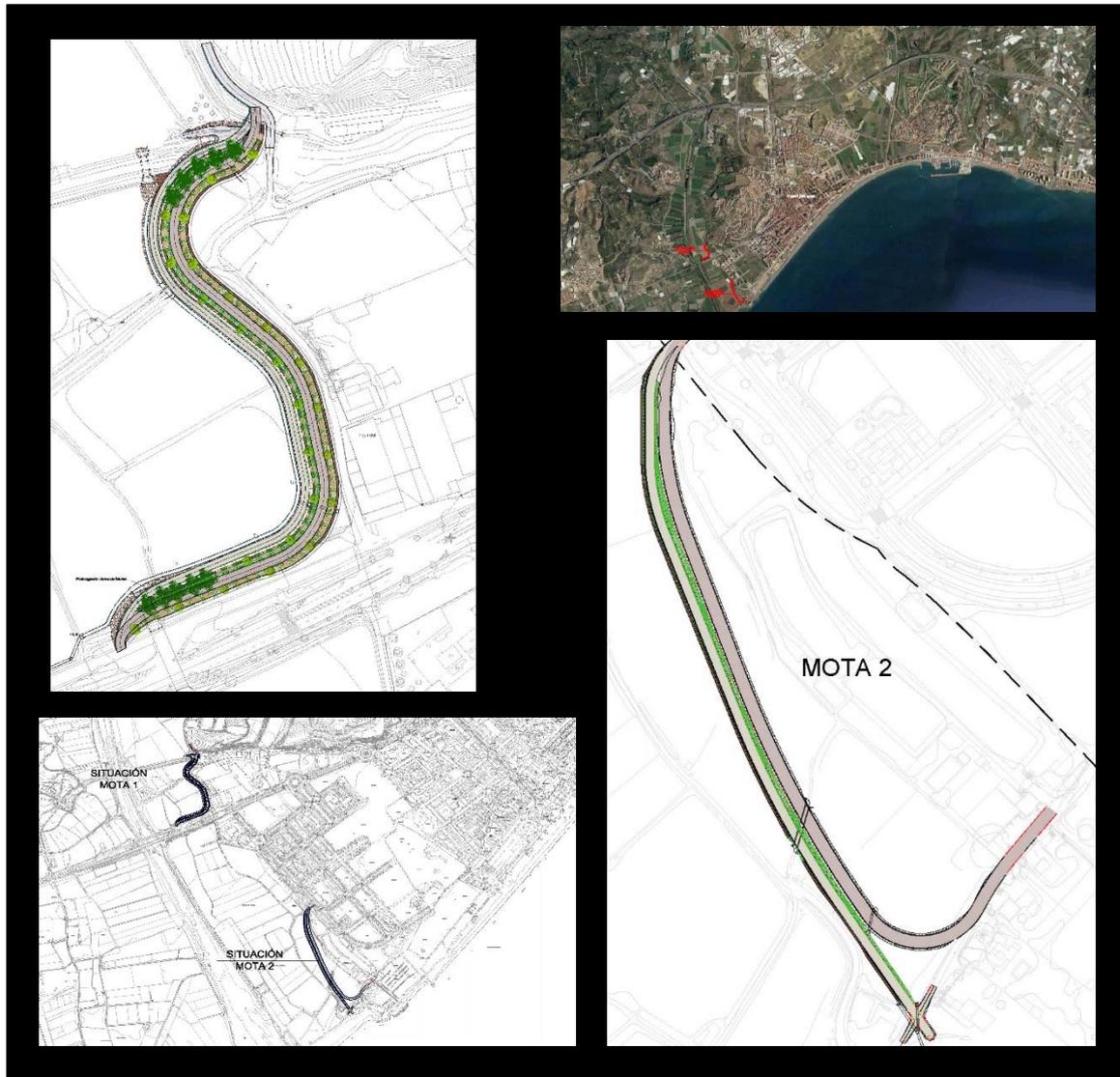


DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA



PROYECTO ORDINARIO DE URBANIZACIÓN DE MOTAS MARGEN IZQUIERDA DEL RIO VELEZ COMO MEDIDA CORRECTORA DE LA INUNDABILIDAD DE TORRE DEL MAR Y NUEVO CAMINO DE ACCESO A CAMPING

Tras informe de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico

PROMOTOR:



MARZO 2020

PROYECTO ORDINARIO DE URBANIZACIÓN DE MOTAS MARGEN IZQUIERDA DEL RIO VELEZ COMO MEDIDA CORRECTORA DE LA INUNDABILIDAD DE TORRE DEL MAR Y NUEVO CAMINO DE ACCESO A CAMPING

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Objeto del Proyecto	3
1.2 Encargo	6
1.3 Documentación de base	7
1.4 Equipo Técnico redactor	7
2.- ENCUADRE FISIOGRAFICO Y EVOLUTIVO DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN	8
3.- ANTECEDENTES.....	13
3.1.- Antecedentes históricos - Referencias sobre inundaciones.....	13
3.2.- Antecedentes técnico-administrativos generales	16
3.3.- Antecedentes técnicos-administrativos particulares	23
4.- OBJETO DEL PROYECTO.....	28
5.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	29
5.1.- Justificación de la solución adoptada.....	29
5.2.- Descripción de las obras	38
5.3.- Cartografía y topografía.....	39
5.4.- Geología y geotecnia.....	40
5.5.- Climatología e hidrología	40
5.6.- Definición geométrica de la mota de protección.....	44
5.7.- Drenaje.....	47
5.7.- Replanteo.....	49
5.8.- Movimiento de tierras.....	50
5.9.- Justificación hidráulica de las motas de protección.....	51
5.10.- Justificación de la estabilidad de la mota	57
6.- CONTROL DE CALIDAD.....	62
7.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	62
8.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	62
9.- PLAZO DE EJECUCIÓN	63
10.- PRESUPUESTO DE LAS OBRAS	63

PROYECTO ORDINARIO DE URBANIZACIÓN DE MOTAS MARGEN IZQUIERDA DEL RIO VELEZ COMO MEDIDA CORRECTORA DE LA INUNDABILIDAD DE TORRE DEL MAR Y NUEVO CAMINO DE ACCESO A CAMPING

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto del Proyecto y Antecedentes

A petición de la Junta de Compensación de la Unidad de Ejecución UE-2 del Sector de Planeamiento SUP.T-12 del PGOU de Vélez Málaga, en coordinación con el área técnica del Ayuntamiento de Vélez Málaga, se realizó el Estudio Hidráulico en el Tramo Final del Río Vélez en el Contexto de su Afección a los Suelos de la Unidad de Ejecución UE-2 del SUP.T-12 del PGOU de Vélez Málaga.

En base a los distintos estudios presentados y contactos directos con el Servicio de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico de Andalucía, en el mes de diciembre de 2017 se concluyeron los siguientes extremos fundamentales:

1. La ejecución de medidas puntuales de protección en los desarrollos pendientes de la UE-2 del SUP.T-12 generan una afección sobre terceros considerada como significativa por la Administración Hidráulica.
2. Estando garantizados dichos desarrollos, se debe recurrir, no obstante, al planteamiento de medidas globales de protección en la margen izquierda del Vélez. Dichas medidas, a su vez, sacarían del peligro latente de inundaciones al núcleo urbano de Torre del Mar.
3. El desarrollo de medidas de protección exclusivamente en la margen izquierda del Vélez, traería consigo afecciones sobre terceros en la margen inundable de Almayate; afecciones consideradas por la Administración Hidráulica como significativas.
4. Bajo la circunstancia anterior se hace preciso plantear medidas de protección que liberen de la inundación, también, a la margen derecha del tramo bajo del Vélez.

El 11 de enero de 2018 tras reunión con la Administración Hidráulica, se marcan las líneas generales para el desarrollo de las medidas globales de protección que liberen de la inundación, tanto a Torre del Mar, como a Almayate. Así pues, se fijan siguientes pautas esenciales:

- a) El ámbito de actuación se marca desde la cerrada del primitivo puente del ferrocarril hasta la desembocadura. Desde dicha cerrada es a partir de la que la inundación se

abre cubriendo en un porcentaje muy elevado las superficies de Almayate y Torre del Mar.

- b) Las medidas globales de protección quedan fijadas mediante el planteamiento de motas en las márgenes del Vélez.
- c) Todo ello lleva aparejada la necesidad de actuar también sobre los puentes existentes de la antigua nacional y de la actual N340a.
- d) Las actuaciones quedan organizadas en dos fases:

FASE 1. Ejecución de Motas en la margen izquierda para la protección de Torre del Mar.

FASE 2. Ejecución de Motas en la margen derecha para la protección de Almayate, y actuación sobre puentes para adecuar estas infraestructuras a la suficiencia de la nueva sección hidráulica.

El proyecto tiene como objeto, por tanto, definir y valorar las obras necesarias para completar la FASE 1 anteriormente citada, correspondientes a dos Motas situadas en la margen izquierda del río Vélez, una (MOTA 1) al Norte de la carretera Nacional 340 y la segunda (MOTA 2) situada al Sur de la misma, cerca de la desembocadura del río. También, se diseña un Nuevo camino de acceso al camping, permitiendo así que éste discorra en todo momento fuera de la zona inundable del río Vélez, bajo la protección de la Mota 2 y posibilitando su ejecución y, consecuentemente, la liquidación y disolución de la Junta de Compensación de la UE-2 del SUP.T-12.

- A. Se inicia el trámite administrativo del proyecto mediante presentación, por parte de la Junta de Compensación de la Unidad de Ejecución UE.2 del Sector SUP.-T12 del PGOU de Vélez Málaga, de instancia al ayuntamiento de Vélez Málaga con fecha 7 de Marzo de 2019, adjuntándose ejemplar del proyecto en formato papel y digital. Igualmente, se adjuntó copia del informe emitido por la Delegación Territorial de Málaga de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, con fecha 25 de Febrero de 2019 en el que se considera que las obras pretendidas no están sujetas al procedimiento de Autorización Ambiental Unificada.
- B. Con fecha 13 de Junio 2019 se recibe informe emitido por la Dirección General de Planificación y Recursos Hídricos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible en el que se concluye "*...se comunica que tras la supervisión efectuada al citado proyecto, los parámetros técnicos utilizados en el mismo se consideran válidos*", instando a la Delegación Provincial a emitir la pertinente autorización para la ejecución de las obras.
- C. Con fecha 20 de Agosto de 2019 la Consejería de Cultura y Patrimonio emite informe (exp.240/19) en el que se condiciona el proyecto a la realización de determinadas modificaciones y justificaciones, debido fundamentalmente a que la superficie

objeto de actuación se encuentra afectada en la Mota 1 por el BIC y su entorno de la “Desembocadura del Río Vélez”, en su yacimiento de “Cerro del Mar” y protegida arqueológicamente por el Planeamiento Municipal de Vélez-Málaga.

D. En consecuencia, con fecha 4 de Septiembre se da registro en el Ayto. de Vélez Málaga a informe municipal del interés público del proyecto e informe del arqueólogo municipal donde se ratifica lo siguiente; el interés público de las obras de la mota y la propuesta de modificación de su trazado en los siguientes términos:

a) El interés público del proyecto de la Mota viene determinado por su objeto, que es el de evitar la inundación del núcleo urbano de Torre del Mar, según se determina por la legislación hidráulica para todas las obras de defensa de las inundaciones de los núcleos urbanos. Su urgencia viene determinada por la de evitar cuanto antes dicha contingencia.

b) La corrección del trazado propuesta desplaza la mota hacia el Oeste, separándola del Cerro del Mar. Con ello se evita la posible afección a restos arqueológicos, pues se dispone sobre acúmulo de limos sobre suelos que eran mar hace siglos; por lo que no existen restos; tal y como se acredita por el informe del Arqueólogo Municipal que documenta esta afirmación.

La mota, que se ejecuta con piedras y tierras, no exige una cimentación de otro tipo de material, elevándose solo cincuenta centímetros sobre el actual nivel de la antigua vía del ferrocarril.

Por ello la variación de la rasante, mediante rellenos de tierras de la antigua vía no impacta físicamente sobre el Cerro del Mar, cuyos restos arqueológicos están a un nivel más alto, que la vía ya modificó; asimismo su escasa altura de relleno se queda muy por debajo del antiguo nivel de los restos

c) Por parte de la Junta de Compensación, adquiere la obligación de contratar los servicios arqueológicos de la empresa ARATISPI Gestión Integral del Patrimonio, y a su arqueólogo D. Francisco Melero García, para la ejecución de cuantos trabajos de control y vigilancia sean requeridos.

E. Con fecha 10 de Septiembre de 2.019, el ayuntamiento de Vélez Málaga acuerda el sometimiento del proyecto a información pública.

F. Con fecha 17 de Octubre de 2019 la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico de la Junta de Andalucía emite informe donde resuelve conceder autorización para el proyecto ordinario de urbanización de Motas, margen izquierda del río Vélez como medida correctora de inundabilidad de Torre del Mar y nuevo camino de acceso a camping, en el T.M. de Vélez Málaga, condicionado a la realización de una Actividad Arqueológica Preventiva consistente en un Control Arqueológico de Movimiento de Tierra.

- G. Con fecha 31 de Octubre de 2019 el Ayto. traslada a la Junta de Compensación dos alegaciones al proyecto presentadas, una por Adolfo Porrás Alés y la otra por Antonio J. Sánchez Moyano y Doña Teresa Moyano Tejada.
- H. Con fecha 5 de Marzo de 2020 la Junta de Compensación de la UE2 del SUP-T.12 firma acuerdo con D. Alfonso Porrás Alés, Dña. Ángeles Segovia Gálvez y D. Carlos Adolfo Porrás Segovia, donde en su anexo 1 se expone las modificaciones acordadas respecto al proyecto, a saber:
- Alumbrado del Camino de acceso al Camping. Se trasladan las farolas proyectadas al margen oriental del nuevo acceso al camping. Se sustituye una farola proyectada de 4 metros por báculo de vial.
 - Desagüe de Aguas Pluviales del camino. Realizar la recogida de escorrentía de la margen oriental del vial igual que en su margen occidental, con un tramo único desde el inicio del camino (vial 7 del SUP-T.12), con sentido Sur, hasta el canal de desagüe general.
 - Indicaciones sobre el modo de actuar sobre Instalaciones actuales del camping a modificar por la ejecución de las Obras del presente proyecto.

Por todo ello, se redacta el presente proyecto donde se recogen todas las modificaciones anteriormente descritas.

En cualquier caso, dichos ajustes son no sustanciales, también desde el punto de vista hidráulico, y el diseño final aquí recogido de las motas sigue respetando las condiciones del proyecto origen y su finalidad de protección de Torre del Mar frente a eventos extraordinarios superiores a períodos de retorno de 10 años. Para ello se siguen manteniendo los parámetros técnicos utilizados en el citado proyecto origen, que fueron considerados válidos acorde al informe emitido por la Dirección General de Planificación y Recursos Hídricos con nomenclatura 2019/130000/010689, de 13 de junio de 2019.

1.2 Encargo

Las principales características del encargo son las siguientes:

- Cliente: **Ayuntamiento de Vélez Málaga**
- Fecha del encargo: Septiembre de 2018
- Objeto del encargo: **Proyecto Ordinario de Urbanización**

1.3 Documentación de base

La documentación de base para la redacción del presente Proyecto Ordinario de Urbanización ha sido:

- Vuelo fotogramétrico, levantamiento topográfico de zona de actuación realizado por J. Carlos Hidalgo Calderón, ingeniero en Geomática y Topografía.
- Estudio Hidráulico sobre Viabilidad y Definición de Bases de Actuaciones Propuesta para la Prevención de Inundaciones en el Delta del Río Vélez redactado por Civiliza Ingeniería, S.L.P. con fecha Febrero de 2018.
- Estudio Geotécnico Margen Izquierda de la Desembocadura del Río Vélez redactado por Cemos Ingeniería y control de fecha Enero de 2019 y número de expediente O/1806716.
- Adenda al Proyecto Ordinario de Obras de Urbanización para la Ampliación del carril de la Culebra T.M. de Vélez Málaga redactado por Estudio 7 Ingeniería y Construcción de fecha Abril de 2017.

1.4 Equipo Técnico redactor

El equipo encargado de la redacción del presente proyecto es el siguiente:

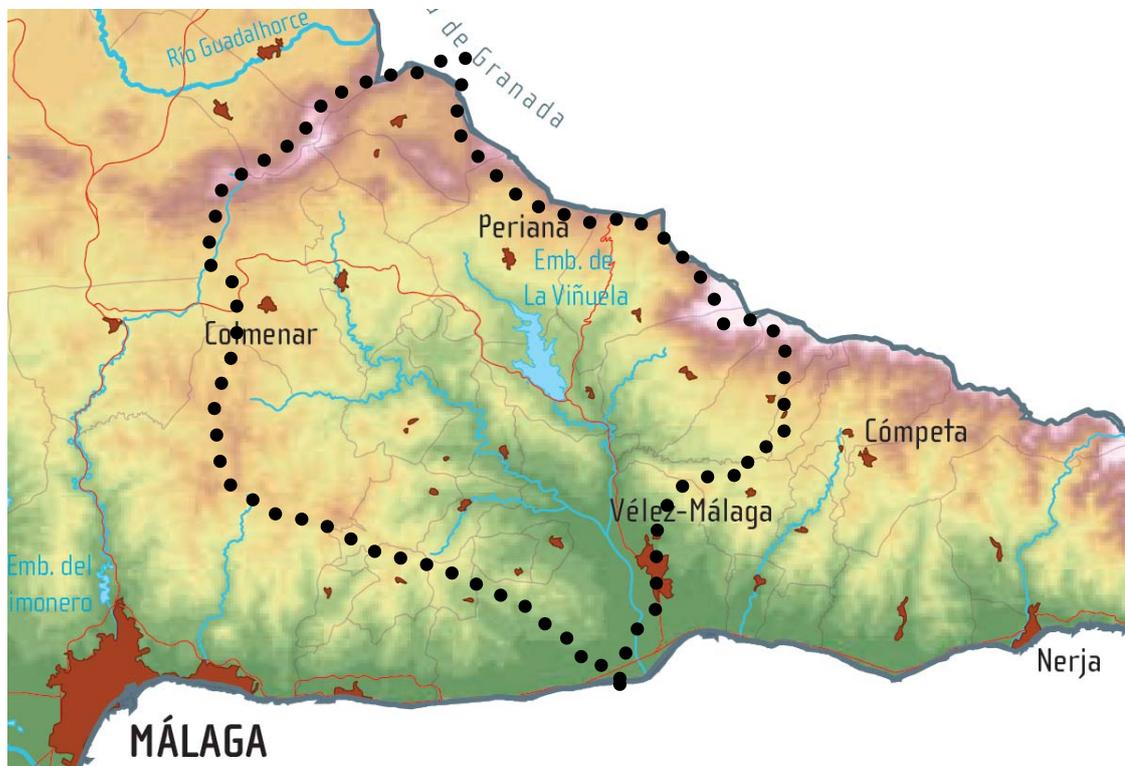
- Director del Proyecto:
José Vicente Fossi Armijo (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos).
- Colaboradores técnicos:
Fernando García Pulido (Ingeniero Técnico Industrial)
Juan Carlos Bonilla Guerrero (Ingeniero Técnico de Obras Públicas)

2.- ENCUADRE FISIOGRAFICO Y EVOLUTIVO DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN

La cuenca del río Vélez está situada en el centro de la Costa del Sol Oriental, y queda delimitada por los Montes de Málaga, al Oeste, la Sierra de Tejeda, al Norte, y el Macizo de Vélez, al Este. Hacia el Sur se desarrolla en forma de delta hacia el Mediterráneo.

