



ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES
(PROVINCIA DE CASTELLÓN).

Trabajo final de grado

Curso: 2014/15

Autor: Javier Sánchez Laosa
Tutor: Hugo Coll Carrillo
Cotutor: Julián Alcalá González
Tit.: Grado en Ingeniería Civil

Valencia, junio de 2015





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°1

MEMORIA GENERAL TFG MULTIDISCIPLINAR

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).



ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO MULTIDISCIPLINAR BAJO EL TÍTULO GENÉRICO:
“CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).”

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

La autoría del apartado inicial recae en la totalidad de los alumnos incluidos en la presente tabla, definiéndose posteriormente en el resto de documentos del proyecto la autoría de cada uno de ellos.
El resto de documentos corresponden a una de las alternativas del concurso.



MEMORIA GENERAL

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETO.....	2
3. SITUACIÓN ACTUAL	2
4. EQUIPOS.....	2
5. MÉTODO DE TRABAJO	4



1. ANTECEDENTES

La población de Figueroles se sitúa en la comarca de l'Alcalatén, dentro de la zona de influencia del puerto y la ciudad de Castellón, formando parte de un área industrial azulejera de gran importancia económica.

La carretera objeto de estudio tiene una función vertebradora en la zona más hacia el interior de la provincia., además de servir de acceso al gran número de empresas del sector ubicadas en los alrededores del municipio.

Este alto nivel de actividad industrial implica un alto nivel de tráfico de vehículos pesados, lo que supone una limitación de la funcionalidad del tramo de travesía, a su paso por el municipio, y una falta de confort y seguridad vial para los habitantes de Figueroles.

Como consecuencia de esta problemática surge la necesidad de estudiar la construcción de una variante a dicha carretera, de forma que se evite el paso del gran número de vehículos pesados por la travesía del municipio, reduciendo los problemas descritos anteriormente.

Se propuso una solución en el año 2005 donde se iba a proyectar una variante por el lado Norte de Figueroles con una longitud total de 3.801 metros, la cual tenía origen en la glorieta existente de veinticinco metros de radio interior que se ubicaba en el término de Lucena del Cid, en la intersección en T que daba acceso a la fábrica de Mosavit.

El inicio de esta variante transcurriría principalmente por campos cultivados y parcelas turísticas y tendrán que sobreponerse a elementos como el río Lucena a través de un puente conformado con un vano de 35 metros de luz libre y cinco vanos de treinta metros que generarían una longitud total de 190 metros, con una sección de 10 metros de anchura, sustentado en cinco pilas. No sería la única vía de paso, ya que también venían incluidas en el proyecto una estructura de 185 metros de longitud con seis vanos de 30 metros de luz libre que solventaría el barranco del Agua. Además estaba incluido un falso túnel que atravesaría el pasillo forestal.

Ambientalmente, dicha solución disminuiría la contaminación y los problemas de ruido soportados en el caso urbano, y se soluciona la afección a la fauna y la las vías pecuarias, creando pasos de fauna y dando continuidad a las vías pecuarias afectadas.

Respecto a los efectos sobre el tráfico, el diseño de la variante con un ensanchamiento de la calzada y la creación de dos glorietsas aumentan la capacidad a excepción del tramo de la travesía y suponen una mejora en la accesibilidad urbana.

El presupuesto previsto ascendía a 9.733.343,23 Euros.

2. OBJETO

El presente trabajo se redacta en calidad de Trabajo Fin de Grado (TFG) por los alumnos especificados en el apartado 4 de esta memoria, pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universitat

Politécnica de València (UPV). La realización de este trabajo tiene como finalidad la obtención del título de GRADUADO EN INGENIERIA CIVIL o GRADUADO EN OBRAS PÚBLICAS, dependiendo de la titulación cursada por cada alumno.

El trabajo final de grado denominado "Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón)" se ha redactado de manera conjunta entre veinticinco alumnos de diferente especialización. A partir de la problemática actual en la carretera CV-190, comentada en el apartado 1, se ha realizado el estudio de tres variantes de construcción de la carretera en el tramo de travesía de Figueroles, cuyos trazados discurren en las zonas próximas a dicha población.

3. SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, se puede caracterizar la carretera con la dualidad existente por parte de vehículos pesados como turismos. La variante pretende desviar la circulación de los vehículos pesados que actualmente se ven obligados a atravesar por el interior del municipio con el fin de mejorar la seguridad vial.

El tráfico pesado que circula por ella conforma un 15,60% del tráfico total, lo que nos indica que es de suma importancia el estudio de una solución que pueda evitar el paso de los vehículos pesados que suponen un alto riesgo para la seguridad.

Para el estudio de la existente carretera, se ha compuesto un grupo de personas que se encargarán de la definición de la vía actual con los elementos que puedan ser de estudio. Se partirán de bases de parámetros de la carretera actual, junto con otras características que se detallan como el estudio geológico-geotécnico y los posibles impactos económicos-ecológicos que puedan existir a los alrededores de Figueroles.

Para dar solución a esta problemática, se ha optado por la realización de tres alternativas que desviarían el flujo de los vehículos fuera de la localidad, permitiendo así la liberación del tráfico que atraviesa actualmente el casco urbano de Figueroles. Las alternativas descritas en el presente proyecto, se pueden definir como alternativa sur, alternativa centro y alternativa norte, las cuales han sido redactadas por grupos distintos conformando soluciones con diferentes características físicas debido a la variedad de su trazado.

Cada grupo ha realizado distintos trazados adaptándose al máximo a la orografía y demás factores y elementos puntuales existentes con el fin de dar soluciones óptimas.

4. EQUIPOS

Para la realización de este trabajo multidisciplinar, se ha dividido a los 25 estudiantes en cuatro grupos distintos. Los tres primeros grupos se encargan de estudiar una alternativa por grupo. Para ello, dichos grupos están integrados por alumnos que se centraron en



ALTERNATIVA CENTRO

estudiar los aspectos estructurales, hidrológicos, diseño de la carretera, entre otros.

Por otra parte, el último grupo está conformado por aquellos estudiantes que desarrollaron trabajos comunes a todas las variantes. La organización de cada uno de los grupos de trabajo, así como los nombres de los alumnos que la conforman se resume en la siguiente tabla.

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

La alumna Ana Pascual Caballero ha desarrollado todo su trabajo centrándose en el cálculo de la Alternativa Norte. Por motivos académicos, y puesto que la hidrología es común entre las alternativas Norte y Centro, finalmente va a asociarse su trabajo a la Alternativa Centro, con el fin de que los cálculos hidrológicos sirvan para el análisis de las obras de protección para las obras de esta última alternativa.



5. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología aplicada para llevar a cabo este Trabajo Fin de Grado multidisciplinar, conformado por veinticinco alumnos, ha sido trabajar con dos tipologías de grupo, por una parte los grupos formados por cada alternativa y por otra parte los grupos formados por especialidad.

En primer lugar, cabe destacar que para la redacción de este proyecto ha sido importante la interrelación entre los alumnos de una misma alternativa, ya que para obtener los datos de partida de cada uno de los trabajos individuales como de otros datos característicos han sido necesario los resultados de los compañeros de otras especialidades como también la interrelación entre los alumnos que conforman la alternativa general. Para facilitar este intercambio de información se realizaron talleres semanales. En ello se tuvo la posibilidad de comentar el avance de los estudios individuales entre los alumnos así como con los tutores que conforman este Trabajo Fin de Grado. También debido a la existencia de estas reuniones semanales se logró la interacción entre todos los participantes a la hora de proponer mejoras sobre el diseño de las alternativas.

El segundo de los grupos de trabajo, el grupo de cada especialidad, se ha centrado en el trabajo directo con el tutor y cotutor correspondiente, además de con los alumnos de la misma especialidad, con el objetivo de conocer el alcance de cada uno de los trabajos. En este caso la organización ha dependido de los tutores encargados de cada especialidad, formando seminarios o reuniones según las necesidades de los grupos, que han servido para el avance en la redacción y dar solución a los problemas que han ido surgiendo.

El número de talleres aproximado por cada especialidad ha sido aproximadamente de diez, cuyo objetivo ha sido el de enseñarlos a los alumnos el uso de software específico para poder aplicar algunos de los conocimientos adquiridos en la carrera a una problemática práctica, que ha sido el presente proyecto.

Finalmente destacar que antes de dar comienzo a la elaboración del proyecto a finales de Enero del 2015 se efectuó una visita de campo para realizar un reconocimiento del terreno sobre el que discurriría el trazado de las distintas variantes, en el cual visitaron detenidamente tanto la actual CV-190 así como las zonas donde probablemente se ubicarían el trazado de cada una de las tres variantes contando además con la explicación de la geología de cada zona. En esta visita además los alumnos participaron en un aforo de tráfico y se realizó un reportaje fotográfico de la visita.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°2

MEMORIA Y ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO



ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DE LA ALTERNATIVA CENTRO

Alumno	Subtítulo
Moya Blasco, Cesar	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme.
Zamora Alfárez, José María	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos.
Contreras Moya, Marta	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial.
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena.
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal.
Saenz Rada, Asier	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena.

ALUMNOS QUE REALIZAN ESTUDIOS GENERALES INCLUIDOS EN EL DOCUMENTO

Alumno	Subtítulo
Mateo, Kathya	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Romero, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de contenidos

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO



Documentos	Alumno
Memoria	Todos
Valoración económica	Todos

Anejo	Alumno
Geología y geotecnia	Tatay Calvet, Jennifer
Hidrología y drenaje	Pascual Caballero, Ana
Situación actual	Mira Abad, Aitor
Análisis del tráfico	Contreras Moya, Marta
Diseño geométrico	Moya Blasco, Cesar
Diseño de los nudos	Zamora Alfárez, José María
Desvíos de tráfico, afecciones y reposiciones de servicios	Zamora Alfárez, José María
Estudio de Seguridad Vial	Contreras Moya, Marta
Señalización, balizamiento y defensas	Moya Blasco, Cesar
Firmes	Moya Blasco, Cesar
Movimiento de tierras	Moya Blasco, Cesar
Cálculos estructurales	Saenz Rada, Asier
	Sánchez Laosa, Javier
Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena	Rambla Cerdà, Nerea



Índice de planos	Alumno	Índice de planos	Alumno
1. Localización	Todos	6. Protecciones hidráulicas de las estructuras	Rambla Cerdà, Nerea
2. Situación actual	Mira Abad, Aitor	6.1. Alzado y planta general	
3. Diseño geométrico del tronco principal	Moya Blasco, Cesar	6.2. Alzado con regularización del cauce	
3.1. Planta general		6.3. Alzado con porteción local y general	
3.2. Planta y perfil		6.4. Alzado y planta de la zona protegida	
3.3. Secciones tipo		6.5. Detalle en planta de las protecciones	
3.4. Secciones transversales		6.6. Perfil longitudinal de la protección	
3.5. Señalización y balizamiento	Zamora Alfárez, José María	7. Impacto ambiental	Mateo, Kathya Romero Ballesteros, Luis
4. Diseño geométrico de los nudos		7.1. Mapa Geológico	
4.1. Planta general		7.2. Mapa de planeamiento urbanístico	
4.2. Planta y perfil		7.3. Mapa de ocupación el suelo	
4.3. Secciones tipo		7.4. Mapa de capacidad de usos del suelo	
4.4. Señalización y balizamiento		7.5. Mapa de riesgo de erosión potencial	
4.5. Ubicación de reportaje fotográfico		7.6. Mapa de peligrosidad sísmica	
4.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposiciones		7.7. Vulnerabilidad de acuíferos	
5. Estructuras		7.8. Mapa de riesgo de inundación. PATRICOVA	
5.1. Estructura sobre el barranco al Este de Figueroles		7.9. Plano de elementos patrimoniales y zonas protegidas	
5.1.1. Planta de ubicación de estructuras	7.10. Plano de las medidas correctoras. Hidrosiembra		
5.1.2. Planta y alzado			
5.1.3. Plano de replanteo			
5.1.4. Planta inferior y planta de cimentación			
5.1.5. Sección tipo			
5.1.6. Secciones transversales en pilas y estribos			
5.1.7. Geometría de la sección			
5.1.8. Geometría y armado de vigas			
5.1.9. Geometría y armado de losa			
5.1.10. Geometría de dinteles			
5.1.11. Geometría y armado de pilas			
5.1.12. Geometría de cimentaciones			
5.1.13. Geometría y armado de estribos			
5.2. Estructura sobre el río Lucena	Sánchez Laosa, Javier Saenz Rada, Asier		
5.2.1. Planta de ubicación de estructuras			
5.2.2. Planta y alzado			
5.2.3. Plano de replanteo			
5.2.4. Planta inferior y planta de cimentación			
5.2.5. Sección tipo			
5.2.6. Secciones transversales en pilas y estribos			
5.2.7. Condicionantes hidráulicos			
5.2.8. Geometría de la sección			
5.2.9. Geometría y armado de vigas			
5.2.10. Geometría y armado de losa			
5.2.11. Geometría de dinteles			
5.2.12. Geometría y armado de pilas			
5.2.13. Geometría de cimentaciones			
5.2.14. Geometría y armado de estribos			



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



MEMORIA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO



Memoria: ALTERNATIVA CENTRO

ÍNDICE

1. Antecedentes	2
2. Objeto	3
3. Localización	3
4. Situación actual (resumen de Aitor)	4
5. Descripción de la solución adoptada:.....	4
5.1. Geología y geotecnia	4
5.2. Hidrología y drenaje	5
5.3. Análisis del tráfico	6
5.4. Diseño geométrico	8
5.5. Diseño de los nudos.....	8
5.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposición de servicios	8
5.7. Estudio de Seguridad Vial	9
5.8. Señalización, balizamiento y defensas	10
5.9. Firmes	10
5.10. Movimientos de tierras.....	10
5.11. Cálculo estructural	10
5.12. Diseño hidráulico de la obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena	10
6. Valoración de la solución	13



ÍNDICE de figuras

Fig. 1 Localización de la Alternativa Centro	3
Fig. 2 Esquema de los flujos de tráfico, años 2020 y 2040, tras la puesta en servicio de la nueva carretera. Fuente: elaboración propia, <i>Anejo X Estudio de seguridad vial.</i>	7
Fig. 3 Explanada en Cuaternario.....	10
Fig. 4 Explanada en roca.....	10
Fig. 5 Firme adoptado.	10
Fig. 6 Puente de la Alternativa Centro esquematizado.....	12
Fig. 7 Sección aguas arriba del puente para periodo de retorno de 100 años.	12
Fig. 8 Socavación.....	12
Fig. 9 Valores de socavación en cada pila.	12

ÍNDICE de tabla

Tabla 1 Mapa topográfico del área de estudio. (Fuente: IGN).....	4
Tabla 2 Alternativas de la CV-190, y el tipo de terreno al que afectan.	5
Tabla 3 Hidrogramas de crecida para los diferentes periodos de retorno	6
Tabla 4 Características de las obras de drenaje finalmente adoptadas	6
Tabla 5 Media y desviación típica asumidas para cada sentido de circulación en la variante. Fuente: elaboración propia, <i>Anejo X Análisis del tráfico.</i>	7

1. ANTECEDENTES

La comarca del Alcaiatén, en el área de influencia del puerto y ciudad de Castellón, forma parte de una zona que destaca por su potente industria azulejera.

La carretera autonómica CV-190 sirve de elemento vertebrador de esta zona, en su vertiente más hacia el interior de la provincia. Así, en el entorno del municipio de Figueroles se ubican diversas empresas del sector.

Dicha actividad industrial lleva implícito un tráfico de vehículos pesados que limita la funcionalidad del tramo de travesía ubicado en el municipio, así como lleva asociadas una falta de confort y seguridad vial para los vecinos de Figueroles. Estas problemáticas en el entorno de la travesía se han podido comprobar y medir las visitas a la zona.

Es por todo ello que viene motivado el presente Estudio Básico de la Alternativa Centro de dicho proyecto de circunvalación.

2. OBJETO

El objeto de este Proyecto es el diseño de una circunvalación al municipio de Figueroles (Castellón). Todos los Anejos que acompañan esta Memoria persiguen definir este diseño. Todo ello se engloba en el Estudio Básico de la Alternativa Centro de la variante de la CV-190, a su paso por dicho municipio.

La construcción de esta variante está destinada a recoger todo el tráfico de la carretera CV-190 que actualmente debe atravesar la población Figueroles. Incluyendo el tráfico de pesados que en este caso tiene un gran volumen y es el causante de la problemática en esta zona.

Así mismo, la nueva variante debe integrar todas las medidas protectoras y correctoras del Estudio de Impacto Ambiental.

3. LOCALIZACIÓN

La Alternativa Centro se encuentra en la zona próxima a la población de Figueroles, situada al norte de la Comunidad Valenciana, en el interior de la Provincia de Castellón.

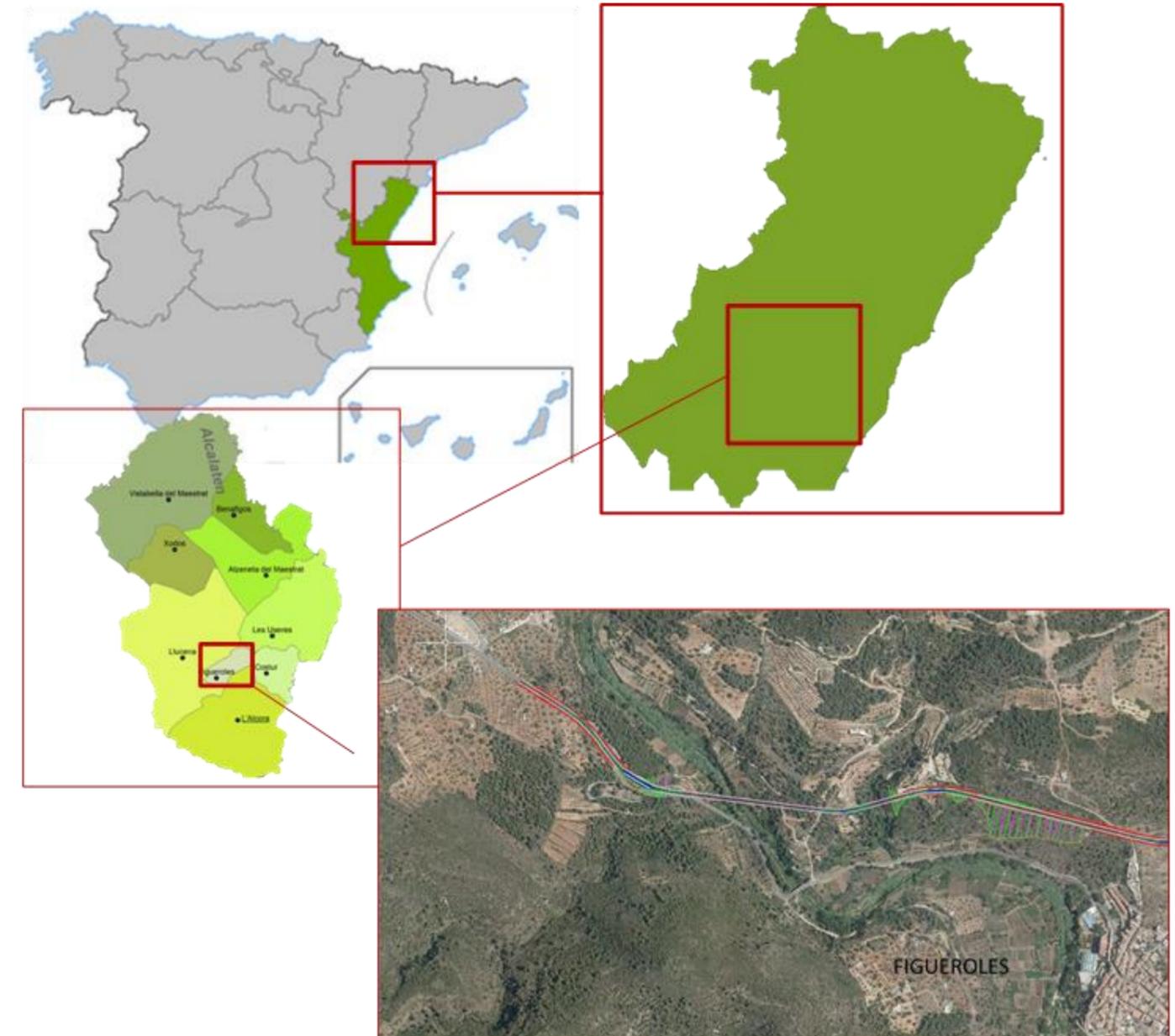


Fig. 1 Localización de la Alternativa Centro

4. SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Análisis de Tráfico

El objetivo fundamental consiste en analizar y caracterizar el tráfico localizado en nuestro ámbito de actuación, que será descrito con detalle en el alcance. Será necesario para ello el análisis de datos de distintas estaciones de aforo, junto con los aforos manuales elaborados expresamente para este proyecto de actuación.

Se determinará la capacidad y nivel de servicio de los distintos tramos de vía.

Es importante analizar no solo analizar el tramo en el que se van a ejecutar las mejoras, sino también los adyacentes, pues son estos los que condicionan el desarrollo del tráfico y resultan indispensables para una correcta interpretación de los datos analizados, evitando así posibles deformaciones locales de la realidad del tráfico.

4.2. Estudio Dinámica Poblacional

Las infraestructuras de transporte se conciben como una herramienta al servicio de las personas para desarrollar su actividad. De esta condición se deduce necesariamente la estrecha relación entre los factores socio-económicos y la necesidad de estas infraestructuras.

Analizar la interacción entre el territorio, la infraestructura y su población es vital para la correcta interpretación de la situación y detección de necesidades.

En resumen, estudiar el comportamiento de la población ubicada en el territorio de afección de una determinada infraestructura de transporte será determinante en la toma de decisión de posibles soluciones.

4.3. Análisis seguridad vial

La importancia del análisis de la seguridad en la vía radica en el simple hecho de que los usuarios de las infraestructuras de transporte, puedan utilizar las mismas con la mínima exposición al riesgo y evitar así posibles accidentes con consecuencias tanto físicas como psicológicas.

Se analizan los diversos factores concurrentes en la seguridad vial, explicando las características de cada uno de ellos.

Se realizará un listado de deficiencias de seguridad vial detectadas y documentadas tanto en la visita a campo, como en análisis posteriores mediante herramientas informáticas.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA:

5.1. Geología y geotecnia

Este trabajo Fin de Grado se enmarca en el trabajo multidisciplinar denominado Proyecto de Construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figuerles (Castellón), elaborado en su conjunto por un grupo de más de 20 alumnos de las titulaciones de Grado en Ingeniería de Obras Públicas y Grado en Ingeniería Civil.

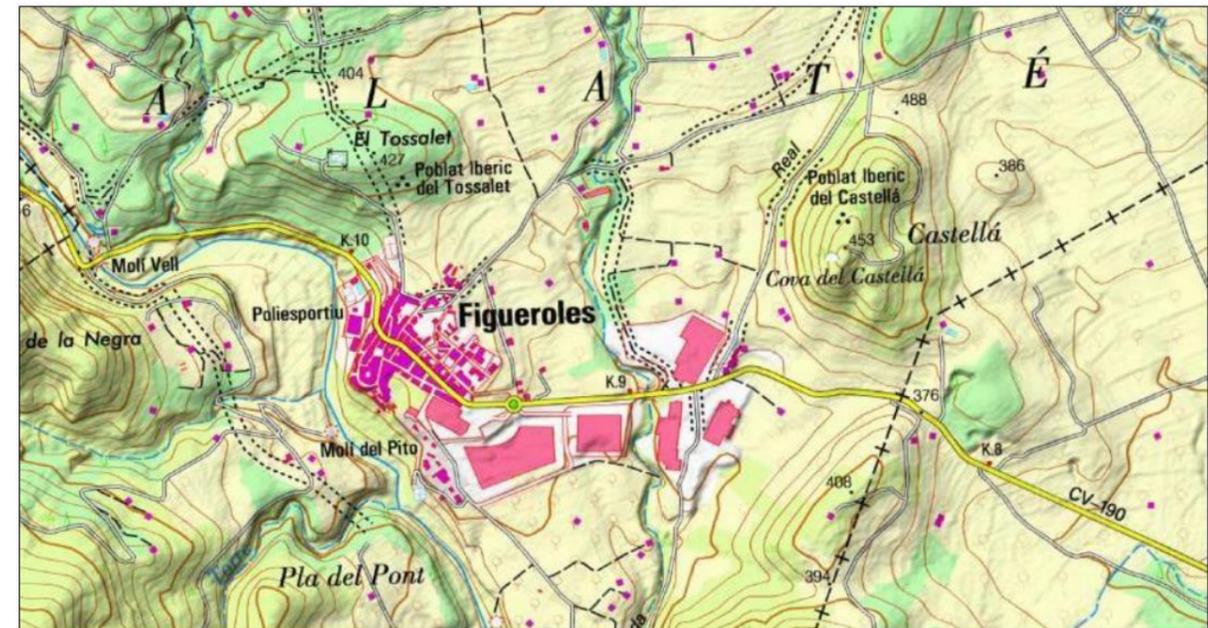


Tabla 1 Mapa topográfico del área de estudio. (Fuente: IGN)

Como el título indica se trata de estudiar las alternativas al trazado de la actual carretera CV-190. Este estudio se justifica en que el trazado existente atraviesa la población de Figuerles. A las molestias que esto supone se añade el peligro de su elevado tráfico de vehículos pesados como consecuencia de la actividad de las industrias azulejeras de la zona.

Para resolver esta situación se ha establecido como objetivo general el estudio de tres alternativas distintas a la variante de la carretera CV-190, denominadas alternativa sur, centro y norte. El objetivo concreto de este documento es estudiar la geología del corredor en su conjunto y, específicamente, de cada una de las tres alternativas planteadas, así como analizar y resolver los problemas geotécnicos que presentan cada una de ellas.

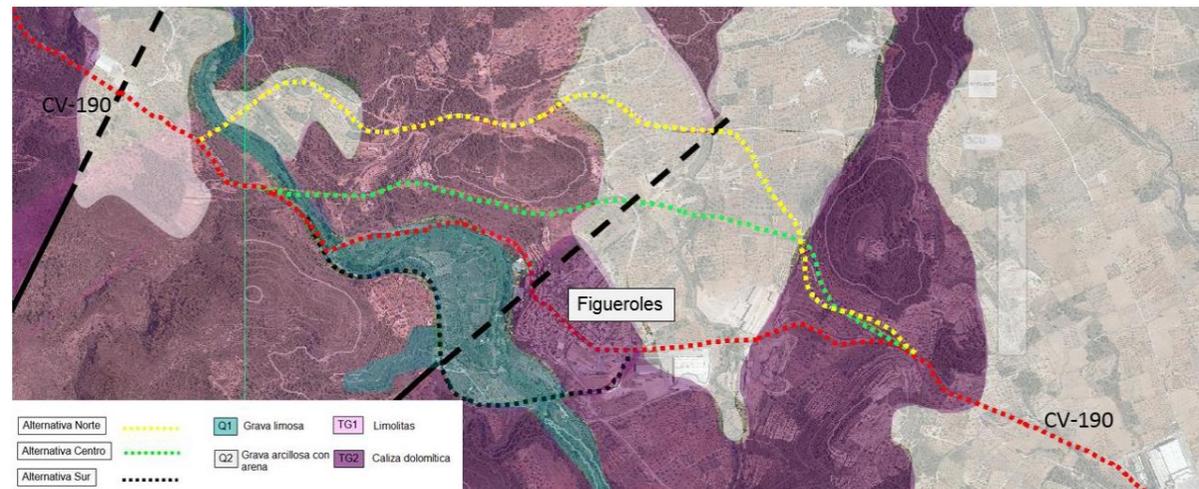


Tabla 2 Alternativas de la CV-190, y el tipo de terreno al que afectan.

La metodología de trabajo empleada ha constado de varias fases. La primera de ellas ha consistido en una recopilación de información exhaustiva sobre la zona de trabajo y sobre los datos básicos del proyecto. La segunda fase ha sido la visita al área en estudio; en total se han realizado tres visitas. La tercera y última fase ha consistido en el análisis de los datos recopilados en las dos fases anteriores y en el establecimiento de las conclusiones y recomendaciones necesarias desde el punto de vista de la ingeniería geotécnica.

Este documento se centra en conocer la litoestratigrafía del entorno y las características geomecánicas de los materiales afectados por las distintas alternativas. Para cada alternativa se ha elaborado un perfil con el inventario de puntos singulares desde el punto de vista geotécnico y se han establecido recomendaciones de actuación en los casos más interesantes.

5.2. Hidrología y drenaje

El estudio hidrológico se ha extendido a las cuencas vertientes a la traza de la variante CV-190 a su paso por Figueroles (Castellón), con el objetivo de estimar los caudales de crecidas en los puntos de desagüe a dicha traza. Estos caudales han sido obtenidos tanto para el cauce principal como para sus afluentes a fin de poder dimensionar y estudiar las obras de drenaje transversal y longitudinal, aplicando diferentes niveles de probabilidad.

Como consecuencia de la falta de aforos directos en la zona de interés, el estudio hidrológico se ha realizado mediante métodos hidrometeorológicos a fin de determinar los caudales de avenida y sus hidrogramas asociados, a partir de valores extremos de precipitación, mediante la simulación del proceso precipitación-escorrentía. En el “Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje” se desarrolla la metodología empleada, desarrollando en dicho anejo, la metodología empleada, la justificación de los valores empleados así como los cálculos realizados. A continuación se muestra una síntesis del trabajo realizado en dicho anejo.

- Caracterización de la cuenca.

La caracterización del sistema se ha realizado con el uso de la información descrita en el “Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje”. Con ello se ha identificado el sistema hidrológico y sus características hidromorfométricas, este sistema se ha dividido, por los motivos mencionados en el anejo, en cuatro subcuencas y tres intercuencas, donde la subcuenca del río Lucena se ha dividido a su vez en otras cuatro subcuencas a fin de modelar pseudodistribuido.

En el sistema hidrológico identificado anteriormente ha sido necesaria la obtención del parámetro de producción de escorrentía, para lo cual ha sido necesario identificar la tipología de suelo según el SCS, identificando la capacidad del uso del suelo y sus características lito-edafológicas. Una vez analizado la tipología de suelo se ha estudiado las cubiertas de suelo existente en la zona. Con estos dos datos se ha obtenido el umbral de escorrentía en cada una de las zonas del sistema hidrológico y mediante una ponderación areal se han alcanzado los valores promedio de cada una de las subcuencas.

- Análisis estadístico.

Este análisis tiene como objetivo obtener los cuantiles de precipitación diaria máxima anual correspondiente a distintos períodos de retorno, para lo cual ha sido necesario el uso de las precipitaciones diarias máximas anuales. A fin de poder realizar este análisis ha sido necesario emplear las series diarias de acumulados de precipitación de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) procedente de 4 estaciones localizadas cada una de ellas al sur, oeste, norte y este del sistema hidrológico por lo que se puede asegurar que se dispone información de todas las vertientes de la cuenca. Siendo las siguientes estaciones las utilizadas: Alcora (sur), Zucaina (oeste), Lucena del Cid (Norte) y Adzaneta (este).

Para la obtención de los cuantiles ha sido necesario realizar ajustes locales a las series de máximos anuales de cada estación con las siguientes funciones de distribución: Gumbel, SQRT-ETmax, GEV, y TCEV, utilizando un ajuste paramétrico de máxima verosimilitud en todas ellas. Como consecuencia del número de estaciones empleadas así como su longitud efectiva, además de que todas las cuencas a excepción de la subcuenca del Lucena están afectadas únicamente por la estación de Alcora, hace innecesario la incorporación del análisis regional.

- Modelo lluvia escorrentía.

En primer lugar y dado las características de la subcuenca del Lucena se ha analizado la modelación más apropiado de transformación lluvia escorrentía, los resultados de dicho análisis son lo suficientemente concluyentes como para proceder a realizar una modelación pseudodistribuida de todo el sistema hidrológico.

Una vez decido el modelo a emplear se deben definir nuevamente los criterios utilizados en la modelación. Estos son por una parte las tormentas de diseño, en este caso teniendo en cuenta que en este caso existen subcuencas con dimensiones



menores a la del Lucena por lo que su discretización temporal también lo debe ser menor. Además se ha incluido el estudio de la humedad antecedente a fin de afinar el umbral de escorrentía obtenido anteriormente. En él se concluye el umbral de escorrentía del sistema debe ser considerando condiciones secas en la zona, según lo estipulado por el SCS. Por último se ha analizado otros criterios como el tiempo de desfase a la punta, su discretización temporal o su parámetro de escorrentía.

Con ello obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 3 Hidrogramas de crecida para los diferentes periodos de retorno

- Drenaje.

La construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles, produce una interrupción a la propagación de la escorrentía superficial, obligando a estudiar y dimensionar la construcción de obras de drenaje que sean capaces de encauzar la escorrentía superficial producida, además de ser capaces de dar continuidad a los cauces del sistema.. Ambos objetivos deben cumplir su función hidráulica para los periodos de retorno definidos.

Para su dimensionamiento se ha analizado la escorrentía superficial producida sobre la plataforma de la variante así como en el sistema hidrológico. Con estos caudales se ha procedido a dimensionar en régimen estacionario unidimensional todas las obras de drenaje. Complementariamente se ha comprobado el buen funcionamiento de las obras de drenaje transversal para la crecida del río Lucena para periodo de retorno 100 años, cuya confluencia estas aguas abajo de la obra de drenaje.

El dimensionamiento finalmente definido para cada uno de los elementos del drenaje es el siguiente.

Código de elemento	Margen	P.K (Inicio-Fin)	Tipología	Dimensiones	Pendiente	Material
C1MD	Derecha	2+660-3+110	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C1MI	Izquierda	2+660-3+111	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C2MD	Derecha	2+280-2+540	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,02	Hormigón
C2MI	Izquierda	2+280-2+541	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,02	Hormigón
C3MD	Derecha	2+280-1+529	Trapezoidal	b=0,2 / h=0,7	0,05	Hormigón
C3MI	Izquierda	2+280-1+530	Trapezoidal	b=0,2 / h=0,7	0,05	Hormigón
C4MD	Derecha	0+635-1+071	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C4MI	Izquierda	0+635-1+072	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C5MD	Derecha	0+635-0+000	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,05	Hormigón
C5MI	Izquierda	0+635-0+001	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,05	Hormigón
C6MD	Derecha	1+529-1+071	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,03	Hormigón
C6MI	Izquierda	1+529-1+072	Trapezoidal	b=0,3 / h=0,4	0,03	Hormigón
ODT1	Transversal	1+529	Marco	b=2 / h=2	0,002	Hormigón
ODT2	Transversal	1+071	Tubería	D=0,8	0,003	Hormigón

Tabla 4 Características de las obras de drenaje finalmente adoptadas

En el caso de los dos puentes, situados sobre los dos cauces principales, se ha estudiado la capacidad del propio trazado de transportar el caudal producido por la escorrentía superficial de la plataforma, sin la necesidad de construir una cuneta como tal.

5.3. Análisis del tráfico

T10	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	86.4	0.004	0.5	0.08	3.2	0.07	0.02
V (Hm3)	1.231	0.0000429	0.00366	0.000832	0.0312	0.000778	0.000241
T25	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	136.2	0.005	0.6	0.09	3.5	0.08	0.03
V (Hm3)	1.847	0.000491	0.00852	0.00371	0.0342	0.000942	0.000287
T100	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	371.3	0.02	1.4	0.3	7.5	0.3	0.03
V (Hm3)	4.747	0.000117	0.00803	0.00244	0.0650	0.00293	0.000287
T200	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	577.6	0.03	2.0	0.4	9.9	0.4	0.2
V (Hm3)	7.177	0.000159	0.0104	0.0107	0.0827	0.0153	0.119
T500	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	876.6	0.04	2.8	0.6	13.5	0.6	0.3
V (Hm3)	10.689	0.000223	0.0137	0.00477	0.108	0.00631	0.00173

En el *Anejo 3 Análisis del tráfico* se ha llevado a cabo un estudio en detalle de las intensidades de vehículos de la zona tratada y de los flujos de tráfico que se verían afectados en caso de llevarse a término la actuación propuesta en el presente trabajo. Todo ello prestando especial atención al porcentaje de pesados por tratarse de una zona con una industria azulejera notable dispersa en varias zonas industriales en el entorno del municipio de Figueroles. A su vez, se han analizado los volúmenes de tráfico que circularían por la futura variante en los diferentes años clave, año de puesta en servicio (2020) y año horizonte (2040).

CÁLCULO DE LA IMD

Primeramente, para el correcto desarrollo del proyecto ha sido necesaria una visita de campo con su correspondiente aforo manual durante 6 horas de un día laborable. Dicho aforo posee las particularidades de constar con dos puestos de toma de datos diferentes, uno al este y otro al oeste del municipio, y además, el hecho de haberse anotado las matrículas de los vehículos a fin de conocer el porcentaje de estos que únicamente atravesaban el tramo urbano sin detenerse, pues este sería el porcentaje aproximado de los usuarios de la futura variante. Partiendo de esto y de los datos proporcionados por la estación afín determinada, CV-190-020, se ha obtenido tras aplicar una serie de reglas de tres los valores correspondientes a la IMD del tramo de la travesía en la actualidad, 2441



veh/día, destacar que este valor es el promedio entre los datos obtenidos en el aforo este y el oeste y de igual modo se ha procedido en los casos donde se presentará una disparidad de valores a causa del modelo de toma de datos. Así pues, en la misma situación pero para el determinado como año de puesta en servicio, la variante poseería una IMD de 2614 veh/día, mientras que en 2040 alcanzaría los 3479 veh/día de intensidad media diaria, el porcentaje de pesados correspondiente es de un 14,3%. Del total de vehículos, tras analizar los datos recogidos en el día concreto de la visita de campo, se ha estimado que el porcentaje que usarían la variante en caso de llevarse a cabo sería de un 70%, variando ligeramente en función del punto de aforo y sentido tomado.

