/departamentos/ict/lcweb/pdfs/normativas/Art%20543-%20Mezclas%20Bituminosas%20para%20Rodadura_noPW.pdf

[14] Influencia de las segregaciones térmicas en el comportamiento mecánico de las mezclas bituminosas Ramón Botella. Felix Edmundo Pérez Jiménez. Adriana Martínez. Jacinto L. García Santiago. Recuperado el 16 de septiembre de 2024 de https://www.researchgate.net/publication/42356843_Influencia_de_las_segregaciones_termicas_en_el_comportamiento_mecanico_de_las_mezclas_bituminosas

[15] Ministerio de Fomento. Serie Normativa. Norma 5.2 –IC de la Instrucción de Carreteras. Drenaje Superficial. Recuperado el 17 de marzo de 2024 de https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/carreteras/52ic_fom2982016_err_fom1852017_res180326_consolidado.pdf

[16] Alvarado Montero A. Usos de enrocados en Obras Hidráulicas. Recuperado el 11 de octubre de 2024 de file:///C:/Users/UJA/Downloads/publicadoranuc,+Journal+manager,+Anales_1985_8_02.pdf