Está dominada preponderantemente por la Cordillera Penibética, si bien, al Norte, se detectan algunas zonas de la Cordillera Subbética. En todo caso, íntegramente se encuentra en las Cordilleras Béticas.

Ilustración 1. Esquemática de la cuenca vertiente del río Vélez en la zona oriental de la Provincia de Málaga.



Dentro de la cuenca se encuentran importantes localidades, como Vélez Málaga, y gran parte de su área metropolitana.

La cuenca en sí misma presenta una superficie del orden de 620 Km², con una longitud de su cauce principal (el río Vélez - río Guaro en la parte Norte) de prácticamente 60 Km., descendiendo desde los 1.680 m. de altitud (aunque el punto más alto de la cuenca se encuentra en el Pico de la Maroma, a cota de 2.069 m., en la parte alta de la subcuenca del río Almanchares), hasta la cota cero de nivel del mar en la desembocadura.

La cuenca recibe también el nombre de Hoya del Vélez, por su carácter de depresión, formada por la erosión del propio Vélez, y de otros afluentes, como es su principal, el Benamargosa. Este río confluye en el Vélez por su margen derecha aguas abajo de la pedanía de Triana, y el Trapiche. Presenta una cuenca del orden de 270 Km², con una longitud de cauce principal de unos 40,00 Km, descendiendo desde la cota +1.400 msnm. hasta el punto de confluencia en el Vélez, a cota de +30,00 msnm.

Ya desde el punto de confluencia anterior, hasta la desembocadura en Torre del Mar, todo el curso fluvial transcurre sobre terrenos del municipio de Vélez Málaga.

La infraestructura hidráulica, a efectos prácticos, más importante de la cuenca, y de toda la Costa del Sol Oriental, es el embalse de la Viñuela, situada sobre el cauce principal, y cuya superficie ocupa suelos de los municipios de La Viñuela y Periana. Se construye para abastecer a la comarca y para la mejora de regadíos. La presa se empezó a construir el 22 de octubre de 1982 y se terminó en 1989, aunque el pantano no se llenó completamente de agua hasta el año 1998. Dicho embalse tiene asociados una serie de presas repartidas por toda la cuenca.

La actuación definida en este proyecto se centra en el tramo bajo del río Vélez, ámbito conocido como Delta del Vélez; en concreto en su margen izquierda.

Ilustración 2. Ámbito de proyecto.



Convendrá que hagamos un repaso de la evolución fisiográfica que ha sufrido el mencionado delta (aspecto que, como se verá, ha sido tenido en cuenta en el enfoque de las actuaciones asociadas al presente proyecto).

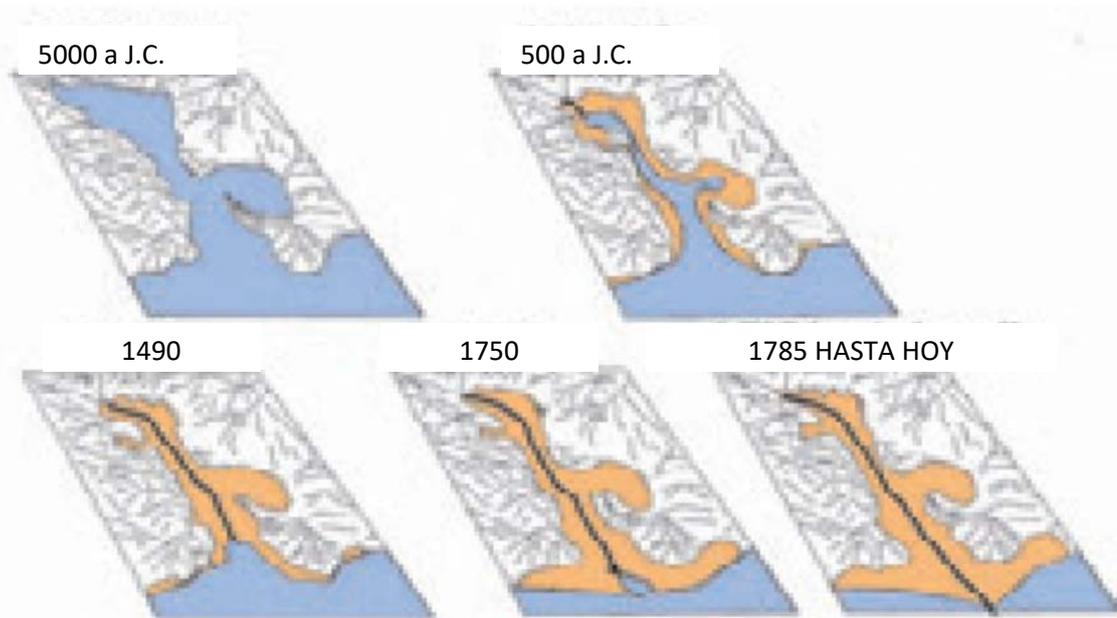
El delta del Vélez es una formación hidrogeomorfológica relativamente reciente, que se ha formado en tan sólo cinco siglos, un récord para un proceso geológico de este tipo. En efecto, los yacimientos arqueológicos fenicios y púnicos (s. VIII a.C.) situados en la zona de los Toscanos, a unos dos kilómetros de la desembocadura actual del río, muestran

almacenes que debían estar situados en una zona portuaria, lo que indica que el río era navegable, al menos hasta ese lugar.

Más adelante, hace sólo quinientos años, los Reyes Católicos introdujeron sus naves hasta cerca de Vélez para asediar la ciudad, según cuentas las crónicas de la época.

Los mapas del siglo XVII nos muestran todavía que el delta no se había formada completamente. Luego esta formación es el producto de una intensa sedimentación, producida por una fuerte erosión en toda la cuenca del río Vélez, seguramente favorecida por la fuerte explotación de sus recurso forestales y la intensificación de la agricultura.

Ilustración 3. Evolución hidrogeomorfológica de la desembocadura del río Vélez.



Así, en los últimos siglos, sin duda, la desembocadura debió ser antaño un importante humedal, con lagunas, que han ido quedando desecadas consecuencia del uso agrícola de la zona. Una de las crónicas más antiguas que se han encontrado registradas proviene de finales del siglo XIX, a partir del Diccionario Geográfico de Pascual Madoz, que relataba la existencia de una gran laguna de 100 varas (83,59 m.). Según su relato, en esta zona existía abundante caza por temporada, componiéndose fundamentalmente de “patos”.

En los mapas de la zona de Vélez de principio de siglo aparece cartografiada una laguna (toponímicamente denominada “La Laguna”) en la margen izquierda del delta, cerca de la actual N-340a. Actualmente, aunque dicha laguna ha desaparecido, a esta zona se la sigue conociendo como “La Laguna”, lo que sin duda denota que debió existir este accidente geográfico. Además, no sólo debió existir una laguna, sino varias: la Laguna Grande, de unas

3 has de superficie, y la Laguna Marín de 5-6 has. La primera quedó aterrada en los años 50, ofreciendo su dueño 5 pesetas por cada carro de arena que se le aportase para su aterramiento. La Laguna Marín quedó aterrada en el año 1983.

Algo similar ocurre con la zona llamada como “La Isla”, en la margen derecha de la desembocadura, que debía quedar como una isla cuando del río salía el denominado “Brazo Viejo del Río Vélez”, que se desviaba oblicuamente desde la margen derecha hacia la actual playa de nudismo.

Ilustración 4. Delta del Vélez a principios del siglo XX.



En la segunda mitad del siglo XX, ya contamos con ortofotografía, a partir de lo cual podemos seguir observando la evolución fisiográfica que ha sufrido el delta.

Ilustración 5. Ortofotografía de los años 1959, 1998 y última década.





Con independencia de los desarrollos que han ido ocupando las llanuras de inundación del Vélez, en todas las imágenes anteriores parece desprenderse que el cauce de aguas bajas del río ha seguido manteniendo sus límites (con la antigua nacional y el puente del ferrocarril ya construidos a mediados del siglo XX). Adicionalmente se intuye de forma clara el trazado primigenio del Brazo Viejo del Vélez, y la zona conocida como la Isla.

3.- ANTECEDENTES

3.1.- Antecedentes históricos - Referencias sobre crecidas e inundaciones.

En las últimas décadas del siglo XX, y principios del presente, se han encontrado crónicas sobre distintos eventos lluviosos que provocaron inundaciones y/o crecidas relevantes del río Vélez. Destacamos las siguientes:

- En noviembre de 1989 (JM. Senciales, 2000) un grupo de borrascas azota la provincia de Málaga, produciéndose graves inundaciones en la capital el día 14. En la zona oriental de la provincia, las lluvias con mayor intensidad llegan el día 26, provocando el desbordamiento del río Vélez, en diferentes tramos del mismo. Las aguas desbordadas en el delta del río y en el tramo del antiguo puente del ferrocarril anegan toda la zona del ferial de Torre del Mar, y su estación de autobuses (experiencias vividas por lugareños y recogidas de visitas de campo).

Aunque este evento no comparte las condiciones actuales de laminación de avenidas, pues el Sistema Viñuela terminó de construirse en 1994, es de destacar por las consecuencias de inundación que se produjeron, siendo de reseñar que la avenida llegó hasta la estación de autobuses.

No se tienen intensidades horarias de precipitación para este evento, pero sí se conocen precipitaciones diarias. Por ejemplo, la estación de Benamargosa registró 157 mm./día, valor que ronda el T=100 años, y la de Alcaucín llegó a 267 mm/día., superando el T=500 años (este último valor nos trae rápidamente a la mente las intensidades tan altas que se han registrado en la provincia de Málaga, en la zona de Antequera y Ronda, en los últimos eventos de este año 2018).

Como quiera que sea, la inundación se produjo, evidenciando que el caudal que atravesó el último tramo del río superó, probablemente con creces, la capacidad del cauce de aguas bajas (estimado en el orden de los 400-450 m³/s - téngase en cuenta que el caudal máximo de aliviadero de la Viñuela, junto con sus desagües de fondo, es de 350 m³/s).

- En diciembre de 1996, se produce una importante inundación del delta del río Vélez. Tras un importante periodo de sequía que se prolongaba ya desde 1990, los años hidrológicos de 1995/1996 y 1996/1997, son años muy húmedos.

Además, desde la finalización del embalse de la Viñuela en 1989, en el primer lustro de los años noventa se fueron ejecutando y finalizando los trasvases para configurar el

actual Sistema de regulación de la Viñuela. Es, por tanto, en el año 1996 aprox. cuando el Sistema Viñuela al completo comienza a entrar en servicio.

Bajo este contexto, en el mes de diciembre se suceden días casi ininterrumpidos de lluvia, con su punto álgido en el día 20. En la estación de Alcaucín se registran 72,20 mm./día con la punta en 14,40 mm./h., y en la de la Viñuela se tienen valores de 67,30 mm./día, con una punta de 13,30 mm./h.

Con todo ello, probablemente el caudal circulante en el tramo bajo del Vélez superara el caudal anteriormente mencionado de 400-450 m³/s, inundando zonas aledañas al cauce.

- En el año 2006 acontece el último desbordamiento conocido del delta del Vélez. La avenida superó las márgenes del cauce, inundando todo el delta, e incluso la estación de bombeo de aguas residuales de Torre del Mar (según experiencia vivida por los propios operarios de estas instalaciones, que no tenían certeza del mes en el que se produjo la crecida).
- Durante el 23 y el 24 de diciembre de 2009 llegan intensas lluvias a la cuenca del río Vélez, que originan un flujo importante en el cauce, sin llegar al desbordamiento (según observaciones in situ, del que suscribe).

Este evento transcurre prácticamente desde las 15:00 del 23/12/2009 a las 15:00 del 24/12/2009.

A las 14:09 minutos del día 24/12/2009 se toma esta fotografía de la pila de la N340a. De ella se desprende que la cota de la lámina de agua sobre el lecho del cauce es de 2,50 m. Según indican los vecinos de la zona, el máximo caudal había pasado a primera hora de la mañana, en torno a las 9:00 y 10:00.

Ilustración 6. Fotografía tomada a las 14:09 del día 24/12/2009.



Analizando hidráulicamente esta sección del cauce, se desprende que para esta altura de lámina de agua, el caudal de paso ronda los 280 m³/s. Insistimos que en dicha fecha no se produjo desbordamiento.

- En la mañana del día 7 de enero de 2010 se produce una lluvia de altos valores de intensidad horaria, registrados en estaciones pluviométricas como la de Alcaucín o Benamargosa (Negro). No obstante, no se producen desbordamientos del río.

Este evento lluvioso transcurre desde las 18:00 del 06/01/2010 a las 18:00 del 07/01/2010. De este suceso no se tienen observaciones in situ, aunque sí se conoce, de indicaciones trasladadas por técnicos de la EBAR de Torre del Mar, que el cauce del río estuvo a poco de desbordarse en la desembocadura.

- En consultas gráficas en youtube, se tienen imágenes relativas a noviembre de 2012, en las que observamos el cauce de aguas bajas a punto del desbordamiento sobre la protección de escolleras de la margen izquierda. Igualmente vemos las pilas de la antigua nacional a media altura.

Se intuyen en las imágenes los campos de cultivo de la margen izquierda anegados, sin poder aseverar si por desbordamiento o por deficiencia en el drenaje de las escorrentías.

Ilustración 7. Río Vélez en evento de noviembre de 2012 (Fuente: youtube).





3.2.- Antecedentes técnico-administrativos generales.

3.2.1.- *Estudios y proyectos redactados hasta la fecha.*

En primer lugar, convendrá que le demos un repaso a los últimos estudios que, hasta la participación de este equipo, se han realizado en el río Vélez:

Estudio Hidráulico para la Ordenación de las Cuencas del Sol Oriental

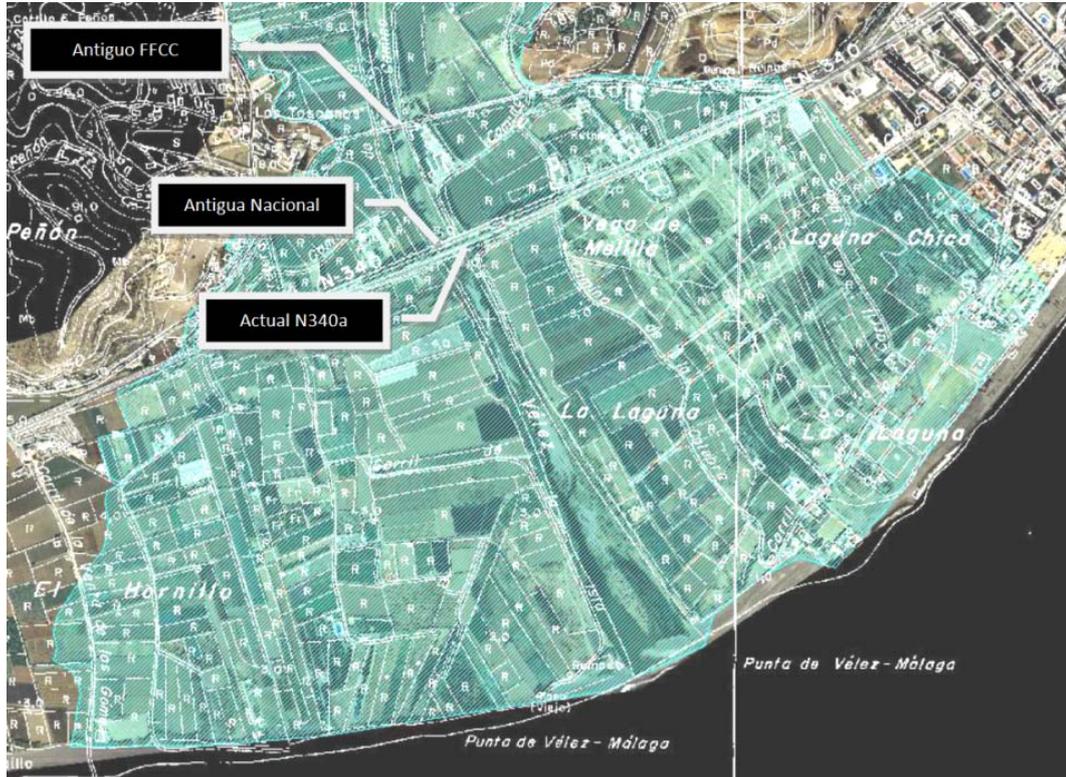
El primer documento del que tenemos constancia, y en el que se plasma una problemática de inundación en el tramo final del río Vélez, se corresponde con el Estudio Hidráulico para la Ordenación de las Cuencas del Sol Oriental.

Dicho estudio, a partir del que se establecen los actuales mapas de riesgo vigentes, fue llevado a cabo por Inserco Ingenieros, con fecha de documento de diciembre de 2005.

El estudio hidráulico se realiza en régimen permanente, introduciendo un caudal punta (calculado del estudio hidrológico llevado a cabo en el mismo documento) para periodo de retorno de 500 años de $3.693 \text{ m}^3/\text{s}$, desde la confluencia del Vélez con el Benamargosa.