Consecuentemente, en caso de ejecutarse la variante el tráfico que circularía por la travesía sería de 742 veh/día y 987 veh/día en el año 2020 y 2040, respectivamente, con un porcentaje de pesados que no alcanza el 10%. En cuanto a la nueva carretera, los valores obtenidos son una IMD de 1872 veh/día para su puesta en servicio y de 2491 veh/día en el año horizonte, el porcentaje de pesados en este caso supera el 15%. Toda la información relatada y a un grado de detalle mayor en cuanto a los diferentes flujos de tráfico se muestra en la Fig. 2.

Por último remarcar que para realizar la prognosis del tráfico en los diferentes años analizados se han empleados los coeficientes de incremento de tráfico publicados en el BOE núm.311 de 2010.

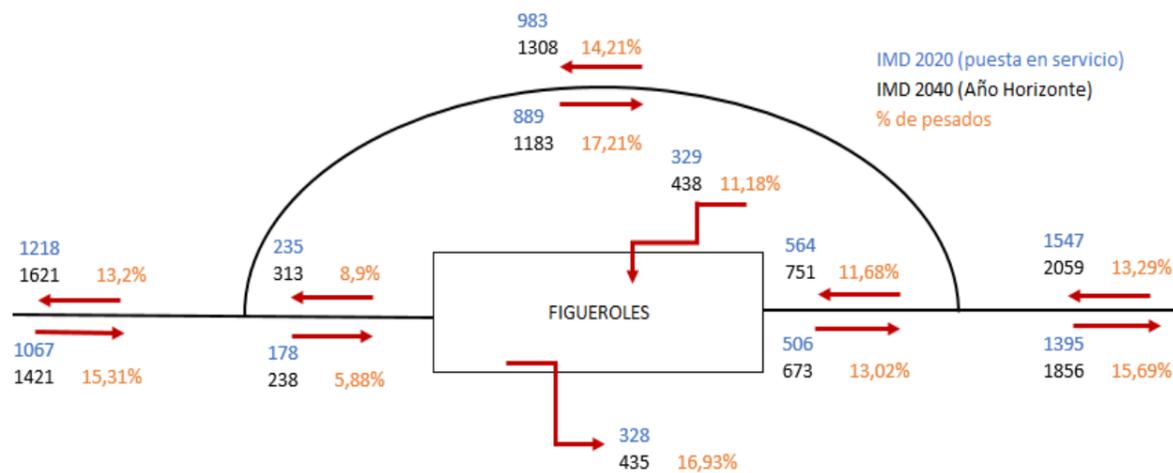


Fig. 2 Esquema de los flujos de tráfico, años 2020 y 2040, tras la puesta en servicio de la nueva carretera. Fuente: elaboración propia, Anejo X Estudio de seguridad vial.

ESTUDIO DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Una vez conocidas las diferentes intensidades de tráfico según la situación valorada, se ha procedido a analizar la capacidad y nivel de servicio de la variante en los diferentes casos considerados para la obtención de la IMD y, a su vez, a comparar éstos con los resultantes en la variante según se lleve a cabo o no la actuación y el periodo de tiempo concreto, estos últimos datos se corresponden con el Anejo X Situación actual. En ambos

casos se ha seguido la metodología expuesta en el Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010).

Así pues, mientras que el nivel de servicio en la variante, clasificada como clase III según el criterio del HCM 2010, en la actualidad es de __, el obtenido el año horizonte es __. En ambos casos la capacidad es de __.

Por otro lado, los cálculos referentes a este tema realizados en el anejo presentado han proporcionado como resultados un nivel de servicio B para la variante desde su puesta en servicio hasta el año horizonte, y una capacidad de 1700 veh/día. Ésta se ha determinado como clase II siguiendo los criterios del HCM 2010.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Por último, para finalizar este anejo se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad, también conocido como análisis de Montecarlo, con el fin de asegurar en la medida de lo posible que los resultados obtenidos son fiables.

Concretamente, se ha centrado el estudio en la consideración de la variable porcentaje de vehículos que serían usuarios de la variante y la incertidumbre inherente al valor que se le atribuya. Se habla de incertidumbre porque todos los resultados obtenidos a lo largo del anejo se basan en un aforo manual realizado un día concreto durante 6 horas, los datos arrojados de dicho aforo muy seguramente habrían sido diferentes de haber realizado la visita de campo cualquier otro día, la clave radica en conocer como de distintos podrían haber sido y como esa variabilidad afecta a los resultados obtenidos.

El análisis realizado mediante una hoja de cálculo programada se ha basado, pues, en la consideración de la variable porcentaje de vehículos que utilizarían la variante por sentido asumiendo para esta una distribución normal, con su correspondiente media y desviación típica determinada a raíz de los datos manejados, Tabla 5. Para ambos sentidos se han realizado 10.000 iteraciones de manera aleatoria que han arrojado los correspondientes porcentajes de tráfico dentro de un intervalo $[-2\sigma, 2\sigma]$, es decir, contemplando un 95% de los casos. A partir de éstos se ha calculado el nivel de servicio para cada pareja de valores, uno por sentido siendo los resultados finales niveles en su mayoría A-B o B-B. Una vez observados esos valores se ha podido afirmar que los resultados obtenidos a raíz del aforo manual realizado son coherentes y realistas.

	SENTIDO CRECIENTE	SENTIDO DECRECIENTE
Media	72,13	73,45
σ	12	12

Tabla 5 Media y desviación típica asumidas para cada sentido de circulación en la variante. Fuente: elaboración propia, Anejo X Análisis del tráfico.



5.4. Diseño geométrico

La carretera que actualmente transcurre por el interior del municipio es angosta y de difícil tránsito para vehículos pesados. La nueva variante que bordeará el municipio de Figueroles tratará de eliminar la gran cantidad de tráfico pesado que atraviesa el municipio, ofreciendo mayor seguridad y comodidad a los usuarios.

Es de vital importancia destacar que el nuevo trazado, que ha sido diseñado conforme a la Instrucción 3.1-IC del Ministerio de Fomento, cumple con todas las exigencias de la normativa.

La vía procura ir lo más paralela posible a las líneas de nivel del terreno para evitar tener que hacer grandes movimientos de tierra. Ésta queda al norte del municipio de Figueroles, entre la montaña de “El Tossalet” y el cementerio municipal.

Durante toda su longitud se ha tenido en cuenta la afección a yacimientos, espacios protegidos, edificios, vías pecuarias, etc., tratando de minimizar el impacto que la construcción del nuevo vial ocasionaría. Asimismo, la carretera tiene que salvar un par de barrancos y el río Lucena, con las estructuras necesarias para ello.

En resumen, la nueva variante a su paso por el municipio de Figueroles tiene una longitud de 3.420,38 metros. Es una carretera convencional de dos carriles, uno para cada sentido de circulación, en la que se ha establecido como velocidad de proyecto 60km/h. En cuanto a sus características de su sección transversal, son las siguientes:

- Carril: 3,5 metros.
- Arcén: 1 metro.
- Berma: pavimentada de 0,75 metros.

Además, en las zonas que sean necesaria, se colocará una cuneta trapezoidal a continuación de la berma.

Finalmente, con su construcción se pretende absorber la gran cantidad de tráfico pesado que soporta la zona como consecuencia de su gran industria azulejera.

5.5. Diseño de los nudos

Para el diseño de los nudos, se trata de hacer un análisis riguroso de la problemática de las uniones entre el nuevo y el antiguo trazado de la CV-190, así como de esta carretera con los caminos aledaños.

Para este propósito, se han considerado una serie de condicionantes. Estos, mayormente han sido orográficos. El relieve en el nudo oeste es mucho menos generoso que en el nudo este. Ello queda de manifiesto en los listados de alineaciones y estados de rasantes. Estas

limitaciones afectarán decisivamente en cuanto a la elección de la solución para cada uno de los emplazamientos.

Esta elección, no obstante, ha sido multicriterio. Se ha realizado una encuesta al alumnado de la ETSICCP de Valencia para definir los pesos para los parámetros de Funcionalidad (se ha estudiado muy en profundidad la funcionalidad del nudo tipo glorieta y tipo intersección.), Seguridad Vial, Economía e Impacto Ambiental. Cada una de las alternativas planteadas para cada nudo ha optado a una valoración diferenciada de las demás, de acuerdo a los pesos obtenidos y los parámetros analizados. A partir de los resultados de este análisis se concluye la conveniencia de disponer intersecciones en T ortogonales en ambos nudos.

Por capacidad no era preciso disponer de carriles de aceleración o deceleración, pero sí se ha creído conveniente proyectar cuñas de velocidad. En este sentido, el carril de espera sí era necesario para el movimiento de giro a izquierdas desde la vía principal a la secundaria. Una disposición geométrica similar se ha tenido en cuenta para el nudo este.

Respecto al cumplimiento de los parámetros de Seguridad Vial, hay grandes diferencias entre ambas alternativas. Mientras en la intersección este no hay problemas en visibilidad de giro a izquierda desde vía secundaria, sí los hay en el oeste (donde el emplazamiento encajado en la montaña ha obligado a disponer medidas paliativas). Además, también hay grandes diferencias en cuanto al cumplimiento parámetros como la inclinación de las rasantes.

También se ha considerado conveniente analizar las posibilidades de giro de un vehículo articulado tipo, como posible factor limitante para el diseño geométrico de elementos de las intersecciones.

Por otra parte, también se han analizado de forma complementaria los desvíos de tráfico, afecciones y reposición de servicios. Entre el nudo oeste y el nudo este se ha tratado de minimizar las interacciones entre la nueva CV-190 y los caminos que cortan su traza, reagrupándolos. Así, se ha considerado la disposición de dos nuevas intersecciones, de caminos de importancia muy menor. Por lo que respecta a los servicios, la afección es mínima, localizándose la nueva carretera en un entorno rural poco poblado.

5.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposición de servicios

El propósito del análisis de los desvíos del tráfico, las afecciones y la reposición de servicios es establecer las mejores condiciones posibles para que las obras de construcción de la nueva carretera y sus intersecciones ocasionen el menor perjuicio a los conductores de la zona.

Téngase en cuenta que el tráfico que circula por la CV-190 y por las tres vías pecuarias no puede interrumpirse. Esto es un factor limitante a la hora de plantear los desvíos de tráfico.



Entre el nudo oeste y el nudo este se ha tratado de minimizar las interacciones entre la nueva CV-190 y los caminos que cortan su traza, reagrupándolos. Así, se ha considerado la disposición de dos nuevas intersecciones, de caminos de importancia muy menor. Por lo que respecta a los servicios, la afección es mínima, localizándose la nueva carretera en un entorno rural poco poblado.

5.7. Estudio de Seguridad Vial

La elaboración de este anejo se ha llevado a cabo con el objetivo último de alcanzar en la nueva carretera un grado de seguridad lo más óptimo posible dentro de los límites técnicos, físicos y económicos existentes.

LA SEGURIDAD VIAL EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO

Durante el diseño del nuevo trazado se ha seguido un proceso iterativo y de retroalimentación entre las partes de trazado y seguridad vial, por lo que respecta al presente anejo, sin olvidar el resto de interacciones con las diferentes disciplinas. Además del cumplimiento de la Instrucción de carreteras española se ha buscado alcanzar un diseño consistente a través de la aplicación de diferentes criterios de consistencia local y global basados en la velocidad de operación, aquella a la que circulan el percentil 85 de los conductores. El proceso iterativo seguido ha consistido a grandes rasgos en los siguientes pasos:

1. Diseño del trazado.
2. Desarrollo del perfil de velocidad de operación.
3. Estudio de la consistencia local y global.
4. Rediseño en caso de ser necesario

Perfil de velocidad de operación y consistencia

En cada una de las iteraciones valoradas, cinco en concreto, se ha procedido en primer lugar a elaborar un perfil de velocidad operación de cada sentido de la variante, partiendo de las velocidades de las rectas y curvas obtenidas según las expresiones propuestas por Pérez-Zuriaga et al. (2010), y las tasas de aceleración y deceleración determinadas por Pérez-Zuriaga et al. (2010) y Camacho-Torregrosa (2011), respectivamente. Todas estas formulaciones empíricas han sido calibradas tomando como base la red viaria de la Comunidad Valenciana. Una vez desarrollados los perfiles de operación se ha procedido a analizar en detalle la consistencia local según los criterios I y II de Lamm et al. (1999) y la global a partir del Metodo Camacho-Torregrosa et al. (2013,2014). Finalmente se han conseguido unos niveles de consistencia buena ya que no existe una disparidad notable entre el conjunto de velocidades de operación del tramo ni entre elementos consecutivos. Es necesario remarcar la existencia de consistencia aceptable en los puntos inicial y final

del trazado a raíz de un problema ya existente en la carretera actual y que se ha intentado minorar con la instalación de moderadores de tráfico y la señalización correspondiente.

Análisis de visibilidad de parada

Una vez conseguido un diseño consistente en su conjunto, se ha procedido a evaluar la distancia de parada disponible metro a metro a lo largo de la traza de la carretera siguiendo lo estipulado en la Norma 3.1-IC de trazado y mediante el programa AutoCAD Civil3D. La obtenida se ha comparado tanto con la distancia de parada calculada con la formulación propuesta en la normativa citada como con la obtenida empleando la misma fórmula anterior pero sustituyendo la velocidad de proyecto constante en todo el tramo por velocidad de operación en cada punto en lugar. Ésta última aporta unos resultados más reales de la distancia de parada requerida por el conductor ya que varía en función la velocidad que desarrolle en cada punto.

Tras un primer análisis con puntos ciegos, se ha procedido al despeje de ciertos intervalos de desmonte con el fin de conseguir una visibilidad de parada superior a la distancia requerida en todos los puntos del nuevo trazado, consiguiendo por tanto un mayor nivel de seguridad vial.

Estimación del número de accidentes

En este caso, se ha partido de los datos reales de accidentes entre los P.K. 8+000 y 11+500 de la actual CV-190 proporcionados por la *Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient* en el intervalo de tiempo de 10 años comprendidos entre 2001 y 2011, la cifra asciende a 12 accidentes con víctimas. Los cuales se han extrapolado a los intervalos 2020-2030 y 2030-2040 para poder compararlos con los estimados en la variante para su puesta en servicio más diez años y el año horizonte menos diez años. De este modo, los accidentes estimados en la travesía se han obtenido a partir de reglas de tres considerando la IMD media de cada intervalo y los datos reales conocidos, mientras que en la variante al ser tramo completamente interurbano y delimitado por intersecciones se ha podido emplear una Safety Performance Function (SPF) calibrada por Camacho-Torregrosa et al. (2013). Así pues al ejecutarse la variante se estima alcanzar una reducción del número de accidentes en la travesía de en torno a un 75%. Los datos arrojados por la SPF en la variante, estiman un número de accidentes que no alcanza la unidad. Todos estos valores reflejan la amplia mejora en seguridad que aporta la actuación al entorno tratado.

Análisis de los márgenes de la carretera

Con el fin de reducir aún más dichos accidentes o en su defecto minorar la gravedad se ha realizado un análisis de los márgenes de carretera que ha concluido a grandes rasgos, con la instalación de barreras de seguridad en tramos concretos por el riesgo que entrañaban y la protección de los pasos salvacunetas existentes.

Implantación de moderadores del tráfico

En cuanto a los moderadores de tráfico, se ha decidido la instalación de ciertos dispositivos en puntos donde no se ha alcanzado la consistencia deseada por un problema ya existente en el actual trazado o bien donde se requiere alertar a los conductores de la presencia de algún elemento que requiere un mayor grado de atención, como es el caso de las intersecciones.

5.8. Señalización, balizamiento y defensas

Con la señalización de la nueva variante se pretende conseguir el objetivo de aumentar la seguridad, la comodidad y la eficacia de la circulación, así como facilitar la orientación de los conductores. Para conseguirlo, se ha hecho conforme a una serie de principios a la hora de establecer la señalización, como son la claridad, la sencillez, la uniformidad y la continuidad.

5.9. Firmes

En la tarea de determinar el firme que se empleará, se hace un estudio comparativo de soluciones con las distintas posibilidades. Para su elección se ha empleado la Norma 6.1-IC del Ministerio de Fomento.

Según el aforo manual realizado el 27 de enero de 2015, la distribución de tráfico por sentido de circulación es de 47,47% / 52,63%. Por lo tanto, teniendo en cuenta que la IMDP para el año de puesta en servicio del carril de proyecto es de 205 veh. pesados/día, se establece una categoría de tráfico T2.

A la hora de establecer la explanada, se tiene en cuenta los tipos de materiales presentes en la traza. En la Fig. 3 y Fig. 4 se muestran las soluciones adoptadas:



Fig. 3 Explanada en Cuaternario.

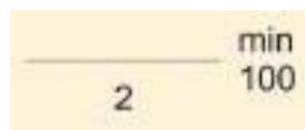


Fig. 4 Explanada en roca.

Para ambos casos el tipo de explanada es E2. En roca también ya que en las zonas en las que se discurría a media ladera, en las zonas de relleno no se podía asegurar la misma estabilidad que ofrecía la roca.

El paquete de firme establecido en los carriles para la totalidad de la variante es el mostrado en la Fig. 5:



Fig. 5 Firme adoptado.

En cuanto al firme en los arcenes, se dispone del mismo espesor de capa de rodadura que en carriles, que es de 5 cm. El resto se rellena con zahorra artificial hasta alcanzar la explanada.

5.10. Movimientos de tierras

El movimiento de tierras supone una gran parte del presupuesto de una obra, por lo que se ha intentado minimizar al máximo. Para ello se ha querido ir lo más paralelo posible al terreno. Resultado de la realización de la obra, los volúmenes resultantes son los siguientes:

- Volumen de desmonte: 57.255,50m³
- Volumen de terraplén: 203.175,43m³

Es necesario la aportación de materiales, por lo que se ha elegido la planta de Áridos Monfort, situada en el municipio de Mas de Flors.

Asimismo, se ha debido establecer un vertedero autorizado para los materiales sobrantes, que ha sido el de Áridos Mijares, en la localidad de Onda.

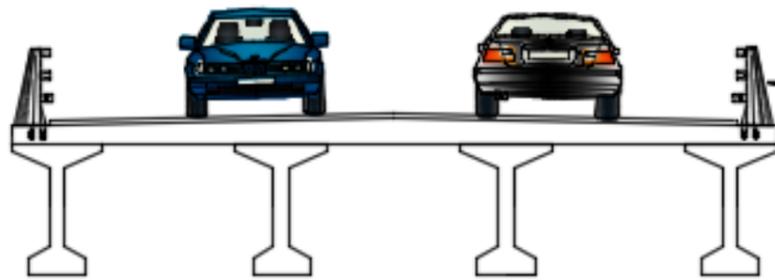
5.11. Cálculo estructural

Como se puede observar en el capítulo de trazado, ha sido necesaria la construcción de dos puentes para salvar el río Lucena (puente 2) y el barranco (puente 1).

Las soluciones propuestas consisten en un puente de 522 metros (puente 2) de longitud, dividido en 4 vanos isostáticos de 28,1 metros y 12 de 34,1 metros, mientras que el puente 1 mide 48 metros (2 vanos de 24), diseñados según IAP-11 que nos permite evaluar las distintas acciones a considerar en proyectos de puentes de carretera. El gálibo del mismo varía debido a la morfología del terreno. El puente 1 abarca desde el P.K 1+325 al P.K 1+373, mientras que el puente 2 abarca desde el P.K 2+472 al P.K 2+994.

Los tableros de los puentes se han planteado como una solución semicontinua, compuesta por vigas prefabricadas en doble T (1.70 metros de canto) con losa de hormigón armado continua ejecutada in situ (0,25 metros).

El canto de la sección es constante en toda la longitud del puente, de espesor 1.95 metros, compuesto por losa de hormigón y las vigas prefabricadas en doble T.



La longitud total del puente 2 se ha dividido en cuatro tramos con esta tipología de tablero, divididos mediante tres juntas de dilatación dispuestas al final de los vanos 4, 8 y 12 en sentido ascendente de P.K.s, definiendo un tramo de 112,4 metros y tres de 136,4 metros.

Los tableros presentan un ancho total de 10 metros según normativa (3.1 IC), a excepción de la zona de la curva, en el puente 2, donde para acomodar ésta se aumenta a 10,5 metros. Dicho tablero se divide en dos carriles (uno por sentido) de 3,5 metros cada uno, para una velocidad de proyecto 60 Km/h, dos arcones de un metro cada uno y un sobre ancho de medio metro por cada lado sin pavimentar, cuya función es albergar los pretilos (PMC2/10d).

Dichos tableros presentan un bombeo del 2% hacia ambos lados, conseguido mediante relleno de hormigón no estructural que se debe considerar como carga muerta a la hora de proyectar el puente, esto es así con la excepción de la zona de la curva, donde el peralte asciende a un 7%.

Las pilas se dividen en dos partes: dintel y fuste.

El dintel en forma de martillo está en contacto directo con el tablero a través de los neoprenos donde apoyan las vigas, por lo que tendrá un ancho igual al del tablero en la parte superior e irá descendiendo linealmente esta anchura hasta coincidir con el ancho del fuste.

El fuste se encarga de conectar el tablero con la cimentación y transmitir las cargas. Se plantea un fuste rectangular (4 x 1,5 metros), están compuestas por un bloque monolítico de hormigón armado, con geometrías hidrodinámicas para darles capacidad hidráulica suficiente al posible paso del agua.

Las alturas de las pilas del puente 2 oscilan entre 2,29 y 26,75 metros y transmiten las cargas recibidas del tablero al terreno mediante cimentaciones superficiales de tipo zapata aislada de 8x8 y 6x6 metros permitiendo cumplir las limitaciones de tensión admisible definidas en el anejo geotécnico.

Del mismo modo, la pila del puente 1 mide 4,9 metros y su zapata es de 6x6.

La entrega de los tableros a las pilas se materializa mediante neopreno zunchado sobre el dintel de las pilas.

El puente se apoya en sus extremos sobre los estribos mediante apoyos de neopreno zunchado.

Los estribos que constituyen los soportes del extremo del puente son de tipo cerrado con aletas ortogonales.

5.12. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena

Valor El análisis de la situación natural con la posterior implantación del puente de la Alternativa Centro, aconseja la realización de varias actuaciones para corregir las zonas con mayor peligro desde el punto de vista hidráulico-sedimentológico.

Se ha profundizado en el análisis de la situación actual mediante la modelación del tramo de estudio con la geometría del puente proyectado para la Alternativa Centro. Utilizando el programa de cálculo Hec-Ras se ha estimado la erosión potencial en la zona más desfavorable y susceptible de soportar mayores tensiones tangenciales, las pilas. En la Fig. 6 se muestra la representación esquemática final aguas arriba y aguas abajo del puente.

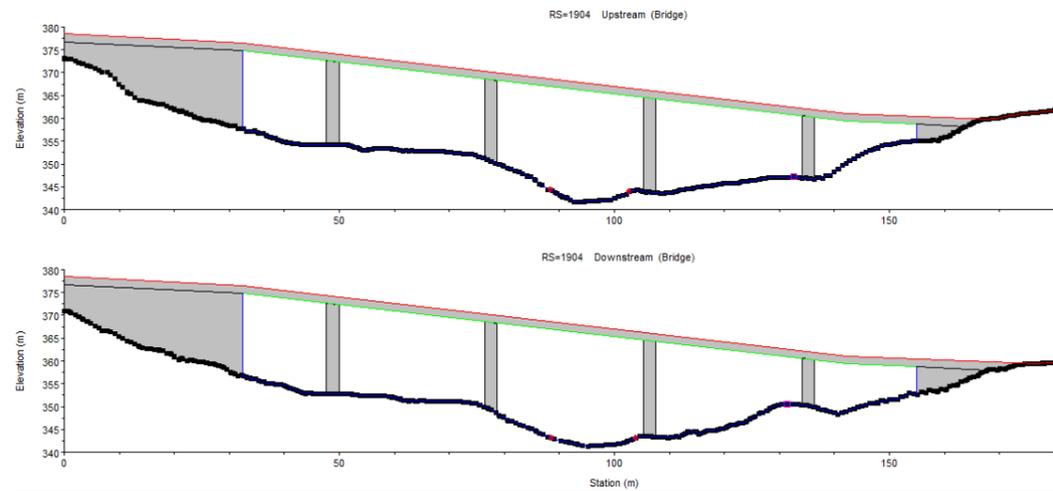


Fig. 6 Puente de la Alternativa Centro esquematizado.

Se ha comprobado que para la avenida de 100 años, Fig. 7, la sección de paso en el cauce del río Lucena bajo la estructura tiene capacidad hidráulica suficiente para que no desborde en ningún tramo de la zona estudiada.

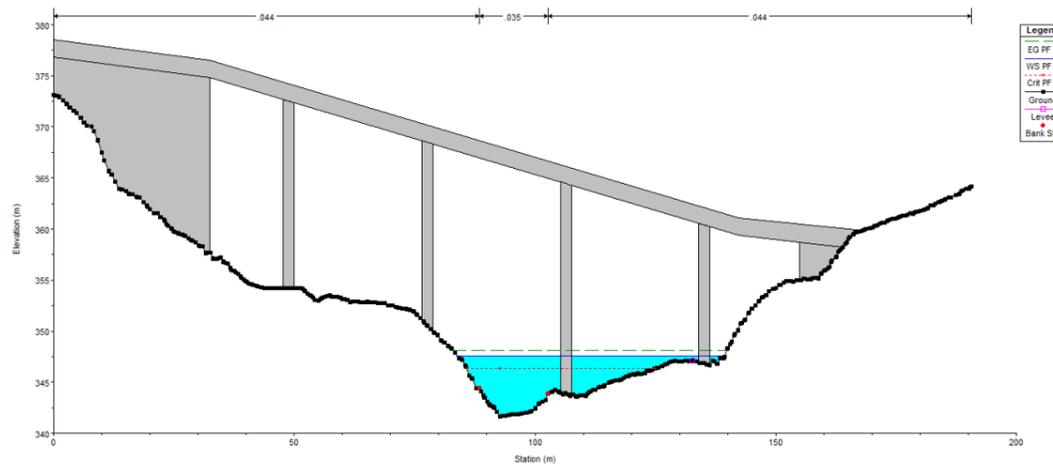


Fig. 7 Sección aguas arriba del puente para periodo de retorno de 100 años.

En cambio para la avenida de 500 años, una vez hecha la comprobación frente a la socavación de las pilas y estribos, como se muestra en la Fig. 8 y Fig. 9, resulta imprescindible estudiar y diseñar medidas de protección para minimizar el impacto producido por el fallo de las cimentaciones de las mismas.

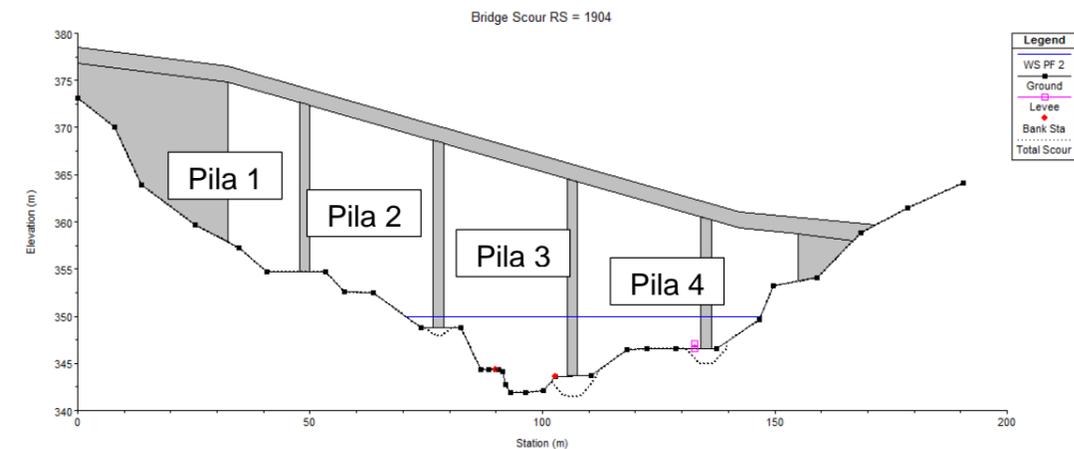


Fig. 8 Socavación.

Contraction Scour

Pier Scour

Pier	CL (m)	Ys (m)
#1	48.8	0.87
#2	77.6	2.17
#3	106.4	1.63
#4	135.2	-

Not computed

Fig. 9 Valores de socavación en cada pila.

Por lo tanto será necesario el diseño de actuaciones de protección tanto para las pilas como para el lecho del río. Se decide la realizar tres tipos de actuación de ingeniería fluvial:

- Actuación de Regulación del Cauce.

En esta actuación se regularizará tanto el lecho de la sección transversal como la pendiente longitudinal ($I=0.01$) del mismo creando las adecuadas zonas de transición y condiciones de flujo desde las secciones naturales al tramo que se desea proteger y desde éste nuevamente al cauce natural.

- Actuación bajo el Puente de la Alternativa Centro.

En esta actuación se protegerá tanto el lecho como las pilas frente a la erosión generalizada y la local por la socavación en pilas. La actuación consiste en la colocación de protección local de $D_{50}=1.30$ m alrededor de las pilas del puente y protección general del cauce, de diámetro $D_{50}=0.2$ m, entorno a la estructura.

- Actuación en el entorno de influencia inmediata, en la zona de aguas arriba y aguas abajo, envolventes de la actuación anterior.

En esta actuación se establecerá una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se resistan las tensiones tangenciales generadas por el paso del flujo, para ello se



protegerá tanto aguas arriba como aguas abajo, en una extensión total de 50 metros, el cauce con escollera de diámetro $D_{50}=0.2$ m.

Con el conjunto de actividades propuestas se garantiza la capacidad hidráulica de la sección y erosión al paso por la estructura, con una solución técnica y económicamente viable. El presupuesto estimado de dichas actuaciones es de 231620.35 €.

6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La valoración de la construcción de la variante centro de la carretera CV-190, viene resumida en la siguiente tabla.

Capítulo	Resumen	Euros	%
1	Movimiento de tierras y demoliciones	1,308,377.61	23.4
2	Firmes y pavimentos	1,103,708.99	19.74
3	Obras hidráulicas	164,269.49	2.94
4	Estructuras	2,890,336.23	51.68
5	Señalización y balizamiento	65.656.94	1.17
6	Varios	60,000	1.07

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	5,592,349.26
--	--------------

13% Gastos generales	727,005.40
6% Beneficio industrial	335,540.96
SUMA GG y BI	1,062,546.36

21% I.V.A	1,397,528.08
-----------	--------------

PRESUPUESTO DE LIQUIDACIÓN	8,052,423.70
-----------------------------------	---------------------

Tabla 6 Valoración de la solución.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO N°12

CÁLCULO ESTRUCTURAL

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO



ANEJO 12: CÁLCULO ESTRUCTURAL



ÍNDICE

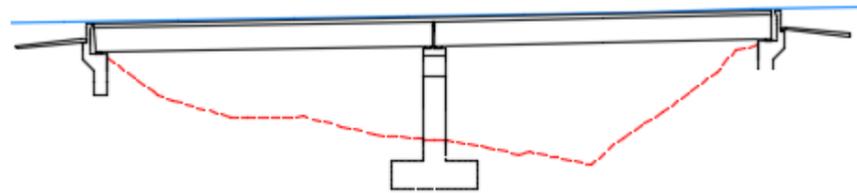
ÍNDICE	2
CAPÍTULO II: CÁLCULO ESTRUCTURAL	3
1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	3
1.1. CONDICIONANTES	4
1.2. ESTUDIO DE SOLUCIONES	5
1.2.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN ESQUEMA ESTRUCTURAL	5
1.2.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	5
1.2.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN MATERIALES	7
1.2.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN RANGO DE UTILIZACIÓN	7
1.2.5. TIPOLOGÍAS DE PUENTES CONSIDERADAS (ASPECTOS GENERALES).....	7
1.2.6. PILAS	10
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	12
2. DIMENSIONAMIENTO.....	15
2.1. BASES DE CÁLCULO.....	15
2.1.1. NORMATIVA	15
2.1.2. MATERIALES.....	16
2.1.3. ACCIONES.....	16
2.1.4. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO	22
2.2. MODELO DE CÁLCULO	24
2.2.1. PROGRAMAS UTILIZADOS.....	25
2.3. DIMENSIONAMIENTO (CÁLCULOS)	26
2.3.1. NEOPRENO.....	26
2.3.2. PILAS	27
2.3.3. SECCIONES DE VIGAS	38
2.3.4. CIMENTACIÓN	43
2.3.5. ESTRIBOS	53
2.3.6. LOSA.....	54
3. APÉNDICES.....	56
3.1. ESTRIBOS	56

CAPÍTULO II: CÁLCULO ESTRUCTURAL

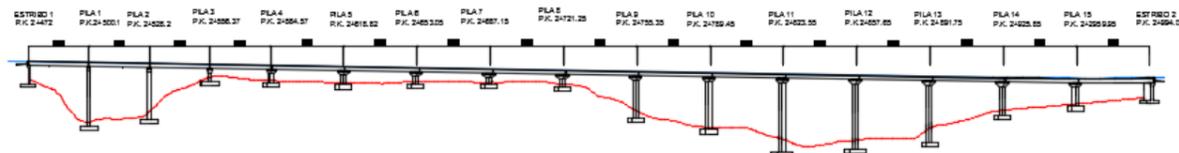
1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

El trazado de la carretera se ha realizado adaptándose en la medida de lo posible a las curvas de nivel del terreno, evitando gastos innecesarios realizando terraplenes y desmontes excesivos. Como se puede observar en el capítulo de trazado, ha sido necesaria la construcción de dos puentes para salvar el río Lucena (puente 2) y para salvar el barranco (puente 1). Además las pilas, en el puente 1, están dispuestas alejadas del cauce, del camino y de la vía pecuaria, además se ha evitado poner las primeras en un talud excesivo. Asimismo, en el puente 2, la pila está dispuesta alejada de la cota más baja para evitar la posible circulación de agua.

La solución propuesta para el puente 1 consiste en un puente de 48 metros de longitud dividido en dos vanos de 24 metros cada uno, diseñado para soportar los esfuerzos a los que se verá afectado durante su construcción y servicio. El gálibo del mismo varía debido a la morfología del terreno, siendo su máximo 8,6 metros. El puente abarca desde el pk 1+325 al pk 1+373.



Con respecto al puente 2, la solución propuesta consiste en un puente de 522 metros de longitud dividido en 16 vanos de 28,1 metros los cuatro primeros y 34,1 los otros 12, diseñado para soportar los esfuerzos a los que se verá afectado durante su construcción y servicio. El gálibo del mismo varía debido a la morfología del terreno, siendo su máximo 31,8 metros. El puente abarca desde el pk 2+472 al pk 2+994.



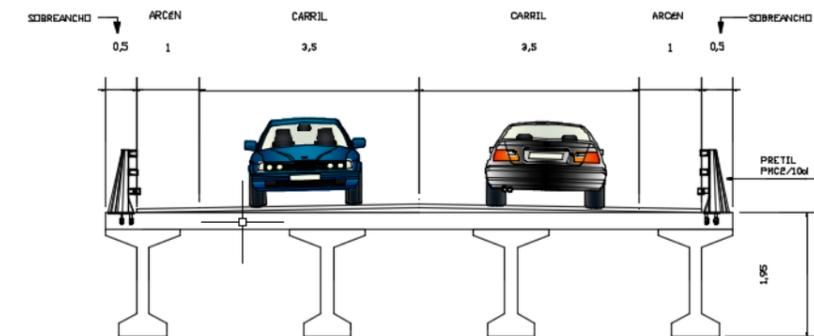
Los tableros de los puentes se han planteado como una solución semicontinua, compuesta por vigas prefabricadas en doble T (1.70 metros de canto) con losa de hormigón armado continua ejecutada in situ (0,25 metros).

El canto de la sección es constante en toda la longitud del puente, de espesor 1.95 metros, compuesto por losa de hormigón y las vigas prefabricadas en doble T.

La longitud total del puente 2 se ha dividido en cuatro tramos con esta tipología de tablero, divididos mediante tres juntas de dilatación dispuestas al final de los vanos 4, 8 y 12 en sentido ascendente de Pks, definiendo un tramo de 112,4 metros y tres de 136,4 metros.

Los tableros presentan un ancho total de 10 metros según normativa (3.1 IC), a excepción de la zona de la curva, en el puente 2, donde para acomodar ésta se aumenta a 10,5 metros. Dicho tablero se divide en dos carriles (uno por sentido) de 3,5 metros cada uno, para una velocidad de proyecto 60 Km/h, dos arcenes de un metro cada uno y un sobreancho de medio metro por cada lado sin pavimentar, cuya función es albergar los pretilos (PMC2/10d).

Dichos tableros presenta un bombeo del 2% hacia ambos lados, conseguido mediante relleno de hormigón no estructural que se debe considerar como carga muerta a la hora de proyectar el puente, esto es así con la excepción de la zona de la curva, donde el peralte asciende a un 7%.