Con ello, el mapa de inundación, para dicho periodo de retorno, que se obtiene en el delta del Vélez es el siguiente:

Ilustración 8. Inundación en el ámbito N340a - Desembocadura.



Revisándolo, nos encontramos con las siguientes medidas propuestas:

Ilustración 9. Propuestas de actuación en el estudio de 2005.





De lo anterior entendemos que lo que se propone en este estudio pasa por lo siguiente:

1. En toda la franja azul anterior se propone una recuperación, ampliación y mejora del cauce para desaguar la avenida de retorno 500 años.
2. Se demuelen todos los obstáculos que quedan en dicha franja.
3. Aquellas demoliciones son extensivas al primitivo puente del ferrocarril y antigua nacional.
4. Se propone la demolición y construcción de un nuevo puente para la N340a, con 8 vanos de 20 x 8 m., lo que implicaría una sección útil superior a los 1.000 m².

En definitiva, con dichas propuestas, lo que se venía a procurar era la protección de todas las zonas inundables de Torre del Mar y Almayate.

Proyecto para la Prevención de Inundaciones en el Río Vélez

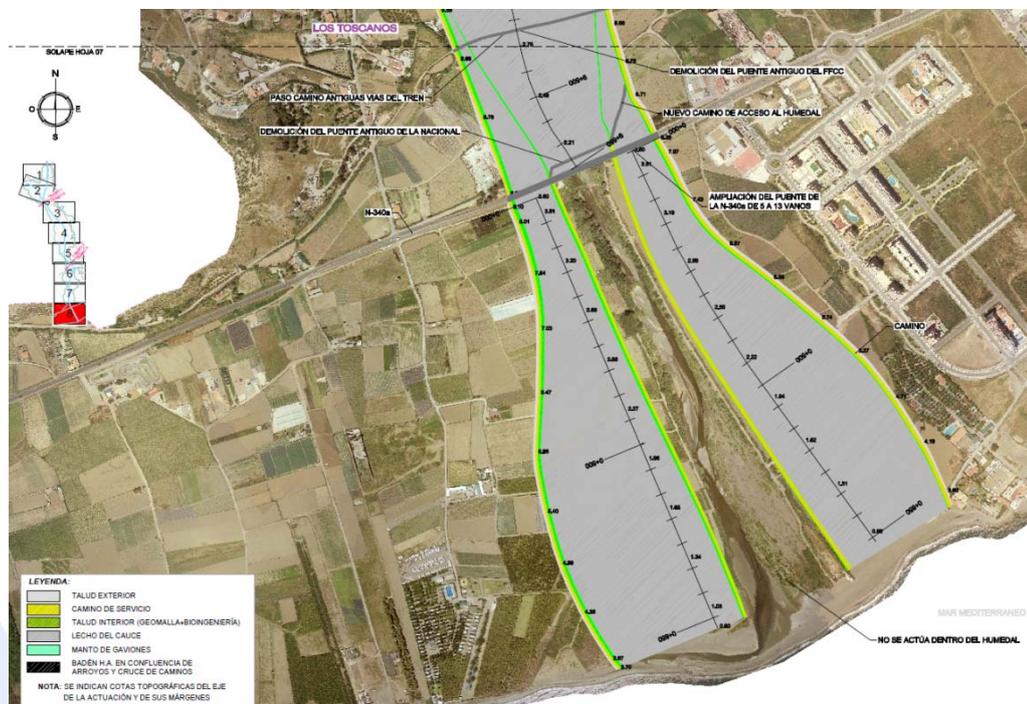
Posteriormente, con fecha de noviembre de 2011, encontramos el Proyecto para la prevención de Inundaciones en el río Vélez, desarrollado por Estudio 7, para la Delegación Territorial de Málaga de la entonces Agencia Andaluza del Agua.

Dicho proyecto ya contemplaba una inundación para periodo de retorno de 500 años, muy superior a la contemplada hasta entonces.

En cualquier caso, define una solución de modificación del cauce, buscándole una sección trapecial, tal que la avenida para periodo de retorno de 500 años pueda circular a su través, y que los límites de dicha sección en las márgenes queden prácticamente integrados a ras del terreno actual, o con una altura de motas lo más reducida posible.

Para ello, el proyecto preveía una ocupación de terrenos superior a la franja azul del estudio del año 2005, franja que era aún mayor en desembocadura, ya que, por restricciones medioambientales, hubo que dejar al margen de cualquier tipo de modificación el humedal protegido de la desembocadura del Vélez.

Ilustración 10. Solución definida en el Proyecto de 2011.



En la ilustración anterior, precisamente por el condicionante medioambiental, vemos un ensanchamiento del encauzamiento aguas abajo de la N340a, tal que el humedal quedaría

previsto para caudales bajos, y los brazos laterales vendrían a transportar el exceso en caso de avenidas extremas.

Por su parte, se preveía el desmantelamiento de los puentes del antiguo ferrocarril, y nacional. El puente de la N340a debía ampliarse de los 5 vanos actuales, hasta 13, lo que supondría una sección útil de desagüe del orden de 1.000 m².

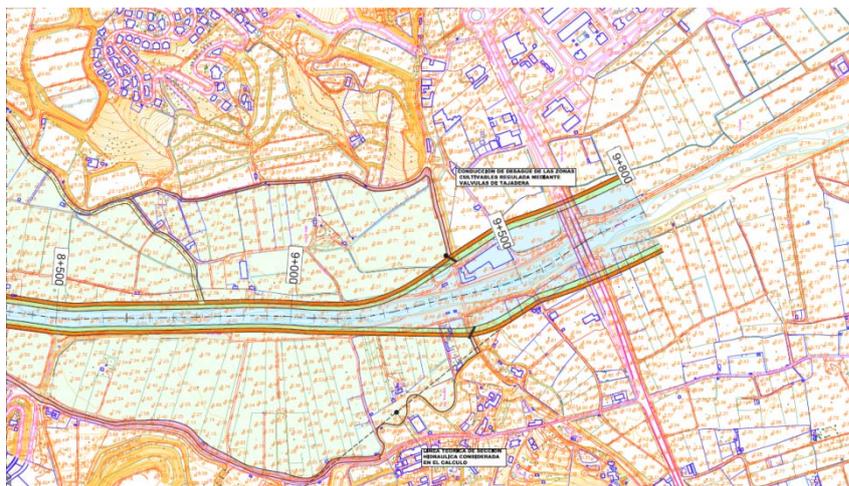
En definitiva, y al igual que en el caso anterior, este proyecto venía a proteger de la inundación todos los suelos de Almayate y Torre del Mar.

Estudio Previo de Inundabilidad en el Río Vélez

En mayo de 2013, la empresa ICS elabora un estudio previo que pretendía optimizar las soluciones adoptadas para la prevención de inundaciones respecto al proyecto de Estudio 7. Así, en el ámbito que nos ocupa, lo que se propone en dicho documento es una sección transversal única en el cauce desde aguas abajo del primitivo puente del ferrocarril. Aguas arriba se marcaba una sección central, y unas motas exteriores que delimitaran la avenida extrema, terminando en embudo en el actual paso del citado puente del ferrocarril.

Al igual que en los casos anteriores se proponían los desmantelamientos de los puentes del antiguo ferrocarril y nacional, al igual que una ampliación del puente de la N340a.

Ilustración 11. Solución propuesta en el estudio de ICS de 2013.



3.2.2.- Marco Legal.

El artículo 34 - Protección contra las Inundaciones - de la normativa del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (Plan Hidrológico aprobado según R.D. de 11/2016, de 8 de enero - BOE núm. 19 de 22 de enero de 2016), establece lo siguiente:

- Según ha lugar el artículo 61 de la Ley 9/2010, de 30 de Julio, de Aguas de Andalucía, los instrumentos de prevención del riesgo de inundación se elaborarán de forma coherente con el citado Plan Hidrológico, incorporándose en éste sus determinaciones básicas, expuestas principalmente en el propio artículo 34.
- Conforme se establece en el artículo 60 de la Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía, para la protección contra inundaciones se estará a lo dispuesto en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la Demarcación, cuya aprobación corresponderá a la Consejería competente en materia de agua, teniendo sus determinaciones carácter obligatorio.
- En materia de prevención de avenidas e inundaciones se estará a lo que disponga el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Andalucía, marco general de intervención en la materia en Andalucía.

El Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces (PCAI) se aprueba según DECRETO 189/2002, de 2 de julio, y en su artículo 14 se establece la ordenación de terrenos inundables.

El Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (aprobado por Decreto 21/2016, de 15 de enero) establece en su anejo n°2 las limitaciones de uso en zonas inundables.

Por su parte, en paralelo y vinculado a todo lo anterior, **La Directiva 2007/60/CE, de 23 de octubre de 2007**, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, (**Directiva de Inundaciones**), establece un marco comunitario conjunto para la disminución de los daños que producen las inundaciones en Europa. Su objetivo principal es contribuir a que, de una forma progresiva y ordenada, los usos del suelo en las zonas inundables sean, en la medida de lo posible, compatibles con el riesgo al que están sometidos.

El ordenamiento jurídico español ha venido también en esta dirección, tanto con las legislaciones antes citadas, como con la aprobación del **Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico**, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

La implantación del Real Decreto 638/2016 va a contribuir notablemente a aumentar la seguridad de las personas y bienes ante el riesgo de inundación en las nuevas actuaciones en la zona de flujo preferente y zonas inundables, facilitando la labor de todas las Administraciones Públicas competentes y de forma muy significativa la de la Administración hidráulica.

En sintonía con todo lo anterior, el ya citado **Estudio Hidráulico para la Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Oriental (Expediente A6.803.676/0411)** recoge las zonas inundables en el río Vélez, actualmente presentadas gráficamente en la web de la Junta de Andalucía, y en concreto en el Visor de los Mapas de Peligrosidad por Inundaciones y de Mapas de Riesgo de Inundación.

Dichos mapas fueron sometidos a información pública según Anuncio de 2 de julio de 2014, de la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico.

Según cotejo de esta información, el alcance de la inundación provocada por una avenida de periodo de retorno de 500 años, en el tramo final del río, afecta tanto a suelos urbanos de la margen izquierda, como al área de oportunidad de la margen derecha.

Bajo este contexto, como tónica general, a los suelos integrados en núcleos consolidados (ya sean suelos urbanos o urbanizables a efectos de planeamiento), que estén identificados como inundables según los mapas de riesgo de inundación, les es de aplicación lo dispuesto en el artículo 18 del Decreto 189/2002, y lo expresado en el artículo 34.4.d) del Plan Hidrológico de la Demarcación de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, aprobado por el R.D. 11/2016; así como todo lo expuesto en el Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Así, en concreto, son de resaltar las siguientes estipulaciones relativas al Decreto 189/2002 y al Plan Hidrológico de la Demarcación de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas:

Decreto 189/2002. Artículo 18. Recomendaciones para el planeamiento urbanístico.

1. Los nuevos crecimientos urbanísticos deberán situarse en terrenos no inundables. No obstante, en caso de que resultara inevitable la ocupación de terrenos con riesgos de inundación, dado que, por circunstancias territoriales e históricas, numerosos núcleos de población en Andalucía se encuentran asentados en zona de inundación por avenidas extraordinarias de período de retorno como los indicados en el artículo 14, se procurará orientar los nuevos crecimientos hacia las zonas inundables de menor riesgo, siempre que se tomen las medidas oportunas y se efectúen las infraestructuras necesarias para su defensa.

R.D. 11/2016. Artículo 34. Protección contra las Inundaciones.

4.d) *En núcleos urbanos con problemas de inundaciones identificados se adoptarán las medidas necesarias para la defensa frente a las avenidas de 500 años de retorno, según establece el artículo 18 del Decreto 189/2002 por el que se aprueba el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces. Para ello las Administraciones Estatal, Autonómica y Local prestarán la máxima diligencia posible en la ejecución de dichas actuaciones, pudiendo suscribir convenios para la financiación de las infraestructuras de prevención de inundaciones.*

Por tanto, las obras de defensa de los núcleos consolidados deben abordarse en su globalidad de forma que se resuelvan los riesgos identificados, bien mediante una única actuación o bien con una programación en fases de la misma. He aquí las denominadas como **Medidas Globales**.

Dichas actuaciones, como se indica en el articulado anterior, vendrán organizadas mediante la coordinación de las distintas Administraciones.

No obstante, y por razones de oportunidad, en las que puedan o no estar involucrados entes privados, pueden plantearse actuaciones que se adelanten a tales obras, y que resuelvan la problemática de forma puntual. He aquí las denominadas como **Medidas Puntuales**.

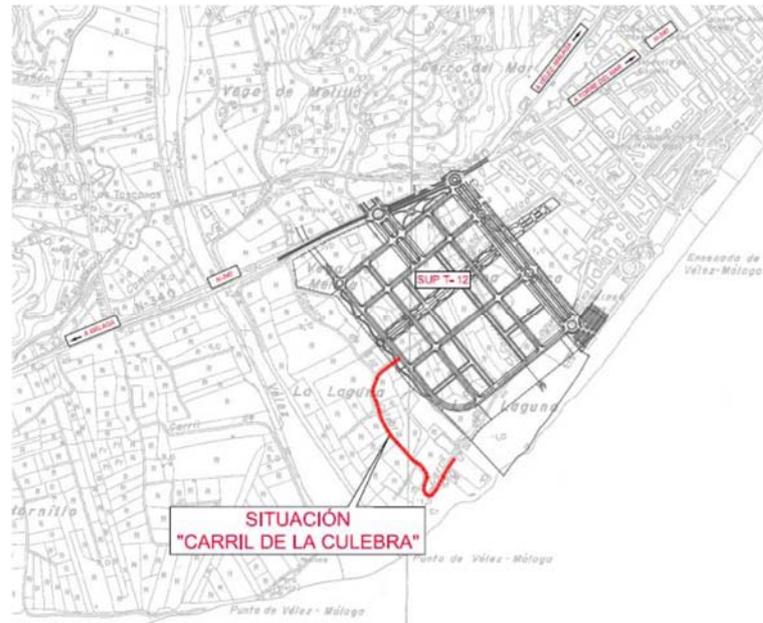
3.3.- Antecedentes técnicos-administrativos particulares que desembocan en el presente proyecto.

3.3.1.- *Proyecto de Urbanización de los sectores colindantes SUP-T11 y SUP-T12.*

En la redacción del presente proyecto se tuvieron en consideración los condicionantes y afecciones que pudieran derivarse del desarrollo de los sectores de planeamiento colindantes SUP-T11 y SUP-T12

Sector SUP T12

El Carril de la Culebra se haya ubicado al oeste del núcleo urbano de Torre del Mar, T.M. de Vélez-Málaga, y conecta el Vial público 7 de la UE-2 del SUP T-12 con el camping “Laguna Playa” y con el resto de edificaciones situadas en la playa.



Desde su conexión con el viario público, el Carril de la Culebra tiene una longitud de 667,55 metros y un ancho de 3 metros, y dispone de tres zonas de ensanche en donde se puedan cruzar dos vehículos.

La sección actual del vial es consecuencia de la ejecución de las obras contenidas en la Separata del Proyecto de Urbanización de la UE-2 del SUP T-12 "Adecuación del Carril de la Culebra" fechado en febrero de 2008 y cuyo objetivo era definir las obras necesarias para adecuar el Carril de la Culebra al nuevo entorno generado como consecuencia de la implantación del Sector SUP T-12.

Como quiera de fuese, la sección implantada no se corresponde con lo establecido en el Decreto 164/2003, de 17 de junio, de ordenación de los campamentos de turismo. Concretamente, en el Art. 20 Accesos se establece que "...la anchura mínima de la calzada será de cinco metros, con arcones o aceras a ambos lados de una anchura mínima de un metro". Por lo tanto, es necesario estudiar las medidas a acometer en el vial actual de forma que, mediante el acondicionamiento del mismo se pueda dar adecuado cumplimiento a lo establecido en el citado decreto.

Con ese objeto se redactó en mayo de 2016 un proyecto de construcción en el que se calculó, definió y valoró las actuaciones necesarias para acondicionar el Carril de la Culebra existente de manera que con ello se daba cumplimiento al Art. 20 del Decreto 164/2003, de 17 de junio, de ordenación de los campamentos de turismo, por lo que se tramita el presente Proyecto Ordinario de obras de Urbanización para la ampliación del Carril de la Culebra, obra contemplada en el P.U. de la UE-2 del sector de planeamiento SUP.T-12 del PGOU de

Vélez-Málaga, en cumplimiento de sentencia judicial nº 321/2012 del 12 de julio de 2012, según procedimiento ordinario 899/2009 del Juzgado de lo Contencioso Administrativo nº 7 de Málaga, y a requerimiento municipal.

El marco jurídico que determina la actuación proyectada se sustenta en lo determinado por la L.O.U.A. que establece, en el artículo 139.3.b, es decir, ejecución como obras públicas ordinarias y, consecuentemente el artículo 143.3, que regula el modo de obtención de los suelos y financiación de las mismas.

En abril de 2017 se redacta la nueva adenda al citado proyecto de construcción a fin de incluir en la actuación la prolongación del vial hasta el exacto acceso al camping “Laguna Playa”.

Por todo ello, en el presente proyecto se incluye un Nuevo trazado del camino de acceso al camping como consecuencia de la interacción de la Mota 2 con lo proyectado hasta la fecha. Así pues, el nuevo trazado del camino discurrirá en todo momento fuera de la zona inundable delimitada por la Mota cuyo diseño es objeto del presente proyecto.

Sector SUP T11

Referente al sector se referencia, se tuvo en consideración la delimitación del mismo de cara a encajar el trazado de la Mota 1.

3.3.2.- Estudio hidráulico sobre viabilidad y definición de bases de actuaciones propuestas para la prevención de inundaciones en el Delta del Río Vélez.

La Junta de Compensación de la Unidad de Ejecución UE-2 del Sector de Planeamiento SUP.T-12 del PGOU de Vélez Málaga, con asesoramiento de la empresa Ejecución de Planeamiento 2, S.L.P. (EDP), y en coordinación con el área técnica del Ayuntamiento de Vélez Málaga, vino contando en el año 2017 con los servicios Civiliza Ingeniería, S.L.P., para la realización del Estudio Hidráulico en el Tramo Final del Río Vélez en el Contexto de su Afección a los Suelos de la Unidad de Ejecución UE-2 del SUP.T-12 del PGOU de Vélez Málaga.

En base a los distintos estudios presentados y contactos directos con el Servicio de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico de Andalucía, en el mes de diciembre de 2017 se concluyeron los siguientes extremos fundamentales:

- i. La ejecución de medidas puntuales de protección en los desarrollos pendientes de la UE-2 del SUP.T-12 generan una afección sobre terceros considerada como significativa por la Administración Hidráulica.
- ii. Estando garantizados dichos desarrollos, se debe recurrir, no obstante, al planteamiento de medidas globales de protección en la margen izquierda del Vélez. Dichas medidas, a su vez, sacarían del peligro latente de inundaciones al núcleo urbano de Torre del Mar.
- iii. El desarrollo de medidas de protección exclusivamente en la margen izquierda del Vélez, traería consigo afecciones sobre terceros en la margen inundable de Almayate; afecciones consideradas por la Administración Hidráulica como significativas.
- iv. Bajo la circunstancia anterior se hace preciso plantear medidas de protección que liberen de la inundación, también, a la margen derecha del tramo bajo del Vélez.

El pasado 11 de enero de 2018 se mantuvo última reunión hasta la fecha con la Administración Hidráulica, en la que se marcaron las líneas generales para el desarrollo de las medidas globales de protección que liberen de la inundación, tanto a Torre del Mar, como a Almayate. Al respecto, y desde el punto de vista que nos concierne a efectos del presente proyecto, resaltamos las siguientes pautas esenciales:

- a. El ámbito de actuación se marca desde la cerrada del primitivo puente del ferrocarril hasta la desembocadura. Desde dicha cerrada es a partir de la que la inundación se abre cubriendo en un porcentaje muy elevado de las superficies de Almayate y Torre del Mar.
- b. Las medidas globales de protección quedan fijadas mediante el planteamiento de motas en las márgenes del Vélez.
- c. Todo ello lleva aparejada la necesidad de actuar también sobre los puentes existentes de la antigua nacional y de la actual N340a.
- d. Las actuaciones quedan organizadas en dos fases:
 - o FASE 1. Ejecución de Motas en la margen izquierda para la protección de Torre del Mar.
 - o FASE 2. Ejecución de Motas en la margen derecha para la protección de Almayate, y actuación sobre puentes para adecuar estas infraestructuras a la suficiencia de la nueva sección hidráulica.

Así pues, bajo el prisma anterior, se redactó el **Estudio Hidráulico sobre Viabilidad y Definición de Bases de Actuaciones Propuestas para la Prevención de Inundaciones en el Delta del Río Vélez**. Los objetos de este documento fueron, en esencia, definir preliminarmente las motas de protección, y argumentar su viabilidad hidráulica.

Elaborado dicho documento, se hizo llegar a la Administración Hidráulica, que, en oficio de fecha 16 de mayo de 2018, terminó pronunciándose positivamente, considerando válidos los resultados del cálculo hidráulico obtenidos tanto para la Fase 1 como para la Fase 2.

A partir de ahí, en julio de 2018, se suscribió un Convenio entre el Excmo. Ayuntamiento de Vélez Málaga y la Sociedad Azucarera Larios, S.A. (SALSA) para posibilitar los desarrollos de las actuaciones contempladas preliminarmente en el estudio antes mencionado.

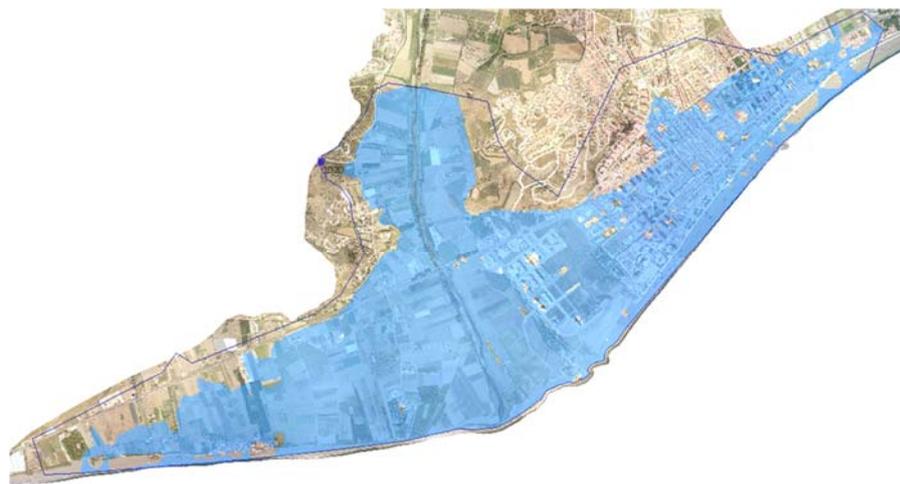
A partir de ahí, el primer hito se enmarca en la ejecución de la Fase 1, objeto del presente proyecto. Fase 1 que eliminará la situación de inundable de los suelos de Torre del Mar ante período de retorno de 500 años, e incluso menores.

4.- OBJETO DEL PROYECTO

Como ya se vino advirtiendo en los últimos tiempos a raíz de los estudios que se han ido desarrollando, el riesgo por inundación de Torre del Mar, en la margen izquierda, y de Almayate, en la derecha, es incluso mayor que la contemplada en el Estudio Hidráulico para la Ordenación de las Cuencas del Sol Oriental.

En la siguiente ilustración, extraída de los cálculos hidráulicos rehechos para el presente proyecto, se constata nuevamente tal situación de peligrosidad.

Ilustración 12. Inundación máxima para período de retorno de 500 años, adoptando el hidrograma del Estudio Hidráulico para la Ordenación de las Cuencas del Sol Oriental (con pico en 3.693 m³/s).



En consecuencia, el presente proyecto, y al amparo de todos los antecedentes mencionados, tiene por objeto definir y presupuestar las actuaciones necesarias para ejecutar las obras correspondientes a la Fase 1, relativas a la protección de la margen izquierda del delta del río Vélez.

Este proyecto se encuadra además como el primer hito en el desarrollo de todas las medidas globales previstas para la protección del tramo bajo del Vélez, ya que, a él le debe seguir la puesta en marcha de la Fase 2, para la protección también de la margen derecha.

5.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1.- Justificación de la solución adoptada

La solución adoptada para la defensa de la margen izquierda parte de dos premisas fundamentales. En segundo lugar, obviamente, está la cuestión de la disponibilidad de los suelos para la construcción de la defensa pertinente. Pero, en primer lugar, la circunstancia que da pie al diseño y trazado de la actuación es la diagnosis del estado actual. De ahí que el punto de partida de este capítulo sea el estudio hidráulico del estado actual.

5.1.1.- *Estudio hidráulico en el estado actual.*

En el estudio hidráulico en el estado actual se constatan los tramos por los que la avenida del Vélez pretendería adentrarse en Torre del Mar. Resumidamente exponemos las circunstancias haciendo uso de las siguientes ilustraciones:

Ilustración 13. Instantes en los que la avenida discurre en el tronco del cauce del Vélez.

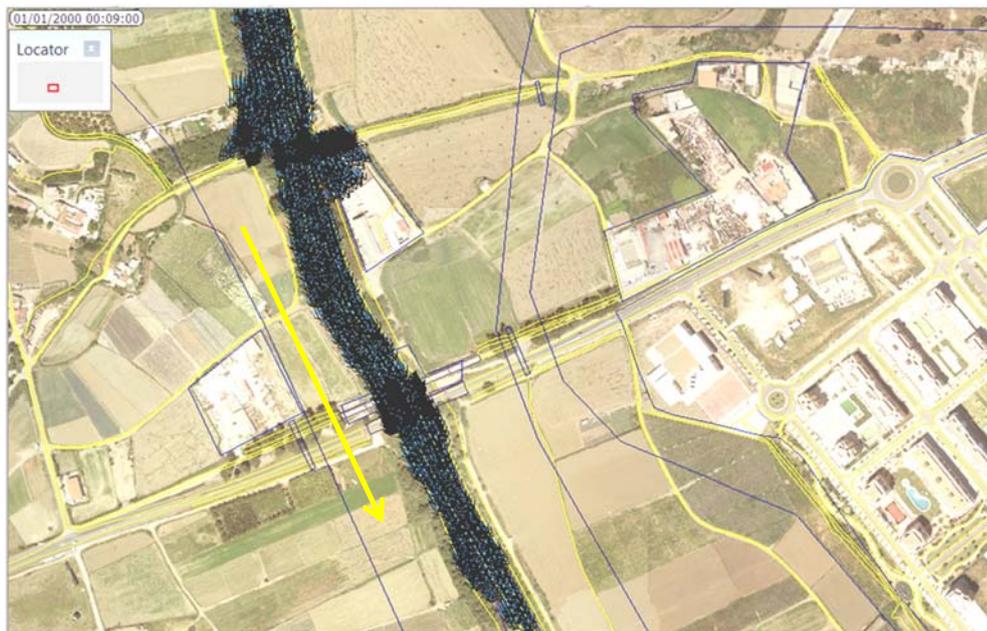


Ilustración 14. La avenida es laminada parcialmente por el terraplén de las antiguas vías del ferrocarril, aunque rápidamente continua desbordando las márgenes aguas abajo de esta infraestructura.

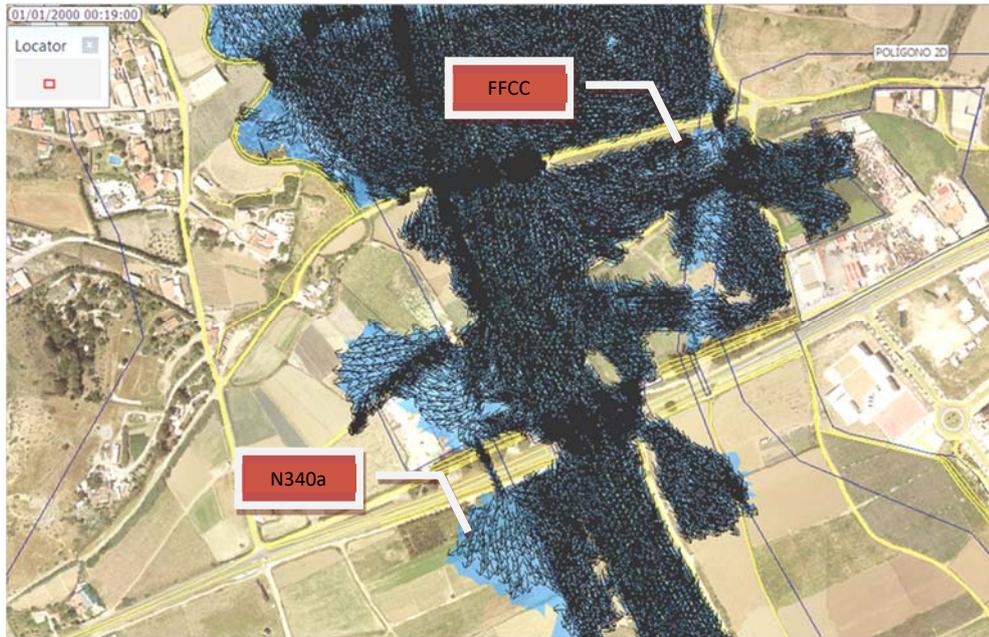


Ilustración 15. El desbordamiento de márgenes es generalizado; se superan las antiguas vías del ferrocarril, y la carretera N340a y antigua nacional, retienen parcialmente la avenida.



Ilustración 16. La margen izquierda del Vélez, aguas arriba de la N340a, va siendo anegada por la avenida.



Ilustración 17. Alcanzada la cota de la N340a, la avenida supera la carretera y transcurre inundando las UE1 (más baja) y la UE2. Establecido un eje de control sobre la carretera se constata que, tal y como ya adelantó la Administración Hidráulica en su escrito de 5 de diciembre de 2016, el caudal de paso ronda los 900 m³/s.

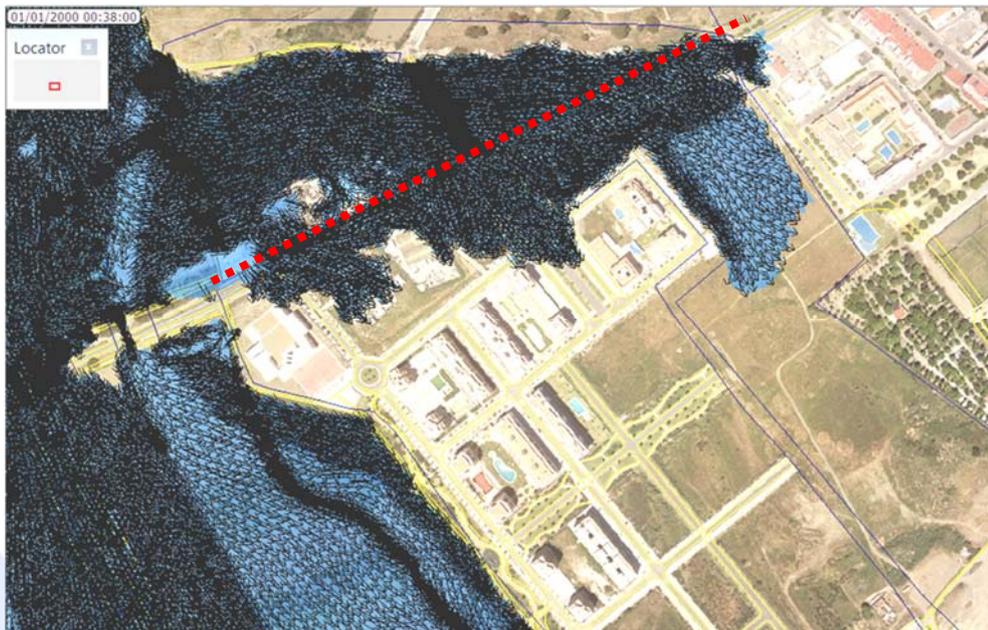


Ilustración 18. El proceso de anegación del SUP.T-12 continua. La inundación le viene desde la N340a.



Ilustración 19. Anegado el SUP.T-12 se van formando dos brazos adicionales en sentido hacia el interior de Torre del Mar.



Ilustración 20. Por su parte, en la margen derecha tenemos algo similar.



Ilustración 21. Continuación de la inundación hacia Almayate, por la margen derecha del Vélez.



Ilustración 22. Imágenes a menor escala del transcurso de los brazos que inundan Torre del Mar.

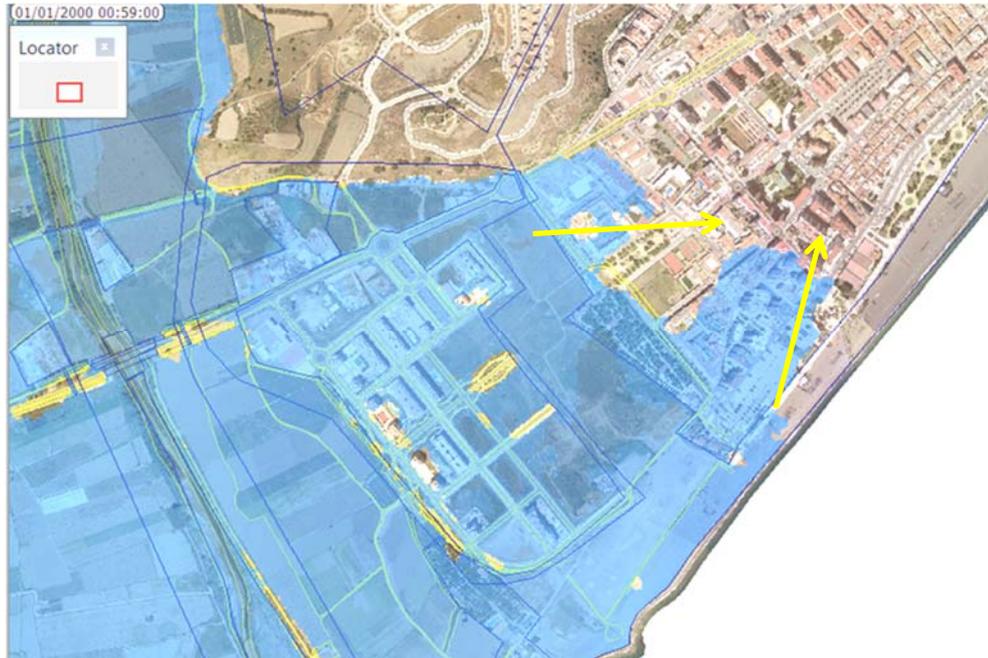
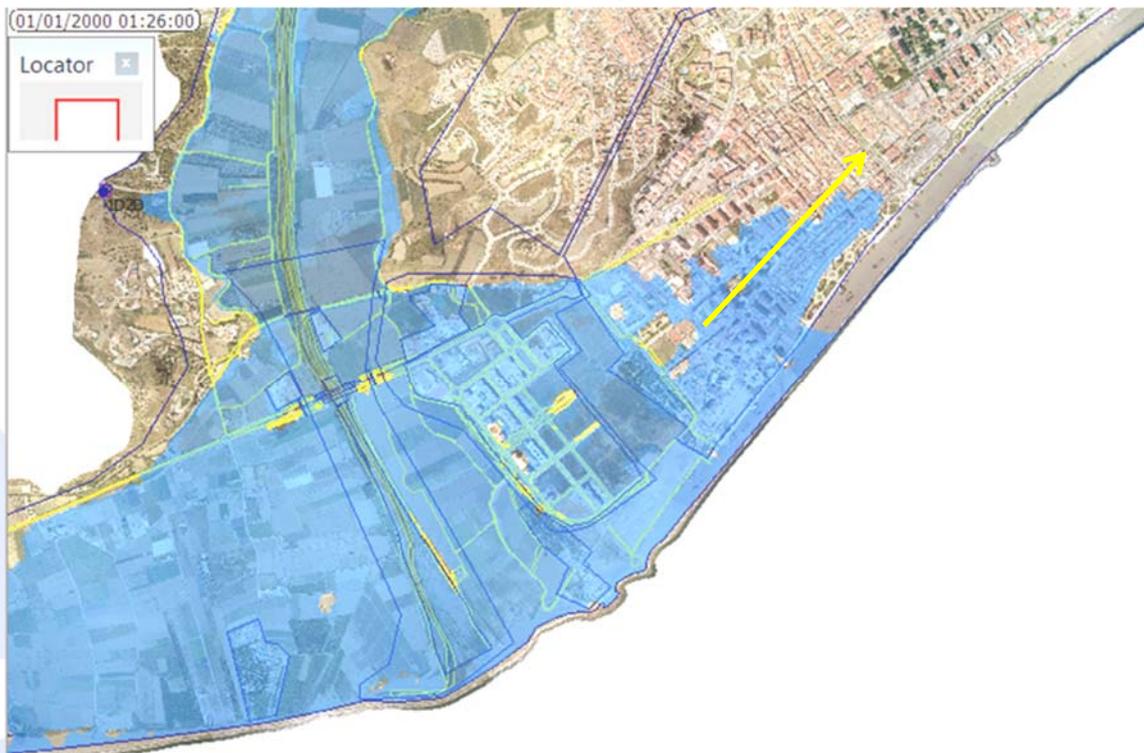


Ilustración 23. Sendos brazos confluyen y prosiguen hacia el interior del núcleo urbano, hasta llegar al máximo ilustrado en una imagen anterior.