Las pilas elegidas son rectangulares de 4x1,5 metros y están compuestas por un bloque monolítico de hormigón armado, con geometrías hidrodinámicas para darles capacidad hidráulica suficiente al posible paso del agua. La altura de la misma, en el puente 1 es de 4,9 metros y transmite las cargas recibidas del tablero al terreno mediante cimentación de 6x6 metros permitiendo cumplir las limitaciones de tensión admisible definidas en el anejo geotécnico.

Del mismo modo, las pilas del puente 2 oscilan entre 2,29 y 26,75 metros, con zapatas de 6x6 y 8x8.



La limitación de la carga a transmitir de la estructura al terreno viene dada por los asientos que puedan producirse más que por la presión de hundimiento. Por este motivo, la pila y los estribos se cimentan sobre zapatas aisladas.

El dintel en forma de martillo está en contacto directo con el tablero a través de los neoprenos donde apoyan las vigas, por lo que tendrá un ancho igual al del tablero en la parte superior e ira descendiendo linealmente esta anchura hasta coincidir con el ancho del fuste.

La entrega de los tableros a las pilas se materializa mediante 8 neopreno zunchados sobre meseta de hormigón.

El puente 1 se apoya en sus extremos sobre los estribos mediante 4 apoyos de neopreno zunchado (300x400x30). Las alturas de los muros de los estribos son de 0,5 metros el primero y 3 metros el segundo.

El puente 2 se apoya del mismo modo pero sus neoprenos son de 400x500x84 y las alturas de muros de los estribos son de 8 metros el primero y 7,4 metros el segundo.

Dichos estribos que constituyen los soportes de los extremos de los puentes son de tipo cerrado con aletas ortogonales.

1.1. CONDICIONANTES

La necesidad de obtener de una solución óptima al problema que se plantea, hace que el grupo de trabajo haya considerado diversas posibles actuaciones, realizando un análisis de cada una de ellas.

En primer lugar, entre las diversas especialidades que componen el proyecto completo, se propusieron ciertos condicionantes o limitaciones que la solución óptima debe cumplir. Por tanto, el presente trabajo no es únicamente resultado de un autor, es fruto de la interacción con los compañeros mencionados anteriormente.

Gracias a este trabajo previo, realizado por los especialistas de cada materia, la solución elegida finalmente, cumple con las especificaciones técnicas, medioambientales y económicas que vienen marcadas por las diferentes normativas en vigor y por la adecuación del proyecto al ámbito social en el que se sitúa.

Una vez metidos en el proyecto elegido, lo primero que se hizo fue trabajar conjuntamente con el equipo de carreteras para proyectar un trazado con las construcciones y obras de fábrica imprescindibles.

Se acordó como premisa principal el punto inicial y final de la misma, estos dos puntos son: el primero, antes de la rotonda en la entrada este del pueblo y el segundo, en el final del puente en la salida del pueblo, al oeste, para eliminar una curva peligrosa por su radio.

Desde el punto de vista ambiental, la alternativa transita por una zona IBA (Important Birds Area), lugares de importancia para la conservación de aves. Esta zona se encuentra al sur del término municipal de Figueroles por lo que es un condicionante imposible de evitar.

Se ha realizado el análisis ambiental del proyecto de construcción de una carretera que cruza el río Lucena y el barranco mediante sendos puentes, los cuales aportan al lugar 15 pilas y una pila respectivamente.

Se han definido las medidas preventivas y correctoras con el fin de evitar alteraciones en el medio receptor e integrar la infraestructura en el entorno.

Asimismo, se define el programa de vigilancia ambiental (PVA), que deberá implementarse al objeto de garantizar la puesta en práctica y la eficacia de las medidas preventivas y correctoras finalmente definidas.

En cuanto a la geología y geotecnia se ha realizado un estudio para definir las características geotécnicas de los materiales y su comportamiento ante las diferentes unidades de obra que aparecen en el proyecto: cimentaciones, pilas, estribos, etc.

Los objetivos del estudio son:

- Análisis de la zona desde el punto de vista geológico y geotécnico.
- Definición del perfil litológico del subsuelo y de las características geotécnicas de identificación, resistencia y deformabilidad de las capas.
- Determinación de la cota del nivel freático, siempre que se detecte en la profundidad investigada.
- Consideraciones respecto al tipo de explanada y utilización de tierras existentes de cara a su uso como material de terraplén.

Para alcanzar los objetivos señalados, se efectuó un estudio geológico del campo y sus antecedentes, realizando una inspección de campo que incluyó la zona estudiada con el objetivo de reconocer los materiales aflorados superficialmente y los del subsuelo, visibles en desmontes, excavaciones, etc. Además se contaba con un estudio geotécnico realizado con anterioridad.

Por falta de tiempo no se realizaron reconocimientos de campo como catas, sondeos mecánicos, etc. No obstante, no han sido necesarios, ya que con la información recogida y la ya existente, había suficiente información.



Particularmente en la zona del barranco no existen dificultades geotécnicas importantes para la construcción de los estribos y la pila, ya que la información proporcionada por la encargada del estudio geotécnico mostraba roca del triásico, Buntsandstein y Muschelkalk, y gravas arcillosas del cuaternario. Se trata de materiales muy competentes y con una resistencia al hundimiento elevada.

En lo referente a la hidrología y la hidráulica, en primera instancia, se realiza un estudio de la cuenca del río Lucena y del barranco, para conocer los caudales y las precipitaciones existentes en la zona, según el Método de Témez.

Posteriormente, se realiza un cálculo de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno del río y barranco antes citados interceptados por el trazado de la carretera, y se muestra los resultados del modelo HEC-RAS realizado para comprobar la incidencia del flujo del agua en la zona de obra, referente a los calados máximos y velocidades máximas.

Realizados los cálculos anteriores, se concluye que el agua no afecta en absoluto al puente 1, ya que los caudales son mínimos. Además como ya se ha explicado, la pila está alejada de la cota mínima de la sección. No obstante en el puente 2 debemos tener cuidado en las zonas de las pilas 11, 12, 13 ya que les puede afectar el flujo del río y causar un problema de socavación.

En cuanto al drenaje, se genera, como se ha explicado anteriormente, mediante bombeo transversal a nivel de calzada del 2% y desagües mediante sumideros, construyendo un bordillo exterior para la canalización del agua

1.2. ESTUDIO DE SOLUCIONES

Este punto se centrará en las tipologías de puentes de hormigón más habitualmente empleadas en nuestro país, así como en nuestro entorno socio-económico. Asimismo se limitará a lo que habitualmente se consideran puentes (estructuras cuya luz libre supera los 10 metros), por lo que no se analizarán marcos o pórticos, ya que su ámbito de aplicación se centra en luces inferiores a la indicada.

Una vez escogidas las posibles alternativas para el tipo de puente a ejecutar, se valorará la solución óptima en base a un análisis completo que permitirá comprobar cuál de las alternativas propuestas encaja mejor en la solución a diseñar.

En el diseño estructural de un puente existe gran variedad de tipologías adecuadas para resolver un mismo problema. El conjunto de posibilidades ofrecidas por la tecnología actual para realizar puentes se puede ordenar en función de dos variables fundamentales: El material utilizado en la construcción del puente y la tipología estructural empleada.

Podría considerarse también una tercera variable, no tan independientes como las anteriores pero que tiene cierta autonomía propia, el proceso constructivo (que puede invalidar la solución adoptada). Cómo se construye un puente está relacionado con cómo es el puente, pero no de una manera independiente, la prefabricación o la construcción in-situ en las obras de hormigón, la construcción en avance en voladizo, etc, son otros procedimientos actuales de construir puentes relacionados con un tipo determinado de puente.

Se consideran otras variables, como son la situación en la que se situará el puente, luz libre de vano, etc.

1.2.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN ESQUEMA ESTRUCTURAL

Clasificación realizada teniendo en cuenta el funcionamiento estructural del puente, existen dos tipos: estructuras isostáticas y estructuras hiperestáticas.

Las primeras son aquellas en que sus esfuerzos quedan determinados solamente por las condiciones de equilibrio. Pueden ser tableros de un vano o de varios vanos isostáticos, como frecuentemente ocurre con tableros de vigas prefabricadas en los que se disponen juntas entre cada vano.

Las segundas son aquellas en que para obtener los esfuerzos es necesario además del equilibrio cumplir las ecuaciones de compatibilidad. Un tablero hiperestático aumenta la seguridad del puente porque no se produce derrumbe cuando falla una sección, ya que éste no alcanza las condiciones de un mecanismo. Este tipo de estructuras tiene dos o más vanos. Presenta la ventaja, para el tráfico de no tener juntas en una gran longitud, pero son más sensibles a los posibles asentamientos de sus apoyos y a deformaciones impuestas, tales como la variación de temperatura, la retracción o la fluencia, con la consecuente generación de esfuerzos.

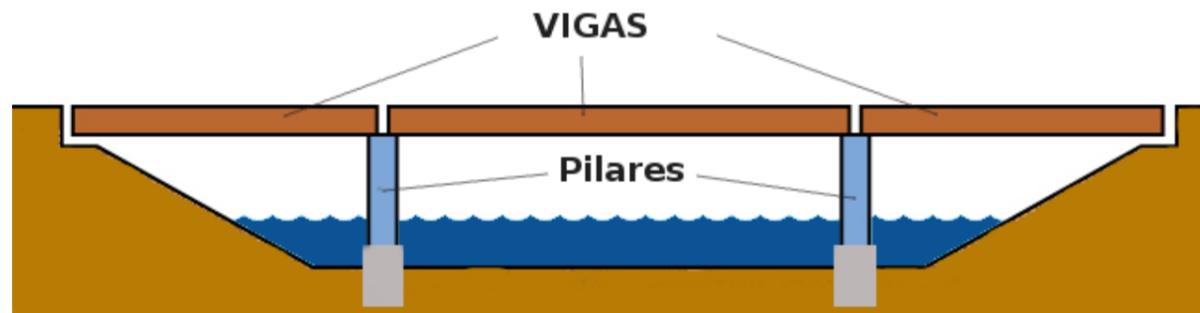
1.2.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la configuración estructural resistente del puente, se pueden establecer tres grandes familias:

Puentes viga. Se podrían definir como aquellos puentes en los cuales el camino de rodadura del móvil que lo utiliza coincide con la estructura resistente principal. Pero desde un punto de vista resistente se puede decir que son puentes viga, que utilizan la flexión generalizada (flexión, cortantes, torsión, etc) como mecanismo fundamental para



transmitir cargas. Evidentemente son puentes resistidos por vigas de acero u hormigón pretensado, postensado o armado.

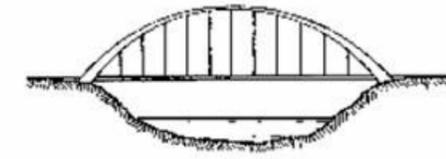


Puentes arco. Este tipo de puentes tiene como estructura de apoyo un arco, generalmente resuelto mediante una sección de hormigón armado, ya que su diseño responde al de una pieza con compresiones predominantes. Por lo tanto el tablero se apoya en este arco. La forma en que se sitúa el tablero respecto del arco define en parte al mismo, ya que si se coloca sobre el arco el tablero apoya en él mediante una serie de pilares intermedios que se denominan montantes y la solución se designa como de “tablero superior”. Si el tablero se dispone bajo el arco, entonces el apoyo de éste sobre el primero se realiza mediante una serie de cables, y se designa como de “tablero inferior”. Finalmente existe la posibilidad de que la posición del tablero sea intermedia, quedando en parte apoyado (cerca de los arranques del arco) y colgado en la parte central (zona de clave del arco).

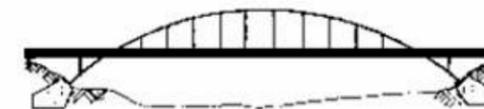
PUENTE ARCO TABLERO SUPERIOR



PUENTE ARCO TABLERO INFERIOR



PUENTE ARCO TABLERO INTERMEDIO



Puentes atirantados o colgados. Se utiliza una serie de tirantes, un cable colgado, o ambos a la vez como soporte principal del tablero, por donde circulan los vehículos.





Naturalmente, las tres familias de puentes expuestas se construyen con cualquiera de los dos materiales básicos, el hormigón y el acero.

1.2.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN MATERIALES

Como ya se ha menciona, en la actualidad se tienen dos materiales de construcción básicos, el hormigón y el acero, nombres genéricos que representan un abanico variado de características y posibles combinaciones.

La clasificación por sus materiales se refiere en general al de los tableros (más variables que los demás elementos), por lo que habitualmente responde a lo siguiente:

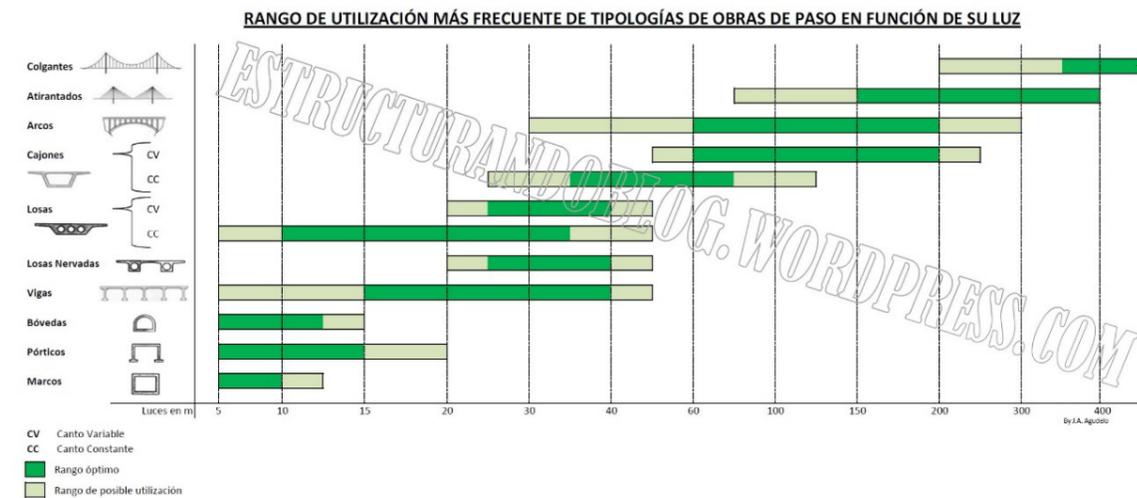
- Puentes de hormigón armado.
- Puentes de hormigón pretensado.
- Puentes metálicos.
- Puentes mixtos.

1.2.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN RANGO DE UTILIZACIÓN

Las distintas tipologías de puentes tienen unos rangos de luces de aplicación, tanto por razones técnicas como por razones económicas, las cuales pueden verse en el gráfico adjunto.

En dicho gráfico se indican rangos de luces habituales en estructuras de hormigón, debiéndose tener en cuenta que en el caso de estructuras mixtas y de acero las luces

correspondientes resultan algo mayores, ya que este tipo de estructuras tienen un peso propio considerablemente menor a las de hormigón.



1.2.5. TIPOLOGÍAS DE PUENTES CONSIDERADAS (ASPECTOS GENERALES)

El puente recto, está constituido por una estructura de vigas, que se apoyan en dos estribos extremos y una serie de pilares intermedios.

Los estribos establecen la transición de la estructura del puente con el terreno, contienen las tierras para que no invadan la zona bajo el puente que se quiere controlar, sirven de apoyo al dintel y permiten que se produzcan los movimientos relativos entre tablero y estribo producidos por las deformaciones impuestas de la temperatura, fluencia y retracción. Las pilas determinan la luz o luces del tablero, reciben las cargas que éste les transmite y las trasladan al suelo a través de la cimentación.

1.2.5.1. CLASIFICACIÓN

Son varios los parámetros que pueden servir para la clasificación de los puentes rectos. El material, la luz del puente y el proceso constructivo. Estos tres parámetros están relacionados entre sí aunque su relación no se necesariamente de la misma naturaleza. De estos tres parámetros, el más útil para la clasificación es la luz, la cual va a indicar cuál o cuáles de los procesos constructivos que se dispone es o son los más adecuados, y cómo se debe configurar el dintel, en función del material que se utilice.

En función de la luz se establece una primera clasificación:

Puentes de luces cortas y medias: $L \leq 50$ metros.



Puentes de grandes luces: $L > 50$ metros.

Que la frontera divisoria entre las dos familias de puentes sea precisamente 50 metros, no deja de ser dudoso y motivo de conflicto, pero esta frontera existe y va a determinar el tipo de construcción a utilizar, el cual va a tener, a su vez, una enorme importancia en relación con la sección transversal del dintel.

Por otra parte, en todo tablero recto bi-apoyado o continuo, el esfuerzo predominante bajo la actuación del peso propio, la carga muerta y la sobrecarga, es la flexión. Esta flexión puede ser distribuida de dos maneras: distribuyendo uniformemente la rigidez longitudinal a lo ancho del tablero, lo que nos proporciona el tablero losa, o concentrándola en determinadas líneas paralelas, con lo que tenemos el puente de vigas. En general y desde el punto de vista de la cantidad de materiales empleados, concentrar la rigidez en una serie de líneas longitudinales es un criterio de economía, ya que la flexión se resiste fácilmente cuanto mayor sea el canto.

1.2.5.1.1. TABLEROS DE VIGAS PREFABRICADAS

Suelen ser prefabricados, ya que la construcción in-situ genera un sobrecoste de encofrado por la dificultad de la producción de la sección. Generalmente se trata de elementos pretensados.

Existen diversos tipos de vigas, las más frecuentes son las vigas de sección en doble T y de sección tipo artesa. Es habitual que en el caso de las primeras se dispongan varias de ellas uniéndolas mediante una losa superior de hormigón armado ejecutado in-situ, mientras que para las segundas pueden disponerse una o varias de ellas y también se les construye ejecutando una losa superior in-situ. Generalmente se utilizan placas de encofrado perdido o colaborante en la construcción de la losa in-situ.

La losa superior que materializa el tablero tiene doble misión: repartir el efecto de las cargas que actúan sobre ella entre las vigas longitudinales y contribuir a la inercia longitudinal de las vigas longitudinales.

Su construcción no requiere cimbrar el tablero. La solución es aplicable tanto a vanos simples como a continuos, en este último caso se logra la continuidad a través de la losa superior ejecutada in-situ, mejorando tanto funcional como estructuralmente el comportamiento de la estructura al reducir el número de juntas dispuestas en el puente.

En la morfología del puente de vigas existe además una voluntad constructiva. Cada una de las vigas que constituye el tablero puede realizarse inmediatamente y montarlas sobre las pilas, con lo que el peso del elemento a manejar es mucho menor que el del tablero total. Una vez colocadas las vigas se construye la losa superior apoyándose sobre ellas.

De esta manera se consiguen dos metas importantes de todo puente: manejar elementos de poco peso, lo que determina medios de montaje poco importantes y liberarnos del apoyo en el terreno durante la construcción.

Las soluciones tradicionales de vigas prefabricadas son mediante el empleo de vigas de sección en doble T, cuyo canto, cantidad y separación, depende de la luz a salvar y del tipo de tráfico que deben soportar. El rango de utilización alcanza, como valor máximo, los 45 metros de luz.

El tablero se completa generalmente con una losa hormigonada in-situ, que suele ejecutarse empleando placas de encofrado perdido, y en algunos casos, prelosas colaborantes dispuestas entre las cabezas de las vigas. Esta losa suele tener entre 20 y 25 centímetros de espesor mínimo, aunque en este tipo de estructuras la losa es variable, ya que con él mismo se regula la rasante de la calzada.

La relación entre la luz y el canto es del orden de 16.

1.2.5.1.2. TABLEROS DE SECCIÓN TIPO LOSA

Dentro de la denominación de puentes losa recogemos todos los tipos de puentes de luces cortas y medias, cuya sección transversal se obtiene por aligeramiento de una losa maciza que cubre la anchura del tablero. El aligeramiento podrá tomar diversas formas tanto exteriores como interiores y su cuantía crecerá, en general, con la luz del puente.

Una característica importante de este tipo de puentes es su construcción, que se basa en el hormigonado in-situ del tablero, sin generación de juntas de hormigonado, utilizando para ello cimbras apoyadas en el suelo, cimbras móviles o cimbras autoportantes. La tendencia a uno y otro tipo de cimbra dependerá de su economía, en función del número de repeticiones y de la velocidad de construcción.

Esta característica constructiva le proporciona al puente losa la posibilidad de acoplarse perfectamente bien a cualquier disposición en planta, ya sea recto, curvo, oblicuo, de anchura variable, etc, y a cualquier disposición en alzado con canto constante o variable. Por otro lado le obliga a adoptar formas exteriores mucho más simple que el puente prefabricado, con el fin de simplificar un encofrado que no se va a utilizar muchas veces.

Esta clasificación de puentes suelen ser continuos, disposición muy favorables para reducir la cuantía de los momentos flectores principales y que no ofrece ninguna dificultad de ser conseguida por el método de construcción que utilizan.

De estas primeras consideraciones se deduce que el tablero tipo losa es:



- Da lugar a puentes continuos, con inercia constante o variable, lo que permite reducir la cuantía de los momentos totales.
- Puentes más rebajados que los de vigas y con una mayor capacidad de resistencia última por redistribución de esfuerzos.
- Puente más artesanal que el de vigas prefabricadas, aunque la utilización de cimbras autoportantes ha convertido su construcción en un proceso muy industrializado.
- Mayor libertad en la forma y colocación de pilas que en el puente prefabricado.

El ámbito de luces que se cubre con este tipo de puentes va desde los más pequeños hasta los 50 ó 60 metros de luz, aunque la zona de utilización normal suele oscilar alrededor de los 30 metros. El peso propio, que es una de las sollicitaciones más importantes de cualquier puente, no resulta excesivo para estas luces, con lo cual las exigencias de máximo aligeramiento del puente no están excesivamente presentes en esta tipología. El aligeramiento interior puede realizarse por varios procedimientos y ser más o menos intensos. Los dos tipos más usuales son:

Aligeramiento cilíndrico: Produce unas secciones transversales más pesadas y más rígidas que el prismático. Los tableros con aligeramientos circulares se hormigonan muy bien de una sola vez, la forma circular inferior permite que penetre bien el hormigón sin dejar coqueas. En cambio, el aligeramiento rectangular es prácticamente imposible realizarlo de una sola vez por lo que suele ser necesario hormigonar la cabeza inferior en primer lugar y las almas y cabeza superior en segundo lugar.

Aligeramiento prismático: El peso propio de la estructura es menos y la eficacia resistente de cara al pretensado longitudinal también es mejor. En cambio aumenta la deformación por cortante de la sección transversal. Es una sección más flexible que la proporcionada por aligeramiento cilíndrico.

La primera dimensión que hay que definir es el canto. Podemos establecer unas magnitudes iniciales, a partir de las cuales matizar estos valores para cada tipo de sección.

Tableros de inercia constante $c = L/25$.

Podemos decir que un puente losa es el resultado del compromiso entre la facilidad constructiva y las condiciones resistentes.

1.2.5.1.3. TABLEROS DE SECCIÓN TIPO CAJÓN

Puede presentar una o más celdas, está formada por una losa inferior, dos almas laterales generalmente algo inclinadas respecto a la vertical y una losa superior que se prolonga en voladizo por fuera de la propia sección del cajón.

Desde el punto de vista resistente, esta sección tiene las siguientes ventajas:

- Tiene una gran cabeza superior e inferior lo que le hace apta para soportar grandes momentos flectores positivos y negativos.
- Su condición de sección cerrada le proporciona una gran rigidez a la torsión y alabeos pequeños.
- Por la propiedad anterior la sección en cajón es apta para soportar cargas descentradas sin que se produzca una gran disimetría en la distribución de las tensiones longitudinales de flexión en la sección transversal.
- Su rigidez transversal le permite reducir al mínimo el espesor de sus paredes.
- Tiene un gran radio de giro, relación Inercia/Área, por lo que se obtiene un excelente rendimiento para el pretensado.

Estas propiedades permiten sacar el máximo rendimiento a la distribución del material, obteniéndose tableros muy ligeros y resistentes lo que la convierte en la sección ideal para los puentes de gran luz.

En realidad este tipo de sección podría utilizarse para todo tipo de luces, pequeñas y grandes, pero en las primeras las dificultades de ejecución no compensan las ventajas en peso y rendimiento que este tipo de sección presenta. De hecho, los tableros losa, con aligeramientos más o menos grandes, participan de muchas de las ventajas resistentes de la sección en cajón, salvo en lo que se refiere a su peso propio. La idea de aligeramiento de una losa es convertirla en una sección en cajón. Los aligeramientos parciales no son sino un punto de equilibrio entre la facilidad constructiva y el rendimiento resistente de la distribución del material.

La dificultad que implica esta solución es el encofrado necesario para su construcción, debiendo de hormigonar en dos fases generando juntas de hormigonado en la sección.

Las esbelteces de estos tableros suelen ser de entre 1/18 a 1/22 en caso de canto constante y de entre 1/18 a 1/22 sobre pilas y 1/40 a 1/45 en el centro de vano y sobre los estribos, para los de canto variable.



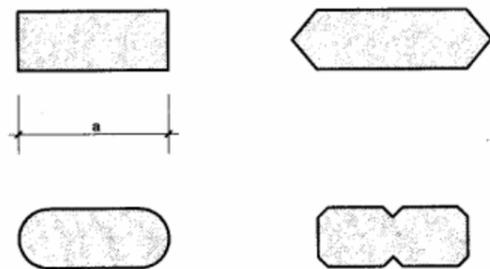
1.2.6. PILAS

Las pilas son los elementos estructurales encargados unir tablero y cimentación, y por tanto transmitir las cargas que este primero transmitirá a la subestructura.

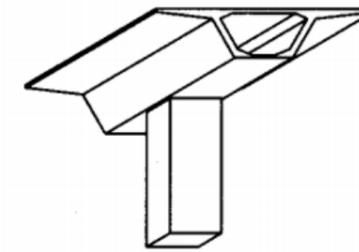
Un condicionante para la elección de la pila será la altura a considerar de esta, puesto que las alturas oscilan debido a la morfología del terreno por donde pasa el barranco y el río Lucena. Por lo que tras la elección del tablero el segundo punto a tratar será la elección de la pila que mejor se adapte a los condicionantes existentes.

Las tipologías de estas son muy variadas, pero en general va intrínsecamente relacionada con el tipo de tablero y las alturas que vayan a tener, puesto que si se trata de un elemento muy esbelto puede tener problemas de pandeo. En general suele estar compuesto de un Dintel o Capitel y uno o varios Fustes, este primero puede existir o no, según el tablero que apoye sobre este, mientras que el fuste es la parte principal de la pila, y siempre la encontraremos. Aquí tenemos una serie de tipologías de pilas, a nivel de sección y alzado, que podrían darse en esta situación en la que las tipologías de tablero son 3: viga artesa, vigas en doble T y puente in situ.

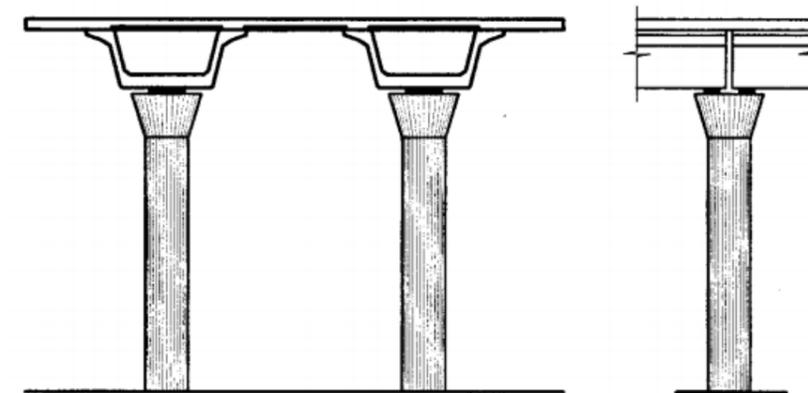
-A nivel sección podemos encontrar un gran número de secciones en multitud de puentes a lo largo de todo el planeta, siendo estas unas de las muchas que podrían escogerse, en este caso serán de sección maciza.



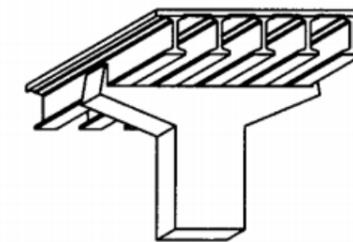
-Viga artesa: La solución de pila más óptima para este caso se trata de una única pila compuesta por un solo fuste sobre el que apoya el ala inferior de dicha viga. A nivel de sección las tipologías de fuste pueden variar, aunque en este caso vemos que se trata de sección cuadrada o rectangular, aunque podría serlo circular.



Otra posible tipología sería con dos fustes o más si el tablero se compone de más de una artesa.

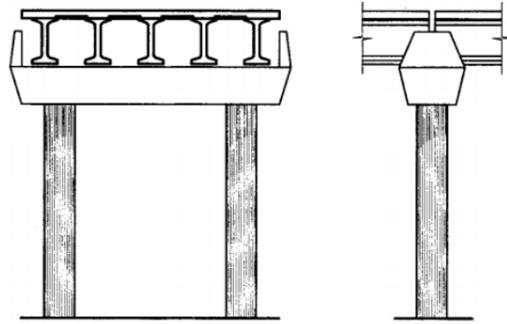


-Vigas en doble T: Para un tablero compuesto por vigas en doble T la existencia de un dintel que sea capaz de recoger todas las cargas que este le transmitirá es fundamental, como podemos ver en la ilustración, la solución adoptada para este tipo de caso sería la conocida como "pila martillo", en la que el dintel sería de la anchura total del tablero y el fuste de sección rectangular, el dintel reduciría su anchura progresivamente hasta alcanzar la anchura del fuste, donde comenzaría este. Mientras que el canto de la sección se mantendría constante en toda su longitud.

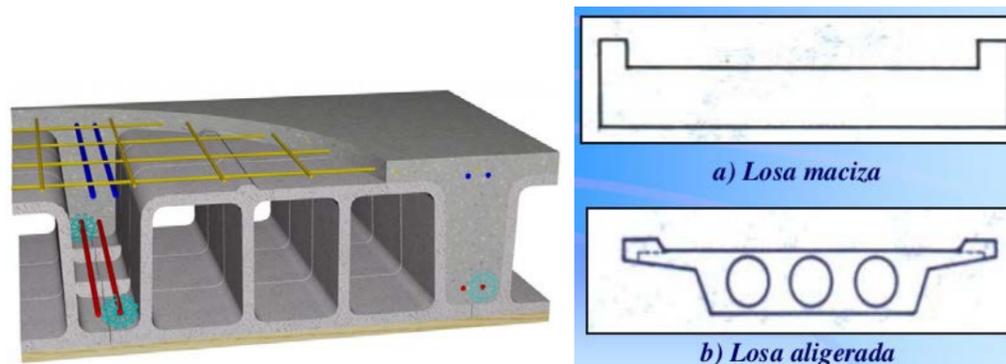




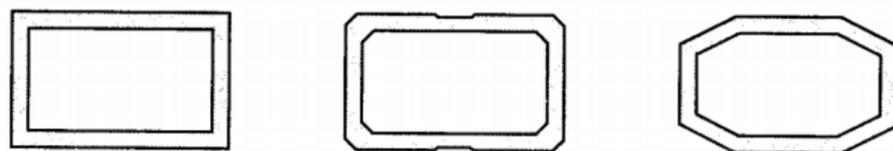
Como con las vigas artesa, en las vigas de doble T también se puede optar por escoger más de un fuste como se puede apreciar en esta imagen, en donde el dintel en martillo se mantendría.



-Losa "in situ": Para la losa aligerada hecha in situ se podrán proyectar más soluciones, que varían tanto en sección fuste, como en el número de estos. Aquí podemos observar un par de tipologías de losa aligerada.

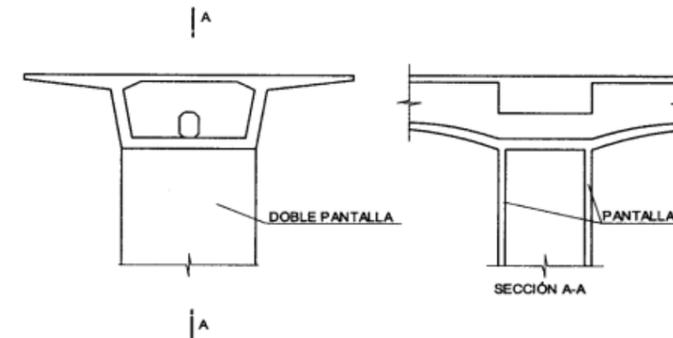


Como último punto a tener en cuenta será el considerar la esbeltez de la pila en su plano más débil, y si pudiera producirse el fenómeno conocido como pandeo, se deberá disponer de una sección especial, en cuyo caso son secciones de mayores dimensiones a nivel sección, pero huecas por dentro, con lo que se consigue un comportamiento muy eficiente para este tipo de situación, aquí se puede apreciar algunas de las secciones típicas de las que la norma dispone.



Se ha demostrado que los espesores de este tipo de pilas oscilan entre los 20-50 centímetros, según los esfuerzos a los que vayan a estar sometidos estas.

Otra posible recomendación para evitar dichos fenómenos de pandeo se basan en arriostrar las pilas, con lo que la longitud de pandeo a considerar se reduce, a la vez que se dota de rigidez a la estructura, mientras que en losas que no vayan a estar sometida a grandes flexiones en el sentido longitudinal se puede empotrar la pila a dicha losa de la manera que se observa en la imagen.



Las cimentaciones de la pilas varían básicamente en función del tipo de terreno que se presente y de la magnitud de las cargas que se desean transmitir. En los casos en los que el suelo no presenta la calidad suficiente, pueden plantearse dos alternativas: excavación del terreno hasta la cota en la cual se encuentra un material de mejor calidad, cimentación profunda, o realizar pilotes junto con encepado de modo que se garantice la estabilidad de todo el conjunto. Si el terreno ofrece buenas resistencias, bastaría con realizar una cimentación somera, manteniendo ciertos límites para evitar "dejar la cimentación al aire"

En el caso de los estribos, las opciones a proyectar se sitúan entre estribos abiertos, cerrados, tierra armada o sillars cargadero. La elección entre una tipología u otra dependen de algunos requisitos presentes o exigencias a cumplir.

Si no fuera determinante el derrame de tierras en la parte frontal del estribo y las alturas no fueran superiores a 5 metros, se podría realizar un estribo abierto. Su principal ventaja es el ahorro de materiales al estar compuesto por un dintel o cargadero y un número variable de pantallas que transmiten los esfuerzos a la cimentación. Si las cargas a transmitir fueran importantes, se incrementaría el número de pantallas, reduciendo la ventaja económica del uso de menos material. En este caso, resulta importante no derramar tierras para evitar obstaculizar el cauce de las aguas, tanto en el caso del barranco (escaso caudal pero necesario), como en el caso del río Lucena.



1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Definidas todas las alternativas según diferentes clasificaciones y basando la decisión en un estudio en el que intervienen:

- Coste económico:
 - * Pilas.
 - * Encofrados.
 - * Materiales.
- Condiciones constructivas:
 - * Duración de la obra.
 - * Complejidad de la actuación.
 - * Seguridad y salud.
- Afección sobre la morfología del barranco.
- Valoración de la obra ejecutada:
 - * Impacto visual y estético.

Para el puente 2 se ha llegado a la conclusión, descartando el puente atirantado y el puente en arco, que la mejor solución es un **punto de 16 vanos con vigas prefabricadas y "pilas martillo"**. La decisión se ha basado en el ahorro económico, ahorro de tiempo y facilidad de dimensionada y construcción.

De igual manera la solución del puente 1 consta de **dos vanos con vigas prefabricadas y "pila martillo" central**.

Explicación detallada:

La pila que se elige para ambos puentes se trata de una pila martillo, es un elemento habitual para este tipo de tableros, puesto que consigue dar apoyo a todas las vigas que se sitúan sobre esta.

Dicha pila se divide en dos partes: dintel y fuste. El dintel está en contacto directo con el tablero a través de los neoprenos donde apoyan las vigas, por lo que tendrá un ancho igual al del tablero en la parte superior e irá descendiendo linealmente esta anchura hasta coincidir con el ancho del fuste. El fuste es un elemento que se encarga de conectar el tablero con la cimentación y transmitir las cargas a ésta.

La sección que se elige para los diferentes dinteles del puente 2 son:

- Canto de 2 metros, un ancho de 1,5 metros y un largo idéntico al ancho del tablero de 10 metros.
- Con un peralte de 3.5%, canto de 2 metros (hasta punto más bajo del peralte), un ancho de 1,5 metros y un largo idéntico al ancho del tablero de 10 metros.
- Canto de 2 metros, un ancho de 2 metros y un largo de 12 metros (para facilitar la construcción con vigas iguales y acomodar los neoprenos)
- Con un peralte de 3.5%, canto de 2 metros (hasta punto más bajo del peralte), un ancho de 2 metros y un largo de 12 metros (para facilitar la construcción con vigas iguales y acomodar los neoprenos)
- Con un peralte de 3.5%, canto de 2 metros (hasta punto más bajo del peralte), un ancho de 2 metros y un largo de 12 metros (para facilitar la construcción con vigas iguales y acomodar los neoprenos)

Sin embargo, la sección que se elige para el dintel del puente 1 tiene un canto de 2 metros, un ancho de 1,5 metros y un largo idéntico al ancho del tablero de 10 metros.

La sección adoptada para los fustes en ambos puentes rectangular de 4x1,5 metros con berenjenos en todas sus esquinas y rebajes en todas sus caras. Esta disposición favorece el flujo del agua, al igual que el viento que afectan a estas, además de que estéticamente generan un mejor impacto.