5.1.2.- Trazado y diseño general de motas de protección.

El primer punto de reflexión reside en qué medida implantar para evitar el progreso de la inundación a través de estos flancos. Básicamente existen dos: encauzar el río (medida tipo proyecto del año 2011 elaborado por Estudio 7, o del año 2013 elaborado por ICS), o implantar protecciones estratégicamente situadas para que contengan la avenida.

Desechada la primera, por exceder las posibilidades dispuestas por todos los entes intervinientes en este proyecto (privados, y administraciones locales y autonómicas), se escoge la segunda.

A la vista de los brazos que inundan Torre del Mar, tanto a través de los suelos del SUP.T-11, como al Sur de los suelos del SUP.T-12, necesariamente se deben prever elementos de contención que hagan de parapeto en estos flancos.

El elemento tradicionalmente utilizado para ello es la denominada como "mota de protección", entendida como un terraplén de suelo, debidamente ejecutado y con la altura necesaria.

En este proyecto queda dividida en dos tramos:

- Mota 1 (Norte), de longitud del orden de 375 m., y altura variable, con máximo entorno a los 5.00-5.50 m.

Ilustración 24. Mota de protección para la contención de avenida extrema aguas arriba de la N340.

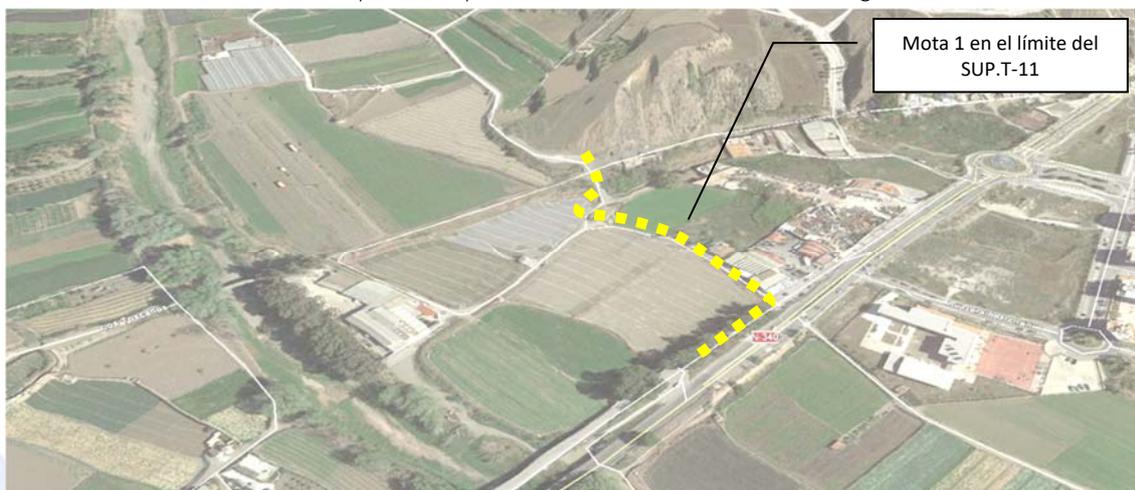


Ilustración 25. Trazado de Mota 1 - Norte



Ilustración 26. Ámbito de construcción de la mota, aguas arriba de la N340a.



Necesariamente la Mota 1 debe tener su comienzo en el punto en el que se abre la orografía hacia la llanura de inundación de Torre del Mar. Dicho punto coincide con el ámbito del terraplén de la antigua vía del ferrocarril Málaga-Zafarraya.

Por su parte, esta mota debe finalizar en conexión con la antigua nacional, en un punto lo más cercano posible al cauce, tal que la avenida en situación extraordinaria, y si acaso llegara a elevarse por encima del terraplén de la carretera, no pretenda escurrir hacia Torre del Mar.

La mota queda trazada respetando los límites del SUP.T-11.

La ejecución de esta mota lleva aparejado un nuevo vial de servicio, de acceso a fincas, situado en zona inundable, y que alcanza la cota de coronación de la mota tanto al inicio, en el PK 0+000, como al final, en el PK 0+376.

- Mota 2 (Sur), de longitud del orden de 445 m., y altura variable, con máximo entorno a los 2.75-3.00 m.

Ilustración 27. Mota de protección para la contención de avenida extrema que penetra en Torre del Mar aguas abajo del SUP.T-12, protegiendo también la zona de camping y suelos aledaños al Sur del mismo.

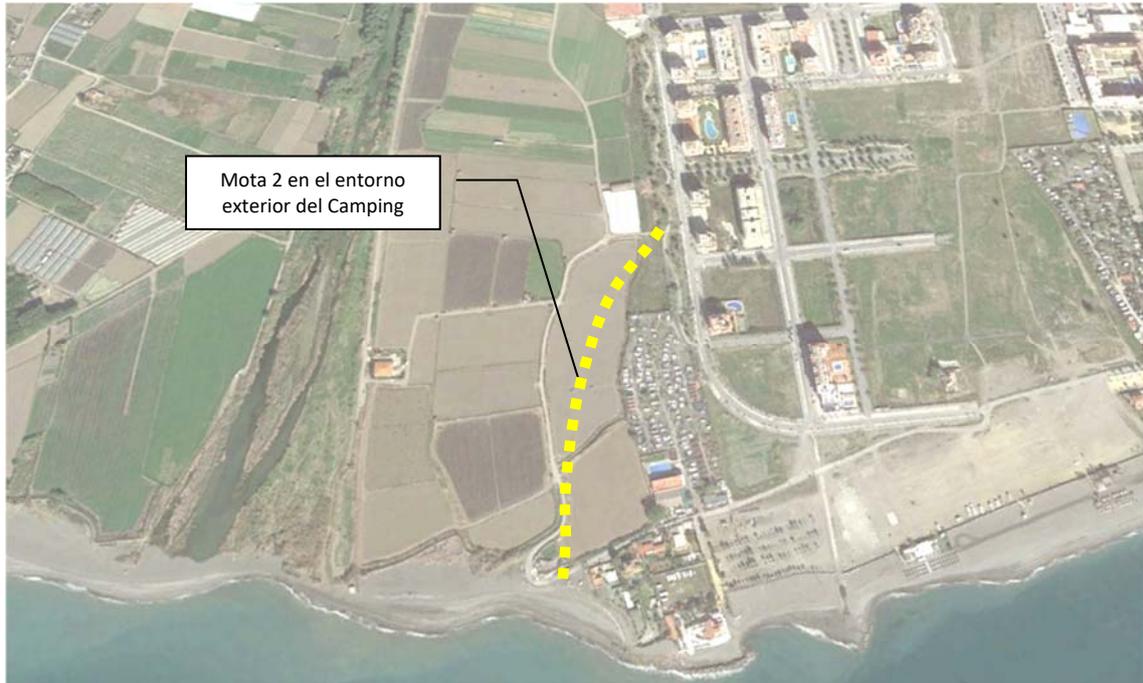


Ilustración 28. Inicio de la mota 2 en el SUP.T-12, y fin en la escollera de la playa en límite con DPMT.



Ilustración 29. Trazado de la mota 2.



La mota comienza en la intersección del trazado actual del camino de acceso al camping con el SUP.T-12 y termina en la playa, protegiendo así, no sólo a los suelos urbanos de Torre del Mar, sino también al camping. El camino de acceso al camping quedaría vuelto a trazar en el interior de la mota, en zona protegida.

En cuanto al diseño de la mota se pretende con las siguientes características generales (a mayor concreción véase planos de proyecto):

- Ancho de coronación 5.00 m.
- Taludes de espaldones 1/1.
- Cuerpo de mota en terraplén con suelo cohesivo.
- Saneamiento de terreno existente para ejecución de cimiento en alturas mínimas de 2.00 m. para Mota Norte y de 1.50 m. para Mota Sur, en toda la planta del terraplén con sobreancho mínimo de 1.00 m.
- Pie de taludes protegidos, en ambos lados, con muro de escollera de 1.00 m. de ancho, empotrado en cimiento, y con 1.20 m. de alto.
- Espaldones protegidos con geomalla con fibra de coco.
- Protección de espaldones con escollera hormigonada en tramos singulares.
- Vegetación de taludes con especies herbáceas autóctonas.

5.2.- Descripción de las obras

Las obras, para ambas motas, pasarán por las siguientes etapas generales:

- 1 Limpieza y desbroce, con especial atención a la retirada de cañas (de raíz) en zonas donde existan.
- 2 Excavaciones hasta nivel de saneo.
- 3 Relleno con escollera gruesa HMB300/1000, cerrada en coronación por material todo-uno que elimine la presencia de huecos
- 4 Ejecución de muros de escollera empotrados en cimiento, atravesando el todo-uno, con tamaños de 2.000-2.500 kg. El tacón de escollera va hormigonado con HM-20/B/40/IIIa.
- 5 Relleno de parte central del cimiento con suelo fino procedente de la excavación, que cumpla prescripciones requeridas, envuelto en geotextil.
- 6 Extendido de geotextil en todo-uno y terraplenado por tongadas de 20-30 cm. de espesor, compactadas al 98% PN, hasta nivel de coronación de muros de escollera (previendo drenaje en trasdós de muros), con material procedente de la excavación (que cumpla prescripciones requeridas).
- 7 Previsión de anclaje de paño de geomalla.
- 8 Continuación de terraplenado por tongadas de 20-30 cm. de espesor, compactadas al 98% PN, hasta coronación.
- 9 Tendido de geomalla en taludes, solapes y anclajes.
- 10 Extendido de 3-5 cm. de suelo vegetal en taludes desde coronación.
- 11 Cierre de mota en coronación con 25 cm. de zahorra (previo riego de sellado bajo zahorra).

- 12 Hormigonado de coronación de muros de escollera, y ejecución de cunetas, adaptadas al espacio disponible.
- 13 En coordinación con todo ello, se tendrán que prever las siguientes actuaciones:
 - a. Ejecución de drenajes transversales bajo mota, tipo tubos HA ϕ 1.000 clase 135, con sus correspondientes boquillas de entrada y salida, adaptadas al espacio disponible.
 - b. Ejecución de marcos de hormigón armado, bajo motas 1 y 2, en PK 0+350 y PK 0+310, respectivamente.
 - c. Instalación de válvulas antirretorno donde proceda según indicaciones de planos.
 - d. Ejecución de cuneta trapezoidal para desvío de aguas zona Norte, en mota 2, y continuación de ésta mediante tubo HA ϕ 1.200 mm. hasta evacuación en el Vélez, aguas debajo de la N340a.
- 14 Adicionalmente, indicar que, tanto la mota 1 como la 2, en los tramos en los que los terraplenados de camino y mota coincidan, éstos se ejecutarán al unísono, en un solo cuerpo, y con el mismo material.

5.3.- Cartografía y topografía

Para la realización del presente proyecto se ha hecho uso de la cartografía proporcionada por el Excmo. Ayuntamiento de Vélez Málaga, propia de su Plan General de Ordenación Urbana.

Adicionalmente se ha llevado a cabo un levantamiento topográfico con vuelo dron, y apoyo de campo, en todo el ámbito de implantación de obras (véase en anejo).

Ilustración 30. Ámbito de vuelo dron y trabajos topográficos, indicando puntos de apoyo y control en campo.



5.4.- Geología y geotecnia

En el anejo n°0 del presente proyecto se adjunta copia del estudio geotécnico Margen Izquierda de la Desembocadura del Río Vélez, de fecha Noviembre de 2018 y redactado por Cemos, número de expediente O/1806716.

El citado informe sirvió de base para la caracterización del suelo existente, cálculo de estabilidad de las Motas y cálculo de volúmenes del movimiento de tierras.

5.5.- Climatología e hidrología.

5.5.1.- Climatología.

En la parte Sur de la cuenca del Vélez, el clima es Templado Cálido Mediterráneo (según Köppen), y más concretamente, Mediterráneo Subtropical, con valores medios anuales de precipitación de 510 mm. y temperatura de 19°C. Más hacia el Norte, en zonas de relieve más abrupto, el clima se puede calificar como Mediterráneo Continental, con valores más extremos de precipitación y temperatura.

Así, si tomamos como referencia la cuenca vertiente completa del río Vélez, los valores medios de precipitación rondan los 630 mm/año, y las temperaturas los 16°C.

Se detecta, por tanto, una transición progresiva entre el clima Mediterráneo Subtropical de la costa y el Mediterráneo Continental de las cumbres de las Sierras que rodean la cuenca vertiente.

Ilustración 31. Zonificación pluviométrica media anual. Fuente: Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga - 2007.

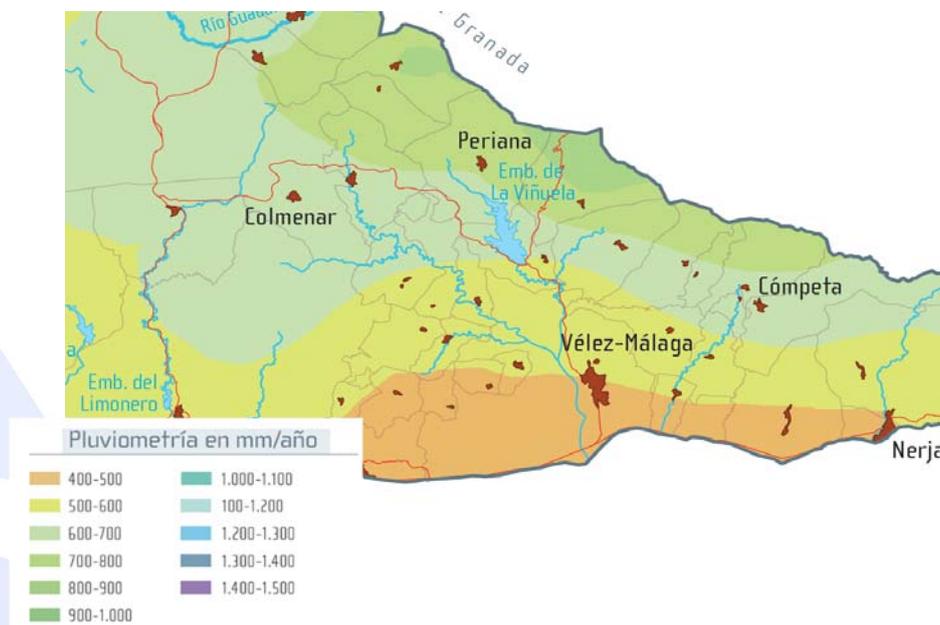
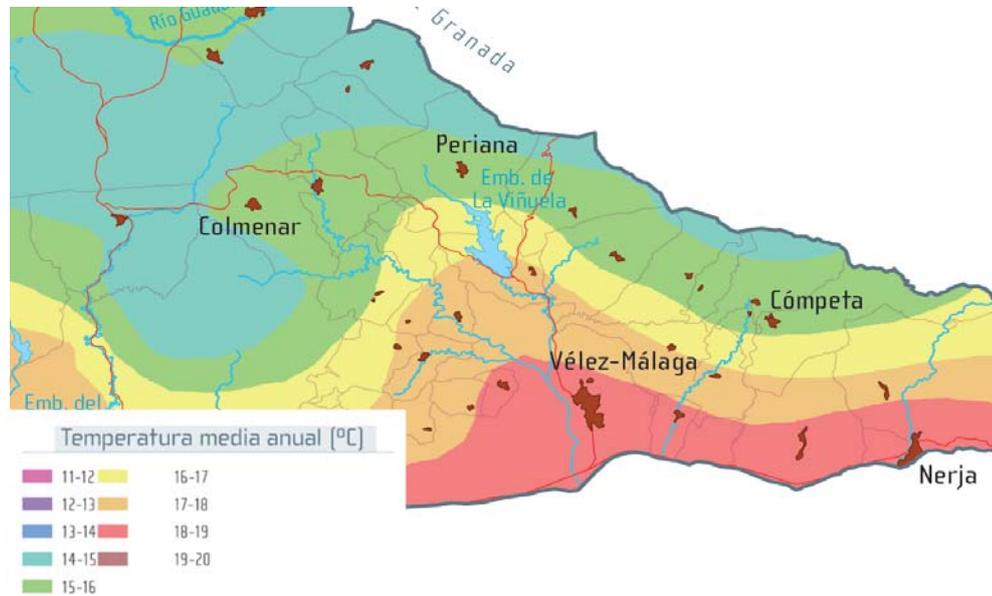


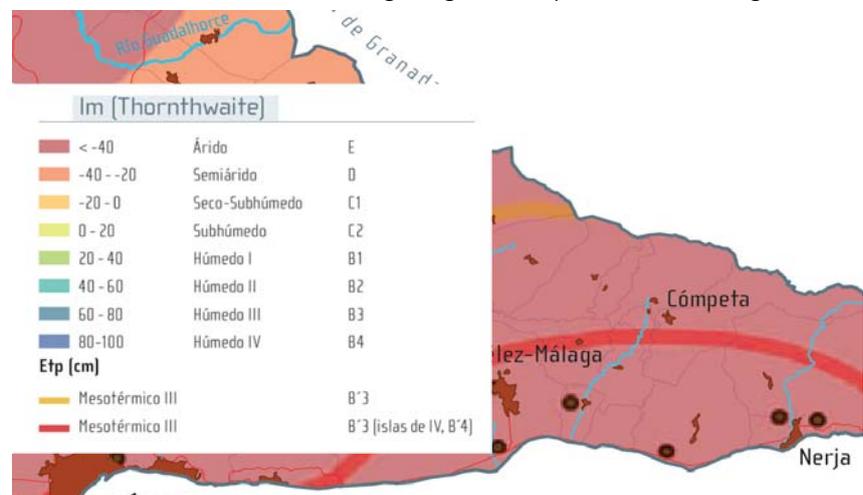
Ilustración 32. Zonificación termométrica media anual. Fuente: Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga - 2007.