Se ha elegido este tipo de sección ya que se consigue tener una excelente rigidez a flexión, cortante y torsión, además se tratan de pilas con alturas considerables, con lo que se consigue un buen comportamiento frente a fenómenos de pandeo que se puedan producir.

Puesto que la solución adoptada para el puente 2 consta de un total de 16 vanos, en este caso se disponen 15 pilas con alturas especificadas anteriormente. Para el estudio de estas pilas la afección del río Lucena es de vital importancia, puesto que obliga a esviarlas pilas 11, 12 y 13 un total de 20° respecto de su posición original para favorecer el flujo del agua y no tener problemas de socavación en cimentaciones, el resto de pilas, excepto las 1, 2 y 3, también están esviadas para acomodar las vigas a la geometría del trazado.

Por otro lado en el puente 2 solo hay una pila intermedia de altura total 4,9 metros hasta base del dintel ya que el tablero se compone de únicamente dos vanos.

Para el estudio de esta pila en concreto no se tendrán en cuenta afecciones hidráulicas, debido a que el barranco se trata de un cauce seco.



Al ser pilas de tales magnitudes, la opción más factible es la ejecución de las mismas in situ, garantizando puntos clave como puede ser la unión de la pila con su cimentación, al igual que la unión fuste-dintel.

Se trataran de construir en una única fase mediante un encofrado trepante, puesto que la instrucción recomienda dicha técnica, y para este tipo de pilas es lo más conveniente.

En cuanto a la cimentación, en el puente 2, el material presente en el cauce (gravas arcillosas con arenas) resulta ser muy competente en términos de resistencia a compresión. Por ello, se aprovechará dicha característica mediante una cimentación superficial, aunque respetando cierto margen con el fin de evitar problemas de socavación de las pilas por los posibles flujos de agua. Estas profundidades son:

Sin embargo, la cimentación del puente 1, contando con las mismas características de material que en el puente 2 y puntualizando que no existirán problemas con el flujo del agua ni con la socavación, por tratarse de un cauce seco, la profundidad de dicha cimentación será de 3 metros.

Para los estribos, la presencia de roca en ambas márgenes del puente, nos incitan a reducir los volúmenes de excavación, aprovechando el terreno presente y minorando los costes de ejecución.

La solución elegida en el puente 2 es la de estribo cerrado. Al circular caudal por el barranco, es preferible no obstaculizar el cauce con posibles derrames de tierras procedentes de los rellenos. Además, como resulta razonable, el terreno natural bajo dicho puente posee una morfología que favorece ese movimiento de tierras hasta el punto más bajo.

Del mismo modo, la solución del puente 1 también es la de estribo cerrado, ya que aunque no circule caudal es preferible no obstaculizar el cauce con posibles derrames de tierras procedentes de los rellenos. Además, como resulta razonable, el terreno natural bajo dicho puente posee una forma en pico o V que favorece ese movimiento de tierras hasta el punto más bajo.

Esta solución queda justificada por la integración del elemento con el entorno que le rodea y el aporte visual y estético, a pesar de un coste ligeramente superior.

Con las soluciones adoptadas no existe una limitación de gálibo porque la parte inferior no es transitable, se trata de un cauce cuyo uso es agrícola. No obstante, en el puente 2 existen distancias razonables entre la base del tablero y el camino y entre dicha base y la vía pecuaria. Por otro lado, el impacto visual provocado por el canto del tablero es un factor a considerar en el estudio.

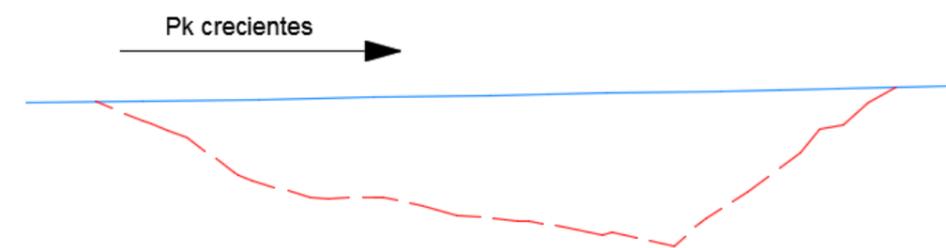
Para el estudio de los puentes, se usa las *instrucciones de construcción del ministerio sobre obras de paso de nueva construcción*.

Se baraja entre la construcción de un puente in situ o prefabricado.

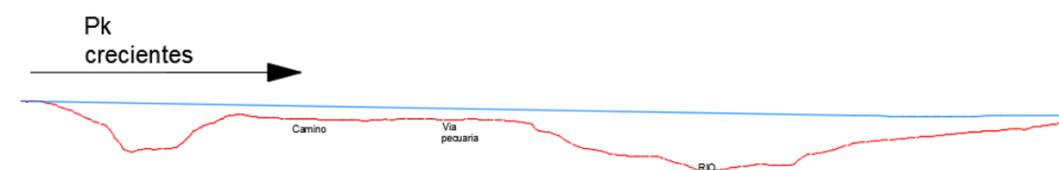
Se puede realizar un puente losa, con aligeramientos y canto variable; un puente con sección en cajón y en el caso del puente dos, incluso un puente atirantado. También se puede proyectar un arco gracias a la resistencia de la roca en los estribos, que ya se comentó en los condicionantes.

Debido a la localización de la obra: un municipio con pocos habitantes, la magnitud de los puentes y el perfil del terreno en el río, horizontal; se decide recurrir a los sistemas de prefabricados. Otro condicionante es el transporte de las vigas por los accesos a Figueroles. Además supone un ahorro en coste y proceso constructivo. La solución con prefabricados implica una estructura isostática que se repite en todo el puente.

Puente 1 desde aguas arriba.

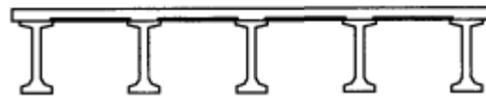


Puente 2 desde aguas arriba.



Esto nos ofrece dos secciones principales para las vigas: sección doble T y sección en artesa. No se ha considerado el uso de las vigas a tope porque se necesita un mayor número y aumenta el coste. Por lo que la utilización de vigas doble T implicará el uso de prelosas como soporte entre las cabezas superiores.

En las vigas con sección en doble T, existen dos tipologías principales: vigas de canto normal y vigas de canto reducido.



Sección doble T de canto normal



Sección doble T de canto reducido

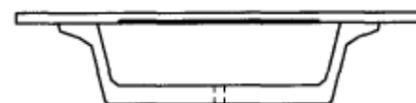
Este tipo de vigas se componen de una cabeza superior de compresión, cabeza inferior de tracción y un alma para la resistencia a esfuerzos verticales. Permite el máximo aprovechamiento resistente con una menor sección y gran adaptabilidad a geometrías complicadas. Las vigas de canto reducido suponen un mayor coste y son innecesarias pues no existe ninguna limitación de gálibo.

Las esbelteces (relación canto/luz) que se pueden lograr con este tipo de sección se encuentran en torno a 1/16 y 1/20. El canto de este tipo de vigas oscila entre 0.5 y 2.5 metros según la luz del vano.

La longitud de viga de esta tipología varía entre 20 y 40 metros.



Sección en artesa de varias vigas



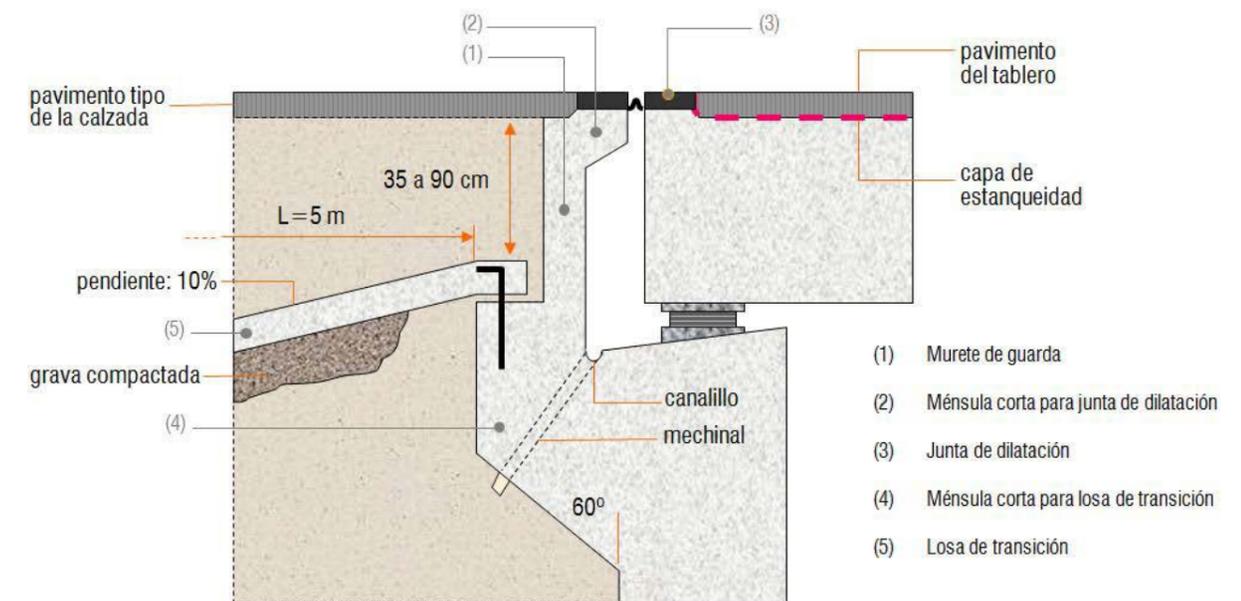
Sección en artesa de una viga

Con las secciones tipo artesa se pueden conseguir luces mayores, entre 40 y 60 metros. Las esbelteces están en un intervalo entre 1/16 y 1/15. El canto varía entre 0.8 y 2.6 metros.

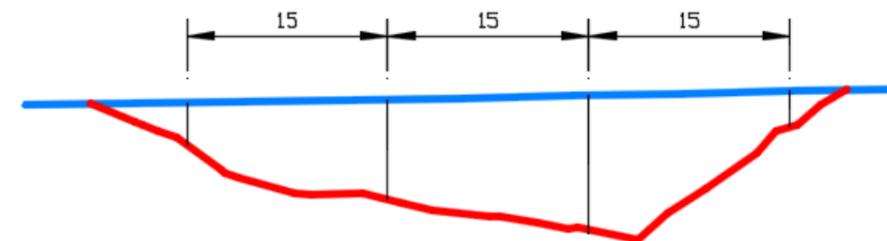
Sin embargo, las vigas doble T suponen un ahorro en material respecto a las artesas, ofreciendo un comportamiento resistente similar excepto a torsión por las dos almas de la artesa. Debido a la limitación del transporte y al ahorro del coste se optó por la solución de vigas en sección doble T de canto normal.

En lo referente a la losa de transición, es un elemento que resulta necesario para generar una transición suave entre el tablero y el terraplén, esto se debe a que la deformabilidad de los terraplenes es mucho mayor que la de los estribos.

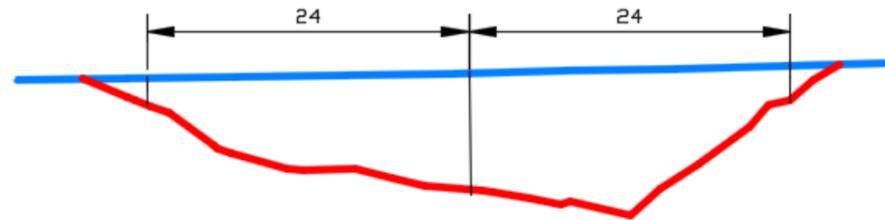
En el trasdós del estribo tiende a producirse un escalón brusco entre las tierras y el muro frontal. Para evitar o minimizar este efecto, además de vigilar cuidadosamente las características y compactación de los rellenos del trasdós, es necesaria la ubicación de la losa de transición, tal y como se puede observar en la siguiente croquis.



Explicado esto, se procede a determinar diferentes soluciones, incluida la solución escogida del puente 1.

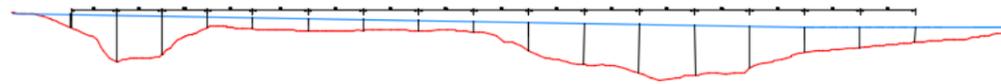


Esta solución se descarta porque la segunda pila queda muy cerca de la cota más baja.



La solución adoptada consta de dos vanos de 24 metros, quedando la única pila alejada de la cota más baja.

Con respecto al puente 2, la solución adoptada será la siguiente:



Los cuatro primeros vanos de 28,1 metros (distancia entre final y comienzo de vigas) y el resto de 34,1 metros. Estando las pilas dispuestas como se ha explicado al principio de este apartado

Proceso constructivo:

A continuación se va a explicar el proceso constructivo que permitirá la construcción del puente. Gracias a la accesibilidad de la maquinaria sobre todo para el vano extremo derecho, se ha decidido construir el puente mediante grúas.

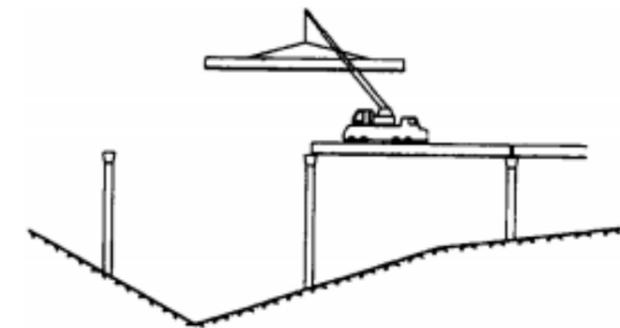
Supone reducciones de plazos y a menudo mayor calidad de los materiales empleados. En las soluciones de vigas prefabricadas de hormigón es decisión de proyecto recurrir a vigas de serie básica o diseñar y fabricar ex profeso para la obra, lo que obliga, para que sea económico, a que hayan muchas vigas iguales. Pero en aquellos casos, la economía de esta solución será enorme, tanto por la producción de las vigas (mayor economía cuantas más vigas haya) como por la puesta en obra.

En primer lugar deberán construirse los apoyos del puente, las pilas y los estribos. Para ello, se preverán los caminos de acceso necesarios para llegar a la zona de colocación de los mismos y de sus cimentaciones.

Debido a la altura que tienen las pilas, se tendrá que recurrir a la ayuda de encofrados deslizantes capaces de configurar una sección de hormigón vertida en el de forma constante y a la misma velocidad que se eleva dicho molde. Los procesos de armado, encofrado, hormigonado y desencofrado son realizados de forma simultánea. Ventajas del sistema de encofrados deslizantes:

- Se realizan de forma simultánea varias operaciones, que en otros métodos deben hacerse de forma sucesiva, lo que supone una reducción del plazo de ejecución.
- Se suprimen tiempos muertos y cuellos de botella en las operaciones.
- Se consigue una gran velocidad de ejecución (hasta 6 m/día), con una muy buena calidad de obra.
- Se logra un gran número de reutilizaciones de los paneles.
- Es posible la construcción de obras de gran altura sin andamiajes, aplicando sistemas de elevación para personal y materiales.
- Economías significativas de mano de obra, al mecanizarse gran parte de las operaciones.
- Continuidad en la ejecución, incluso en tiempo frío, tomando las medidas que garanticen el endurecimiento del hormigón.
- Muy buen acabado de obra, debido al monolitismo, sin juntas frías, y a la uniformidad.

Una vez realizada la cimentación del puente y los apoyos del mismo, se procederá a la colocación de las vigas sobre la pila haciendo uso de una grúa que permita la elevación de la misma hasta la parte superior del elemento de apoyo. Tras esto el montaje se puede realizar con una grúa que se apoya en el ya construido tramo anterior, para montar el tramo siguiente.



2. DIMENSIONAMIENTO

2.1. BASES DE CÁLCULO

2.1.1. NORMATIVA

Se procede a definir la documentación en la que se basan los procedimientos de diseño y posterior verificación de los diferentes elementos que componen el proyecto. A parte de la



legislación en vigor aplicable a este proyecto, también se incluyen manuales y guías de recomendaciones para un correcto cálculo de los esfuerzos en las estructuras y unas pautas en cuanto a órdenes de magnitud de los elementos.

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)

Para dimensionamiento del tablero, las pilas (combinación de acciones), estribos.

- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

Para el tablero

- Prontuario informático de hormigón estructural (EHE-08)

Para tablero y pilas

- Guía de cimentaciones en obras de carretera

Para estribos y cimentaciones (hundimiento, vuelco y deslizamiento)

2.1.2. MATERIALES

Las propiedades de los materiales a utilizar en el proyecto han sido consultadas en las instrucciones y normas recomendadas (EHE-08, EAE-11, IAP-11)

Es de vital importancia diferenciar la clase de exposición a la que está sometida la estructura. Dicha exposición es IIb según la tabla 8.2.2 de la EHE-08 (corrosión de origen diferente a los cloruros) que se da en exteriores en ausencia de estos, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación anual inferior a 600 mm y a una distancia mayor a 5 Km sobre la línea de costa.

Sabido esto ya se pueden definir materiales:

- HP-50/B/20/IIb: Hormigón pretensado, resistencia característica 50 MPa, consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm y ambiente IIb.

- HA-30/B/20/IIb: Hormigón armado, resistencia característica 30 MPa, consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm y ambiente IIb.

- HL-150/B/20: Hormigón de limpieza.

- B-500 S: Barra de acero corrugado soldable de límite elástico 500 MPa.

- Y-1860 S7: Cordón de 7 alambres de acero con carga unitaria máxima no menor a 1860 MPa.

- Neoprenos: Material elastómero con chapas de acero (resistencia a grandes esfuerzos) embebidas en él que transmite las cargas del tablero a las pilas o estribos. Material obtenido del catálogo CTT Elastomeric Bearing.

2.1.3. ACCIONES

Para el análisis de la cimentación, pila, tablero y estribos se consideran acciones características prescritas en la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11), editada por el Ministerio de Fomento en 2011. Dicha instrucción adopta la clasificación de las acciones atendiendo a su variación en el tiempo:

- Acciones permanentes de valor constante (G).

- Acciones permanentes de valor no constante (G*).

- Acciones variables (Q).

- Acciones accidentales (A).

2.1.3.1. ACCIONES PERMANENTES DE VALOR CONSTANTE (G)

Las acciones permanentes son producidas por el peso de los elementos que conforman en puente. Se clasifican en peso propio y cargas muertas.

2.1.3.1.1. PESO PROPIO

El peso propio es la acción que corresponde con el peso de los elementos estructurales que de los que el puente está compuesto, estos son: las vigas, las pilas, los dinteles y la losa.

En este caso el programa CSiBridge calcula automáticamente la distribución de esta carga a partir de la geometría de la estructura por lo que no es necesario calcularla.

2.1.3.1.2. CARGA MUERTA

La carga muerta es la acción que corresponde con el peso de los elementos no estructurales que gravitan sobre los estructurales. En este caso se ha considerado el peso del pavimento y de los pretilos.



Pavimento

Según la IAP-11 hay que considerar dos valores para esta carga:

-Valor inferior ($G_{k,inf}$) que representa el peso de la capa de rodadura diseñada en el proyecto. En este caso, el espesor es de 6 centímetros y el peso específico de la mezcla es de 23 kN/m^3 .

$$G_{k,inf} = 0.06 \times 23 = 1.38 \text{ kN/m}^2$$

-Valor superior ($G_{k,sup}$) que representa el incremento del espesor de la capa de rodadura debido a la posible repavimentación del firme. Este valor supone un incremento del 50% respecto al valor inferior

$$G_{k,inf} = 0.06 \times 23 \times 1.5 = 2.07 \text{ kN/m}^2$$

En el modelo del puente esta carga se introduce como una fuerza de área distribuida en la zona donde estará situado el pavimento.

Pretilles

Se ha considerado la carga de los pretilles de manera lineal y valor de 0.7 KN/m .

2.1.3.1.3. PRETENSADO

La acción del pretensado se considerará de manera interna a las vigas, puesto que se tratan de elementos prefabricados, por lo que dichas acciones se despreciarán para el cálculo del tablero.

2.1.3.2. ACCIONES VARIABLES (Q)

Las acciones variables son las producidas por todas las sobrecargas que puedan afectar a la estructura.

2.1.3.2.1. CARGAS VERTICALES DE VEHÍCULOS

Esta acción corresponde a las fuerzas verticales que los vehículos ejercen sobre el puente.

Para ello, primero hay que definir los carriles virtuales en los que se divide la plataforma del tablero.

TABLA 4.1-a DEFINICIÓN DE LOS CARRILES VIRTUALES

ANCHURA DE LA PLATAFORMA (w)	NÚMERO DE CARRILES VIRTUALES (n_i)	ANCHURA DEL CARRIL VIRTUAL (w_i)	ANCHURA DEL ÁREA REMANENTE
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_i = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_i = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$w \geq 6 \text{ m}$	$n_i = \text{ent}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3n_i$

A partir de la tabla 4.1-a de la IAP-11 y teniendo en cuenta que el pavimento de la carretera que discurre sobre el puente tiene 9 metros de ancho se obtienen 3 carriles virtuales de 3 metros de ancho sin área remanente, el carril 1 se sitúa en la parte derecha de la plataforma del tablero, el carril 2 en el centro y el carril 3 a la izquierda.

Una vez definidos los carriles verticales hay que asignarles sus correspondientes cargas a cada uno de ellos. La IAP-11 considera una carga puntual, que representa un vehículo pesado, y una carga uniformemente distribuida sobre cada carril con los siguientes valores. Las cargas puntuales pueden actuar en cualquier posición en su carril, mientras que la sobrecarga uniforme actúa permanentemente en su carril:

TABLA 4.1-b VALOR CARACTERÍSTICO DE LA SOBRECARGA DE USO

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO $2Q_k$ [kN]	SOBRECARGA UNIFORME q_k (ó q_v) [kN/m ²]
Carril virtual 1	2 · 300	9,0
Carril virtual 2	2 · 200	2,5
Carril virtual 3	2 · 100	2,5

La IAP-11 también define una distribución de que cada rueda ejerce sobre la estructura, sin embargo al no ser necesario hacer comprobaciones locales no se tienen en cuenta.

En el modelo del puente esta carga se introduce creando los 3 carriles virtuales y asignándole a cada uno de ellos su respectivo vehículo.

2.1.3.2.2. FRENADO Y ARRANQUE

Esta acción corresponde a la fuerza longitudinal que los vehículos ejercen sobre la carretera al frenar o arrancar.

La IAP-11 indica que, aunque los carriles sean de sentido opuesto se ha de considerar que sean de sentido único. Como este último caso es el que genera una situación más desfavorable ante momentos en eje transversal, solo se tendrá en cuenta este caso.



Para determinar este valor se considera una fuerza que es la fracción de la carga vertical sobre cada carril según la expresión:

$$Q_{lk} = 0.6 \times 2 \times Q_{1k} + 0.1 \times q_{1k} \times w_1 \times L$$

Puente 1

En este caso la distancia máxima entre juntas contiguas es de 48 metros, por tanto:

$$Q_{lk} = 0.6 \times 2 \times 300 + 0.1 \times 9 \times 3 \times 48 = 489.6 \text{ kN}$$

Por lo tanto:

$$Q = 489.6 \times 3 \times \frac{1}{48} = 30.6 \text{ kN/m}$$

Puente 2

En este caso la distancia máxima entre juntas contiguas es de 136.4 metros, por tanto:

$$Q_{lk} = 0.6 \times 2 \times 300 + 0.1 \times 9 \times 3 \times 136.4 = 728.28 \text{ kN}$$

En el modelo del puente esta carga se supone de distribuida a lo largo de la directriz del puente, además debido a que hay 3 carriles virtuales el valor se multiplica por, por tanto:

$$Q = 728.28 \times 3 \times \frac{1}{522} = 4.185 \text{ kN/m}$$

2.1.3.2.3. FUERZA CENTRÍFUGA

Esta acción corresponde a la fuerza transversal que los vehículos ejercen sobre la carretera al pasar una curva. Su valor se determina mediante una de las siguientes expresiones:

$$Q_{tk} = 0.2 Q_v \quad \text{si } r < 200 \text{ m}$$

$$Q_{tk} = 40 \frac{Q_v}{r} \quad \text{si } 200 \text{ m} < r < 1500 \text{ m}$$

$$Q_{tk} = 0 \quad \text{si } r > 1500 \text{ m}$$

Como es lógico esta fuerza solo influye al puente 2. Como la curva tiene un radio de 170 metros:

$$Q_{tk} = 0.2 Q_v = 0.2 \times 1200 = 240 \text{ kN}$$

En el modelo del puente esta carga se sitúa en el centro de la curva con dirección transversal a la directriz de la carretera

2.1.3.2.4. FUERZA DE DERRAPE

Esta acción corresponde a la fuerza transversal que los vehículos ejercen sobre la carretera mientras derrapan al tomar una curva (solo existente en puente 2). Su valor es un 25% del valor de la fuerza de frenado y arranque:

$$Q_{trk} = 0.25 \times 4.185 = 1.046 \text{ kN/m}$$

En el modelo del puente esta carga está distribuida a lo largo de la directriz de la carretera con dirección transversal a ella.

2.1.3.2.5. VIENTO

Velocidad básica del viento: para la obtención de la velocidad básica del tiempo tendremos que obtener para un periodo de retorno de 100 años, para ello aplicaremos las siguientes formulas:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

Donde: $v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$; $c_{dir} = 1$, $c_{season} = 1$

Con lo que: $v_b(50 \text{ años}) = 26 \text{ m/s}$.

Ahora pasaremos a corregir este valor para obtener el viento para un periodo de retorno de 100 años.

$$v_b(T) = v_b \cdot c_{prob}$$

Donde: $c_{prob} = 1.04$

Con lo que: $v_b(100) = 27.04 \text{ m/s}$



FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $v_{b,0}$
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

Velocidad media del viento: para la obtención media del viento se corregirá la velocidad básica para, según a qué altura actúe (en este caso consideraremos las dos alturas máximas de pilas, 6,9 y 28,75 metros respectivamente) y la topografía del terreno.

Por lo tanto dichas velocidades serán:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b(T)$$

Donde:

$c_0 = 1.1$ (Situación en un valle)

$c_r(z)$, depende de la topografía de la zona, que deducimos que es tipo II y $z > z_{min}$.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ para } z \geq z_{min}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \text{ para } z < z_{min}$$

TABLA 4.2-b COEFICIENTES k_r , z_0 , Y z_{min} SEGÚN EL TIPO DE ENTORNO

TIPO DE ENTORNO	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
0	0,156	0,003	1
I	0,170	0,01	1
II	0,190	0,05	2
III	0,216	0,30	5
IV	0,235	1,00	10

Así que:

$$c_r(6,9) = 0,9361782; \quad c_r(28,75) = 1,2073303$$

$$v_m(6,9) = 27,845 \text{ m/s}; \quad v_m(28,75) = 35,91 \text{ m/s}$$

Empuje del viento: para analizar el empuje sobre el puente se analizara por separado tanto el talero como las pilas, en las que se tendrán en cuenta las áreas de referencia sobre las que empuja el viento, la formula a aplicar será la siguiente:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T) \right] \cdot c_e(z) \cdot c_f \cdot A_{ref}$$

Siendo:

F_w : Empuje horizontal del viento en N .

$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T)$: Presión de la velocidad básica del viento, q_b , en N/m^2 .

ρ : Densidad del aire, que se tomará igual a 1.25 kg/m^3 .

$v_b(T)$: Velocidad básica del viento en m/s , para un periodo de retorno T .

c_f : Coeficiente de fuerza del elemento considerado.

A_{ref} : Área de referencia que se obtendrá como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la dirección del viento m^2 .

$c_e(z)$: Coeficiente de exposición en función de la altura z calculado según la fórmula siguiente:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot \left[c_0^2 \cdot \ln^2\left(\frac{z}{z_0}\right) + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right]$$



Tablero

Para la obtención del empuje sobre el tablero se sacaran dos valores para los dos puentes, y para el cálculo del área de referencia se le añadirá dos metros extra al canto del tablero para quedarnos del lado de la seguridad, siendo que:

$$c_e(6,9) = 2,4301$$

$$c_e(28,75) = 3,53$$

$$A_{ref}(L = 48 m) = 48 \cdot 4,01 = 192,48m^2$$

$$A_{ref}(L = 522 m) = 522 \cdot 4,01 = 2093,22m^2$$

$$c_f = 1,65 \text{ (para ambos casos)}$$

$$F_w(6, 9) = 325, 685kN$$

$$F_w(28, 75) = 5571, 433kN$$

Si esto lo dividimos por sus longitudes de puente tendremos su empuje por metro lineal, siendo estos:

$$F_w(6, 9) = 6, 785 kN/m; \quad F_w(28, 75) = 10, 673 kN/m$$

Pilas

Para la obtención del empuje sobre las pilas se hará el mismo procedimiento que con el tablero solo que el punto de aplicación será el punto medio de las pilas, además se considerara la actuación sobre la cara más desfavorable de las pilas (b=4 metros).

$$c_e(3, 45) = 1, 96$$

$$c_e(14, 375) = 2, 9736$$

$$A_{ref}(L = 48m) = 6, 9 \cdot 4 = 27, 6m^2$$

$$A_{ref}(L = 522m) = 28, 75 \cdot 4 = 115m^2$$

$$c_f = 1, 65 \text{ (paraamboscasos)}$$

$$F_w(3, 45) = 40, 789kN$$

$$F_w(14, 375) = 257,844kN$$

Si esto lo dividimos por sus longitudes de pila tendremos su empuje por metro lineal, siendo estos:

$$F_w(3, 45) = 5, 911 kN/m; \quad F_w(14, 375) = 8, 968 kN/m$$

Dirección del viento: la dirección del viento que se considerara como más desfavorable es aquella que da perpendicularmente al canto del tablero.

Empuje vertical sobre el tablero:

$$F_{w,z} = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T) \right] \cdot c_e(z) \cdot c_{f,z} \cdot A_{ref,z}$$

Donde:

$F_{w,z}$: Empuje horizontal del viento en N .

$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T)$: Presión de la velocidad básica del viento, de forma análoga al mencionado anteriormente.

$c_e(z)$: Coeficiente de exposición, definido en el apartado 4.2.3

c_f : Coeficiente de fuerza en la dirección vertical z , que se tomará de valor igual a ± 0.9 .

A_{ref} : Área en planta del tablero en m^2 .

Con los procesos anteriores llegamos a la solución de que:

$$F_w(6,9) = 879,514 kN; \quad F_w(28,75) = 13893,848 kN$$

Si los dividimos por la longitud total del tablero obtendremos su distribución por metro lineal, que será:

$$F_w(6,9) = 18,323 kN/m; \quad F_w(28,75) = 26,616 kN/m$$

Momento de vuelco sobre el tablero: dicho momento no se tendrá en cuenta en el cálculo puesto que al tratarse de un puente de vigas es improbable que este fenómeno suceda en este tipo de puentes.

Empuje provocado por el viento longitudinal: se considera dicho viento como un 25 por cien del viento transversal sobre el tablero, dicho valor será:

$$F_{w,y}(6,9) = 1,696 kN/m; \quad F_{w,y}(28,75) = 2,668 kN/m$$

Efectos aeroelásticos: no será necesario la comprobación de estos efectos ya que cumplen simultáneamente las tres exigencias que se piden para despreciar su efecto.

2.1.3.2.6. ACCIÓN TÉRMICA

Para tener en cuenta esta acción, la normativa distingue varios tipos de tableros entre los cuales el definido en este proyecto forma parte del tipo 3 (tablero de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones).

Al igual que pasaba con el viento, para determinar la componente uniforme de la temperatura para un periodo de retorno de 100 años, será necesario previamente realizar el cálculo de ésta para un periodo de retorno de 50 años. El valor de la temperatura máxima se obtendrá del mapa de isotermas y la temperatura mínima a partir de la zona en la que se encuentra el municipio:

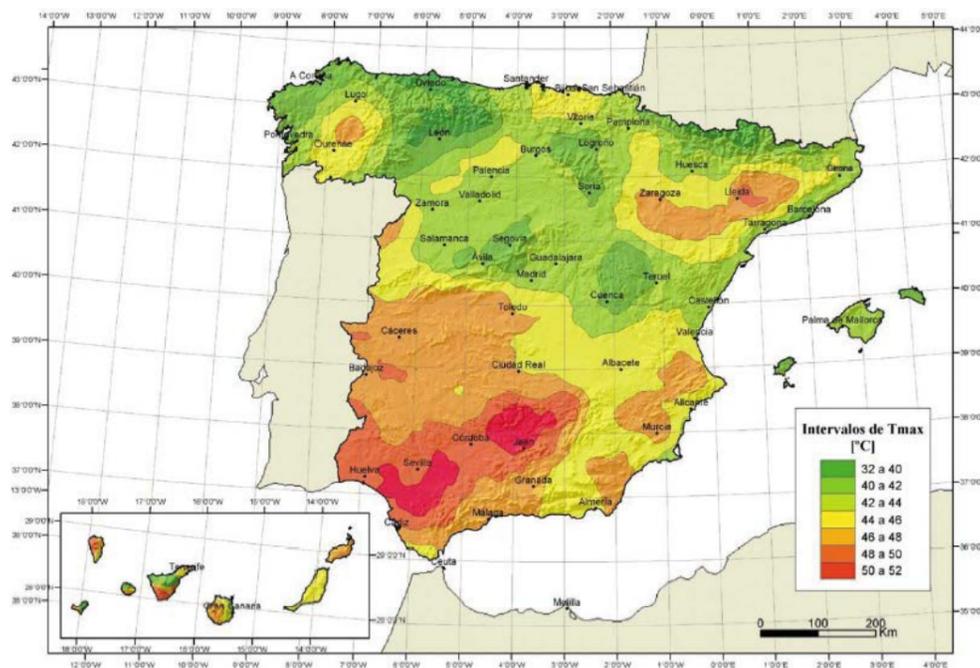


FIGURA 4.3-a ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [°C]
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

Como se puede observar, el rango de temperaturas máximas del aire del municipio de Figueroles puede encontrarse entre los 40°C y 42°C. Para realizar los cálculos para un periodo de retorno de 100 años, se van a tomar los 42°C con el fin de coger la situación de máximas temperaturas.



FIGURA 4.3-b ZONAS CLIMÁTICAS DE INVIERNO
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

Junto a esta figura aparece una tabla (tabla 4.3-a) que muestra cual es la temperatura mínima de un lugar en función de su altitud y de la zona en la que se encuentra en el mapa anterior. Figueroles se sitúa a una altitud de 370 metros (en la tabla 400) perteneciendo a la zona 5. A partir de los datos que se obtienen en la tabla, se ha tomado como temperatura mínima -11°C.

La temperatura máxima y mínima para un periodo de retorno de 100 años sería:

$$T_{max,p} = T_{max} \{k_1 - k_2 \ln [-\ln (1 - p)]\}$$

$$T_{min,p} = T_{min} \{k_3 + k_4 \ln [-\ln (1 - p)]\}$$

Siendo p el inverso del periodo de retorno y considerando para los coeficientes los valores:

$$k_1 = 0,781; k_2 = 0,056; k_3 = 0,393; k_4 = -0,156;$$

Por lo tanto, las temperaturas resultan:

$$T_{máx}, = 43,62^\circ\text{C}$$

$$T_{mín}, = -12,21^\circ\text{C}$$

La componente uniforme de temperatura se determinará de la siguiente manera:



$$T_{e,min} = T_{min} + \Delta T_{e,min}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + \Delta T_{e,max}$$

TABLA 4.3-b VALORES DE $\Delta T_{e,min}$ Y $\Delta T_{e,max}$ PARA EL CÁLCULO DE LA COMPONENTE UNIFORME DE TEMPERATURA

TIPO DE TABLERO	$\Delta T_{e,min}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	-3	+16
Tipo 2: Tablero mixto	+4	+4
Tipo 3: Tablero de hormigón	+8	+2

Con lo cual:

$$T_{e,min} = -12,21 + 8 = -4,21^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = 43,62 + 2 = 45,62^\circ\text{C}$$

La temperatura media será: $(45,62 - (-4,21))/2 = 24,915^\circ\text{C}$

La deformación que se producirá por este incremento será:

$$\delta = \alpha \cdot T \cdot L = (10 \cdot 10^{-6}) \cdot 24,915 \cdot 48 = 0,012 \text{ m}$$

2.1.3.2.7. NIEVE

Esta carga se supondrá aplicada en un terreno horizontal con un valor igual a:

$$q_k = 0,8 s_k$$

TABLA 4.4-a SOBRECARGA DE NIEVE EN UN TERRENO HORIZONTAL, s_k [kN/m²] (Coincide con la tabla correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)							
ALTITUD [M]	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2200	-	8,0	-	-	-	-	-

Por lo que la sobrecarga de nieve aplicada al tablero es finalmente de 0,32 kN/m².

2.1.3.2.8. ACCIDENTALES

Este tipo de acciones no se tendrán en cuenta ya que no hay circulación bajo el puente y es muy poco probable que haya algún tipo de impacto sobre la estructura.

Finalmente, en lo referente a las acciones sísmicas, simplemente comentar que Figueroles se encuentra en una zona muy estable, fuera de núcleos con actividad sísmica, por lo tanto no se considera esta acción.