Desde otro punto de vista, la evapotranspiración potencial media anual calculada para la estación de Vélez-Málaga es de 935 mm. y la evapotranspiración real se ha estimado en 415 mm., teniendo en cuenta las características predominantes de los suelos de la vega.

Con todos los valores anteriores se puede establecer la clasificación de Thornthwaite (1948), según la que se dividen las superficies, a tenor de un índice "Im", en áridas y semiáridas, entre otras.

Ilustración 33. Clasificación según Thornthwaite. Fuente: Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga - 2007.



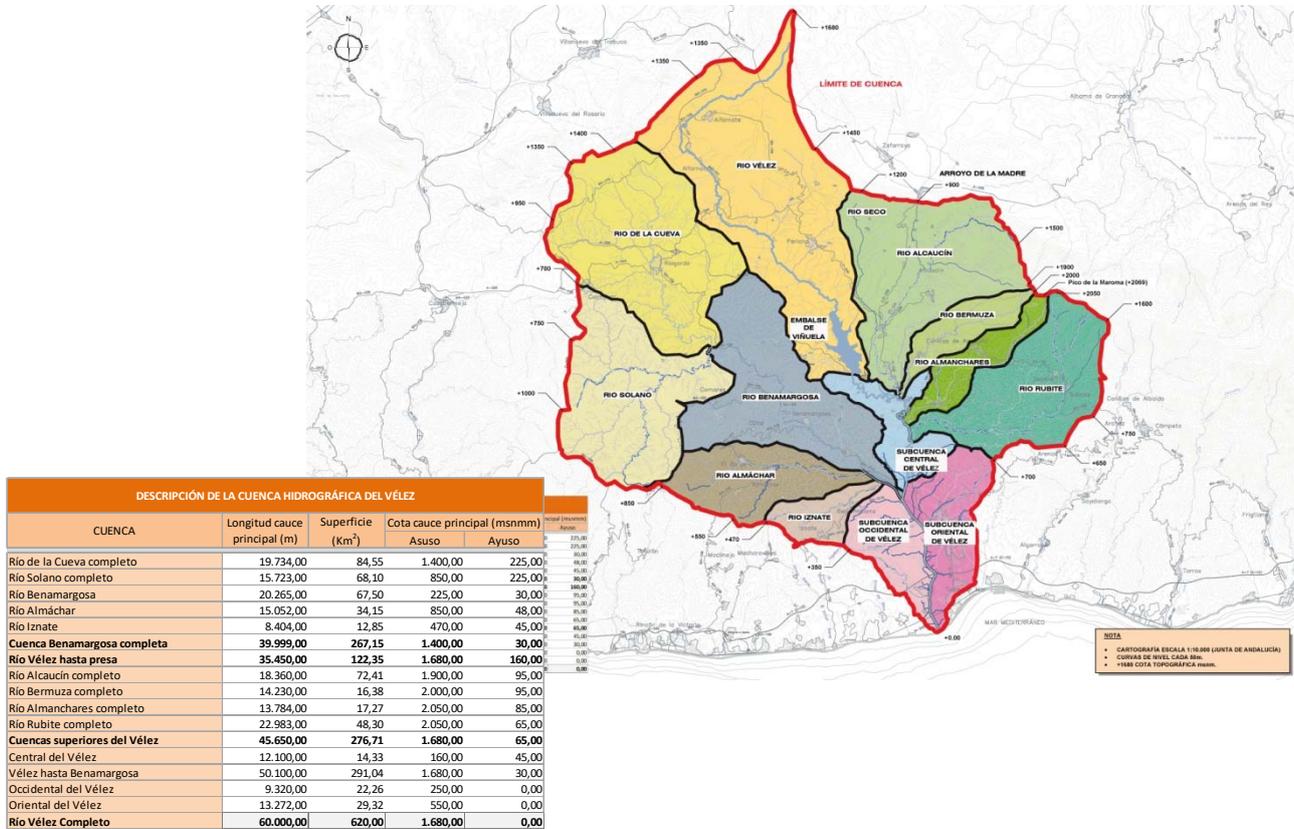
En relación al régimen de vientos, en general, en la provincia de Málaga se tienen tres tipos dominantes, que reciben los nombres de Terral, Levante y Poniente. Éstos alternan con un régimen de brisas que suele imponerse cuando el gradiente sobárico no es muy fuerte. Los vientos de componentes Sur son menos frecuentes, aunque también dignos de tener en cuenta por los efectos que suelen provocar (nieblas costeras, temporales, tormentas, etc,...).

- a) El viento Terral, aunque no muy ocurrente en la zona de Vélez Málaga, es de componente Norte.
- b) Los vientos del Este, llamados de “Levante”, se registran con mayor frecuencia en los meses de verano y decrecen desde octubre hasta el mes de mayo. Son vientos húmedos y relativamente frescos, y durante el verano suelen producir bancos de estratos a los largo de la costa.
- c) Por su parte, el viento de Poniente es un viento del oeste que al proceder del Atlántico resulta húmedo y templado. Su frecuencia máxima se produce en el mes de mayo, y su mínima en diciembre. En invierno produce abundante nubosidad al arrastrar los sistemas frontales que cruzan el Atlántico. Con esta situación es cuando se registran los temporales de lluvia más duraderos.
- d) El régimen de brisas, dadas las características de la provincia de Málaga, afecta especialmente a la zona costera. Son vientos locales poco profundos y de limitado alcance, que se presentan con regularidad casi cronométrica y alcanzan su máxima velocidad en las horas más calurosas del día, con valores que oscilan entre los 12 y 20 Km/h.

5.5.2.- Hidrología.

El Vélez presenta una cuenca vertiente total del orden de 620 Km², con una red hidrográfica fundamental formada por los siguientes ríos (de margen derecha a izquierda): de un lado, afluente del Benamargosa, Iznate, Almáchar, Solano, y de la Cueva, y de otro, afluentes directos del Vélez, Alcaucín (con su afluente el Seco), Bermuza, Almanchares, y Rubite (con su afluente Granados).

Ilustración 34. Cuenca hidrográfica del Vélez.



La cuenca del Vélez se encuentra muy regulada a consecuencia del Sistema Viñuela (de los 620 Km², 395 están regulados), formado por una red de presas y azudes de trasvase hacia el embalse principal (de la Viñuela), que presenta las siguientes características principales:

- Capacidad de embalse = 170 Hm³
- Caudal máximo aliviadero = 281 m³/s
- Caudal máximo desagües de fondo = 70 m³/s

Ilustración 35. Embalse de la Viñuela.



En cualquier caso, a efectos de adopción de caudales de cálculo para el estudio hidráulico, se ha partido el Estudio Hidráulico para la Ordenación de las Cuencas del Sol Oriental, en el que se encuentran los siguientes valores para eventos extraordinarios:

Ilustración 36. Avenidas en la confluencia del Vélez-Benamargosa.

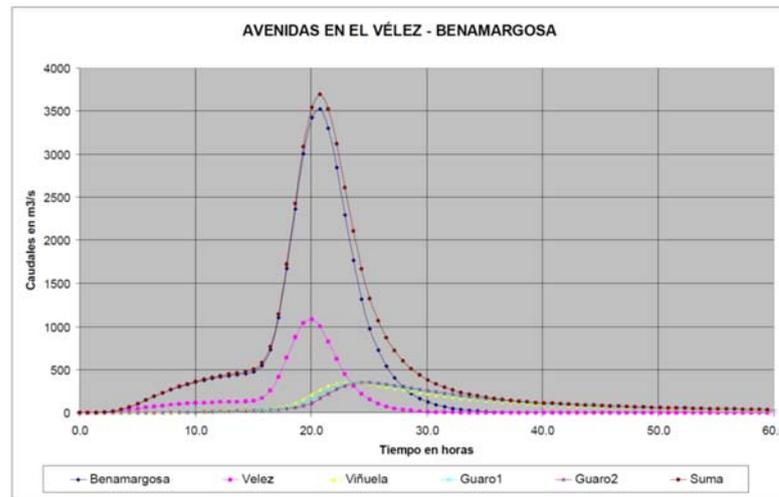


Ilustración 37. Caudales de referencia para el estudio hidráulico.

Cauce		CAUDAL: Período de retorno en años							
Nombre	número	5	10	25	50	100	250	500	1,000
RIO VELEZ	54	1,432	1,834	2,201	2,420	2,765	3,115	3,693	4,262

5.6.- Definición geométrica de la mota de protección.

El trazado en planta de la mota se ha visto condicionado, fundamentalmente, por los siguientes factores:

- La mota 1 debía comenzar necesariamente en la cerrada desde donde se abre la llanura de inundación. Su trazado debía respetar los límites del SUP.T-11. Y a posteriori debía terminar muriendo con el punto más cercano al cauce de la antigua nacional (circunstancia precisa para evita el la afluencia de flujo sobre la carretera hacia Torre del Mar, al estar ésta a cota menor que la mota).
- En alzado, la mota 1 parte de la cota (según cartografía de PGOU) +10.25, en el PK 0+000, y desciende con pendiente sensiblemente uniforme hasta la +9.75, en el PK 0+370, aprox., punto en el que terminar de curvar en planta para morir en la nacional a cota + 9.30.
- Por su parte, la mota 2 debía partir desde el SUP.T-12, y, rodeando los suelos del camping, llega hasta la playa, para morir en las escolleras existentes que limitan con el Dominio Público Marítimo Terrestre.

- En alzado, la mota 2 parte a cota +4.55, en el PK 0+000, e, igualmente, con pendiente sensiblemente uniforme llega a la cota +3.05 en el PK 0+443.

La sección tipo de la mota se define como sigue:

- Ancho de coronación 5.00 m., culminada en zahorra artificial, de 25 cm. de espesor con ligero bombeo del 2% desde eje hacia el exterior, con imprimación bajo ella de riego que aporte impermeabilidad respecto del agua de lluvia.
- Taludes de espaldones 1/1.
- Cuerpo de mota en terraplén de un único cuerpo con suelo cohesivo, cumpliendo las siguientes características:
 - contenido en finos > 50% (paso tamiz 0,008).
 - deberá estar exento de gravas, por lo que el uso granulométrico máximo será de 25mm.
 - CBR > 5
 - Hinchamiento Libre < 3%.
 - Colapso < 1%.
 - Materia orgánica < 2%.
 - Sales solubles (incluido el yeso) < 2%.
 - Compactación por tongadas no superiores a 30 cm. de espesor, al 97% del Próctor Normal.
 - Parámetros resistentes: *ángulo de rozamiento interno efectivo* > 24°, y *cohesión efectiva* > 20 KPa.
- Saneamiento de terreno existente para ejecución de cimiento en alturas mínimas de 2.00 m. para Mota Norte y de 1.00 m. para Mota Sur, en toda la planta del terraplén con sobreancho mínimo de 1.00 m.
- Desde el cuerpo del terraplén hasta suelo existente, atravesando toda la altura de saneamiento, se prevé una pantalla con suelo cohesivo, que interrumpa el posible flujo que, a través de la escollera de saneamiento, pueda producirse bajo la mota en la situación extraordinaria de avenida.
- Pie de taludes protegidos, en ambos lados, con muro de escollera de 1.00 m. de ancho, empotrado en cimiento, y con 1.20 m. de alto.
- Espaldones protegidos con geomalla permanente con matriz 100% fibra de coco y tres redes estables de polipropileno de 1.27x1.27 cm. de malla, la capa central corrugada, 446 gr./m² de peso y hasta 576 Pa de resistencia de tensión tangencial, tipo C350, marca aquenea, o similar.

Ilustración 38. Geomalla C350.



- Protección de espaldones con escollera hormigonada en tramos singulares.
- Vegetación de taludes con especies herbáceas autóctonas, según los siguientes requisitos mínimos:
 - Hidrosiembra (o manual si se opta por sembrar mientras se coloca la geomalla) se hace con composición de semillas para clima tipo mediterráneo litoral en Andalucía, de la siguiente composición:
 - HERBÁCEAS
 - 30% Lolium westerwoldicum
 - 15% Agropyrum cristatum
 - 10% Cynodon dactylon
 - 15% Medicago sativa
 - 15% Melilotus officinalis
 - 15% Festuca arundinacea
 - ARBUSTIVAS
 - 10% Dorycnium pentaphyllum std
 - 15% Moricandia arvensis st
 - 30% Asphodelus fistulosus std
 - 30% Atriplex halimus st
 - 15% Spartium junceum st
 - La especies arbóreas se plantan de una savia (15-20 cm.), bajo la siguiente distribución mínima:
 - Sauce. 5 ud en inicio Mota Norte, 5 ud en fin mota Norte. 5 ud en inicio Mota Sur. 5 ud en inicio Mota Sur.
 - Álamo. 1ud/cada 20-30 m. en ambas márgenes.
 - Adelfa. 4-5 uds/ entre cada álamo.
 - Taraje. 1-2 uds entre cada álamo, y margen.

5.7.- Drenaje.

El drenaje longitudinal de las motas se materializa mediante un sistema de cunetas triangulares, revestidas en hormigón, que recogen el agua que escurre desde coronación y taludes, para transportarla hasta las obras de drenaje transversal. La coronación de la mota presentara un ligero bombeo hacia el exterior, desde eje, del 2%.

Adicionalmente, en la mota 1, en su tramo paralelo con la antigua nacional, se debe prever también una cuneta dren para evitar la afluencia de aguas hacia el interior de la mota.

Por su parte, en la mota norte tenemos la necesidad de transportar las escorrentías de los campos agrícolas y de escurrimiento desde laderas, que, mediante flujo difuso, actualmente pasan bajo el paso inferior del terraplén de la antigua vía del ferrocarril. Dichas escorrentías, en la actualidad fluyen hacia Torre del Mar, quedando prácticamente estancadas sin salida en una zona deprimida en los suelos del SUP.T-11.

Ilustración 39. Obras de drenaje existentes vinculadas a las escorrentías de la zona Norte.



Ilustración 40. Zona deprimida hacia la que drenan las escorrentías de la zona Norte.



Como decimos, con la ejecución de la mota 1, debemos desviar dichas escorrentías, a pie de camino de servicio, mediante cuneta trapezoidal de ancho en base de 1.20 m. por altura de 1.00 m., y pendiente longitudinal del 0.002 m/m., hacia la obra de fábrica de la antigua nacional.

Ya que no pretendemos trasladar un posible problema de anegación a este punto, en lugar de soltarlas aquí, las recogemos mediante tubo HA ϕ 1.200 mm. (clase 135) y las

transportamos directamente al Vélez, con pendiente de 0.005 m/m, aguas debajo de la antigua nacional (según se observa en planos de proyecto).

La comprobación hidráulica de dicha cuneta se basa en estimar un área vertiente de unos 0.20 Km² (decimos estimar, ya que el flujo es difuso, y gran parte de él evacuaría directo al Vélez), al que se le aplica el factor de 20 m³/s y Km², con un coeficiente de escorrentía de 0.65. Así se obtiene un caudal de 2.60 m³/s (asimilable a período de retorno de 500 años), que tienen cabida en la infraestructura definida antes.

Ilustración 41. Cuenca vertiente hacia comienzo drenaje en Mota Norte (círculo rojo).



Por otro lado, en cuanto a las obras de drenaje transversal de las motas, tenemos de distintos tipos:

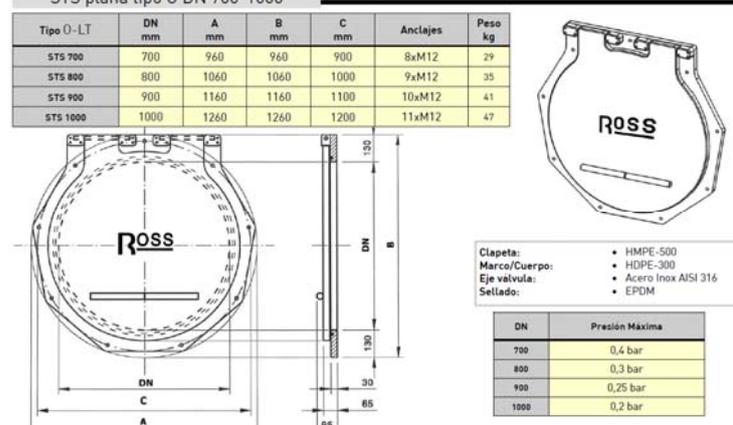
- o Los tubos pasacunetas, en HA ϕ 1.000 mm.
- o El tubo HA ϕ 1.000 mm. que le da continuidad al canal de riego al comienzo de la mota 1.
- o Los marcos de hormigón armado. Uno de 2.00x1.00 para la mota 2, y otro de 6.00x2.00 m. para la prolongación de la obra de fábrica de la N340a, en la mota 1.

Ilustración 42. Obra de fábrica bajo la nacional de 6.00 m. de ancho, por 1.80 de altura recta + 1.20 hasta clave.



Cuando proceda, dichas obras de drenaje deben ir provistas de clapeta antirretorno, para evitar la entrada de agua de avenida hacia la zona protegida en caso de avenida.

Ilustración 43. Ficha de válvulas antirretorno de la casa Mistral Ross. A instalar éstas, o similar.

VALVULAS DE DESCARGA tipo 0							Dimensiones y Características
STS plana tipo 0 DN 700-1000							
Tipo 0-LT	DN mm	A mm	B mm	C mm	Anclajes	Peso kg	
STS 700	700	960	960	900	8xM12	29	
STS 800	800	1060	1060	1000	9xM12	35	
STS 900	900	1160	1160	1100	10xM12	41	
STS 1000	1000	1260	1260	1200	11xM12	47	

DN	Presión Máxima
700	0,4 bar
800	0,3 bar
900	0,25 bar
1000	0,2 bar

Clapeta: • HMPE-500
Marco/Cuerpo: • HDPE-300
Eje válvula: • Acero Inox AISI 316
Sellado: • EPDM

Para diámetros superiores o especiales consultar.
Existen otros modelos y formas como las rectangulares.

Dimensiones STS ROSS modelo 0 08 nov. 13 v. 1.6

No se ha previsto en este proyecto (por considerarlo aún de menor probabilidad) la evacuación de aguas pluviales en la situación hipotética de precipitaciones y coincidencia con avenida extraordinaria, tal que las clapetas se encontraran cerradas.