2.1.4. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

La combinación de acciones se va a realizar en base a la IAP-11. La comprobación a realizar para estado límite último será de agotamiento. Por tanto los coeficientes a utilizar en las combinaciones de acciones son los reflejados en la tabla:



TABLA 6.2-b COEFICIENTES PARCIALES PARA LAS ACCIONES γ_F (PARA LAS COMPROBACIONES RESISTENTES)

ACCION	EFECTO	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0 / 1,35
	Carga muerta	1,0 / 1,35
Permanente de valor no constante (G*)	Pretensado P ₁	1,0 / 1,2 ⁽¹⁾ / 1,3 ⁽²⁾
	Pretensado P ₂	1,0 / 1,35
	Otras presolicitaciones	1,0 / 1,0
	Reológicas	1,0 / 1,35
	Empuje del terreno	1,0 / 1,5
	Asientos	0 / 1,2 / 1,35 ⁽³⁾
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0 / 1,35
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0 / 1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0 / 1,5
	Acciones climáticas	0 / 1,5
	Empuje hidrostático	0 / 1,5
	Empuje hidrodinámico	0 / 1,5
	Sobrecargas de construcción	0 / 1,35

Resaltar que en el caso de la carga del pavimento se usará G_{k,inf} ponderado por el $\gamma_G = 1$ cuando el efecto sea favorable utilizando en caso contrario G_{k,sup} ponderado con un $\gamma_G = 1.35$.

La normativa propone tres situaciones de proyecto diferentes de entre las cuales solo se va a realizar la comprobación en situación persistente o transitoria ya que Figueroles no se encuentra en una zona sísmica y por tanto no se va a realizar dicha comprobación.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} \cdot G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Para el uso de esta expresión, añade además una serie de prescripciones:

- La sobrecarga de uso estará representada, para su combinación con el resto de las acciones, mediante los grupos de cargas definidos en la tabla 4.1-c.
- Cuando se considere el viento transversal sobre el tablero, se considerará la actuación simultánea de la componente vertical del viento y el momento del vuelco correspondiente.

- Cuando se considere el viento longitudinal sobre el tablero, no se tendrá en cuenta la actuación simultánea del viento transversal, ni el empuje vertical, ni el momento de vuelco correspondiente.
- Si se considera la acción del viento como predominante, la sobrecarga de uso no será concomitante.
- Cuando se considere la sobrecarga de uso predominante, se considerará el viento concomitante correspondiente.
- Cuando se considere el grupo de cargas de tráfico gr 2, no actuarán el viento ni la nieve.
- No se considerará la acción simultánea del viento y de la acción térmica.
- La carga de nieve y la sobrecarga no se aplicarán simultáneamente salvo en zonas de alta montaña.

Para las comprobaciones de los estados límite de servicio se tendrán en cuenta las combinaciones frecuente (usadas para la comprobación de la flecha máxima vertical y pretensado), característica (para el pretensado), casi-permanente (fisuración).

- Combinación característica:

$$\sum_{j > 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{m > 1} \gamma_{G,m} \cdot G_{k,m} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j > 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{m > 1} \gamma_{G,m} \cdot G_{k,m} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación casi-permanente:

$$\sum_{j > 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{m > 1} \gamma_{G,m} \cdot G_{k,m} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los coeficientes parciales para este estado límite se tomarán de la tabla:

TABLA 6.2-c COEFICIENTES PARCIALES PARA LAS ACCIONES γ_f (ELS)

ACCIÓN	EFECTO		
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,0
Permanente de valor no constante (G')	Pretensado P_1	0,9 ⁽¹⁾	1,1 ⁽¹⁾
	Pretensado P_2	1,0	1,0
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,0
	Empuje del terreno	1,0	1,0
	Asientos	0	1,0
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,0
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,0
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,0
	Empuje hidrostático	0	1,0
	Empuje hidrodinámico	0	1,0
	Sobrecargas de construcción	0	1,0

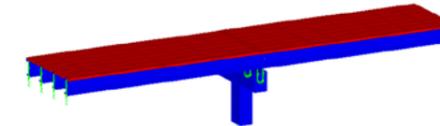
2.2. MODELO DE CÁLCULO

A continuación se indica el proceso seguido para el cálculo del puente:

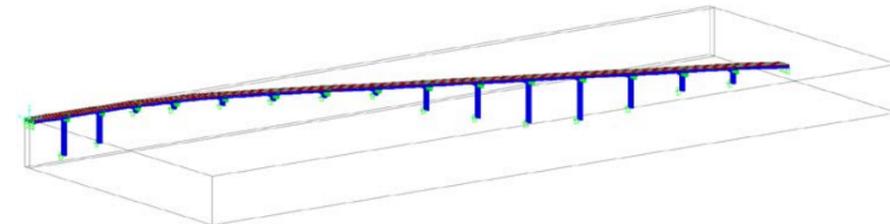
- Predimensionamiento de la sección: Definido el ancho de la plataforma necesaria para la correcta movilidad de los vehículos, se han definido las restantes dimensiones mediante una estimación de los valores a partir de los datos más habituales para la mencionada sección, y la longitud de vano de cálculo.

- Creación del modelo: La modelización de la estructura se ha realizado mediante un programa informático, CSiBridge. El modelo ha consistido en una plataforma apoyada en sus puntos correspondientes a estribos y pila, siendo ésta la directriz del puente. El modelo posee los valores de área, material e inercia de la sección real.

Alzado puente 1

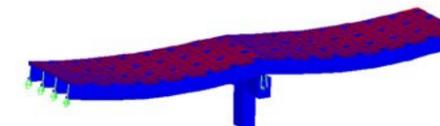


Alzado puente 2



- Aplicación de cargas y acciones: Una vez se ha definido el modelo se ha procedido a la aplicación de todas las cargas y a las posteriores combinaciones citadas en apartados anteriores y afectadas por sus respectivos coeficientes. Posteriormente se han obtenido las envolventes para cada combinación.

Deformada puente 1



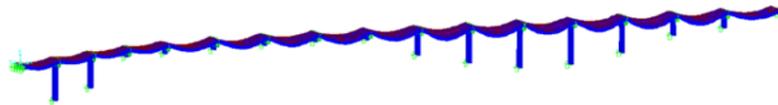
Los factores de simultaneidad son los mismos tanto para ELU como para ELS y se tomarán de la tabla:

TABLA 6.1-a FACTORES DE SIMULTANEIDAD ψ

ACCIÓN	ψ_0	ψ_1	ψ_2		
Sobrecarga de uso	gr 1, Cargas verticales	Vehículos pesados	0,75	0,75	0
		Sobrecarga uniforme	0,4	0,4	0 / 0,2 ⁽¹⁾
		Carga en aceras	0,4	0,4	0
	gr 2, Fuerzas horizontales	0	0	0	
	gr 3, Peatones	0	0	0	
	gr 4, Aglomeraciones	0	0	0	
Viento	F_{wk}	En situación persistente	0,6	0,2	0
		En construcción	0,8	0	0
		En pasarelas	0,3	0,2	0
Acción térmica	T_k	0,6	0,6	0,5	
Nieve	$Q_{Sn,k}$	0,8	0	0	
Acción del agua	W_k	Empuje hidrostático	1,0	1,0	1,0
		Empuje hidrodinámico	1,0	1,0	1,0
Sobrecargas de construcción	Q_c	1,0	0	1,0	



Deformada puente 2



- Dimensionamiento del tablero: Se ha realizado una comprobación de ELS y se han dimensionado las armaduras para ELU más desfavorable. Las comprobaciones a realizar se corresponden al desplazamiento vertical, al momento último a resistir por la armadura activa, dimensionamiento a cortante de la sección y dimensionamiento a flexión transversal de los voladizos.
- Dimensionamiento de los apoyos: Una vez dimensionado el tablero, se procede al dimensionamiento de los apoyos de neopreno zunchado, para, por un lado, permitir las deformaciones impuestas sin que éstas afecten de manera sustancial a las pilas y estribos, y por otro, transmitir las cargas a sus elementos estructurales inferiores para que estos las transmitan a las cimentaciones.
- Dimensionamiento de las pilas: Se han dimensionado para la combinación de acciones más desfavorables.
- Dimensionamiento de la cimentación teniendo en cuenta los esfuerzos que recibe la pila.
- Dimensionamiento de estribos y sus respectivas cimentaciones.

2.2.1. PROGRAMAS UTILIZADOS

- **CSiBridge**: Aplicación totalmente independiente que integra las capacidades de modelación, análisis y dimensionamiento de estructuras de puentes en un único modelo.

Incluye un algoritmo interno que soporta la modelación basada en la definición paramétrica de los varios elementos estructurales del puente (estribos, aparatos de apoyo, sección del tablero, geometría en planta y alzado, pilares, entre otros), permitiendo generar y actualizar el modelo, a cada momento, con elementos de barra, concha o sólido. Esta filosofía revolucionaria permite optimizar el tiempo de modelación de la estructura y hace del CSiBridge el software más versátil y productivo actualmente disponible en el mercado.

El programa está preparado para la generación de modelos con geometrías complejas y diversos tipos de cargas y análisis. Permite definir rápidamente vehículos y caminos de carga e incluir los efectos del ancho (consideración automática de la distribución transversal de cargas).

Dicho programa realiza, analiza y comprueba puentes de vigas de hormigón armado y pretensado de varias geometrías parametrizables, puentes mixtos, puentes atirantados, puentes colgantes, puentes en arco...

- **Cype**: Este software está desarrollado por CYPE Ingenieros y realiza diversas tareas compatibles con distintas profesiones como son la Ingeniería, Arquitectura o Construcción, abarcando diferentes áreas como pueden ser el diseño y cálculo de estructuras, diseño y cálculo de instalaciones y gestión de obras y documentación de proyectos. Para ello, el propio programa recoge las diversas normativas y recomendaciones que son aplicadas en cada país en el que está disponible el software. En este caso, resulta de interés las normas y recomendaciones vigentes en España, como pueden ser la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) o los Eurocódigos estructurales.

La amplitud de aplicación de este software en el ámbito de las estructuras es extensa, desde cálculos de elementos de hormigón (pilares, vigas, forjados, etc.), con sus respectivos armados, hasta estructuras completas de hormigón o metálicas.

Los usos principales que se le han dado a este programa para el presente proyecto son el diseño y cálculo de muros y estribos. En este último caso, se han considerado ciertas simplificaciones para validar los cálculos realizados con la realidad física de los elementos proyectados. Como se ha mencionado anteriormente, el propio software realiza las comprobaciones necesarias y exigidas por la normativa elegida y, además, añade algunas propuestas recomendadas por la experiencia de la empresa creadora del programa y que están avaladas por la praxis.

- **Prontuario informático del hormigón estructural (EHE-08)**: Se trata de un software desarrollado por el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (**IECA**), que permite la realización de cálculos basándose en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08.

Algunas de sus aplicaciones son: comprobación y diseño de secciones, características de los materiales, cálculos sobre estados límite, entre otras.

En la práctica, se ha utilizado este programa para el diseño y comprobación del armado en las secciones de los diversos elementos de hormigón proyectados, fundamentalmente: pilas, losa de compresión del tablero, zapatas y vigas prefabricadas. El software es capaz de recomendar cuantías de armado en función de los esfuerzos a los cuales está sometida la sección.

- **Microsoft Excel**: Para realizar los cálculos que no se han podido determinar mediante software específico, como los anteriormente mencionados, se ha recurrido al programa Excel desarrollado por Microsoft. Se trata de un programa de hojas de cálculo, en el que la información o los datos se introducen en tablas o forma matricial en las diferentes



celdas. Es posible simplificar cálculos e incluso automatizarlos introduciendo las funciones u operaciones a realizar en las celdas.

De este modo, se han realizado cálculos de las combinaciones de acciones, pretensado de las vigas prefabricadas, etc....

- **AutoCad**: Es un software CAD utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, en que **Auto** hace referencia a la empresa creadora del software y **CAD** a Diseño Asistido por Computadora (por sus siglas en inglés "ComputerAidedDesign"), teniendo su primera aparición en 1982. AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros. En definitiva, un generador de planos mediante los comandos introducidos por el usuario.

2.3. DIMENSIONAMIENTO (CÁLCULOS)

Se van a exponer los resultados obtenidos mediante el uso de diferentes programas informáticos para cada elemento.

Para poder realizar todos los cálculos, comprobaciones y dimensionamientos, se han tomado de la base de la pila las reacciones obtenidas del CSiBridge separadas por casos y las hemos combinado según tres combinaciones en ELU y otras tantas en ELS, resultando lo siguiente:

- Primera combinación en ELU: Variable predominante las sobrecargas de uso verticales.

$$1,35 * \text{Permanentes} + 1,35 * \text{Vehículos} + 1,5 * 0,6 * \text{Viento}$$

- Segunda combinación en ELU: Variable predominante las sobrecargas de uso horizontales.

Puente 1

$$1,35 * \text{Permanentes} + 1,35 * 0,75 * \text{Vehículos} + 1,35 * \text{Frenado}$$

Puente 2

$$1,35 * \text{Permanentes} + 1,35 * 0,75 * \text{Vehículos} + 1,35 * \text{Frenado} + 1,35 * \text{Derrape} + 1,35 * \text{Centrífuga}$$

- Tercera combinación en ELU: Variable predominante el viento.

$$1,35 * \text{Permanentes} + 1,5 * \text{Viento}$$

- Primera combinación en ELS: Característica.

$$1 * \text{Permanentes} + 1 * \text{Vehículos}$$

- Segunda combinación en ELS: Frecuente.

$$1 * \text{Permanentes} + 0,75 * \text{Vehículos}$$

- Tercera combinación en ELS: Cuasi-permanente.

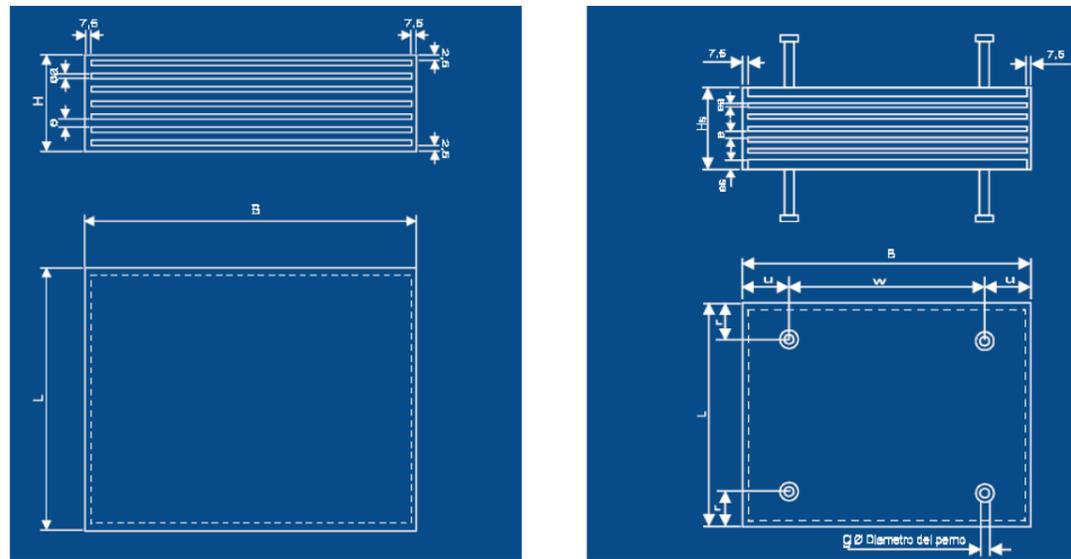
$$1 * \text{Permanentes}$$

2.3.1. NEOPRENO

Tras obtener los esfuerzos que el tablero transmitirá a la pila, se procede con el dimensionamiento de los neoprenos, que deberán ser capaces de absorber casi la totalidad de los desplazamientos y giros que el tablero ejerce sobre ellos, para intentar minorar dichos efectos sobre los elementos inferiores (pilas y estribos)

Los neoprenos han sido seleccionados del catálogo CTT ElastomericBearing de VSL, donde existe una amplia variedad de apoyos rectangulares tipo B y BS. Dichos neoprenos, posteriormente se dimensionan, según las características de la estructura, para que su función sea lo más eficiente posible.





Para simplificar el comportamiento del neopreno, se ha dimensionado tomando un desplazamiento de 0,6mm/m, medidos desde el eje central del tablero en el perfil longitudinal.

Puente 1

Dicho esto, el desplazamiento máximo que sufrirá el puente será en los estribos, donde la longitud a considerar será de 24 metros.

$$D = 0,6\text{mm/m} * 24\text{m} = 14,4 \text{ mm}$$

Obtenido este valor, se consulta en el catálogo CTT ElastomericBearing para escoger el neopreno capaz de absorber dicho desplazamiento correspondiente a los estribos. Para la pila se cogera el mismo por simplificar el trabajo y evitar posible errores.

El neopreno seleccionado será rectangular tipo B (300x400x30), cuyo desplazamiento máximo, según el catálogo, es de 14,7 mm, ya que es un desplazamiento superior al que ha sido calculado, cumpliendo así con las necesidades del tablero.

Seguidamente y para poder introducirlo en el programa informático para obtener datos realistas sobre las acciones sufridas por los elementos inferiores (pilas, estribos t cimentaciones), se necesita obtener la rigidez (k) de dicho neopreno :

$$K = (G * A * B) / T$$

Siendo en este caso:

$$G = 10 \text{ Kp/cm}^2$$

$$A * B = (\text{área en cm}^2) = 30 * 40 = 1200\text{cm}^2$$

$$T = (\text{espesor del elastómero}) = 2,1\text{cm}$$

Por lo tanto:

$$K = 5714,285 \text{ Kp/cm}$$

Puente 2

Para el desplazamiento máximo la longitud a considerar será de lamitad de cuatro vanos de 34,1 (68,2 metros)

$$D = 0,6\text{mm/m} * 68,2\text{m} = 40,92 \text{ mm}$$

Obtenido este valor, se consulta en el catálogo CTT ElastomericBearing para escoger el neopreno capaz de absorber dicho desplazamiento y se colocarán en todas las pilas y estribos para simplificar el trabajo.

El neopreno seleccionado será rectangular tipo B (400x500x84), cuyo desplazamiento máximo, según el catálogo, es de 42mm, ya que es un desplazamiento superior al que ha sido calculado, cumpliendo así con las necesidades del tablero.

Seguidamente y para poder introducirlo en el programa informático para obtener datos realistas sobre las acciones sufridas por los elementos inferiores (pilas, estribos t cimentaciones), se necesita obtener la rigidez (k) de dicho neopreno :

$$K = (G * A * B) / T$$

Siendo en este caso:

$$G = 10 \text{ Kp/cm}^2$$

$$A * B = (\text{área en cm}^2) = 40 * 50 = 2000 \text{ cm}^2$$

$$T = (\text{espesor del elastómero}) = 6 \text{ cm}$$

Por lo tanto:

$$K = 3333.333 \text{ Kp/cm}$$

2.3.2. PILAS

El puente, conjunto de dintel, más pilas más estribos, está sometido a un gran conjunto de cargas. En primer lugar las cargas permanentes y las sobrecargas de utilización que son eminentemente verticales, salvo la fuerza de frenado que es horizontal y más pequeña que la vertical.

En segundo lugar, el viento, que actúa sobre el dintel, pilas y sobrecarga que produce un efecto eminentemente horizontal.



En tercer lugar, tenemos las deformaciones impuestas al dintel por las variaciones de temperatura, fluencia y retracción del hormigón.

La respuesta del puente ante este conjunto de acciones depende de las características geométricas y mecánicas del dintel, pilas, estribos y cimientos así como de las características de las vinculaciones que existen entre diferentes partes. Los aparatos de apoyo tienen como misión controlar las deformaciones que el dintel transmite a la pila y viceversa, de manera que se eliminan o se pueden eliminar, si interesa, determinados esfuerzos que provienen de la compatibilidad de las deformaciones entre los distintos elementos.

El apoyo, una articulación en nuestro caso, filtra los esfuerzos de flexión en la pila al eliminar la compatibilidad de giros entre pila y dintel. Ciertamente no los elimina totalmente pues una articulación perfecta no existe, pero los reduce a valores prácticamente despreciables. El aparato de apoyo también tiene, de cara a la actuación de las cargas verticales, el papel de fijar el punto de paso de la carga a la pila. Otro papel fundamental de los aparatos de los neoprenos lo encontramos cuando tratamos con las deformaciones impuestas por las variaciones de temperatura, la fluencia y la retracción. Ante estas solicitaciones el dintel experimenta deformaciones que dan lugar a corrimientos en la pila. Los puntos del dintel que están en contacto con la pila arrastrarán o no a ésta, se realizará un estudio de la capacidad resistente de la pila a tal efecto.

Para dimensionar la pila, el criterio que se ha seguido ha sido coger el momento máximo en cada una de las direcciones de la base de la pila, ya que es donde mayor momento se genera.

Por otro lado, según la EHE-08, en soportes aislados, los efectos de segundo orden pueden despreciarse si la esbeltez mecánica es inferior a una esbeltez límite asociada a una pérdida de capacidad portante del soporte del 10% respecto de un soporte no esbelto. La esbeltez límite inferior puede aproximarse por la siguiente expresión:

$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{v} \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} + 3,4 \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

Donde:

v = Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v = \frac{N_d}{(A_c \cdot f_{cd})}$$

e₂= Excentricidad de primer orden en el extremo del soporte con mayor momento, considerada positiva.

e₁= Excentricidad de primer orden en el extremo del soporte con menor momento, positiva si tiene el mismo signo que e₂

En estructuras traslacionales se tomará e₁/e₂ igual a 1,0.

h = Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

C = Coeficiente que depende de la disposición de las armaduras cuyos valores son:

0,24 para armadura simétrica en dos caras opuestas en el plano de flexión.

0,20 para armadura igual en las cuatro caras.

0,16 para armadura simétrica en las caras laterales.

A continuación se exponen las reacciones en base de pila obtenidos:

Pila puente 1

TABLE: Joint Reactions								
CASO	TIPO DE CARGA	StepType	F1(X)	F2(Y)	F3(Z)	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA A	PESOPROPIO	LinStatic	4311,481	8,218E-09	-11,053	8,013E-10	220,4853	1,634E-07
PILA A	MUERTA+	LinStatic	891,373	-4,429E-10	4,531E-09	7,635E-11	-1,934E-08	2,162E-08
PILA A	VEHICULOS +	LinMoving	2214,359	50,531	42,455	48,2415	1012,758	1228,6064
PILA A	VEHICULOS -	LinMoving	-0,0007433	-17,617	-42,458	-48,2437	-1012,9146	-3500,1264
PILA A	VIENTO DER	LinStatic	-0,001722	157,323	-1,484E-10	-1,152E-07	-1,218E-09	1401,3912
PILA A	VIENTO IZQ	LinStatic	-0,001722	-157,323	1,027E-10	1,151E-07	1,408E-09	-1401,3912
PILA A	FRENADO	LinStatic	2,977E-08	-2,962E-09	-695,721	-4,049E-08	2931,3796	5,821E-08

Pilas puente 2

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 1	PESOPROPIO	LinStatic	7938,226	2,544	-1,508	-1,0131	9,521	97,643
PILA 1	MUERTA+	LinStatic	591,991	-7,583	-0,442	0,5948	3,8456	450,8356
PILA 1	VEHICULOS+	LinMoving	2391,464	72,144	79,903	72,3895	378,429	1298,3675
PILA 1	VEHICULOS-	LinMoving	-6,103	-41,413	-77,208	-57,0607	-446,1462	-3734,7766
PILA 1	VIENTO DER	LinStatic	0,249	209,783	-1,119	1,3384	16,4664	5712,0183
PILA 1	VIENTO IZQ	LinStatic	-0,263	-209,43	1,109	-1,0537	-16,3218	-5701,756
PILA 1	FRENADO	LinStatic	-12,538	1,002	-64,229	0,092	915,8612	28,0097
PILA 1	CENTRIFUGA	LinStatic	-0,018	-0,072	-0,097	-0,0952	1,3822	-1,9716
PILA 1	DERRAPE	LinStatic	0,05	4,584	0,126	-3,5625	-1,7702	127,5021



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN)



ALTERNATIVA CENTRO.

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 2	PESOPROPIO	LinStatic	7255,313	-5,824	-0,428	-7,256	-1,3108	266,2009
PILA 2	MUERTA+	LinStatic	588,993	-7,01	0,588	0,0139	-0,9016	556,5012
PILA 2	VEHICULOS	LinMoving	2403,887	65,736	77,238	68,2558	224,6268	1773,8986
PILA 2	VEHICULOS	LinMoving	-6,005	-43,94	-84,816	-67,7561	-182,6722	-5423,4969
PILA 2	VIENTO DER	LinStatic	1,689	240,625	0,326	12,52	2,7437	5515,8236
PILA 2	VIENTO IZQ	LinStatic	-1,704	-240,771	-0,39	-11,9563	-2,0241	-5521,2216
PILA 2	FRENADO	LinStatic	7,198	1,441	-84,85	0,3066	1020,3493	39,7726
PILA 2	CENTRIFUGA	LinStatic	0,018	0,113	-0,126	-0,1478	1,5354	2,9791
PILA 2	DERRAPE	LinStatic	0,095	12,712	0,269	-3,3232	-2,8278	289,9917

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 3	PESOPROPIO	LinStatic	4699,747	-0,666	0,224	3,7355	-62,372	681,5347
PILA 3	MUERTA+	LinStatic	587,805	5,131	0,316	2,049	-19,3224	804,8679
PILA 3	VEHICULOS+	LinMoving	2391,953	16,947	36,745	93,7347	3643,2625	2630,3452
PILA 3	VEHICULOS-	LinMoving	-6,026	-38,905	-51,5	-80,6528	-2822,7426	-8200,4277
PILA 3	VIENTO DER	LinStatic	0,144	305,016	30,166	19,1916	-109,1525	1864,1279
PILA 3	VIENTO IZQ	LinStatic	-0,105	-307,128	-30,459	-18,1123	110,5372	-1876,5316
PILA 3	FRENADO	LinStatic	12,408	15,017	-159,522	0,8123	464,0045	91,8779
PILA 3	CENTRIFUGA	LinStatic	0,055	0,65	-0,202	-0,349	0,9336	5,1343
PILA 3	DERRAPE	LinStatic	-0,04	26,928	2,593	-3,088	-9,0547	161,3508

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 4	PESOPROPIO	LinStatic	5194,632	18,086	18,668	-2,5344	33,1335	1032,7125
PILA 4	MUERTA+	LinStatic	650,099	5,95	3,176	-3,0761	5,4046	928,0412
PILA 4	VEHICULOS+	LinMoving	2549,424	25,211	49,559	111,2939	647,3508	3241,2694
PILA 4	VEHICULOS-	LinMoving	-5,018	-17,785	-32,952	-93,2484	-612,1545	-9477,3002
PILA 4	VIENTO DER	LinStatic	0,037	286,333	15,035	-2,2737	-75,1347	1941,5689
PILA 4	VIENTO IZQ	LinStatic	-0,076	-285,951	-15,7	1,5945	78,5	-1938,6989
PILA 4	FRENADO	LinStatic	2,47	3,814	-148,922	-0,1613	748,3581	66,7698
PILA 4	CENTRIFUGA	LinStatic	-2,517	133,322	-30,711	-21,6543	155,1495	858,1813
PILA 4	DERRAPE	LinStatic	-0,282	35,123	-2,452	-0,3458	12,4542	239,7023

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 5	PESOPROPIO	LinStatic	5644,57	-0,161	-0,446	24,2035	93,0527	1206,1234
PILA 5	MUERTA+	LinStatic	713,389	-0,695	0,281	3,9883	49,7047	1009,3488
PILA 5	VEHICULOS+	LinMoving	3023,858	15,648	60,408	159,8415	4489,3223	3252,2029
PILA 5	VEHICULOS-	LinMoving	-2,024	-15,746	-63,76	-102,8704	-4221,7214	-8708,0763
PILA 5	VIENTO DER	LinStatic	1,447	326,494	11,36	-2,9818	16,4237	2339,6456
PILA 5	VIENTO IZQ	LinStatic	-1,418	-323,765	-12,161	4,0915	-11,359	-2318,6047
PILA 5	FRENADO	LinStatic	-2,845	6,208	-142,129	-1,0716	578,5552	165,3838
PILA 5	CENTRIFUGA	LinStatic	1,72	117,274	-30,204	44,7721	153,0058	926,387
PILA 5	DERRAPE	LinStatic	0,182	26,535	-3,159	3,8901	17,3798	191,2576

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 6	PESOPROPIO	LinStatic	5526,196	-2,092	-0,846	35,3014	-9,8559	511,4998
PILA 6	MUERTA+	LinStatic	715,198	-2,248	0,044	5,3907	29,1349	910,105
PILA 6	VEHICULOS+	LinMoving	3047,492	19,552	54,33	160,7058	5417,0292	3809,4653
PILA 6	VEHICULOS-	LinMoving	-2,185	-21,457	-57,435	-111,9711	-4484,7437	-11023,0861
PILA 6	VIENTO DER	LinStatic	0,159	331,517	11,789	1,266	35,2615	2074,9131
PILA 6	VIENTO IZQ	LinStatic	-0,14	-331,085	-11,905	-0,1309	-34,4304	-2072,4475
PILA 6	FRENADO	LinStatic	0,979	6,366	-143,471	0,1145	503,5031	190,6433
PILA 6	CENTRIFUGA	LinStatic	1,166	26,473	-1,71	26,3223	11,6194	182,7861
PILA 6	DERRAPE	LinStatic	0,209	15,047	0,571	4,3702	2,1285	96,2011

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 7	PESOPROPIO	LinStatic	5461,636	-5,003	2,513	25,4349	-8,9774	-33,6376
PILA 7	MUERTA+	LinStatic	713,07	-1,651	0,536	2,2113	45,7666	820,1003
PILA 7	VEHICULOS+	LinMoving	3225,93	13,78	74,526	162,6551	4995,9464	3767,5346
PILA 7	VEHICULOS-	LinMoving	-1,46	-15,586	-57,526	-128,4887	-6035,6251	-11408,8438
PILA 7	VIENTO DER	LinStatic	-1,275	326,116	13,745	4,324	24,937	1919,0473
PILA 7	VIENTO IZQ	LinStatic	1,31	-328,153	-13,012	-2,9831	-28,1147	-1932,7387
PILA 7	FRENADO	LinStatic	2,599	5,774	-143,609	0,6494	481,7484	173,2648
PILA 7	CENTRIFUGA	LinStatic	0,447	-17,914	14,134	13,7847	-54,559	-125,9403
PILA 7	DERRAPE	LinStatic	0,057	4,691	4,211	3,6902	-12,7733	24,9766

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 8	PESOPROPIO	LinStatic	5496,936	3,03	-1,736	19,5642	7,9243	23,7945
PILA 8	MUERTA+	LinStatic	713,496	4,75	-1,829	-0,7409	8,789	882,4795
PILA 8	VEHICULOS+	LinMoving	3814,754	38,134	83,615	149,6095	632,175	3855,1644
PILA 8	VEHICULOS-	LinMoving	-6,516	-44,885	-60,214	-122,2105	-880,5647	-10918,8308
PILA 8	VIENTO DER	LinStatic	3,637	316,133	31,111	-18,0551	-138,6294	1968,2652
PILA 8	VIENTO IZQ	LinStatic	-3,759	-315,865	-31,14	17,4966	138,7558	-1966,4168
PILA 8	FRENADO	LinStatic	-19,746	-15,518	-201,936	-7,8528	903,8107	41,7772
PILA 8	CENTRIFUGA	LinStatic	-0,841	-22,494	11,876	-3,8188	-53,6318	-156,9252
PILA 8	DERRAPE	LinStatic	-0,305	-1,878	3,587	0,5692	-16,1829	-14,7435

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 9	PESOPROPIO	LinStatic	7318,806	6,959	-1,935	23,3845	41,9963	155,6282
PILA 9	MUERTA+	LinStatic	714,505	0,511	0,317	-0,5582	44,5265	842,9442
PILA 9	VEHICULOS+	LinMoving	2768,433	64,877	135,085	176,0006	489,8565	2691,4813
PILA 9	VEHICULOS-	LinMoving	-4,291	-53,841	-130,554	-126,7858	-1053,9411	-7968,6393
PILA 9	VIENTO DER	4,225	4,225	345,909	18,493	-36,2104	-29,1214	6255,6127
PILA 9	VIENTO IZQ	LinStatic	-4,174	-343,959	-18,895	37,5289	34,2627	-6218,2499
PILA 9	FRENADO	LinStatic	-17,022	-7,828	-183,153	-12,6431	1862,1596	403,2505
PILA 9	CENTRIFUGA	LinStatic	0,012	-0,104	0,079	-0,0705	-0,878	-2,3456
PILA 9	DERRAPE	LinStatic	0,003979	-0,012	0,022	-0,0093	-0,2256	-0,3098



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN)



ALTERNATIVA CENTRO.

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 10	PESOPROPIO	LinStatic	8348,949	-0,737	0,789	21,1573	-0,9438	-25,8952
PILA 10	MUERTA+	LinStatic	713,609	-2,668	1,091	-1,3704	30,0032	757,1869
PILA 10	VEHICULOS+	LinMoving	3367,915	96,534	134,509	165,2801	620,4864	2922,9124
PILA 10	VEHICULOS-	LinMoving	-4,114	-95,025	-133,821	-109,7573	-783,3284	-8562,3126
PILA 10	VIENTO DER	LinStatic	0,135	325,363	10,814	-30,1521	56,9389	8090,0352
PILA 10	VIENTO IZQ	LinStatic	-0,068	-325,592	-10,728	31,3311	-58,3006	-8096,234
PILA 10	FRENADO	LinStatic	3,168	9,014	-127,097	-10,3385	1730,2649	764,9587
PILA 10	CENTRIFUGA	LinStatic	-0,003538	-0,009507	0,038	-0,0337	-0,5198	-0,4515
PILA 10	DERRAPE	LinStatic	-0,0008223	0,001113	0,012	-0,0048	-0,1642	-0,0297

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 11	PESOPROPIO	LinStatic	9130,212	-4,969	1,34	21,4549	-22,7026	-186,6203
PILA 11	MUERTA+	LinStatic	712,627	-3,428	0,924	-1,747	26,6608	716,7245
PILA 11	VEHICULOS+	LinMoving	3198,333	96,233	156,306	161,4901	919,3267	2118,7634
PILA 11	VEHICULOS-	LinMoving	-3,926	-88,451	-124,31	-111,9813	-1246,9892	-6365,0876
PILA 11	VIENTO DER	LinStatic	-5,326	292,596	7,104	-22,1164	96,7385	8779,3827
PILA 11	VIENTO IZQ	LinStatic	5,356	-294,131	-6,854	23,318	-102,0268	-8827,4474
PILA 11	FRENADO	LinStatic	20,727	18,421	-90,53	-7,7941	1499,723	1012,4307
PILA 11	CENTRIFUGA	LinStatic	-0,841	-22,494	11,876	-3,8188	-53,6318	-156,9252
PILA 11	DERRAPE	LinStatic	-0,305	-1,878	3,587	0,5692	-16,1829	-14,7435

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 12	PESOPROPIO	LinStatic	9079,399	0,038	-0,086	14,6671	2,3014	1,7063
PILA 12	MUERTA+	LinStatic	713,299	2,511	-2,163	3,337	61,9577	920,4418
PILA 12	VEHICULOS+	LinMoving	3238,617	75,705	45,44	122,5815	426,2691	2208,8992
PILA 12	VEHICULOS-	LinMoving	-8,452	-77,171	-34,18	-113,2089	-671,663	-6615,5176
PILA 12	VIENTO DER	LinStatic	-1,095	303,029	-8,454	16,1203	243,1387	9107,1866
PILA 12	VIENTO IZQ	LinStatic	0,962	-303,322	8,506	-16,8258	-244,6195	-9116,1359
PILA 12	FRENADO	LinStatic	3,41	40,047	-39,688	5,7493	1114,5505	1241,2122
PILA 12	CENTRIFUGA	LinStatic	-0,005467	0,027	0,003288	0,0024	-0,0918	0,8199
PILA 12	DERRAPE	LinStatic	-0,001983	0,004465	0,001646	0,0001054	-0,0462	0,1333

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 13	PESOPROPIO	LinStatic	8198,787	7,605	-3,394	21,8609	37,9269	233,4268
PILA 13	MUERTA+	LinStatic	714,326	0,62	-0,279	8,4064	48,0526	852,1843
PILA 13	VEHICULOS+	LinMoving	3009,032	80,152	131,321	123,654	380,5941	2857,2343
PILA 13	VEHICULOS-	LinMoving	-3,294	-90,017	-159,566	-147,5689	-608,2004	-8448,3763
PILA 13	VIENTO DER	LinStatic	2,95	323,256	3,825	30,2094	138,374	7750,1579
PILA 13	VIENTO IZQ	LinStatic	-2,905	-321,566	-4,04	-29,2038	-134,4624	-7708,1294
PILA 13	FRENADO	LinStatic	-16,44	21,669	-104,131	10,8022	1396,3198	932,5088
PILA 13	CENTRIFUGA	LinStatic	0,0006546	0,004642	0,001141	0,0021	-0,0121	0,1106
PILA 13	DERRAPE	LinStatic	0,000288	0,0005465	0,000721	0,0001381	-0,0093	0,0109

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 14	PESOPROPIO	LinStatic	6760,665	2,718	-1,109	21,422	2,6779	81,3395
PILA 14	MUERTA+	LinStatic	714,488	2,888	-0,691	6,802	56,2247	882,0678
PILA 14	VEHICULOS+	LinMoving	3239,925	52,348	128,107	121,7962	1164,5838	3719,5367
PILA 14	VEHICULOS-	LinMoving	-3,957	-75,29	-132,967	-146,9399	-1521,1227	-11542,5155
PILA 14	VIENTO DER	LinStatic	-0,383	368,411	5,429	28,8225	107,1623	5354,0765
PILA 14	VIENTO IZQ	LinStatic	0,44	-367,88	-5,412	-27,909	-107,0241	-5346,2497
PILA 14	FRENADO	LinStatic	3,603	9,503	-174,441	10,3695	1410,727	563,5301
PILA 14	CENTRIFUGA	LinStatic	0,00002219	0,002592	0,002686	0,0012	-0,0204	0,0326
PILA 14	DERRAPE	LinStatic	-0,00002012	0,0005325	0,001267	0,00005535	-0,01	0,0048

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1 Nx	F2 Ny	F3 Nz	M1 Mx	M2 My	M3 Mz
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
PILA 15	PESOPROPIO	LinStatic	6289,368	-15,355	10,803	9,6864	52,7595	459,3459
PILA 15	MUERTA+	LinStatic	712,073	-3,998	3,137	2,3717	67,1319	879,9466
PILA 15	VEHICULOS+	LinMoving	3091,098	37,912	101,022	106,6496	1853,6182	2910,7456
PILA 15	VEHICULOS-	LinMoving	-8,871	-30,912	-115,066	-145,466	-2699,0074	-7263,3127
PILA 15	VIENTO DER	LinStatic	-1,837	327,352	20,971	24,6467	-26,3777	3702,5141
PILA 15	VIENTO IZQ	LinStatic	1,864	-328,405	-20,436	-23,6816	22,9144	-3716,2307
PILA 15	FRENADO	LinStatic	12,248	-10,961	-186,35	8,7334	1208,6862	234,1002
PILA 15	CENTRIFUGA	LinStatic	-0,0001771	0,0005957	0,003603	0,0006887	-0,0233	0,00009258
PILA 15	DERRAPE	LinStatic	-0,00009046	0,0004727	0,001414	0,00001879	-0,009	0,0027

Resultados combinación ELU: Variable predominante las sobrecargas de uso verticales.