5.7.- Replanteo.

A continuación se exponen los listados para el replanteo en coordenadas, Proyección U.T.M. Huso 30, Elipsoide GRS80 Datum ETRS89, Altitudes referidas al Nivel Medio el Mar en Alicante.

MOTA 1

MOTA 1 NORTE										
NÚMERO	P.K. INICIO	X	Y	P.K. FINAL	X	Y	RADIO	LONGITUD/LONG. ARCO	ANGULO	ACIMUT
C13	0.000	400967.252	4066279.922	5.875	400967.770	4066274.073	48.656	5.875	006.918	
C6	5.875	400967.770	4066274.073	36.868	400951.303	4066250.241	24.500	30.993	072.481	
C12	36.868	400951.303	4066250.241	37.748	400950.467	4066249.968	24.497	0.879	002.057	
C11	37.748	400950.467	4066249.968	113.058	400938.399	4066189.562	35.000	75.310	123.285	
L5	113.058	400938.399	4066189.562	159.396	400974.075	4066159.990		46.338		S50.345E
C7	159.396	400974.075	4066159.990	199.914	400994.650	4066125.962	60.500	40.518	038.372	
L6	199.914	400994.650	4066125.962	234.704	401001.867	4066091.929		34.790		S11.973E
C8	234.704	401001.867	4066091.929	290.951	400977.336	4066046.390	40.000	56.247	080.568	
L7	290.951	400977.336	4066046.390	350.266	400922.113	4066024.742		59.315		S68.595W
C9	350.266	400922.113	4066024.742	377.008	400900.371	4066009.597	56.939	26.742	026.909	
C10	377.008	400900.371	4066009.597	387.276	400899.125	4066000.012	8.581	10.268	068.561	

MOTA 2

MOTA 2 – SUR										
NÚMERO	P.K. INICIO	X	Y	P.K. FINAL	X	Y	RADIO	LONGITUD/LONG. ARCO	ANGULO	ACIMUT
C195	0.000	401347.913	4065698.809	38.210	401331.549	4065665.719	42.145	38.210	051.946	
L181	38.210	401331.549	4065665.719	70.075	401331.359	4065633.855		31.865		S00.342W
C196	70.075	401331.359	4065633.855	117.085	401339.977	4065587.933	122.759	47.011	021.941	
L182	117.085	401339.977	4065587.933	228.635	401381.041	4065484.217		111.550		S21.600E
C197	228.635	401381.041	4065484.217	351.807	401438.851	4065375.749	546.500	123.173	012.914	
L183	351.807	401438.851	4065375.749	447.688	401493.177	4065296.744		95.881		S34.513E

5.8.- Movimiento de tierras.

El movimiento de tierras considerado es el relacionado con la construcción las Motas 1 y 2 situadas en la margen izquierda del río Vélez, camino de distribución a fincas colindantes y mejoras de acceso así como Nuevo Camino de Acceso al camping existente denominado "Laguna Playa", situado al sur de la carretera Nacional 340

Se consideran las siguientes partidas: desbroce de espesor variable, terraplén con suelo seleccionado para mejora del firme en caminos, terraplén con suelo tolerable para núcleo de las motas, terraplén con suelo tolerable con condicionantes adicionales para el cuerpo y coronación de las motas, excavación para la cimentación de Motas y caminos y rellenos en cimentación con escollera de 300-1000kg y todo uno. Los listados de cubicación se exponen en el anejo n° 4 y los volúmenes de estas partidas se han calculado por el método de la triangulación entre secciones intermedias.

El volumen de terreno resultante de las labores de limpieza, desbroce o demolición de pavimento en caso de actuaciones en viales existentes será retirado a vertedero autorizado.

No obstante, se seleccionará aquel que pueda ser utilizado como tierra vegetal en la hidrosiembra de taludes.

Del estudio geotécnico redactado por CEMOSA con número de expediente O/1806716 de fecha Enero de 2019 se extrae la conclusión que, una vez retirado la tierra vegetal y residual de espesor variable, se obtiene material que cumple con las especificación de suelo tolerable y seleccionado. Por ello, se estima que el volumen excavado a partir de ésta profundidad podrá ser utilizado como terraplén con suelo tolerable. Este volumen procedente de la excavación se utilizar para la ejecución del núcleo del terraplén de las Motas (ver secciones tipo en plano 4.4). Este material también podrá ser utilizado como saneo de cimentación en el nuevo tramo del camino de acceso al camping.

Además, en los perfiles geológicos expuestos en el citado estudio geológico, se muestran las tres unidades geotécnicas existentes (UG1, UG2, UG3) con sus espesores o potencias de estrato, así como propuesta de Línea o Nivel de Sustitución del Terreno existente, que sirvió para determinar la cota de cimentación de las Motas.

En el siguiente cuadro se reflejan de forma resumida el movimiento de tierras necesaria para la ejecución de las Motas y el Nuevo camino de acceso al Camping.

	Desmorte (m³)		Terraplén (m³)					
	Desmorte tierra vegetal y residual (m³)	Desmorte cimentación (m³) utilizable en Núcleo Terraplén	Terraplén núcleo con suelo tolerable (m³)		Terraplén Coronación con suelo de préstamo (m³)	Terraplén con suelo seleccionado de préstamo (m³)	Escollera en Cemento (m³)	Todo UNO (m³)
			Procedente de evacuación	Préstamo				
MOTAS	9.219,60	9.378,15	9.378,15	4.610,86	13.404,75	1.012,50	9.237,85	3.273,75
NUEVO CAMINO DE ACCESO A CAMPING	4.721,05	1.199,70	1.199,70	5.611,63		2.121,00		
	13.940,65		10.222,49	13.404,75	3.133,50	9.237,85	3.273,75	

5.9.- Justificación hidráulica de las motas de protección.

Habiendo establecido el trazado de las motas de protección, se ha vuelto a llevar a cabo un estudio hidráulico, con aplicación informática INFOWORKS 2D, haciendo uso de la cartografía del Excmo. Ayuntamiento de Málaga (a diferencia de los estudios previos, en los que se usó un vuelo Lidar del año 2010 realizado al objeto del proyecto de encauzamiento que llevó a cabo la Delegación Territorial).

El hidrograma de cálculo que usamos para la simulación del evento de periodo de retorno de 500 años es el mismo que el considerado en el estudio de la Consejería del año 2006, con punta de $3.693 \text{ m}^3/\text{s}$.

Realizamos una simulación en régimen variable y no permanente, a partir del hidrograma anterior.

El nivel de marea que introducimos como condición de contorno, al igual que en el estudio de entonces, es de $+0,50 \text{ msnm}$.

La misma similitud hacemos con los coeficientes de rugosidad de Manning, usando en líneas generales $n=0,035$ para el cauce y $n=0,04$ para las márgenes inundables. Adicionalmente introducimos rugosidades mayores en zonas urbanas abiertas ($n=0,050$), zonas urbanas cerradas ($n=0,075$), y áreas industriales desordenadas ($n=0,1$).

Adicionalmente, se han tenido también en cuenta los puentes que cruzan el Vélez en nuestro ámbito de estudio, habiendo procedido en campo a un levantamiento de los mismos, para su simulación en el modelo bidimensional.

Ilustración 44. Puente de la N340.



Ilustración 45. Croquis de levantamiento de campo del puente de la N340a.

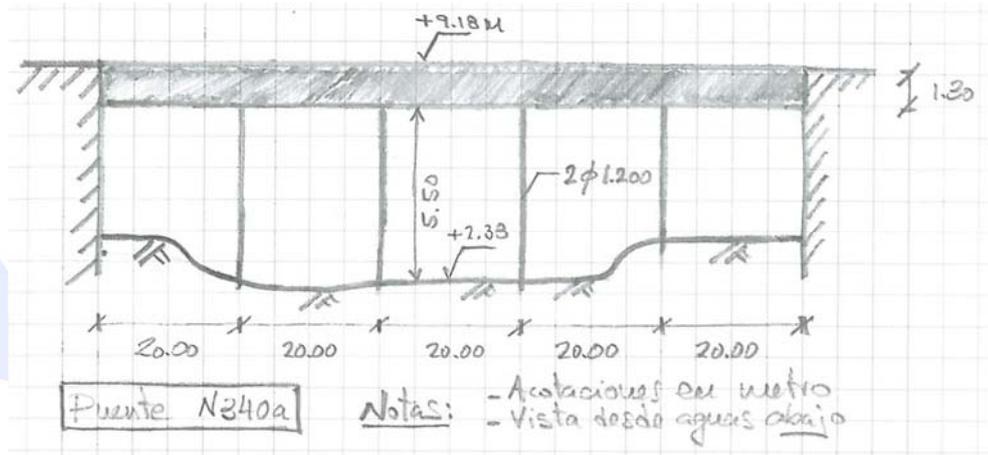


Ilustración 46. Puente de la antigua Nacional.



Ilustración 47. Croquis de levantamiento de campo del puente de la antigua nacional.

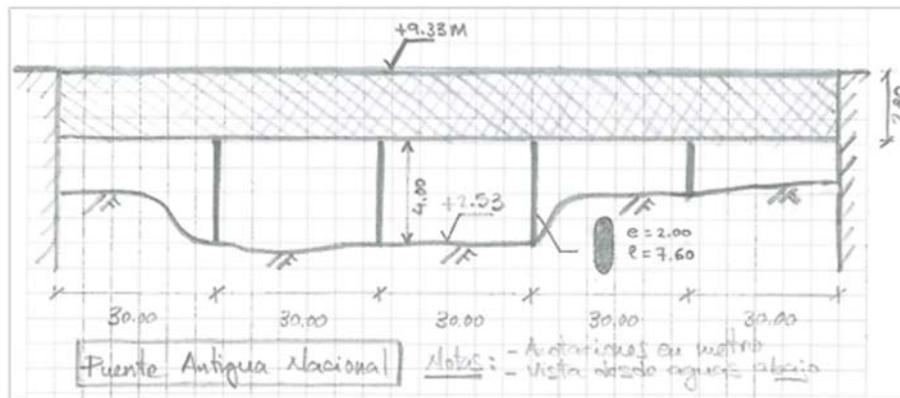
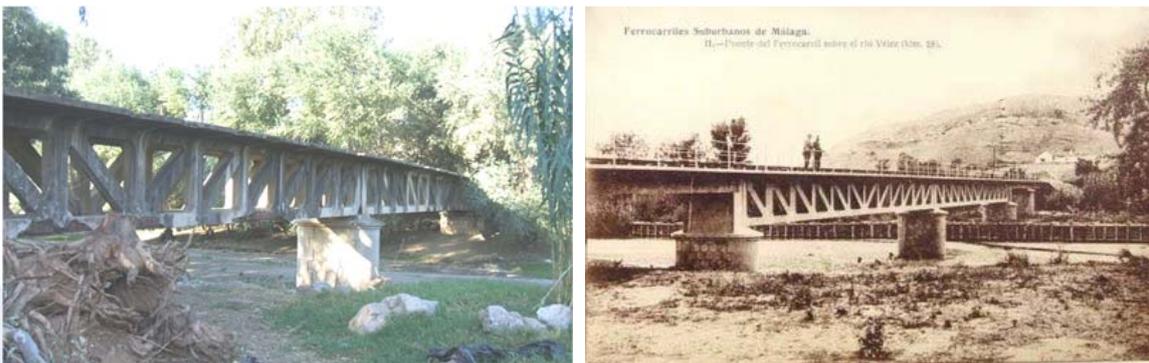
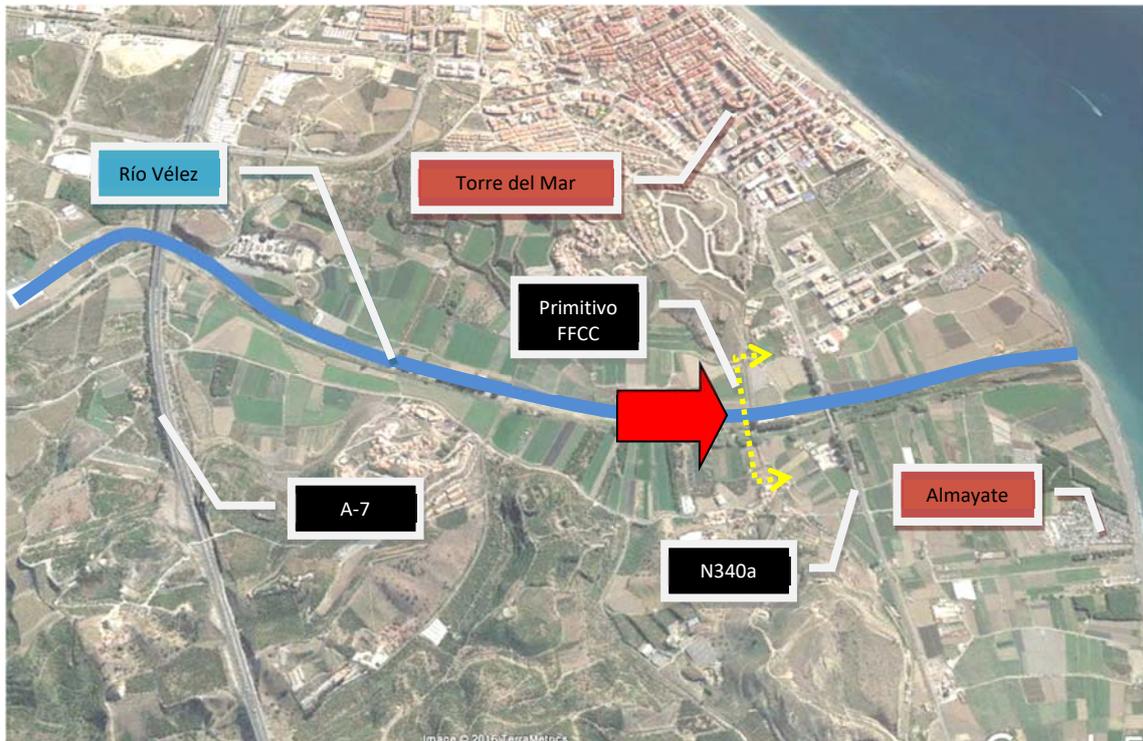


Ilustración 48. Puente del antiguo ferrocarril Málaga-Zafarraya. Fue proyectado por el ingeniero D. Juan Manuel de Zafrá (1869-1923), y construido en el año 1908 (imagen derecha - fotografía de archivo).



Por su parte, el estudio hidráulico lo hemos acotado desde aguas abajo de la A-7, hasta desembocadura, interesando fundamentalmente el desarrollo de la inundación en el delta del Vélez, a partir de la cerrada que encontramos en las primitivas vías del ferrocarril Málaga-Zafarraya.

Ilustración 49. Ámbito de estudio hidráulico.



De cara a construir el modelo en dos dimensiones se siguen los siguientes pasos que se exponen esquemáticamente:

- o Generación del modelo del terreno.
- o Delimitación de la malla de cálculo.
- o Refino de la malla en los entornos deseados, como arroyos, pilas, estructuras, etc. - Líneas de rotura.
- o Separación de las zonas de acuerdo con su rugosidad.
- o Condiciones hidráulicas.
- o Simulación de puentes.

Para el cálculo con las motas de protección se ha integrado en la cartografía la topografía de campo, con el modelo del terreno modificado, en base a la actuación proyectada, tal y como se desprende de la siguiente interfaz.

Ilustración 50. Cálculo en INFOWORKS 2D con la mota izquierda Norte, ya introducida en el modelo digital.



Previo a ello, obviamente se han hecho iteraciones preliminares sin integración del terreno modificado, hasta ir concretando la cota de coronación que debían presentar las motas, guardando un cierto resguardo (al menos del orden de 40-50 cm.).

Con todo, se comprueba que la actuación prevista en el presente proyecto trae consigo la siguiente simulación hidráulica de máxima, en la que se observa la contención de la avenida para período de retorno de 500 años.

Ilustración 51. Estudio hidráulico en el estado modificado.



Las cotas de inundación, velocidades, y resguardos obtenidos son los siguientes:

Ilustración 52. Tabla de resultados.

MOTA 1			Max. cota de inundación	Cota de coronación	Resguardo mínimo	Max. Velocidad
PK	0 +	0	9,812	10,25	0,438	0,760
PK	0 +	40	9,604	10,25	0,646	2,480
PK	0 +	80	9,510	10,20	0,690	2,693
PK	0 +	120	9,275	10,10	0,825	0,602
PK	0 +	160	9,352	10,02	0,668	0,457
PK	0 +	200	9,377	9,90	0,523	0,598
PK	0 +	240	9,375	9,81	0,435	0,520
PK	0 +	280	9,393	9,81	0,417	1,177
PK	0 +	320	9,380	9,75	0,370	0,714
PK	0 +	360	9,262	9,75	0,488	1,084
MOTA 2			Max. cota de inundación	Cota de coronación	Resguardo mínimo	Max. Velocidad
PK	0 +	0	---	4,55	---	---
PK	0 +	40	2,247	4,55	2,303	0,128
PK	0 +	80	2,362	4,48	2,118	0,737
PK	0 +	120	2,287	4,35	2,063	2,011
PK	0 +	160	2,3	4,15	1,850	1,958
PK	0 +	200	2,331	3,95	1,619	2,502
PK	0 +	240	2,18	3,75	1,570	3,525
PK	0 +	280	1,839	3,55	1,711	4,155
PK	0 +	320	2,258	3,35	1,092	0,895
PK	0 +	360	2,403	3,17	0,767	0,358
PK	0 +	400	2,419	3,07	0,651	0,905
PK	0 +	440	---	3,05	---	---

Se tienen unos resguardos mínimos de 40-50 cm. Las velocidades máximas son inferiores a 3.00 m/s, salvo puntualmente en la mota Sur, en la que vemos algún tramo en el que se llega al valor de 4.00 m/s, asumible, no obstante, por la geomalla prevista, con la vegetación, y máxime con la protección de escollera al pie.

Obsérvese que los resguardos de la mota Sur, son en general de 1.00 a 2.00 m., a consecuencia de que dicha protección, como ya analizó en fases anteriores a este proyecto, debe contener la avenida también en la situación en la que ya esté ejecutada la Fase 2, en cuyo caso, la cota de inundación se verá elevada.

5.10.- Justificación de la estabilidad de la mota.

5.10.1.- Aspectos de partida.