COMBINACION DE ACCIONES		N	FY	FZ	MX	MY	MZ	
ELU	RESIST(STR)	PILA A	10013,2362	195,64848	42,39270001	65,12602491	1664,878455	2793,745512
	RESIST(STR)	PILA1	14744,471	260,51598	104,33016	98,245224	542,261844	7119,977058
	RESIST(STR)	PILA2	13836,4286	266,32395	104,75136	92,509695	302,481837	7973,228061
	RESIST(STR)	PILA3	10367,4484	275,96916	74,76921	149,896116	4719,70341	7067,553129
	RESIST(STR)	PILA4	11332,1392	298,41318	108,5724	140,830893	865,090908	8595,401994
	RESIST(STR)	PILA5	12666,625	284,42934	90,52965	251,429697	6266,610792	9276,474321
	RESIST(STR)	PILA6	12540,1249	289,06497	81,81189	272,912625	7367,577885	8742,624246
	RESIST(STR)	PILA7	12689,8259	273,77406	115,8597	260,409195	6814,39203	7702,324668
	RESIST(STR)	PILA8	13536,9471	318,05163	133,26741	212,759649	763,709391	8022,236652
	RESIST(STR)	PILA9	14585,7767	377,85474	195,15978	239,085891	754,523721	10048,61878
	RESIST(STR)	PILA10	16781,2479	389,26818	192,88449	225,417249	923,007339	11486,10405
	RESIST(STR)	PILA11	17601,2681	355,58136	219,82374	226,703016	1324,7928	10687,27125
	RESIST(STR)	PILA12	17591,3883	351,09639	51,46011	202,848003	859,155417	11603,735
	RESIST(STR)	PILA13	16097,2853	381,14631	175,42305	232,263369	741,9573	11600,46919
	RESIST(STR)	PILA14	14465,0451	376,65081	174,91194	225,873495	1738,508103	10658,77637
RESIST(STR)	PILA15	13623,4397	290,20977	172,18521	180,219222	2642,872023	8736,587856	



Resultados combinación ELU: Variable predominante las sobrecargas de uso horizontales.

COMBINACION DE ACCIONES			N	FY	FZ	MX	MY	MZ
ELU	RESIST(STR)	PILA A	9265,89139	51,16263751	-911,1592125	48,8445187	5280,43509	1243,96398
	RESIST(STR)	PILA1	13920,2672	73,68705	-8,4007125	67,91596875	1637,093093	2262,322474
	RESIST(STR)	PILA2	13033,6185	68,4909	-35,934975	55,0602225	1600,17471	3355,923758
	RESIST(STR)	PILA3	9576,81866	80,6898375	-174,1935375	99,17211375	4193,958431	5018,658075
	RESIST(STR)	PILA4	10471,2345	290,5243875	-166,1468625	75,19300875	1944,01755	7501,084853
	RESIST(STR)	PILA5	11643,6278	217,21095	-175,97385	264,1457588	5749,231399	8015,831246
	RESIST(STR)	PILA6	11514,6455	78,5835	-141,297075	259,2384075	6209,057565	6410,251271
	RESIST(STR)	PILA7	11606,2963	-5,0868	-89,532675	226,4784638	5667,522885	4973,959913
	RESIST(STR)	PILA8	12218,3174	-4,737825	-171,8911125	161,9028338	1788,534743	4951,47033
	RESIST(STR)	PILA9	13625,0501	65,0480625	-112,5309375	191,8401975	3125,211086	4614,000941
	RESIST(STR)	PILA10	15648,7382	105,3014931	-32,7850875	180,0494663	3002,406885	4978,737225
	RESIST(STR)	PILA11	16552,5792	78,0661125	59,975775	175,2053963	2866,538059	3995,917313
	RESIST(STR)	PILA12	16503,8355	134,1983903	-10,6002891	156,184241	2022,804124	5158,333665
	RESIST(STR)	PILA13	15057,1547	121,5178045	-12,5703738	180,6465214	2386,426691	5617,575619
	RESIST(STR)	PILA14	13376,7447	73,40371808	-108,211676	175,4215722	3163,100018	5827,446889
RESIST(STR)	PILA15	12598,2165	-2,53655766	-130,4619521	136,0522001	3670,324583	5071,213722	

Resultados combinación ELU: Variable predominante el viento.

COMBINACION DE ACCIONES			N	FY	FZ	MX	MY	MZ
ELU GRUPO 1	RESIST(STR)	PILA A	7023,85032	235,9845	-14,92154999	-1,71615E-07	297,655155	2102,0868
	RESIST(STR)	PILA 1	11516,1665	307,87185	-4,311	1,442895	42,74451	9308,47356
	RESIST(STR)	PILA2	10592,3466	343,6116	0,705	9,003165	1,12881	9384,383235
	RESIST(STR)	PILA3	7138,4112	463,55175	45,978	36,596475	-274,01619	4802,83536
	RESIST(STR)	PILA4	7890,44235	461,9481	52,0419	-10,984725	-60,675615	5559,370845
	RESIST(STR)	PILA5	8585,41515	488,5854	16,81725	33,58623	217,35804	6500,35587
	RESIST(STR)	PILA6	8426,1204	491,4165	16,6008	56,833335	78,9189	5031,53613
	RESIST(STR)	PILA7	8333,9406	480,1911	24,73365	43,80837	87,07092	3940,295595
	RESIST(STR)	PILA8	8389,5387	484,7025	41,85375	-1,671195	-185,381145	4175,8677
	RESIST(STR)	PILA9	10851,3074	528,948	25,5552	-23,500095	73,12368	10731,49179
	RESIST(STR)	PILA 10	12234,6558	483,44775	18,759	-18,515835	124,63854	13122,2966
	RESIST(STR)	PILA 11	13279,8437	427,55805	13,7124	-6,568935	150,45132	13884,71472
	RESIST(STR)	PILA 12	13218,4998	457,98465	-15,71715	48,485985	451,457835	14905,67984
	RESIST(STR)	PILA 13	12037,1276	495,98775	0,77895	86,174955	323,633325	13090,81184
	RESIST(STR)	PILA 14	10090,8821	560,1846	5,7135	81,33615	240,26196	9331,714605
RESIST(STR)	PILA 15	9449,18985	464,90145	50,2755	53,248485	122,28684	7361,816025	

Resultados combinaciones ELS: Cuasi-permanente, característica y frecuente.

COMBINACION DE ACCIONES			N	FY	FZ	MX	MY	MZ
ELS Cuasi-perm comb.	PILA A		5202,854	7,7751E-09	-11,053	8,7765E-10	220,4853	1,8502E-07
	PILA1		8530,217	-5,039	-1,95	-0,4183	13,3666	548,4786
	PILA2		7844,306	-12,834	0,16	-7,2421	-2,2124	822,7021
	PILA3		5287,552	4,465	0,54	5,7845	-81,6944	1486,4026
	PILA4		5844,731	24,036	21,844	-5,6105	38,5381	1960,7537
	PILA5		6357,959	-0,856	-0,165	28,1918	142,7574	2215,4722
	PILA6		6241,394	-4,34	-0,802	40,6921	19,279	1421,6048
	PILA7		6174,706	-6,654	3,049	27,6462	36,7892	786,4627
	PILA8		6210,432	7,78	-3,565	18,8233	16,7133	906,274
	PILA9		8033,311	7,47	-1,618	22,8263	86,5228	998,5724
	PILA10		9062,558	-3,405	1,88	19,7869	29,0594	731,2917
	PILA11		9843,821	-7,637	2,431	20,0845	7,3006	570,5666
	PILA12		9792,698	2,549	-2,249	18,0041	64,2591	922,1481
	PILA13		8913,113	8,225	-3,673	30,2673	85,9795	1085,6111
	PILA14		7475,153	5,606	-1,8	28,224	58,9026	963,4073
PILA15		7001,441	-19,353	13,94	12,0581	119,8914	1339,2925	
ELS comb. carac.	PILA A		7417,213	50,531	31,402	48,2415	1233,2433	1228,6064
	PILA1		10921,681	67,105	77,953	71,9712	391,7956	1846,8461
	PILA2		10248,193	52,902	77,398	61,0137	222,4144	2596,6007
	PILA3		7679,505	21,412	37,285	99,5192	3561,5681	4116,7478
	PILA4		8394,155	49,247	71,403	105,6834	685,8889	5202,0231
	PILA5		9381,817	14,792	60,243	188,0333	4632,0797	5467,6751
	PILA6		9288,886	15,212	53,528	201,3979	5436,3082	5231,0701
	PILA7		9400,636	7,126	77,575	190,3013	5032,7356	4553,9973
	PILA8		10025,186	45,914	80,05	168,4328	648,8883	4761,4384
	PILA9		10801,744	72,347	133,467	198,8269	576,3793	3690,0537
	PILA10		12430,473	93,129	136,389	185,067	649,5458	3654,2041
	PILA11		13041,172	87,836	158,57	181,198	923,2849	2648,8676
	PILA12		13031,315	78,254	43,191	140,5856	490,5282	3131,0473
	PILA13		11922,145	88,377	127,648	153,9213	466,5736	3942,8454
	PILA14		10715,078	57,954	126,307	150,0202	1223,4864	4682,944
PILA15		10092,539	18,559	114,962	118,7077	1973,5096	4250,0381	
ELS comb. Frec.	PILA A		6863,62325	37,89825	20,78825	36,181125	980,0538	921,4548002
	PILA1		10323,815	49,069	57,97725	53,873825	297,18835	1522,254225
	PILA2		9647,22125	36,468	58,0885	43,94975	166,2577	2153,12605
	PILA3		7081,51675	17,17525	28,09875	76,085525	2650,752475	3459,1615
	PILA4		7756,799	42,94425	59,01325	77,859925	524,0512	4391,70575
	PILA5		8625,8525	10,88	45,141	148,072925	3509,749125	4654,624375
	PILA6		8527,013	10,324	39,9455	161,22145	4082,0509	4278,703775
	PILA7		8594,1535	3,681	58,9435	149,637525	3783,749	3612,11365
	PILA8		9071,4975	36,3805	59,14625	131,030425	490,84455	3797,6473
	PILA9		10109,63575	56,12775	99,69575	154,82675	453,915175	3017,183375
	PILA10		11588,49425	68,9955	102,76175	143,746975	494,4242	2923,476
	PILA11		12241,58875	63,77775	119,4935	140,825475	693,453225	2119,17675
	PILA12		12221,66075	59,32775	31,831	109,940225	383,960925	2578,8225
	PILA13		11169,887	68,339	94,81775	123,0078	371,425075	3228,536825
	PILA14		9905,09675	44,867	94,28025	119,57115	932,34045	3753,059825
PILA15		9319,7645	9,081	89,7065	92,0453	1510,10505	3522,3517	

Dimensionamiento para ELU max. El armado longitudinal se ha dimensionado para el caso más desfavorable, siendo más desfavorable las sobrecargas horizontales.



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN)
ALTERNATIVA CENTRO.



Puente 1

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 10/06/2015
Hora: 9:13:27

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

- Sección

Sección : PILA1.5X4
b [m] = 4.00
h [m] = 1.50
r [m] = 0.050

n° barras horizontales = 30
n° barras verticales = 12

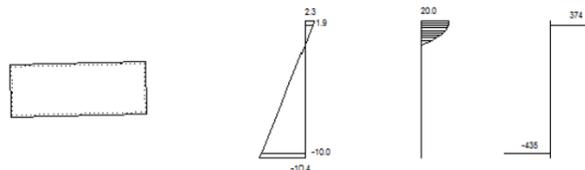


2 Comprobación

Factor Arm. = 1.00
Nd [kN] = 9265
Mxd [kN·m] = 5280
Myd [kN·m] = 1243

Nu [kN] = 9265
Mxu [kN·m] = 13475.0
Myu [kN·m] = 3156.9
γ = 2.55

Arm. n°	Fija	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm2]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	20.00	94.248	0.050	1.450	3.950	1.450
2	NO	P	20.00	94.248	0.050	0.050	3.950	0.050
3	NO	P	20.00	31.416	0.050	0.177	0.050	1.323
4	NO	P	20.00	31.416	3.950	0.177	3.950	1.323



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.29
β [°] = 1.3
1/r [1/m] · 1.E-3 = 8.0
ε_s · 1.E-3 = 2.3
ε_i · 1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación	Tensión [MPa]
0.05	1.9	374
1.54	-10.0	-435

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 10/06/2015
Hora: 9:15:47

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

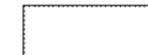
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

- Sección

Sección : PILA1.5X4
b [m] = 4.00
h [m] = 1.50
r [m] = 0.050

n° barras horizontales = 30
n° barras verticales = 12

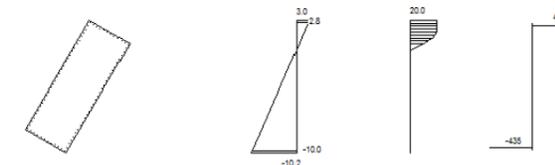


2 Comprobación

Factor Arm. = 1.00
Nd [kN] = 7023
Mxd [kN·m] = 297
Myd [kN·m] = 2102

Nu [kN] = 7023
Mxu [kN·m] = 4275.3
Myu [kN·m] = 30240.0
γ = 14.39

Arm. n°	Fija	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm2]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	20.00	94.248	0.050	1.450	3.950	1.450
2	NO	P	20.00	94.248	0.050	0.050	3.950	0.050
3	NO	P	20.00	31.416	0.050	0.177	0.050	1.323
4	NO	P	20.00	31.416	3.950	0.177	3.950	1.323



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.95
β [°] = 59.2
1/r [1/m] · 1.E-3 = 3.1
ε_s · 1.E-3 = 3.0
ε_i · 1.E-3 = -10.2

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación	Tensión [MPa]
0.07	2.8	435
4.14	-10.0	-435



Puente 2

Se ha comprobado la pila 6 ya que el momento es el más desfavorable es el eje transversal.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 04/06/2015
Hora: 19:50:20

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : PILA1.5X4
b [m] = 4.00
h [m] = 1.50
r [m] = 0.050

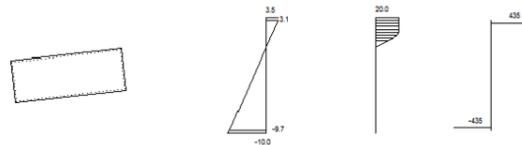
nº barras horizontales = 30
nº barras verticales = 12



2 Dimensionamiento

Nd [kN] = 11515
Mxd [kN·m] = 6209
Myd [kN·m] = 6410

Arm. nº	Flja	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm2]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	20.00	94.248	0.050	1.450	3.950	1.450
2	NO	P	20.00	94.248	0.050	0.050	3.950	0.050
3	NO	P	20.00	31.416	0.050	0.177	0.050	1.323
4	NO	P	20.00	31.416	3.950	0.177	3.950	1.323



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.51
β [°] = 6.7
1/r [1/m] · 1.E-3 = 6.9
εs · 1.E-3 = 3.5
εi · 1.E-3 = -10.0

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación [1.E-3]	Tensión [MPa]
0.06	3.1	435
1.90	-9.7	-435

Propuesta armadura dimensionamiento

Aest [cm²]	Fest	A [cm²]	F [kN]	Nu [kN]	Mxu [kN·m]	Myu [kN·m]
240.0*	1.222	251.3	1.250	11515	14044.0	14507.0

* Cuantía mínima

Por otro lado se ha escogido la pila 12 (momento más desfavorable longitudinal) para comprobar cuál es el momento más desfavorable, comparada con la 6.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 04/06/2015
Hora: 19:52:58

Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : PILA1.5X4
b [m] = 4.00
h [m] = 1.50
r [m] = 0.050

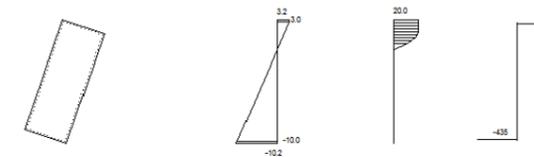
nº barras horizontales = 30
nº barras verticales = 12



2 Dimensionamiento

Nd [kN] = 13218
Mxd [kN·m] = 991.3
Myd [kN·m] = 14905

Arm. nº	Flja	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm2]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	20.00	94.248	0.050	1.450	3.950	1.450
2	NO	P	20.00	94.248	0.050	0.050	3.950	0.050
3	NO	P	20.00	31.416	0.050	0.177	0.050	1.323
4	NO	P	20.00	31.416	3.950	0.177	3.950	1.323



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 1.03
β [°] = 71.0
1/r [1/m] · 1.E-3 = 3.1
εs · 1.E-3 = 3.2
εi · 1.E-3 = -10.2

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación [1.E-3]	Tensión [MPa]
0.06	3.0	435
4.21	-10.0	-435

Propuesta armadura dimensionamiento

Aest [cm²]	Fest	A [cm²]	F [kN]	Nu [kN]	Mxu [kN·m]	Myu [kN·m]
240.0*	1.222	251.3	1.250	13218	2664.3	40135.0

* Cuantía mínima



Dimensionamiento para cortante. El armado longitudinal se ha dimensionado para el caso más desfavorable, siendo más desfavorable las sobrecargas horizontales.

Puente 1

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 10/06/2015
Hora: 9:22:46

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Control del hormigón

Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : P1LA4X1.5
b0 [m] = 1.50
h [m] = 4.00



2 Dimensionamiento

Esfuerzo cortante de cálculo Vd [kN] = 235

Inclinación de las bielas [°] = 45
Inclinación de los cercos [°] = 90.0
ρt [-1.E-3] = 0
ρcompresión [-1.E-3] = 0.0
Nd [kN] = 0.0
σxd [MPa] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
θe [°] = 45.0

φ [mm]	Separación [mm]	nº ramas	Área [cm²/m]	Tipo	Vsu [kN]	Vu2 [kN]
∅ 6	----	----	----	----	----	----
∅ 8	0.10	4	20.1	2	2859.1	----
∅ 10	0.20	4	15.7	2	2233.7	----
∅ 12	0.30	4	15.1	2	2144.3	----

Área estricta [cm²/m] = 14.5
(Cuantía mínima)
Vu1 [kN] = 35550.0
Vcu [kN] = 0.0

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 10/06/2015
Hora: 9:19:54

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Control del hormigón

Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : P1LA1.5X4
b0 [m] = 4.00
h [m] = 1.50



2 Dimensionamiento

Esfuerzo cortante de cálculo Vd [kN] = 911

Inclinación de las bielas [°] = 45
Inclinación de los cercos [°] = 90.0
ρt [-1.E-3] = 0
ρcompresión [-1.E-3] = 0.0
Nd [kN] = 0.0
σxd [MPa] = 0.0
σyd [MPa] = 0.0
θe [°] = 45.0

φ [mm]	Separación [mm]	nº ramas	Área [cm²/m]	Tipo	Vsu [kN]	Vu2 [kN]
∅ 6	----	----	----	----	----	----
∅ 8	----	----	----	----	----	----
∅ 10	----	----	----	----	----	----
∅ 12	0.10	4	45.2	2	2361.5	----

Área estricta [cm²/m] = 38.6
(Cuantía mínima)
Vu1 [kN] = 34800.0
Vcu [kN] = 0.0



Puente 2

Se ha comprobado la pila 14 ya que el momento es el más desfavorable es el eje transversal.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA
 Obra: a
 Fecha: 04/06/2015
 Hora: 20:25:34

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 fck [MPa] = 30.00
 fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : PILA4X1.5
 b0 [m] = 1.50
 h [m] = 4.00



2 Dimensionamiento

Esfuerzo cortante de cálculo Vd [kN] = 560

Inclinación de las bielas [°] = 45
 Inclinación de los cercos [°] = 90.0
 ρ_l [-1.E-3] = 0
 $\rho_{compresión}$ [-1.E-3] = 0.0
 Nd [kN] = 10490.0
 σ_{xd} [MPa] = 1.7
 σ_{yd} [MPa] = 0.0
 θ_e [°] = 38.4

ϕ [mm]	Separación [mm]	nº ramas	Area [cm²/m]	Tipo	Vsu [kN]	Vu2 [kN]
∅ 6	----	----	----	----	----	----
∅ 8	0.10	4	20.1	2	2859.1	----
∅ 10	0.20	4	15.7	2	2233.7	----
∅ 12	0.30	4	15.1	2	2144.3	----

Área estricta [cm²/m] = 14.5
 (Cuantía mínima)
 Vu1 [kN] = 35553.0
 Vcu [kN] = 991.8

Por otro lado se ha escogido la pila 5 (momento más desfavorable longitudinal) para comprobar cuál es el momento más desfavorable, comparada con la 14.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
 Fecha: 04/06/2015
 Hora: 20:22:48

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 fck [MPa] = 30.00
 fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

- Sección

Sección : PILA1.5X4
 b0 [m] = 4.00
 h [m] = 1.50



2 Dimensionamiento

Esfuerzo cortante de cálculo Vd [kN] = 175

Inclinación de las bielas [°] = 45
 Inclinación de los cercos [°] = 90.0
 ρ_l [-1.E-3] = 0
 $\rho_{compresión}$ [-1.E-3] = 0.0
 Nd [kN] = 10490.0
 σ_{xd} [MPa] = 1.7
 σ_{yd} [MPa] = 0.0
 θ_e [°] = 38.4

ϕ [mm]	Separación [mm]	nº ramas	Area [cm²/m]	Tipo	Vsu [kN]	Vu2 [kN]
∅ 6	----	----	----	----	----	----
∅ 8	----	----	----	----	----	----
∅ 10	----	----	----	----	----	----
∅ 12	0.10	4	45.2	2	2361.5	----

Área estricta [cm²/m] = 38.6
 (Cuantía mínima)
 Vu1 [kN] = 34803.0
 Vcu [kN] = 970.9



Comprobación a fisuración para ELS cuasi-permanente. Se ha comprobado que es muy difícil que fisure, ya que además es un elemento comprimido.

Puente 1

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA
Obra: a
Fecha: 10/08/2015
Hora: 9:28:32

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

-Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

-Ambiente

Clase general de exposición : IIb
Clases específicas de exposición :

-Geometría de la sección

Sección : PILACH
b [m] = 4.00
h [m] = 1.50

-Armado de la sección

φ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	30	60.0
2	30	1380

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 0.0

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras sm [-1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 10/08/2015
Hora: 9:29:42

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

-Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

-Ambiente

Clase general de exposición : IIb
Clases específicas de exposición :

-Geometría de la sección

Sección : PILACV
b [m] = 1.50
h [m] = 4.00

-Armado de la sección

φ [mm] = 20

capa	n° barras	Separación [mm]
1	12	60.0
2	12	3880

As [cm²] =
Ac,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 0.0

Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras sm [-1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	



Puente 2

Se ha comprobado la pila 1 ya que el momento es el más desfavorable es el eje transversal.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA
 Obra: a
 Fecha: 04/08/2015
 Hora: 20:18:23

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
 Tipo de acero: B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIb
 Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : PILACH
 b [m] = 4.00
 h [m] = 1.50

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 12

capa	n° barras	Separación [mm]
1	30	36.0
2	30	1384

A_s [cm²] =
 $A_{s,ef}$ [cm²] =

2 Resultados

M_k [kN·m] = 220

Separación media entre fisuras s_m [mm] =
 Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [$\cdot 10^{-3}$] =
 Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σ_{sr} [MPa] =
 Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa] =
 Abertura característica de fisura w_k [mm] = 0.0

Clase de exposición	w _k max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

Por otro lado se ha escogido la pila 5 (momento más desfavorable longitudinal) para comprobar cuál es el momento más desfavorable, comparada con la 1.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
 Fecha: 04/08/2015
 Hora: 20:20:28

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
 Tipo de acero: B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIb
 Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : PILACV
 b [m] = 1.50
 h [m] = 4.00

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 16

capa	n° barras	Separación [mm]
1	30	58.0
2	30	3884

A_s [cm²] =
 $A_{s,ef}$ [cm²] =

2 Resultados

M_k [kN·m] = 2215

Separación media entre fisuras s_m [mm] =
 Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [$\cdot 10^{-3}$] =
 Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σ_{sr} [MPa] =
 Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa] =
 Abertura característica de fisura w_k [mm] = 0.0

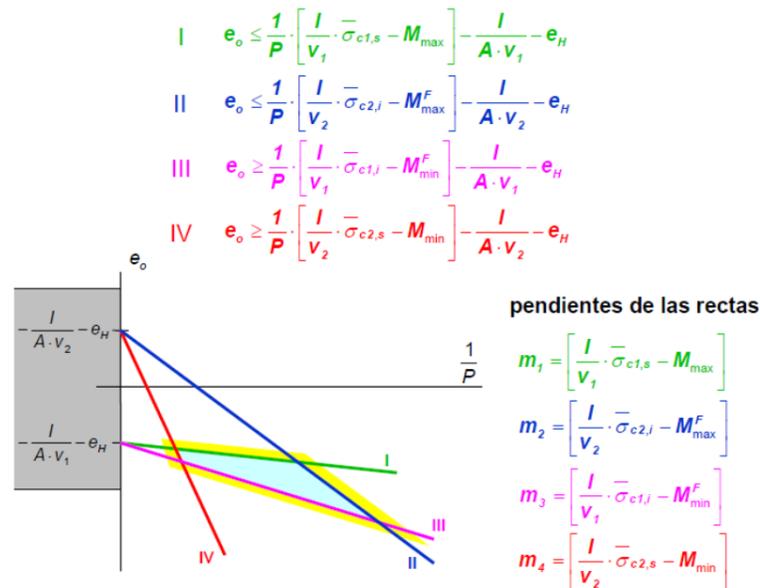
Clase de exposición	w _k max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

2.3.3. SECCIONES DE VIGAS

Para el dimensionamiento y comprobación de las vigas de hormigón pretensado con armaduras pretesas se han tomado valores ELS (característico y frecuente) y con la ayuda del diagrama de Magnel se ha dimensionado la armadura activa para cada una de las vigas de 24 (puente 1), 28 y 34 metros (puente 2)

Los condicionante son: limitaciones tensionales, limitaciones geométricas y variación del pretensado (en este caso son mínimas ya que no son armaduras postesas)

Para las limitaciones tensionales se necesita las pendientes de las cuatro rectas, limitadas superiormente la 1 y la 3 y limitadas inferiormente la 2 y la 4.



Obtenidas las tensionales, se pasa a las limitaciones geométricas y según el resultado podemos tener dos tipos de secciones:

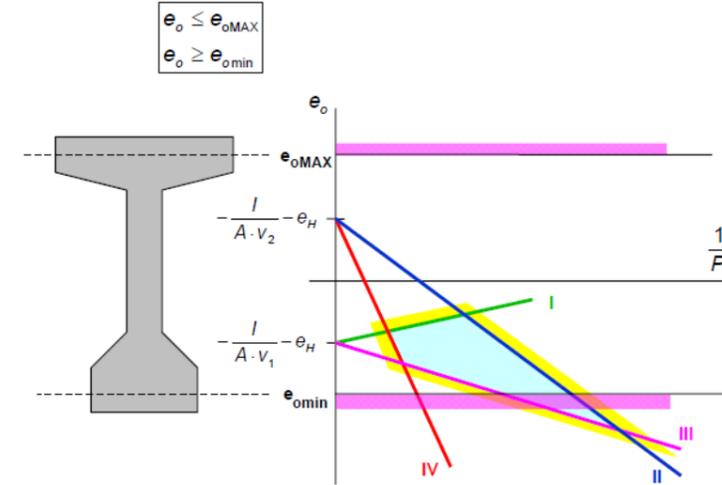
Sección subcrítica: las limitaciones de tensiones son más restrictivas que las geométricas.

Sección supracrítica: alguna limitación geométrica es más restrictiva que las de tensiones.

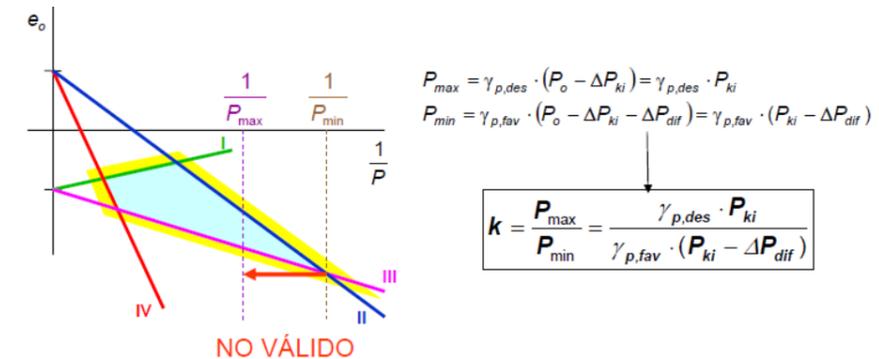
La excentricidad de nuestros cables debe estar entre la excentricidad mínima y la máxima.

A continuación se puede observar las limitaciones geométricas impuestas por dos líneas horizontales de color rosa.

Impuestas por los recubrimientos mínimos de los cables



En la variación de la fuerza de pretensado, se hace referencia a la carrera de pretensado (k), que relaciona la tensión máxima con la mínima. En este punto, por ser hormigón pretensado con armaduras pretesas tendremos $r_{sup} = 1,05$ y $r_{inf} = 0,95$. Para que el pretensado sea válido, la carrera de pretensado (en este caso representado por un segmento) debe estar dentro de las limitaciones tensionales (en este caso la zona sombreada en azul). Además se han fijado las pérdidas instantáneas en 0,2 y las pérdidas diferidas en 0,1.

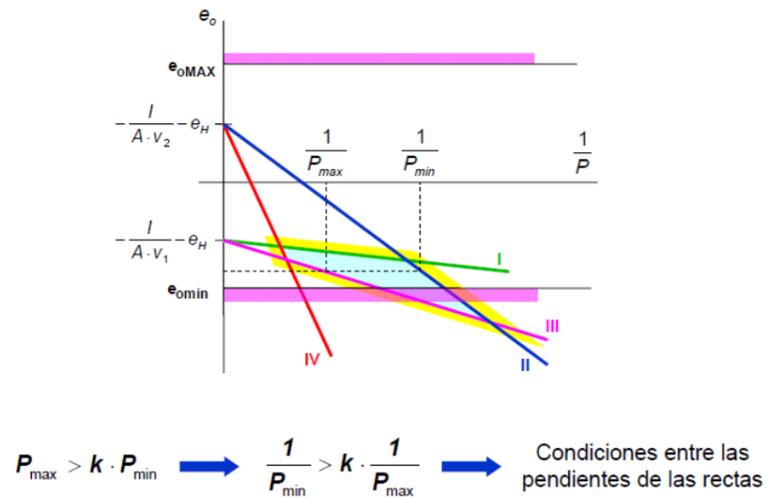


Valor aproximado de k

$$\Delta P_{dif} \approx 0,25 \cdot P_{ki}$$

Tipo de armadura	$\gamma_{p,des}$	$\gamma_{p,fav}$	k
postesa	1,1	0,9	1,63
pretesa	1,05	0,95	1,46

A continuación se muestra una representación gráfica de cómo debe quedar la carrera de pretensado integrada en el diagrama de Magnel para considerar la sección mínima.



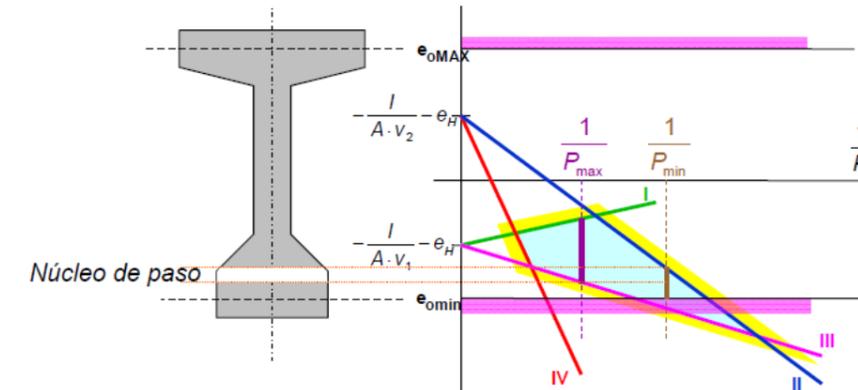
En resumidas cuentas, la sistemática seguida ha sido la siguiente:

- 1- Establecer los límites de tensiones.
- 2- Calcular los momentos flectores máximos y mínimos producidos por las combinaciones de acciones exteriores más desfavorables, como se ha dicho anteriormente, ELS característico y frecuente, extraídos dichos valores de momentos con ayuda del CSiBridge en centro de vano y para los casos de peso propio, cargas muertas y vehículos. Además se han supuesto dos casos para cada viga:
- Peso propio:** La viga soporta su peso propio, con una f_{ck} a 7 días de 42 MPa (supuestamente momento de desencofrado)
- Servicio:** Considerada la sección de la viga con la losa, donde la viga soporta su propio, la losa y los vehículos.
- 3- Calcular las cuatro rectas.
- 4- Establecer un valor k en función de las pérdidas diferidas de pretensado estimadas.
- 5- Comprobar si existe sección mínima. La sección es suficiente si los pares de rectas I-III y II-IV cumplen simultáneamente alguna de sus correspondientes condiciones:

I-III	$m_1 > 0$	$m_1 < 0$	II-IV	$m_2 > 0$	$m_2 < 0$
$m_3 > 0$	$m_1 > km_3$	insuficiente	$m_4 > 0$	$m_2 > km_4$	insuficiente
$m_3 < 0$	suficiente	$m_3 < km_1$	$m_4 < 0$	suficiente	$m_4 < km_2$

Si la sección resulta insuficiente habrá que modificar para obtener, según el caso, unos valores de I/V_1 e I/V_2 mayores que los mínimos requeridos por los condicionantes de suficiencia.

Con todos los datos calculados ya se puede considerar, incluso, el núcleo de paso (sección de la viga por donde pueden pasar los cables), aunque en el caso que nos ocupa, al ser armadura pretesa, viene más definido.



Finalmente el tendón se ha diseñado de 15,7 mm, para soportar una tensión de hasta 279 KN.

También resaltar, que se han colocado 2 tendones superiores con una fuerza de pretensado de 250 KN cada uno, cuya función es contrarrestar los momentos negativos generados por el pretensado inferior en el momento de desencofrado.

A continuación se muestran los resultados del pretensado de las diferentes vigas:

Viga de 34 metros (peso propio)

Esfuerzos	
Combinación	Valor
ELS característica	4698
ELS quasi-permanente	4698
ELS frecuente	4698
ELS quasi permanente	4698

Pretensado inferior	
Nº de cordones	36
P1	10000
e	-0,81
γ_{pdes}	1,05
γ_{pfa}	0,95
P_{ksup}	8000
P_{kinf}	6840
P/cordon	277,777778



Diagrama de Magnel			
Caso	P_k/A	$P_k \cdot e + M \cdot v / I$	σ
Inecuacion 1	10492,8	-1672,107623	8,820646
Inecuacion 2	10408,7	1926,098655	12,33479431
Inecuacion 3	12089,9	-4564,109865	7,525745207
Inecuacion 4	12089,9	5257,392377	17,34724745

Pretensado superior	
Nº de cordones	2
P2	500
e	0,69
γ_{pdes}	1,05
γ_{pfa}	0,95
P_{ksup}	400
P_{kinf}	342
P/cordon	250

Geometría de la sección	
A	0,69
I	0,2676
v	0,79
v'	-0,91

Resistencia del hormigón	
f_{ck} a 7 días	42

Perdidas	
Instantaneas	0,2
diferidas	0,1

Viga de 34 metros (servicio)

Esfuerzos	
Combinación	Valor
ELS característica	10088
ELS quasi-permanente	5355
ELS frecuente	9654
ELS quasi permanente	5355

Pretensado inferior	
Nº de cordones	36
P1	10000
e	-1,08
γ_{pdes}	1,05
γ_{pfa}	0,95
P_{ksup}	8000
P_{kinf}	6840
P/cordon	277,7777778

Diagrama de Magnel			
Caso	P_k/A	$P_k \cdot e + M \cdot v / I$	σ
Inecuacion 1	7313,131313	4955,2	12,26833131
Inecuacion 2	7254,545455	-6585,027273	0,669518182
Inecuacion 3	8426,262626	-5425,985455	3,000277172
Inecuacion 4	8426,262626	8495,950909	16,92221354

```

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]:
Command: MASSPROP
Select objects: 1 found
Select objects:
----- REGIONS -----
Area: 0.6912
Perimeter: 6.3535
Bounding box: X: -0.6000 -- 0.6000
               Y: -0.9094 -- 0.7906
Centroid: X: 0.0000
           Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 0.2676
                   Y: 0.0326
Product of inertia: XY: 0.0000
Radii of gyration: X: 0.6222
                  Y: 0.2170
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 0.2676 along [1.0000 0.0000]
J: 0.0326 along [0.0000 1.0000]
    
```

Pretensado superior	
Nº de cordones	2
P2	500
e	0,42
γ_{pdes}	1,05
γ_{pfa}	0,95
P_{ksup}	400
P_{kinf}	342
P/cordon	250

Geometría de la sección	
A	0,99
I	0,44
v	0,76
v'	-1,19

Resistencia del hormigón	
f_{ck}	50

Perdidas	
Instantaneas	0,2
diferidas	0,1



```

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]: *Cancel*
Command: MASSPROP
Select objects: Specify opposite corner: 3 found
Select objects:
----- REGIONS -----
Area: 0.9912
Perimeter: 6.8535
Bounding box: X: -0.6000 -- 0.6000
                Y: -1.1865 -- 0.7635
Centroid: X: 0.0000
            Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 0.4445
                    Y: 0.0686
Product of inertia: XY: 0.0000
Radii of gyration: X: 0.6697
                   Y: 0.2630
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 0.4445 along [1.0000 0.0000]
J: 0.0686 along [0.0000 1.0000]
    
```

Pretensado superior	
Nº de cordones	2
P2	500
e	0,69
Y _{pdes}	1,05
Y _{pfa}	0,95
P _{ksup}	400
P _{kinf}	342
P/cordon	250

Geometría de la sección	
A	0,69
I	0,2676
v	0,79
v'	-0,91

Resistencia del hormigón	
f _{ck} a 7 días	42

Perdidas	
Instantaneas	0,2
diferidas	0,1

```

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]:
Command: MASSPROP
Select objects: 1 found
Select objects:
----- REGIONS -----
Area: 0.6912
Perimeter: 6.3535
Bounding box: X: -0.6000 -- 0.6000
                Y: -0.9094 -- 0.7906
Centroid: X: 0.0000
            Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 0.2676
                    Y: 0.0326
Product of inertia: XY: 0.0000
Radii of gyration: X: 0.6222
                   Y: 0.2170
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 0.2676 along [1.0000 0.0000]
J: 0.0326 along [0.0000 1.0000]
    
```

Viga de 28 metros (peso propio)

Esfuerzos	
Combinación	Valor
ELS característica	3265
ELS quasi-permanente	3265
ELS frecuente	3265
ELS quasi permanente	3265

Pretensado inferior	
Nº de cordones	28
P1	7500
e	-0,81
Y _{pdes}	1,05
Y _{pfa}	0,95
P _{ksup}	6000
P _{kinf}	5130
P/cordon	267,8571429

Diagrama de Magnel			
Caso	P _k /A	P _k *e+M*v/I	σ
Inecuacion 1	8014,492754	-1813,516442	6,200976311
Inecuacion 2	7930,434783	2088,987294	10,01942208
Inecuacion 3	9191,304348	-4012,054559	5,179249789
Inecuacion 4	9191,304348	4621,480568	13,81278492

Viga de 28 metros (servicio)

Esfuerzos	
Combinación	Valor
ELS característica	7923
ELS quasi-permanente	3611
ELS frecuente	7190
ELS quasi permanente	3611

Pretensado inferior	
Nº de cordones	28
P1	7500
e	-1,08
Y _{pdes}	1,05
Y _{pfa}	0,95
P _{ksup}	6000
P _{kinf}	5130
P/cordon	267,857143



Diagrama de Magnel			
Caso	P_k/A	$P_k \cdot e + M \cdot v / I$	σ
Inecuacion 1	5585,858586	4405,58182	9,991440404
Inecuacion 2	5527,272727	-	0,611490909
Inecuacion 3	6406,060606	-4707,44	1,698620606
Inecuacion 4	6406,060606	7370,86	13,77692061

Viga de 24 metros (peso propio)

Esfuerzos	
Combinación	Valor
ELS característica	2408
ELS quasi-permanente	2408
ELS frecuente	2408
ELS quasi permanente	2408

Pretensado inferior	
Nº de cordones	20
P1	5500
e	-0,81
γ_{pdes}	1,05
γ_{pfa}	0,95
P_{ksup}	4400
P_{kinf}	3762
P/cordon	275

Pretensado superior	
Nº de cordones	2
P2	500
e	0,42
γ_{pdes}	1,05
γ_{pfa}	0,95
P_{ksup}	400
P_{kinf}	342
P/cordon	250

Geometría de la sección	
A	0,99
I	0,44
v	0,76
v'	-1,19

Resistencia del hormigón	
f_{ck}	50

Diagrama de Magnel			
Caso	P_k/A	$P_k \cdot e + M \cdot v / I$	σ
Inecuacion 1	6031,884058	-1072,29	4,95959781
Inecuacion 2	5947,826087	1235,165	7,182991259
Inecuacion 3	6872,463768	-2716,05	4,156410704
Inecuacion 4	6872,463768	3128,618	10,00108185

Perdidas	
Instantaneas	0,2
diferidas	0,1

Pretensado superior	
Nº de cordones	2
P2	500
e	0,69
γ_{pdes}	1,05
γ_{pfa}	0,95
P_{ksup}	400
P_{kinf}	342
P/cordon	250

Geometría de la sección	
A	0,69
I	0,2676
v	0,79
v'	-0,91

Resistencia del hormigón	
f_{ck} a 7 días	42

Perdidas	
Instantaneas	0,2
diferidas	0,1

```

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]: *Cancel*
Command: MASSPROP
Select objects: Specify opposite corner: 3 found
Select objects:
----- REGIONS -----
Area:          0.9912
Perimeter:     6.8535
Bounding box:  X: -0.6000 -- 0.6000
                Y: -1.1865 -- 0.7635
Centroid:      X: 0.0000
                Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 0.4445
                    Y: 0.0686
Product of inertia: XY: 0.0000
Radii of gyration: X: 0.6697
                    Y: 0.2630
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 0.4445 along [1.0000 0.0000]
J: 0.0686 along [0.0000 1.0000]
    
```



```

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]:
Command: MASSPROP
Select objects: 1 found
Select objects:
----- REGIONS -----
Area:                0.6912
Perimeter:           6.3535
Bounding box:        X: -0.6000 -- 0.6000
                    Y: -0.9094 -- 0.7906
Centroid:            X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Moments of inertia:  X: 0.2676
                    Y: 0.0326
Product of inertia:  XY: 0.0000
Radii of gyration:   X: 0.6222
                    Y: 0.2170
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 0.2676 along [1.0000 0.0000]
J: 0.0326 along [0.0000 1.0000]
    
```

Pretensado superior	
Nº de cordones	2
P2	500
e	0,42
Y _{pdes}	1,05
Y _{pfa}	0,95
P _{ksup}	400
P _{kinf}	342
P/cordon	250

Geometría de la sección	
A	0,99
I	0,44
v	0,76
v'	-1,19

Resistencia del hormigón	
f _{ck}	50

Perdidas	
Instantaneas	0,2
diferidas	0,1

```

Command: Specify opposite corner or [Fence/WPolygon/CPolygon]: *Cancel*
Command: MASSPROP
Select objects: Specify opposite corner: 3 found
Select objects:
----- REGIONS -----
Area:                0.9912
Perimeter:           6.8535
Bounding box:        X: -0.6000 -- 0.6000
                    Y: -1.1865 -- 0.7635
Centroid:            X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Moments of inertia:  X: 0.4445
                    Y: 0.0686
Product of inertia:  XY: 0.0000
Radii of gyration:   X: 0.6697
                    Y: 0.2630
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 0.4445 along [1.0000 0.0000]
J: 0.0686 along [0.0000 1.0000]
    
```

Viga de 24 metros (servicio)

Esfuerzos	
Combinación	Valor
ELS característica	5867
ELS quasi-permanente	2897
ELS frecuente	5124
ELS quasi permanente	2897

Pretensado inferior	
Nº de cordones	20
P1	5500
e	-1,08
Y _{pdes}	1,05
Y _{pfa}	0,95
P _{ksup}	4400
P _{kinf}	3762
P/cordon	275

Diagrama de Magnel			
Caso	P _k /A	P _k *e+M*v/l	σ
Inecuacion 1	4204,0404	3406,2509	7,610291313
Inecuacion 2	4145,4545	-3323,9945	0,82146
Inecuacion 3	4789,899	-2955,9855	1,833913535
Inecuacion 4	4789,899	4628,4509	9,418349899

2.3.4. CIMENTACIÓN

El cálculo de la sección se ha basado en la “Guía de cimentaciones en obras de carretera”, donde se especifica la metodología de cálculo. Además de inicio, se impuso zapata rígida de 6x6 metros y de 8x8 metros, ya que la pila es de 4x1,5 metros.

Según esta guía, como paso previo a los cálculos de comprobación de la seguridad frente a los estados límite últimos de hundimiento y deslizamiento conviene definir, para cada combinación de acciones, la longitud y anchura de la cimentación rectangular equivalente. Para ello, es preciso determinar el punto de paso de la resultante de las acciones en el plano de apoyo del cimiento.

La cimentación rectangular equivalente es aquella que, estando íntegramente inscrita en la cimentación, tiene su centro de gravedad en el punto de paso de la resultante (área cobaricéntrica). La figura indica los detalles del cálculo correspondiente que conduce a las

dimensiones equivalentes $B^* \cdot L^*$ a partir de las dimensiones reales $B \cdot L$ y de los valores de las distintas componentes de la resultante de las acciones sobre el plano de cimentación.

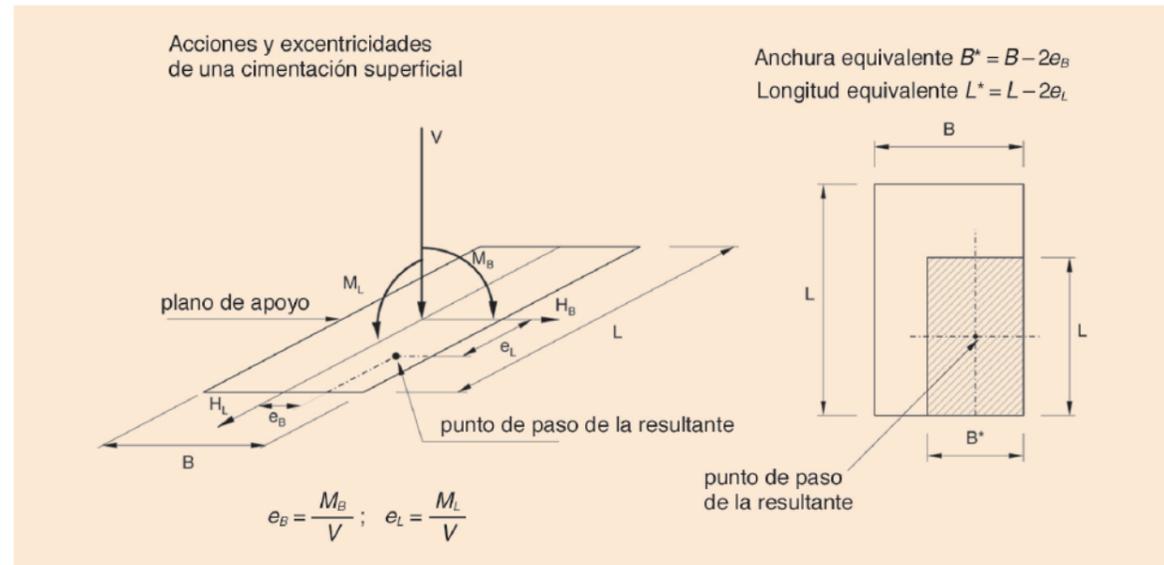


FIGURA 4.2. ÁREA DE APOYO EQUIVALENTE PARA LA COMPROBACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (SECCIÓN RECTANGULAR)

Obtenida tras el estudio geotécnico la tensión admisible, se debe comprobar que no es superada por la tensión de servicio mediante los cálculos pertinentes.

Puente 1

Según el estudio geotécnico de la zona, en el lugar de ejecución de la zapata, el estrato que tiene gran resistencia para resistir las cargas generadas por la estructura, se encuentra a 3 metros de profundidad. Por lo tanto, la base de la zapata se apoyará a esa profundidad, cuya tensión admisible son 0,7 MPa.

Puente 2

Según el estudio geotécnico de la zona, en los lugares de ejecución de las zapatas, los estratos que tienen gran resistencia para resistir las cargas generadas por la estructura, se encuentran a 3 metros de profundidad para las pilas de 3 a 10, 14 y 15, a 4 metros las pilas 1 y 2 y finalmente a 6 metros las pilas de 11 a 13. Por lo tanto, las bases de las zapatas se apoyarán a dichas profundidades, cuyas tensiones admisibles son 1,1 MPa (pilas 1 y 2), 0,6 MPa (pilas de 3 a 8), 1,8 MPa (pilas 11 y 12) y 1 MPa (pilas 9, 10, 13, 14 y 15)

Seguridad frente al hundimiento.

Según la guía, el mecanismo de hundimiento que se considera en este apartado corresponde a los cimientos de la estructura. Se trata de roturas del terreno bajo la cimentación que no implican la rotura del propio elemento de cimentación.

En dicho apartado se incluyen varios procedimientos de comprobación para cada tipo de terreno sobre el que se apoya la cimentación: suelos granulares, rocas y suelos cohesivos.

La fórmula más frecuente para la determinación de la carga de hundimiento es la conocida como de Brinch-Hansen, donde la presión vertical del hundimiento es la suma de tres términos que representan la contribución a la capacidad de soporte, de la sobrecarga existente al nivel de cimentación q , de la cohesión del terreno c , y de su peso propio.

$$p_{vh} = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q + c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

Con este dato obtenido, se relaciona con el coeficiente de seguridad frente al hundimiento, en este caso $F1 \geq 3,00$ (casi permanente) y se comprueba que la tensión de servicio no supera a la admisible.

Seguridad frente al deslizamiento.

Según la norma, este modo de fallo debe considerarse únicamente en aquellas cimentaciones superficiales que hayan de soportar acciones horizontales importantes. Tal situación suele producirse en las cimentaciones de los muros de contención y puede ocurrir también en las cimentaciones de los estribos de los puentes (como es el caso)

La fórmula empleada es la siguiente:

$$F_d = \frac{V \cdot \text{tg} \phi_c + B^* \cdot L^* \cdot c_c + R}{H}$$

Con dicha expresión y sabiendo, según el estudio geotécnico que el terreno tiene una cohesión = 0 y un ángulo de rozamiento = 33° , y que se trabaja en casi permanente cuyo coeficiente de seguridad frente al deslizamiento es $F1 \geq 1,50$, ya se puede realizar la comprobación pertinente.

Seguridad frente al vuelco.

Según la guía, las cimentaciones más susceptibles al vuelco son las de los muros de contención y las de los estribos de los puentes que pueden estar sometidas a acciones horizontales importantes.



Normalmente no será necesario comprobar cimentaciones frente al vuelco cuando se trate de pilas de puente o de cimentaciones de obras de paso que satisfagan las condiciones estipuladas de deslizamiento y hundimiento y en las que, además, el punto de paso de la resultante sobre el cimientto quede dentro del núcleo central del área de apoyo en las situaciones de proyecto a considerar.

No obstante, y dejando a un lado esta apreciación, se va a calcular también la cimentación frente al vuelco, aunque no se considerará relevante ya que debe cumplir seguro.

Se ha calculado sin retranqueo del eje de giro (imagen) del eje de giro y con un coeficiente de seguridad frente al vuelco $F1 \geq 2,00$ (casi permanente y vuelco rígido)

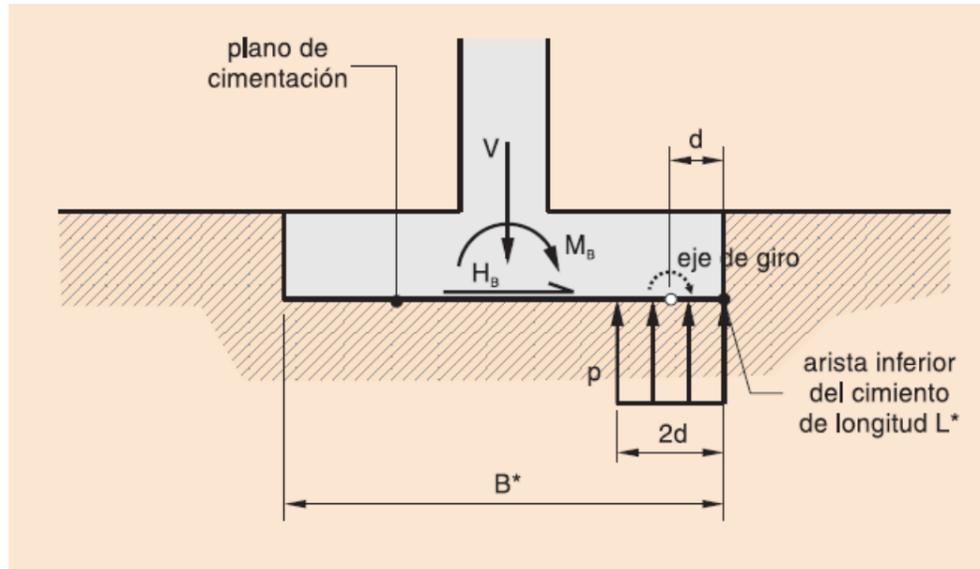


FIGURA 4.9. ESQUEMA DEL RETRANQUEO DEL EJE DE GIRO

La fórmula utilizada para calcular la seguridad frente al vuelco es la siguiente:

$$F_v = \frac{\sum M_{estabilizadores}}{\sum M_{volcadores}}$$

A continuación se muestran los resultados de las comprobaciones geotécnicas en la bases de las pilas:

Puente 1

Dimensiones columna				Dimensiones cimentación				Propiedades del terreno			
L(y)	4	B(z)	1,5	L(y)	6	B(z)	6	P _{vadm}	700	φ	33
H(x)	6,1			H(x)	2	H _{terr}	1	C _c	0		

Reacciones en base columna						Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ	CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	9483	-7,904	2,015	-6,2412	272,4408	PER	12994,2	-7,9	2,015	-2,2112	256,63
Scmin	-8,6	-83,85	-35,07	-694,344	-6251,649	Scmin	-8,6	-83,8	-35,074	-764,492	-6419
SCmax	3195	107,11	166,8	1042,634	1903,3524	SCmax	3195,15	107,1	166,842	1376,318	2117,6
VDE	-5,194	288,98	6,042	111,6076	8675,0471	VDE	-5,194	289	6,042	123,6916	9253
VIZ	5,225	-290,4	-5,831	-116,149	-8719,4112	VIZ	5,225	-290	-5,831	-127,811	-9300
FRE	59,01	58,661	-252,4	4184,04	3043,7456	FRE	59,009	58,66	-252,395	3679,25	3161,1
CAL	-9,212	-55,29	-89,64	1447,543	-1223,8433	CAL	-9,212	-55,3	-89,644	1268,255	-1334
ENF	6,201	37,218	60,34	-974,327	823,7572	ENF	6,201	37,22	60,338	-853,651	898,19
GRA	-3,225	-18,78	-31,02	502,099	-413,2748	GRA	-3,225	-18,8	-31,022	440,055	-450,8

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16186	272,6	172,48	1448,32	7926	0,0895	0,49	7,821	7,021	294,78
PER+SCmin+0,6VIZ	16193	-75,03	165,36	1297,42	-3205,9	0,0801	0,198	7,8398	7,604	271,62
PER+VDE	12989	281,08	8,057	121,48	9509,6	0,0094	0,732	7,9813	6,536	249,01
PER+FRE+0,6CAL	13048	17,581	-304,17	4437,99	2617	0,3401	0,201	7,3197	7,599	234,58

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	F _{sv} /F _{v,adm}	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,7315	Si	38,561	Si	60,942	Si	44,7	Si	8,169	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,0497	Si	140,15	Si	63,592	Si	49,92	Si	20,2	Si
PER+VDE	4,4176	Si	30,01	Si	1046,9	Si	427,7	Si	5,464	Si
PER+FRE+CAL	4,6892	Si	481,97	Si	27,857	Si	11,76	Si	19,94	Si

Puente 2

Pila 1

Dimensiones columna				Dimensiones cimentación				Propiedades del terreno			
L(y)	4	B(z)	1,5	L(y)	8	B(z)	8	P _{vadm}	1100	Φ	33
H(x)	25,6			H(x)	2	H _{terr}	1,6	C _c	0		



ALTERNATIVA CENTRO.

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	7938	2,544	-1,508	9,521	97,643
Scmin	-6,103	-41,41	-77,21	-446,146	-3734,7766
SCmax	2391	72,144	79,9	378,429	1298,3675
VDE	0,249	209,78	-1,119	16,4664	5712,0183
VIZ	-0,263	-209,4	1,109	-16,3218	-5701,756
FRE	-12,54	1,002	-64,23	915,8612	28,0097
CEN	-0,018	-0,072	-0,097	1,3822	-1,9716
DER	0,05	4,584	0,126	-1,7702	127,5021
CAL	-5,374	5,261	94,4	-1361,33	144,6843
ENF	3,617	-3,541	-63,54	916,298	-97,3856
GRA	-1,825	1,766	32,83	-471,492	48,4361

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	2,544	-1,508	6,505	102,73
Scmin	-6,103	-41,4	-77,208	-600,562	-3818
SCmax	2391,46	72,14	79,903	538,235	1442,7
VDE	0,249	209,8	-1,119	14,2284	6131,6
VIZ	-0,263	-209	1,109	-14,1038	-6121
FRE	-12,538	1,002	-64,229	787,4032	30,014
CEN	-0,018	-0,07	-0,097	1,1882	-2,116
DER	0,05	4,584	0,126	-1,5182	136,67
CAL	-5,374	5,261	94,4	-1172,53	155,21
ENF	3,617	-3,54	-63,54	789,218	-104,5
GRA	-1,825	1,766	32,832	-405,828	51,968

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	7255	-5,824	-0,428	-1,3108	266,2009
Scmin	-6,005	-43,94	-84,82	-182,672	-5423,4969
SCmax	2404	65,736	77,24	224,6268	1773,8986
VDE	1,689	240,63	0,326	2,7437	5515,8236
VIZ	-1,704	-240,8	-0,39	-2,0241	-5521,2216
FRE	7,198	1,441	-84,85	1020,349	39,7726
CEN	0,018	0,113	-0,126	1,5354	2,9791
DER	0,095	12,712	0,269	-2,8278	289,9917
CAL	-27,54	8,939	22,3	-256,612	187,3609
ENF	18,53	-6,017	-15,01	172,7231	-126,1108
GRA	-9,531	3,017	7,769	-88,2173	63,6767

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	-5,82	-0,428	-2,1668	254,55
Scmin	-6,005	-43,9	-84,816	-352,304	-5511
SCmax	2403,89	65,74	77,238	379,1028	1905,4
VDE	1,689	240,6	0,326	3,3957	5997,1
VIZ	-1,704	-241	-0,39	-2,8041	-6003
FRE	7,198	1,441	-84,85	850,6493	42,655
CEN	0,018	0,113	-0,126	1,2834	3,2051
DER	0,095	12,71	0,269	-2,2898	315,42
CAL	-27,535	8,939	22,298	-212,016	205,24
ENF	18,533	-6,02	-15,008	142,7071	-138,1
GRA	-9,531	3,017	7,769	-72,6793	69,711

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	15386	200,56	77,724	553,277	5224,3	0,036	0,34	7,9281	7,321	265,09
PER+SCmin+0,6VIZ	15386	-50,97	79,06	536,278	-2127	0,0349	0,138	7,9303	7,724	251,19
PER+VDE	12994	212,33	-2,627	20,7334	6234,3	0,0016	0,48	7,9968	7,04	230,8
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12978	11,215	-9,068	90,0603	360,42	0,0069	0,028	7,9861	7,944	204,56

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	15399	204,29	77,006	378,973	5758,2	0,0246	0,374	7,9508	7,252	267,07
PER+SCmin+0,6VIZ	15397	-84,55	76,576	375,254	1441,7	0,0244	0,094	7,9513	7,813	247,86
PER+VDE	12996	234,8	-0,102	1,2289	6251,6	9E-05	0,481	7,9998	7,038	230,83
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12985	13,805	71,756	720,266	738,97	0,0555	0,057	7,8891	7,886	208,71

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	F _{sv} /F _{v,adm}	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	4,1496	Si	49,819	Si	128,55	Si	111,2	Si	11,78	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,3791	Si	196,03	Si	126,38	Si	114,8	Si	28,93	Si
PER+VDE	4,766	Si	39,744	Si	3212,3	Si	2507	Si	8,337	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,3774	Si	751,55	Si	929,46	Si	576,4	Si	144	Si

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	F _{sv} /F _{v,adm}	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	4,1188	Si	48,952	Si	129,86	Si	162,5	Si	10,7	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,4381	Si	118,26	Si	130,58	Si	164,1	Si	42,72	Si
PER+VDE	4,7655	Si	35,944	Si	82742	Si	42301	Si	8,315	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,2704	Si	610,82	Si	117,52	Si	72,11	Si	70,29	Si

Pila 2

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	22,2		

Dimensiones cimentación			
L(y)	8	B(z)	8
H(x)	2	H _{terr}	2,9

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1100	φ	33
C _c	0		

Pila 3

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	4,2		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	H _{terr}	1

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	600	Φ	33
C _c	0		



Table with 6 columns: CASO, NX, VY, VZ, MY, MZ. Rows include reaction values for PER, Scmin, SCmax, VDE, VIZ, FRE, CEN, DER, CAL, ENF, GRA.

Table with 6 columns: CASO, NX, VY, VZ, MY, MZ. Rows include reaction values for PER, Scmin, SCmax, VDE, VIZ, FRE, CEN, DER, CAL, ENF, GRA.

Table with 6 columns: CASO, NX, VY, VZ, MY, MZ. Rows include reaction values for PER, Scmin, SCmax, VDE, VIZ, FRE, CEN, DER, CAL, ENF, GRA.

Table with 6 columns: CASO, NX, VY, VZ, MY, MZ. Rows include reaction values for PER, Scmin, SCmax, VDE, VIZ, FRE, CEN, DER, CAL, ENF, GRA.

Table with 11 columns: COMB, NX, VY, VZ, MY, MZ, ey, ez, L*, B*, psv. Rows include combinations like PER+SCmax+0,6VDE, PER+SCmin+0,6VIZ, PER+VDE, PER+FRE+CEN+DER+CAL.

Table with 11 columns: COMB, NX, VY, VZ, MY, MZ, ey, ez, L*, B*, psv. Rows include combinations like PER+SCmax+0,6VDE, PER+SCmin+0,6VIZ, PER+VDE, PER+FRE+CEN+DER+CAL.

Table with 11 columns: COMB, Hundimiento, Deslizamiento(y), Deslizamiento(z), Vuelco(y), Vuelco(z). Rows include combinations like PER+SCV+0,6VDE, PER+SCV+0,6VIZ, PER+VDE, PER+FRE+CEN+DER+CAL.

Table with 11 columns: COMB, Hundimiento, Deslizamiento(y), Deslizamiento(z), Vuelco(y), Vuelco(z). Rows include combinations like PER+SCV+0,6VDE, PER+SCV+0,6VIZ, PER+VDE, PER+FRE+CEN+DER+CAL.

Pila 4

Table with 2 columns: Dimensiones columna. Rows include L(y), B(z), H(x).

Table with 2 columns: Dimensiones cimentación. Rows include L(y), B(z), H(x), Hterr.

Table with 2 columns: Propiedades del terreno. Rows include Pvadm, phi, Cc.

Pila 5

Table with 2 columns: Dimensiones columna. Rows include L(y), B(z), H(x).

Table with 2 columns: Dimensiones cimentación. Rows include L(y), B(z), H(x), Hterr.

Table with 2 columns: Propiedades del terreno. Rows include Pvadm, Phi, Cc.



ALTERNATIVA CENTRO.

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	5645	-0,161	-0,446	93,0527	1206,1234
Scmin	-2,024	-15,75	-63,76	-4221,72	-8708,0763
SCmax	3024	15,648	60,41	4489,322	3252,2029
VDE	1,447	326,49	11,36	16,4237	2339,6456
VIZ	-1,418	-323,8	-12,16	-11,359	-2318,6047
FRE	-2,845	6,208	-142,1	578,5552	165,3838
CEN	1,72	117,27	-30,2	153,0058	926,387
DER	0,182	26,535	-3,159	17,3798	191,2576
CAL	-8,514	86,425	224,4	-915,309	403,5187
ENF	5,731	-58,17	-151	616,086	-271,6046
GRA	-2,901	29,601	77,71	-316,284	139,4252

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	-0,16	-0,446	92,1607	1205,8
Scmin	-2,024	-15,7	-63,76	-4349,24	-8740
SCmax	3023,86	15,65	60,408	4610,138	3283,5
VDE	1,447	326,5	11,36	39,1437	2992,6
VIZ	-1,418	-324	-12,161	-35,681	-2966
FRE	-2,845	6,208	-142,129	294,2972	177,8
CEN	1,72	117,3	-30,204	92,5978	1160,9
DER	0,182	26,54	-3,159	11,0618	244,33
CAL	-8,514	86,43	224,402	-466,505	576,37
ENF	5,731	-58,2	-151,043	314	-387,9
GRA	-2,901	29,6	77,711	-160,862	198,63

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	5526	-2,092	-0,846	-9,8559	511,4998
Scmin	-2,185	-21,46	-57,44	-4484,74	-11023,0861
SCmax	3047	19,552	54,33	5417,029	3809,4653
VDE	0,159	331,52	11,79	35,2615	2074,9131
VIZ	-0,14	-331,1	-11,91	-34,4304	-2072,4475
FRE	0,979	6,366	-143,5	503,5031	190,6433
CEN	1,166	26,473	-1,71	11,6194	182,7861
DER	0,209	15,047	0,571	2,1285	96,2011
CAL	-16,94	12,008	-2,35	23,7351	60,2758
ENF	11,41	-8,082	1,582	-15,9759	-40,5711
GRA	-5,825	4,188	-0,822	11,4971	20,8381

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	-2,09	-0,846	-11,5479	507,32
Scmin	-2,185	-21,5	-57,435	-4599,61	-11066
SCmax	3047,49	19,55	54,33	5525,689	3848,6
VDE	0,159	331,5	11,789	58,8395	2737,9
VIZ	-0,14	-331	-11,905	-58,2404	-2735
FRE	0,979	6,366	-143,471	216,5611	203,38
CEN	1,166	26,47	-1,71	8,1994	235,73
DER	0,209	15,05	0,571	3,2705	126,3
CAL	-16,944	12,01	-2,35	19,0351	84,292
ENF	11,405	-8,08	1,582	-12,8119	-56,74
GRA	-5,825	4,188	-0,822	9,8531	29,214

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	15544	215,1	77,248	789,899	5869,1	0,0508	0,378	7,8984	7,245	271,64
PER+SCmin+0,6VIZ	15544	-128,3	58,807	845,198	2854,2	0,0544	0,184	7,8912	7,633	258,06
PER+VDE	12994	304,42	33,703	25,4048	3583,1	0,002	0,276	7,9961	7,449	218,17
PER+FRE+CEN+DER+CAL	13013	221,48	130,82	522,576	2834,9	0,0402	0,218	7,9197	7,564	217,23

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16042	216,37	60,557	5549,45	5998,7	0,3459	0,374	7,3081	7,252	302,68
PER+SCmin+0,6VIZ	16042	-181,2	46,341	5479,2	2715,1	0,3416	0,169	7,3169	7,661	286,16
PER+VDE	12994	329,43	10,943	47,2916	3245,3	0,0036	0,25	7,9927	7,501	216,76
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12986	52,999	146,87	227,904	1123,3	0,0175	0,086	7,9649	7,827	208,31

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	4,0495	Si	46,929	Si	130,67	Si	78,71	Si	10,59	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,2625	Si	78,692	Si	171,65	Si	73,56	Si	21,78	Si
PER+VDE	5,0418	Si	27,72	Si	250,38	Si	2046	Si	14,51	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,0638	Si	38,158	Si	64,6	Si	99,61	Si	18,36	Si

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,6342	Si	48,147	Si	172,03	Si	11,56	Si	10,7	Si
PER+SCV+0,6VIZ	3,844	Si	57,495	Si	224,8	Si	11,71	Si	23,63	Si
PER+VDE	5,0748	Si	25,616	Si	771,15	Si	1099	Si	16,02	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,2806	Si	159,13	Si	57,423	Si	227,9	Si	46,24	Si

Pila 6

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	3,7		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	H _{terr}	1

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	600	φ	33
C _c	0		

Pila 7

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	3,1		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	H _{terr}	1

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	600	φ	33
C _c	0		



Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	5462	-5,003	2,513	-8,9774	-33,6376
Scmin	-1,46	-15,59	-57,53	-6035,63	-11408,8438
SCmax	3226	13,78	74,53	4995,946	3767,5346
VDE	-1,275	326,12	13,75	24,937	1919,0473
VIZ	1,31	-328,2	-13,01	-28,1147	-1932,7387
FRE	2,599	5,774	-143,6	481,7484	173,2648
CEN	0,447	-17,91	14,13	-54,559	-125,9403
DER	0,057	4,691	4,211	-12,7733	24,9766
CAL	-9,213	-76,78	-228,1	773,9524	-244,1852
ENF	6,201	51,682	153,5	-520,94	164,3587
GRA	-3,245	-26,21	-79,04	271,8667	-83,3592

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	-5	2,513	-3,9514	-43,64
Scmin	-1,46	-15,6	-57,526	-6150,68	-11440
SCmax	3225,93	13,78	74,526	5144,998	3795,1
VDE	-1,275	326,1	13,745	52,427	2571,3
VIZ	1,31	-328	-13,012	-54,1387	-2589
FRE	2,599	5,774	-143,609	194,5304	184,81
CEN	0,447	-17,9	14,134	-26,291	-161,8
DER	0,057	4,691	4,211	-4,3513	34,359
CAL	-9,213	-76,8	-228,058	317,8364	-397,8
ENF	6,201	51,68	153,504	-213,932	267,72
GRA	-3,245	-26,2	-79,044	113,7787	-135,8

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	5497	3,03	-1,736	7,9243	23,7945
Scmin	-6,516	-44,89	-60,21	-880,565	-10918,8308
SCmax	3815	38,134	83,62	632,175	3855,1644
VDE	3,637	316,13	31,11	-138,629	1968,2652
VIZ	-3,759	-315,9	-31,14	138,7558	-1966,4168
FRE	-19,75	-15,52	-201,9	903,8107	41,7772
CEN	-0,841	-22,49	11,88	-53,6318	-156,9252
DER	-0,305	-1,878	3,587	-16,1829	-14,7435
CAL	41,14	-9,952	-12,36	58,6754	-54,7664
ENF	-27,69	6,698	8,32	-39,4939	36,8627
GRA	14,23	-3,601	-4,305	20,4576	-19,9571

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	3,03	-1,736	4,4523	29,855
Scmin	-6,516	-44,9	-60,214	-1000,99	-11009
SCmax	3814,75	38,13	83,615	799,405	3931,4
VDE	3,637	316,1	31,111	-76,4074	2600,5
VIZ	-3,759	-316	-31,14	76,4758	-2598
FRE	-19,746	-15,5	-201,936	499,9387	10,741
CEN	-0,841	-22,5	11,876	-29,8798	-201,9
DER	-0,305	-1,88	3,587	-9,0089	-18,5
CAL	41,135	-9,95	-12,361	33,9534	-74,67
ENF	-27,687	6,698	8,32	-22,8539	50,259
GRA	14,225	-3,6	-4,305	11,8476	-27,16

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16219	204,45	85,286	5172,5	5294,2	0,3189	0,326	7,3622	7,347	299,85
PER+SCmin+0,6VIZ	16221	-188,1	69,232	5108,56	2198	0,3149	0,136	7,3701	7,729	284,76
PER+VDE	12993	321,11	16,258	48,4756	2527,6	0,0037	0,195	7,9925	7,611	213,59
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12992	-58,52	259,59	350,639	224,89	0,027	0,017	7,946	7,965	205,26

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16811	230,84	100,55	758,013	5521,6	0,0451	0,328	7,9098	7,343	289,44
PER+SCmin+0,6VIZ	16807	-148,4	63,195	849,743	2402,4	0,0506	0,143	7,8989	7,714	275,82
PER+VDE	12998	319,16	29,375	-71,955	2630,4	0,0055	0,202	7,9889	7,595	214,21
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12998	-42,83	195,63	485,874	224,62	0,0374	0,017	7,9252	7,965	205,9