Para caracterizar el terreno de apoyo de cada una de las motas, se ha llevado a cabo una campaña geotécnica, compuesta por dos (02) sondeos a rotación, catorce (14) calicatas excavadas, y trece (13) ensayos de penetración dinámica DPSH.

Los sondeos se han referenciado como S-01 (mota Norte), y S-02 (mota Sur), y se han perforado con una longitud máxima de 9'00m (S-01), y mínima de 8'55m (S-02). En el interior de los sondeos se han realizado seis (6) ensayos SPT, y se han recuperado seis (6) muestras inalteradas (MI) para su posterior ensayado en laboratorio.

Las calicatas se han referenciado desde C-01 a C-07 (Norte), y desde C-01 a C-07 (Sur). Se han excavado hasta una profundidad máxima de 2'80m (C-01 mota Norte) y mínima de 1'70m (C-05 mota Sur).

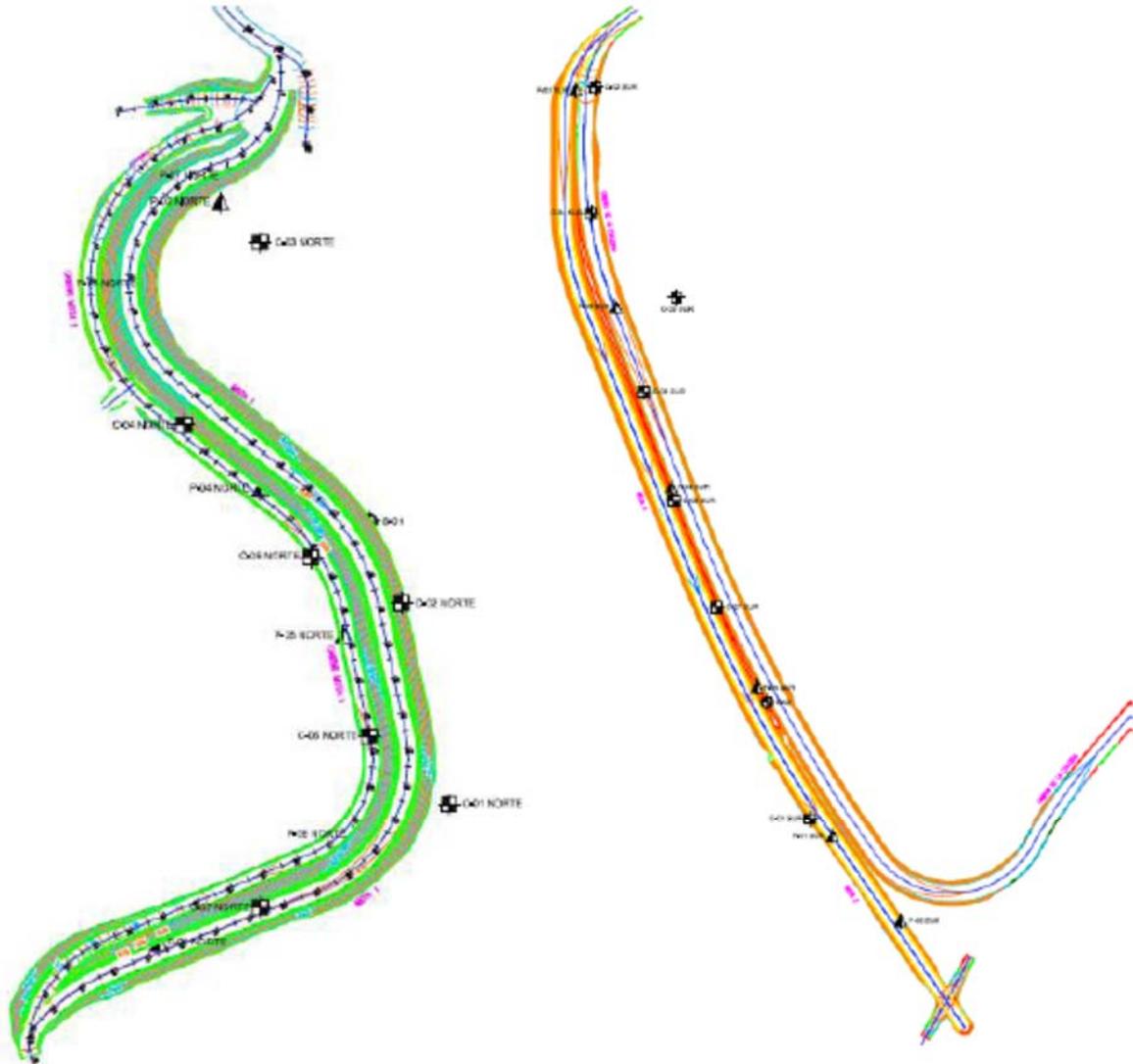
La excavabilidad con medios mecánicos simples, se ha clasificado mayoritariamente como buena, y como regular en una de las seis calicatas, condicionada por el contenido en gravas gruesas (C-01 mota Sur).

Según la litología predominante, el grado de estabilidad durante la excavación, se ha clasificado mayoritariamente como "regular-malo", y escasamente como "regular-bueno". Se han recuperado dieciséis (16) muestras alteradas para su posterior ensayado en laboratorio.

Los ensayos de penetración dinámica DPSH se han llevado hasta una profundidad mínima de 6'60m, y máxima de 15'00m, sin que se haya alcanzado "rechazo" en ninguno de ellos.

La campaña geotécnica referida se ha distribuido entre ambas actuaciones, denominadas como Mota Norte y como Mota Sur.

Ilustración 53. Distribución en planta Campaña Geotécnica de investigación mota Norte y mota Sur.



En líneas muy generales, una mota de defensa hidráulica es un terraplén/dique longitudinal empleado para evitar, o al menos controlar, la inundación del período de retorno de la inundación asociada al cauce en estudio. No existe una normativa al uso específica para este tipo de actuaciones, pero, a tenor de sus características funcionales, y en función de las sollicitaciones estructurales a que se verán sometidas, se han revisado y contemplado las recomendaciones normativas de:

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, PG-3. Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento).
- Normalización de aspectos constructivos para proyectos de Caminos Naturales. Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento).

- Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de Balsas. Dirección General del Agua - CEDEX.

Con todo ello, se ha realizado un cálculo de estabilidad tanto del cuerpo de la mota (en base a las características de sus materiales, como a sus dimensiones - altura y taludes -), como también del cimientado. Igualmente se han estudiado los asentamientos.

5.10.2.- Conclusiones del cálculo.

La estabilidad de un relleno depende de dos factores, como son, la estabilidad propia del relleno y la estabilidad del conjunto relleno-cimientado. A efectos de la estabilidad del relleno, la pendiente de los taludes está condicionada por su altura y por las características resistentes del material disponible para su construcción. A efectos de la estabilidad del cimientado, ésta queda definida por la deformabilidad/compresibilidad del terreno, y por consiguiente por la magnitud de los asentamientos susceptibles de desarrollarse, dentro de una tolerancia constructiva que no provoque fallos estructurales.

El estudio desarrollado en este proyecto (y que puede cotejarse a más concreción en el anejo correspondiente) se ha planteado desde el inicio, para dar cobertura al análisis del rango de estabilidad de los taludes de las motas, y para comprobar el asentamiento provocado en el terreno natural de apoyo como consecuencia de la carga de tierras más la carga de tráfico, de cada solución constructiva.

Los diferentes modelos planteados tanto para la mota Norte como para la mota Sur, han verificado que la estabilidad para la sección más restrictiva de uso se ha mostrado potencialmente inestable principalmente en la mota Norte, y en menor medida en la mota Sur, claramente influenciada por el rango de alturas de cada actuación.

En la mota Norte la estabilidad se ve comprometida para la situación de Corto Plazo (que en definitiva define la situación más crítica para el proceso constructivo de un terraplén), y también para la situación Casi Permanente a Largo Plazo (lo que supone un claro riesgo en la viabilidad de uso de la actuación). En la mota Sur, el rango de estabilidad queda menos comprometido como consecuencia de unas alturas que no llegan a los 3'00m para la sección de mayor sollicitación geotécnica. No obstante, se ha verificado que la situación Accidental de Desembalse Rápido tras el posible episodio de inundación, presenta un factor de seguridad a deslizamiento algo estricto respecto del mínimo FS exigido por la normativa, lo que sin duda pone en riesgo la solvencia de la mota a posteriori del proceso de contención de la lámina de inundación. Todos los círculos de rotura pésimos se han desarrollado, a mayor o menor profundidad, dentro del estrato superficial con menor capacidad resistente, según los rangos de golpeo de los ensayos DPSH. En el terreno de apoyo de la mota Norte, los ensayos DPSH diferencian un nivel superficial de "Compacidad Suelta" hasta aproximadamente 2'60-3'60m ($N_{DPSH} = 2-5$). En el terreno de apoyo de la mota

Sur, los ensayos DPSH diferencian un nivel superficial de “Compacidad Media” hasta 1’50-2’50m ($N_{DPSH} = 6-9$), que pasa a perder resistencia en profundidad hasta aproximadamente 4’00-4’50m de profundidad ($N_{DPSH} = 1-2 / 3-5$; compacidad Suelta).

Con respecto a esta falta de capacidad resistente ante la sollicitación de carga que suponen las obras de tierras, el estudio de los asientos realizado para cada mota, ha comprobado que en lo referente a la mota Norte el asiento máximo calculado es de 17’80cm, mientras que, en lo referente a la mota Sur, el asiento máximo calculado es de 9’73cm.

Se une por lo tanto, una estabilidad precaria para algunas de las comprobaciones estructurales, con unos valores de asientos que, para la sección más crítica (mota Norte), se sitúan cercanos a los límites tolerables solventes para la viabilidad de la obra.

Ante esta problemática, a tenor de los resultados obtenidos, se ha propuesto la necesidad de mejorar la capacidad resistente del terreno, mediante la ejecución de un saneo, y su sustitución por escollera, cerrada en coronación por material todo-uno que elimine la presencia de huecos. Este saneo, elimina en gran medida los materiales más superficiales, deformables, caracterizados como unidad geotécnica UG-1. La potencia de saneo (2’00m en el caso de la mota Norte, y 1’50m en el caso de la mota Sur), preserva la excavación necesaria para no interferir con la profundidad del nivel freático identificado en las maniobras de campo (sondeos y catas).

Adicionalmente, dada la cercanía de las motas respecto del cauce del río Vélez, y como elemento de protección frente a la lámina de inundación, se ha propuesto la colocación de muro de escollera al pie de los taludes.

El análisis de la estabilidad y el estudio de los asientos, una vez colocadas las medidas de mejora y refuerzo, ponen de manifiesto la reducción del asiento hasta los límites admisibles, y la eliminación de las situaciones inestables, hasta rangos de estabilidad por encima de los límites exigidos para cada comprobación estructural.

A título práctico, las medidas de mejora propuestas (saneo + muros de escollera), se han planteado como solución necesaria frente a la problemática dual planteada por las soluciones constructivas. Es decir, estabilidad de los taludes, y asientos en el terreno de apoyo, ante un escenario de uso, sujeto, por un lado, a la dinámica que marcará la fluctuación del curso fluvial del río Vélez, y por otro, a la dinámica erosiva por la inundación para el período de retorno estudiado.

5.11.- Reposición de servicios afectados y accesos a propiedades.

Durante la redacción de este proyecto de Obras de Urbanización se ha realizado un reconocimiento exhaustivo del terreno con objeto de identificar y recoger en un listado

todas las edificaciones, construcciones, instalaciones o plantaciones existentes que puedan suponer una afección a las obras previstas. Una vez determinados todos los elementos existentes, se ha analizado detalladamente el grado de afección a las obras para prever las medidas necesarias a adoptar en pro de anteponernos a las posibles incidencias negativas que pudieran ocasionar en el momento de la ejecución de las obras de urbanización.

Los principales obstáculos cuya demolición es precisa para la realización de las obras quedan grafiados en los planos 6.1 Servicios Existentes, 6.2 Afección red de riego, 6.3 Afección Red de Baja Tensión y 6.4 Afección red de Telefonía, siendo los más relevantes los que se enumeran a continuación:

En Mota 1, se afecta la red de riego existente propiedad de la comunidad de regantes de la zona, cuyo diámetro es de 400mm. De igual forma, en el punto kilométrico 100 de ésta Mota se intercepta a las redes aéreas existentes de Baja Tensión y Telefonía.

Por último, en el tramo final de la Mota 2 se tendrán que desmontar vallado metálico de triple torsión.

En cuanto a la construcción del nuevo tramo del camino de acceso al camping, con motivo de la mejora de su sección tipo ampliándose hasta los 7m, será necesario la demolición del muro existente en el lindero Sur del camping Laguna Playa.

Las principales actuaciones a realizar son:

1. Desmontaje y retirada a vertedero de los conductos de riego de Ø400 mm. De Fibrocemento existente en Mota 1.
2. Desmontaje de puntos de alumbrado público y demolición de arquetas y canalización en último tramo del camino de acceso al camping y Zona Verde SUP T12.
3. Recrecido de arqueta A-2 de electricidad a cota definitiva de rasante y cambiar tapa de fundición B-125 por D-400 en último tramo del camino de acceso al camping.
4. Trasladar arquetas de alumbrado público y semaforización al acerado próximo en el arranque del camino de acceso al camping, Zona Verde SUP T12.
5. Demolición de pavimentación último tramo del camino de acceso al camping.
6. Desmontaje de línea aérea de BT existente de Mota 1.
7. Desmontaje de línea aérea de Telefonía existente de Mota 1.

Referente al canal de riego existe al Norte de la Mota 1, se ha previsto la colocación de una compuerta rectangular de apertura manual situada en la embocadura aguas arriba del mismo (Zona Inundable de la Mota). De igual forma, se han previsto válvulas anti-retorno

(clapetas) en todas las obras de drenaje transversales a ambas Motas para impedir que en evento de crecida, el agua pueda atravesar la protección frente a inundabilidad proyectada.

6.- CONTROL DE CALIDAD

Las obras contenidas en este proyecto tendrán asignadas un mínimo de un 1% del Presupuesto de Ejecución Material para el Control de Calidad a cargo del Contratista de las mismas. En el Anexo n° 9 “Plan de Control de Calidad” se adjunta el plan de ensayos propuesto para estas obras.

El presupuesto se incluye en el Presupuesto de Ejecución Material de las obras y asciende a la cantidad de 5.784,98 €.

7.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En cumplimiento con lo dispuesto en el Real Decreto 1.627/1997, de 24 de Octubre por el que se establece la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud Laboral, en el tipo de obra que nos ocupa, se ha redactado el citado estudio que se presenta como Documento n° 5 “Estudio de Seguridad y Salud” a esta memoria.

El presupuesto se incluye en el Presupuesto de Ejecución Material de las obras y asciende a la cantidad de 35.145,69 €, lo que supone poco más del 2,6% del Presupuesto de las obras.

8.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición indica la obligatoriedad de que se incluya en el Proyecto de obra un Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demoliciones que se producirán en la misma.

Como consecuencia, como Anexo n° 8 “Plan de Gestión de Residuos” a la presente memoria se adjunta el citado estudio donde se incluye una estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los mismos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que deberán formar parte del presupuesto del Proyecto.

El presupuesto se incluye en el Presupuesto de Ejecución Material de las obras y asciende a la cantidad de 2.879,78 €, superando la condición mínima de 0,2% del Presupuesto de las obras que impone el R.D.

9.- PLAZO DE EJECUCIÓN

En este apartado se pretende definir una planificación temporal de las obras contenidas en este Proyecto Ordinario de Urbanización. Se estima una duración total de las obras en 10 (DIEZ) MESES a partir de la firma del acta de replanteo.

El plazo de garantía de las obras ejecutadas deberá ser de un año contado desde la fecha de la recepción provisional.

10.- PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

El Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) del presente proyecto asciende a la cantidad de Un Millón doscientos cincuenta y ocho mil trescientos diecinueve Euros con diez Céntimos (1.258.319,10 €), suma de las obras correspondientes a las Motas y el Nuevo camino de acceso a camping.

El desglose del presupuesto es el siguiente:

1.- MOTAS

El Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) para las Motas del presente proyecto asciende a la cantidad de Un Millón Noventa y Nueve mil Cuatrocientos Noventa y Cinco Euros con Noventa y Tres Céntimos (1.099.495,93 €).

CAPÍTULO	CONCEPTO	IMPORTE (€)	%
1	Motas	1,055,685.48	96.02
	1.1 Movimiento de Tierras	502,484.36	
	1.2 Proteccion de las Motas	324,994.69	
	1.3 Firmes	25,776.78	
	1.4 Drenaje	164,089.72	
	1.5 Reposición de Servicios Afectados	38,339.93	
2	Control de Calidad	5,784.98	0.53
3	Gestión de Resíduos	2,879.78	0.26
4	Seguridad y Salud	35,145.69	3.20
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1,099,495.93	100.00
	13% Gastos Generales	142,934.47	
	6% Beneficio industrial	65,969.76	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		1,308,400.16	

2.- NUEVO CAMINO DE ACCESO A CAMPING

El Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) para el Nuevo Camino de Acceso al Camping del presente proyecto asciende a la cantidad de Ciento cincuenta y ocho mil ochocientos veintitrés Euros con diecisiete Céntimos (158.823,17 €).

CAPÍTULO	CONCEPTO	IMPORTE (€)	%
	Nuevo Camino de Acceso a Camping		
1	Demolición y Desmontaje	4,805.29	3.03
2	Movimiento de Tierras	88,851.88	55.94
3	Pavimentación	42,435.76	26.72
4	Drenaje	4,921.86	3.10
5	Alumbrado Público	14,977.20	9.43
6	Señalización y Balizamiento	2,831.18	1.78
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		158,823.17	100.00
	13% Gastos Generales	20,647.01	
	6% Beneficio industrial	9,529.39	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		188,999.57	

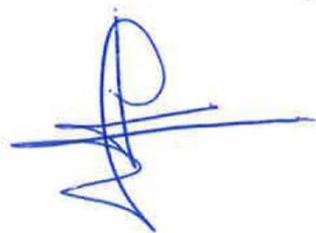
Málaga, Marzo de 2020

El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



José Vicente Fossi Armijo

Colaboradores



Juan Carlos Bonilla Guerrero
 Ingeniero Técnico de Obras Públicas (ITOP)



Fernando García Pulido
 Ingeniero Técnico Industrial
 Ingeniero de Grado en Mecánica