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,6685	Si	51,52	Si	123,5	Si	12,54	Si	12,25	Si
PER+SCV+0,6VIZ	3,8629	Si	55,998	Si	152,16	Si	12,7	Si	29,52	Si
PER+VDE	5,15	Si	26,276	Si	518,99	Si	1072	Si	20,56	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,3589	Si	144,17	Si	32,502	Si	148,2	Si	231,1	Si

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,8005	Si	47,293	Si	108,58	Si	88,71	Si	12,18	Si
PER+SCV+0,6VIZ	3,9881	Si	73,57	Si	172,71	Si	79,11	Si	27,98	Si
PER+VDE	5,1351	Si	26,447	Si	287,35	Si	722,6	Si	19,77	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,3424	Si	197,08	Si	43,149	Si	107	Si	231,5	Si

Pila 8

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	3,5		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	H _{terr}	1

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	600	φ	33
C _c	0		

Pila 9

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	17,7		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	H _{terr}	1,7

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1000	Φ	33
C _c	0		



Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	7319	6,959	-1,935	41,9963	155,6282
Scmin	-4,291	-53,84	-130,6	-1053,94	-7968,6393
SCmax	2768	64,877	135,1	489,8565	2691,4813
VDE	4,225	345,91	18,49	-29,1214	6255,6127
VIZ	-4,174	-344	-18,9	34,2627	-6218,2499
FRE	-17,02	-7,828	-183,2	1862,16	403,2505
CEN	0,012	-0,104	0,079	-0,878	-2,3456
DER	0,004	-0,012	0,022	-0,2256	-0,3098
CAL	-11,13	62,343	130,8	-1332,94	761,343
ENF	7,492	-41,96	-88,04	897,1863	-512,4526
GRA	-3,834	21,183	45,36	-460,961	255,5043

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	6,959	-1,935	38,1263	169,55
Scmin	-4,291	-53,8	-130,554	-1315,05	-8076
SCmax	2768,43	64,88	135,085	760,0265	2821,2
VDE	4,225	345,9	18,493	7,8646	6947,4
VIZ	-4,174	-344	-18,895	-3,5273	-6906
FRE	-17,022	-7,83	-183,153	1495,854	387,59
CEN	0,012	-0,1	0,079	-0,72	-2,554
DER	0,00398	-0,01	0,022	-0,1816	-0,334
CAL	-11,131	62,34	130,799	-1071,34	886,03
ENF	7,492	-42	-88,04	721,1063	-596,4
GRA	-3,834	21,18	45,358	-370,245	297,87

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	8349	-0,737	0,789	-0,9438	-25,8952
Scmin	-4,114	-95,03	-133,8	-783,328	-8562,3126
SCmax	3368	96,534	134,5	620,4864	2922,9124
VDE	0,135	325,36	10,81	56,9389	8090,0352
VIZ	-0,068	-325,6	-10,73	-58,3006	-8096,234
FRE	3,168	9,014	-127,1	1730,265	764,9587
CEN	-0,004	-0,01	0,038	-0,5198	-0,4515
DER	-8E-04	0,0011	0,012	-0,1642	-0,0297
CAL	-34,07	-4,553	-14,75	202,5595	-55,0074
ENF	22,93	3,064	9,93	-136,341	37,0249
GRA	-11,8	-1,524	-5,077	70,8663	-18,2549

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	-0,74	0,789	0,6342	-27,37
Scmin	-4,114	-95	-133,821	-1050,97	-8752
SCmax	3367,92	96,53	134,509	889,5044	3116
VDE	0,135	325,4	10,814	78,5669	8740,8
VIZ	-0,068	-326	-10,728	-79,7566	-8747
FRE	3,168	9,014	-127,097	1476,071	782,99
CEN	-0,0035	-0,01	0,038	-0,4438	-0,471
DER	-0,0008	0,001	0,012	-0,1402	-0,027
CAL	-34,068	-4,55	-14,753	173,0535	-64,11
ENF	22,931	3,064	9,93	-116,481	43,153
GRA	-11,804	-1,52	-5,077	60,7123	-21,3

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	15765	279,38	144,25	802,872	7159,2	0,0509	0,454	7,8981	7,092	281,46
PER+SCmin+0,6VIZ	15760	-134,5	121,81	796,036	1152,9	0,0505	0,073	7,899	7,854	254,05
PER+VDE	12998	352,87	16,558	45,9909	7117	0,0035	0,548	7,9929	6,905	235,52
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12971	36,421	106,51	890,276	1085,9	0,0686	0,084	7,8627	7,833	210,61

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16362	291,01	141,79	937,279	8333,1	0,0573	0,509	7,8854	6,981	297,22
PER+SCmin+0,6VIZ	16362	-99,56	128,86	842,285	2159,8	0,0515	0,132	7,897	7,736	267,83
PER+VDE	12994	324,63	11,603	79,2011	8713,4	0,0061	0,671	7,9878	6,659	244,3
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12977	5,5368	135,11	1579,95	716,65	0,1218	0,055	7,7565	7,89	212,06

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,9082	Si	36,645	Si	70,976	Si	78,54	Si	8,808	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,3299	Si	76,073	Si	84,02	Si	79,19	Si	54,68	Si
PER+VDE	4,6705	Si	23,922	Si	509,8	Si	1131	Si	7,306	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,2229	Si	231,27	Si	79,085	Si	58,28	Si	47,78	Si

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,701	Si	36,513	Si	74,942	Si	69,83	Si	7,854	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,1071	Si	106,73	Si	82,458	Si	77,7	Si	30,3	Si
PER+VDE	4,5026	Si	25,995	Si	727,28	Si	656,3	Si	5,965	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,1873	Si	1522,1	Si	62,374	Si	32,85	Si	72,43	Si

Pila 10

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	22,5		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	H _{terr}	1

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1000	φ	33
C _c	0		

Pila 11

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	33,3		

Dimensiones cimentación			
L(y)	8	B(z)	8
H(x)	2	H _{terr}	6,5

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1800	Φ	33
C _c	0		



ALTERNATIVA CENTRO.

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	9130	-4,969	1,34	-22,7026	-186,6203
Scmin	-3,926	-88,45	-124,3	-1246,99	-6365,0876
SCmax	3198	96,233	156,3	919,3267	2118,7634
VDE	-5,326	292,6	7,104	96,7385	8779,3827
VIZ	5,356	-294,1	-6,854	-102,027	-8827,4474
FRE	20,73	18,421	-90,53	1499,723	1012,4307
CEN	-0,006	0,026	0,021	-0,3288	0,6666
DER	-0,002	0,0058	0,008	-0,1228	0,134
CAL	-7,264	-49,64	-83,79	1356,653	-1083,1361
ENF	4,89	33,413	56,4	-913,15	729,0485
GRA	-2,547	-16,87	-29	470,6532	-365,7554

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	-4,97	1,34	-20,0226	-196,6
Scmin	-3,926	-88,5	-124,31	-1495,61	-6542
SCmax	3198,33	96,23	156,306	1231,939	2311,2
VDE	-5,326	292,6	7,104	110,9465	9364,6
VIZ	5,356	-294	-6,854	-115,735	-9416
FRE	20,727	18,42	-90,53	1318,663	1049,3
CEN	-0,006	0,026	0,021	-0,2868	0,7186
DER	-0,0019	0,006	0,00776	-0,10728	0,1455
CAL	-7,264	-49,6	-83,787	1189,079	-1182
ENF	4,89	33,41	56,396	-800,358	795,87
GRA	-2,547	-16,9	-28,998	412,6572	-399,5

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	9079	0,038	-0,086	2,3014	1,7063
Scmin	-8,452	-77,17	-34,18	-671,663	-6615,5176
SCmax	3239	75,705	45,44	426,2691	2208,8992
VDE	-1,095	303,03	-8,454	243,1387	9107,1866
VIZ	0,962	-303,3	8,506	-244,62	-9116,1359
FRE	3,41	40,047	-39,69	1114,551	1241,2122
CEN	-0,005	0,027	0,003	-0,0918	0,8199
DER	-0,002	0,0045	0,002	-0,0462	0,1333
CAL	58,27	0,409	-0,325	9,9891	14,3417
ENF	-39,22	-0,275	0,219	-6,7236	-9,6533
GRA	20,2	0,137	-0,129	3,9291	4,8608

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	0,038	-0,086	2,1294	1,7823
Scmin	-8,452	-77,2	-34,18	-740,023	-6770
SCmax	3238,62	75,71	45,44	517,1491	2360,3
VDE	-1,095	303	-8,454	226,2307	9713,2
VIZ	0,962	-303	8,506	-227,608	-9723
FRE	3,41	40,05	-39,688	1035,175	1321,3
CEN	-0,0055	0,027	0,00329	-0,08522	0,8739
DER	-0,002	0,004	0,00165	-0,04291	0,1422
CAL	58,266	0,409	-0,325	9,3391	15,16
ENF	-39,218	-0,28	0,219	-6,2856	-10,2
GRA	20,203	0,137	-0,129	3,6711	5,1348

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16189	266,82	161,91	1278,48	7733,4	0,079	0,478	7,8421	7,045	293,05
PER+SCmin+0,6VIZ	16196	-85,21	153,53	1142,48	3534,8	0,0705	0,218	7,8589	7,563	272,47
PER+VDE	12989	287,63	8,444	90,9239	9168	0,007	0,706	7,986	6,588	246,87
PER+FRE+CEN+DER+CAL	13011	-16,3	139,43	2011,69	144,13	0,1546	0,011	7,6908	7,978	212,05

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16232	257,56	40,282	655,017	8190	0,0404	0,505	7,9193	6,991	293,2
PER+SCmin+0,6VIZ	16233	-106,3	50,458	382,714	3471,6	0,0236	0,214	7,9528	7,572	269,56
PER+VDE	12993	303,07	-8,54	228,36	9715	0,0176	0,748	7,9648	6,505	250,79
PER+FRE+CEN+DER+CAL	13033	40,362	39,964	1042,78	1333,2	0,08	0,102	7,84	7,795	213,24

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,7536	Si	39,403	Si	64,935	Si	50,65	Si	8,374	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,0372	Si	123,43	Si	68,504	Si	56,7	Si	18,33	Si
PER+VDE	4,4558	Si	29,326	Si	998,94	Si	571,4	Si	5,667	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,1874	Si	518,33	Si	60,596	Si	25,87	Si	361,1	Si

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,7518	Si	40,928	Si	261,69	Si	99,13	Si	7,928	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,0807	Si	99,22	Si	208,93	Si	169,7	Si	18,7	Si
PER+VDE	4,3861	Si	27,841	Si	988,04	Si	227,6	Si	5,35	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,1584	Si	209,69	Si	211,78	Si	49,99	Si	39,1	Si

Pila 12

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	31,5		

Dimensiones cimentación			
L(y)	8	B(z)	8
H(x)	2	Hterr	5

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1800	φ	33
C _c	0		

Pila 13

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	29,5		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	Hterr	8,2

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1000	Φ	33
C _c	0		



Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	8199	7,605	-3,394	37,9269	233,4268
Scmin	-3,294	-90,02	-159,6	-608,2	-8448,3763
SCmax	3009	80,152	131,3	380,5941	2857,2343
VDE	2,95	323,26	3,825	138,374	7750,1579
VIZ	-2,905	-321,6	-4,04	-134,462	-7708,1294
FRE	-16,44	21,669	-104,1	1396,32	932,5088
CEN	7E-04	0,0046	0,001	-0,0121	0,1106
DER	3E-04	0,0005	7E-04	-0,0093	0,0109
CAL	-7,327	64,726	121,9	-1596,79	1081,3255
ENF	4,932	-43,57	-82,02	1074,784	-727,8298
GRA	-2,515	22,021	42,31	-553,522	364,1565

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	7,605	-3,394	31,1389	248,64
Scmin	-3,294	-90	-159,566	-927,332	-8628
SCmax	3009,03	80,15	131,321	643,2361	3017,5
VDE	2,95	323,3	3,825	146,024	8396,7
VIZ	-2,905	-322	-4,04	-142,542	-8351
FRE	-16,44	21,67	-104,131	1188,058	975,85
CEN	0,00065	0,005	0,00114	-0,00982	0,1199
DER	0,00029	5E-04	0,00072	-0,00786	0,012
CAL	-7,327	64,73	121,862	-1353,07	1210,8
ENF	4,932	-43,6	-82,024	910,7361	-815
GRA	-2,515	22,02	42,311	-468,9	408,2

Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	6761	2,718	-1,109	2,6779	81,3395
Scmin	-3,957	-75,29	-133	-1521,12	-11542,5155
SCmax	3240	52,348	128,1	1164,584	3719,5367
VDE	-0,383	368,41	5,429	107,1623	5354,0765
VIZ	0,44	-367,9	-5,412	-107,024	-5346,2497
FRE	3,603	9,503	-174,4	1410,727	563,5301
CEN	2E-05	0,0026	0,003	-0,0204	0,0326
DER	-2E-05	0,0005	0,001	-0,01	0,0048
CAL	-33,05	7,17	23,85	-177,787	42,2081
ENF	22,24	-4,826	-16,06	119,667	-28,4099
GRA	-11,5	2,433	8,29	-60,1068	13,3733

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	2,718	-1,109	0,4599	86,776
Scmin	-3,957	-75,3	-132,967	-1787,06	-11693
SCmax	3239,93	52,35	128,107	1420,798	3824,2
VDE	-0,383	368,4	5,429	118,0203	6090,9
VIZ	0,44	-368	-5,412	-117,848	-6082
FRE	3,603	9,503	-174,441	1061,845	582,54
CEN	2,2E-05	0,003	0,00269	-0,01503	0,0378
DER	-2E-05	5E-04	0,00127	-0,00747	0,0059
CAL	-33,045	7,17	23,854	-130,079	56,548
ENF	22,242	-4,83	-16,056	87,555	-38,06
GRA	-11,496	2,433	8,29	-43,5268	18,239

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16005	281,71	130,22	761,989	8304,2	0,0476	0,519	7,9048	6,962	290,81
PER+SCmin+0,6VIZ	16002	-105,2	125,5	588,85	1744,6	0,0368	0,109	7,9264	7,782	259,42
PER+VDE	12997	330,86	0,431	177,163	8645,3	0,0136	0,665	7,9727	6,67	244,42
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12973	68,115	34,406	407,339	1951,1	0,0314	0,15	7,9372	7,699	212,29

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16234	276,11	130,26	1492,07	7565,5	0,0919	0,466	7,8162	7,068	293,86
PER+SCmin+0,6VIZ	16234	-165,7	123,75	1350,55	261,8	0,0832	0,016	7,8336	7,968	260,1
PER+VDE	12994	371,13	4,32	118,48	6177,7	0,0091	0,475	7,9818	7,049	230,94
PER+FRE+CEN+DER+CAL	12978	16,526	161,23	984,235	703,28	0,0758	0,054	7,8483	7,892	209,54

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,7825	Si	36,895	Si	79,816	Si	84,02	Si	7,709	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,2403	Si	98,795	Si	82,799	Si	108,7	Si	36,69	Si
PER+VDE	4,5004	Si	25,511	Si	19583	Si	293,5	Si	6,014	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,1815	Si	123,69	Si	244,87	Si	127,4	Si	26,6	Si

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,7433	Si	38,182	Si	80,937	Si	43,52	Si	8,583	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,2292	Si	63,64	Si	85,193	Si	48,08	Si	248	Si
PER+VDE	4,7631	Si	22,737	Si	1953,3	Si	438,7	Si	8,413	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	5,2496	Si	509,98	Si	52,272	Si	52,74	Si	73,81	Si

Pila 14

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	13,4		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	Hterr	2

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1000	φ	33
C _c	0		

Pila 15

Dimensiones columna			
L(y)	4	B(z)	1,5
H(x)	8,8		

Dimensiones cimentación			
L(y)	6	B(z)	6
H(x)	2	Hterr	1

Propiedades del terreno			
P _{vadm}	1000	Φ	33
C _c	0		



Reacciones en base columna					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	9483	-7,904	2,015	-6,2412	272,4408
Scmin	-8,6	-83,85	-35,07	-694,344	-6251,649
SCmax	3195	107,11	166,8	1042,634	1903,3524
VDE	-5,194	288,98	6,042	111,6076	8675,0471
VIZ	5,225	-290,4	-5,831	-116,149	-8719,4112
FRE	59,01	58,661	-252,4	4184,04	3043,7456
CEN	-0,006	0,027	0,022	-0,3474	0,6865
DER	-0,006	0,019	0,026	-0,415	0,4493
CAL	-9,212	-55,29	-89,64	1447,543	-1223,8433
ENF	6,201	37,218	60,34	-974,327	823,7572
GRA	-3,225	-18,78	-31,02	502,099	-413,2748

Reacciones en base cimentación					
CASO	NX	VY	VZ	MY	MZ
PER	12994,2	-7,9	2,015	-2,2112	256,63
Scmin	-8,6	-83,8	-35,074	-764,492	-6419
SCmax	3195,15	107,1	166,842	1376,318	2117,6
VDE	-5,194	289	6,042	123,6916	9253
VIZ	5,225	-290	-5,831	-127,811	-9300
FRE	59,009	58,66	-252,395	3679,25	3161,1
CEN	-0,0062	0,027	0,022	-0,3034	0,7405
DER	-0,0064	0,019	0,026	-0,363	0,4873
CAL	-9,212	-55,3	-89,644	1268,255	-1334
ENF	6,201	37,22	60,338	-853,651	898,19
GRA	-3,225	-18,8	-31,022	440,055	-450,8

Combinaciones										
COMB	NX	VY	VZ	MY	MZ	e _y	e _z	L*	B*	p _{sv}
PER+SCmax+0,6VDE	16186	272,6	172,48	1448,32	7926	0,0895	0,49	7,821	7,021	294,78
PER+SCmin+0,6VIZ	16193	-75,03	165,36	1297,42	3205,9	0,0801	0,198	7,8398	7,604	271,62
PER+VDE	12989	281,08	8,057	121,48	9509,6	0,0094	0,732	7,9813	6,536	249,01
PER+FRE+CEN+DER+CAL	13048	17,627	304,12	4437,32	2618,3	0,3401	0,201	7,3198	7,599	234,58

Comprobaciones										
COMB	Hundimiento		Deslizamiento(y)		Deslizamiento(z)		Vuelco(y)		Vuelco(z)	
	Fsv/Fv,adm	Cumple?	F _d	Cumple?	F _d	Cumple?	F _v	Cumple?	F _v	Cumple?
PER+SCV+0,6VDE	3,7315	Si	38,561	Si	60,942	Si	44,7	Si	8,169	Si
PER+SCV+0,6VIZ	4,0497	Si	140,15	Si	63,592	Si	49,92	Si	20,2	Si
PER+VDE	4,4176	Si	30,01	Si	1046,9	Si	427,7	Si	5,464	Si
PER+FRE+CEN+DER+CAL	4,6892	Si	480,71	Si	27,862	Si	11,76	Si	19,93	Si

2.3.5. ESTRIBOS

Los estribos tienen una misión doble. Por un lado constituyen el apoyo extremo del tablero permitiendo, a través de los apoyos, que se produzcan las deformaciones axiales debidas a la temperatura, fluencia, retracción y, en su caso, las correspondientes a las acciones directas de la estructura. En él se establece la transición entre los movimientos del dintel y los no movimientos del terraplén de acceso.

En segundo lugar es una estructura de contención, un muro, que soporta el empuje de las tierras que constituyen el terraplén de acceso y controla el derrame de tierras delante del estribo. Este control se realiza en la parte frontal por el estribo propiamente dicho.

El diseño de la parte superior del estribo viene influida por el tipo, carga y movimientos del dintel. Por otro lado, la parte inferior depende de las acciones del dintel y del empuje de tierras.

Las comprobaciones a hundimiento, deslizamiento y vuelco de las cimentaciones de los estribos se calculan del mismo modo que las zapata de la pila, con la diferencia que la tensión admisible en esas zonas cambia a 0,3MPa.

Se han dimensionado como muros de hormigón armado mediante CYPE. Las cargas en trasdós han sido por vehículos pesados (10 KN/m²) y por peso del terreno (alrededor de 40 KN/m²). Como cargas en coronación, obtenidas por metro, se han tomado las reacciones generadas por el propio puente sobre el estribo y las combinaciones de peso propio, cargas muertas, vehículos y frenado, además del empuje del terreno calculado como cortante y momento con la siguiente formulación:

$$V = (2 * 20 * (1 - \text{sen } 33))/2 = 9,1 \text{ KN}$$

$$M = V * 1/3 * 2 = 6,07 \text{ KN.m}$$

Con las reacciones en los estribos extraídas del CSiBridge, introducidos los datos como cargas lineales y divididas por los 10 metros del tablero, obtenemos los siguientes cálculos:

Primer estribo del puente 1

	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Peso propio	1507,258	0	43,472	0	-26,5008	0
Vehículos	1815,292	14,374	30,836	0	7,5173	8,7621
Cargas muertas	432,758	0	5,94	0	-3,6212	0
Frenado	-96,656	0	-387,19	0	236,0306	0

Segundo estribo del puente 1

	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Peso propio	150,146	0	-32,42	0	19,763	0
Vehículos	1815,294	14,375	12,332	0	18,797	8,7623
Cargas muertas	432,758	0	-5,94	0	3,6212	0
Frenado	96,656	0	-387,19	0	236,0306	0



Primer estribo del puente 2

	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Peso propio	1756,281	2,412	26,937	9E-17	-16,4208	1,4705
Vehículos	2041,557	21,11	32,87	0	7,6879	12,8685
Cargas muertas	290,164	8,074	4,235	3,01E-16	-2,5822	4,9225
Frenado	-20,015	0,933	-82,363	3,48E-17	50,2083	0,5685

Segundo estribo del puente 2

	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Peso propio	2147,198	-7,594	-49,805	-3,6E-16	30,3614	-4,6289
Vehículos	2669,338	46,311	34,692	0	34,0419	28,2311
Cargas muertas	353,34	-0,997	-8,718	-5E-17	5,3143	-0,6076
Frenado	19,798	-16,744	-101,378	-7,8E-16	61,7999	-10,2072

En el apéndice de estribos se pueden observar los resultados obtenidos con los cálculos anteriores.

2.3.6. LOSA

Para el diseño de la losa hemos extraído, del programa CSiBridge, los momentos laterales en placa más desfavorables, así como los cortantes. Dichos esfuerzos se muestran a continuación:

	M11	M22	V13	V23
Puente 1	-52,27	-87,23	105,36	147,36
Puente 2	-75,64	-103,89	111,14	185,68

Para el cálculo de la armadura longitudinal y transversal, se ha cogido el mayor esfuerzo en cada puente y se ha dimensionado mediante el prontuario con una sección de un metro por 25 cm, calculado como losa y a partir de ahí se ha conseguido el dimensionamiento de la armadura. Para simplificar, se ha calculado para poner una sola armadura (superior o inferior) para ambos caso, longitudinal y transversal, escogido el más desfavorable.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Puente 1 (longitudinal)

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA
Obra: a
Fecha: 11/06/2015
Hora: 4:16:40

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

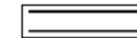
1 Datos

-Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

-Sección

Sección : LOSA
b [m] = 1.00
h [m] = 0.25
xi [m] = 0.050
xs [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

Md [kN-m] = 52.27



Plano de deformación de agotamiento

κ [m] = 0.025
 $1/\kappa$ [1/m] $\cdot 1.E-3$ = 57.0
 ϵ_s $\cdot 1.E-3$ = 1.4
 ϵ_s $\cdot 1.E-3$ = -12.8

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 1.E-3$	Tensión [MPa]
0.050	0.0	-1.4	0.0
0.200	6.8	-10.0	494.8

At_est [cm²] = 6.8

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	6	5	4	3	3
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm ²]	6.8	7.7	8.0	9.4	14.7
wk [mm]	0.20	0.18	0.19	0.19	0.12



Puente 1 (transversal)

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 11/08/2015
Hora: 4:17:22

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

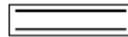
1 Datos

-Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

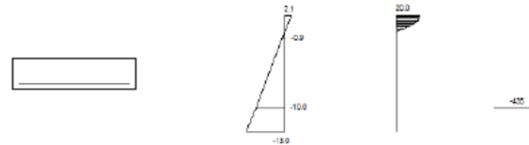
-Sección

Sección : LOSA
b [m] = 1.00
h [m] = 0.25
r1 [m] = 0.050
r2 [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

M_d [kN·m] = 87.23



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.034
 $1/x$ [1/m] · 1.E-3 = 60.1
 ϵ_s · 1.E-3 = 2.1
 ϵ_s' · 1.E-3 = -13.0

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	-0.9	0.0
0.200	10.7	-10.0	434.8

A_{t_est} [cm²] = 10.7

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	10	7	6	4	3
n° capas	1	1	1	1	1
A_t [cm ²]	11.3	10.8	12.1	12.6	14.7
wk [mm]	0.28	0.33	0.30	0.37	0.36

Puente 2 (longitudinal)

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
Fecha: 11/08/2015
Hora: 4:05:45

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

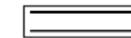
1 Datos

-Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

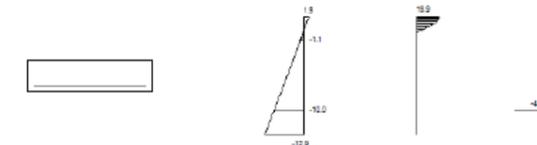
-Sección

Sección : LOSA
b [m] = 1.00
h [m] = 0.25
r1 [m] = 0.050
r2 [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

M_d [kN·m] = 75.64



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.031
 $1/x$ [1/m] · 1.E-3 = 59.1
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.9
 ϵ_s' · 1.E-3 = -12.9

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	-1.1	0.0
0.200	9.2	-10.0	434.8

A_{t_est} [cm²] = 9.2

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	9	6	5	3	3
n° capas	1	1	1	1	1
A_t [cm ²]	10.2	9.2	10.1	9.4	14.7
wk [mm]	0.26	0.33	0.34	0.44	0.28



Puente 2 (transversal)

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA
 Obra: a
 Fecha: 11/06/2015
 Hora: 4:15:17

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

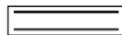
1 Datos

-Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

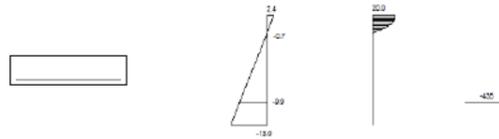
-Sección

Sección : LOSA
 b [m] = 1.00
 h [m] = 0.25
 x_1 [m] = 0.050
 x_2 [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

M_d [kNm] = 104



Plano de deformación de agotamiento

ϵ_s [m] = 0.029
 $1/x$ [1/m] $\cdot 1.E-3$ = 61.8
 ϵ_s $\cdot 1.E-3$ = 2.4
 ϵ_s $\cdot 1.E-3$ = -12.0

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 1.E^{-3}$	Tensión [MPa]
0.050	0.0	-0.7	0.0
0.200	12.9	-9.9	434.8

A_{t_est} [cm²] = 12.9

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
$n \cdot \phi$	12	9	7	5	3
n° capas	1	1	1	1	1
A_t [cm ²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
w_k [mm]	0.28	0.29	0.31	0.31	0.46

Por otro lado, para comprobar a cortante, el propio prontuario indica directamente el cortante máximo que puede soportar la losa. Ahí se ha observado que supera con creces los calculados.

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: a
 Fecha: 11/06/2015
 Hora: 4:13:12

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

-Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

-Control del hormigón

Control normal

-Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

-Sección

Sección : LOSA
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.25



2 Comprobación

ρ_l [$\cdot 1.E-3$] = 10
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 154.9

3. APÉNDICES

3.1. ESTRIBOS



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°3

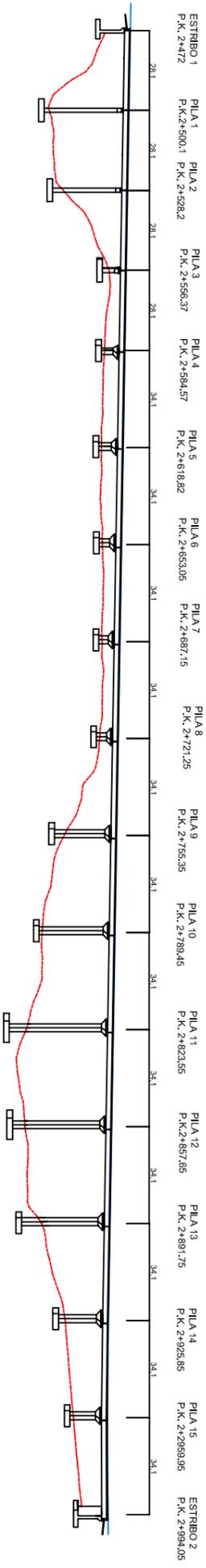
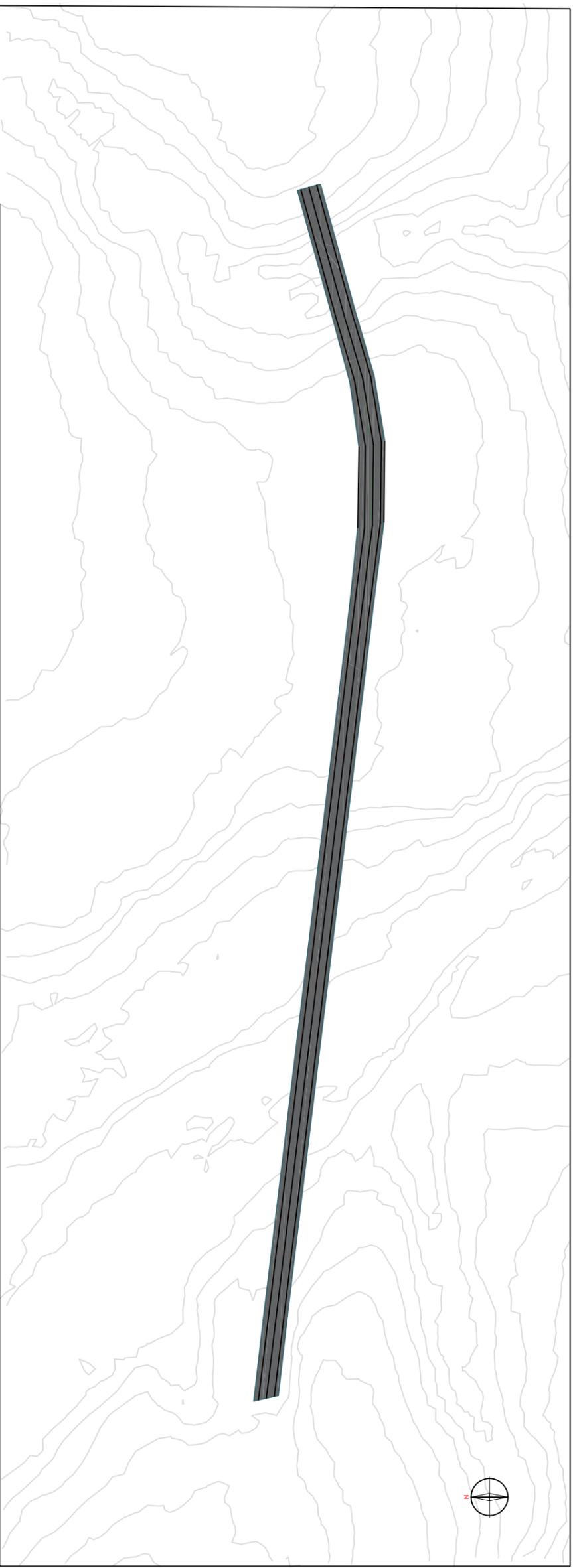
PLANOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO



ÍNDICE DE PLANOS

1. Localización.
2. Situación actual.
3. Diseño geométrico del tronco principal.
 - 3.1. Planta general.
 - 3.2. Planta y perfil.
 - 3.3. Secciones tipo.
 - 3.4. Secciones transversales.
 - 3.5. Señalización y balizamiento.
4. Diseño geométrico de los nudos.
 - 4.1. Planta general.
 - 4.2. Planta y perfil.
 - 4.3. Secciones tipo.
 - 4.4. Señalización y balizamiento.
 - 4.5. Ubicación de reportaje fotográfico.
 - 4.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposiciones de servicios.
5. Estructuras.
 - 5.1. Puente sobre el barranco al Este de Figueroles
 - 5.1.1. Planta de ubicación de estructuras
 - 5.1.2. Planta y alzado
 - 5.1.3. Plano de replanteo
 - 5.1.4. Planta inferior y planta de cimentación
 - 5.1.5. Sección tipo
 - 5.1.6. Secciones transversales en pilas y estribos
 - 5.1.7. Geometría de la sección
 - 5.1.8. Geometría y armado de vigas
 - 5.1.9. Geometría y armado de losa
 - 5.1.10. Geometría de dinteles
 - 5.1.11. Geometría y armado de pilas
 - 5.1.12. Geometría de cimentaciones
 - 5.1.13. Geometría y armado de estribos
 - 5.2. Puente sobre el río Lucena
 - 5.2.1. Planta de ubicación de estructuras
 - 5.2.2. Planta y alzado
 - 5.2.3. Plano de replanteo
 - 5.2.4. Planta inferior y planta de cimentación
 - 5.2.5. Secciones tipo
 - 5.2.6. Secciones transversales en pilas y estribos
 - 5.2.7. Condicionantes hidráulicos
 - 5.2.8. Geometría de la sección
 - 5.2.9. Geometría y armado de vigas
 - 5.2.10. Geometría y armado de losa
 - 5.2.11. Geometría de dinteles
 - 5.2.12. Geometría y armado de pilas
 - 5.2.13. Geometría de cimentaciones
 - 5.2.14. Geometría y armado de estribos.
6. Hidráulica
 - 6.1. Tramo sobre el barranco
 - 6.2. Tramo sobre el río Lucena
7. Impacto Ambiental
 - 7.1. Mapa Geológico
 - 7.2. Mapa de planeamiento urbanístico
 - 7.3. Mapa de ocupación el suelo
 - 7.4. Mapa de capacidad de usos del suelo
 - 7.5. Mapa de riesgo de erosión potencial
 - 7.6. Mapa de peligrosidad sísmica
 - 7.7. Vulnerabilidad de acuíferos
 - 7.8. Mapa de riesgo de inundación. PATRICOVA
 - 7.9. Plano de elementos patrimoniales y zonas protegidas
 - 7.10. Plano de las medidas correctoras. Hidrosiembra



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
 JAVIER SANCHEZ LAOSA

FECHA
 JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE HIGUERILES
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y
 DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

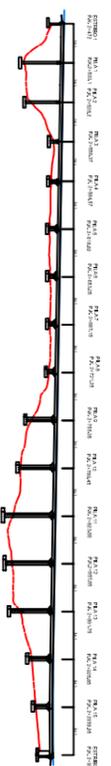
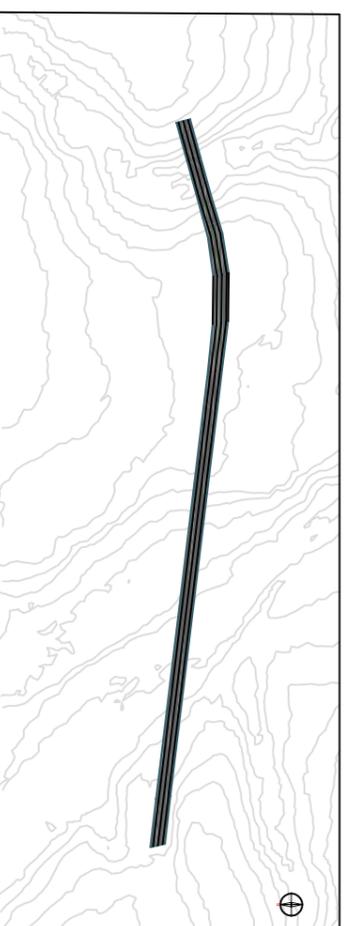
1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PLANTA Y ALZADO

Nº DE PLANO
 5.2.2
 HOJA 1 DE 1

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS PILAS DEL PUENTE 2

Nº DE PILA	ALTURA DEL FUSTE (M)	ALTURA DE TIERRAS SOBRE ZAPATA (M)	ACIMUT DEL EJE DEL PUENTE (°)	ACIMUT DEL EJE DEL DINTEL (°)	TIPO DE DINTEL	ANCHO DE LOSA (M)	GEOMETRÍA DE ZAPATA (BXLXH) (M)
PILA 1	25.6	2	254.5	344.5	1a	10	8X8X2
PILA 2	22.2	2	254.5	344.5	1a	10	8X8X2
PILA 3	4.2	1	260.7	344.5	1b	10,25	6X6X2
PILA 4	4.1	1	270.8	347	2a	10,5	6X6X2
PILA 5	4.5	1	276.7	347	2b	10,25	6X6X2
PILA 5	3.7	1	276.9	347	2c	10	6X6X2
PILA 7	3.1	1	276.9	347	2c	10	6X6X2
PILA 8	3.5	1	276.9	347	2c	10	6X6X2
PILA 9	17.7	1	276.9	347	2c	10	6X6X2
PILA 10	22.5	1	276.9	347	2c	10	6X6X2
PILA 11	32.4	4	276.9	347	2c	10	8X8X2
PILA 12	30.6	4	276.9	347	2c	10	8X8X2
PILA 13	26.9	4	276.9	347	2c	10	6X6X2
PILA 14	13.4	1	276.9	347	2c	10	6X6X2
PILA 15	8.8	1	276.9	347	2c	10	6X6X2



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
 JAVIER SANCHEZ LAOSA

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y
 DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

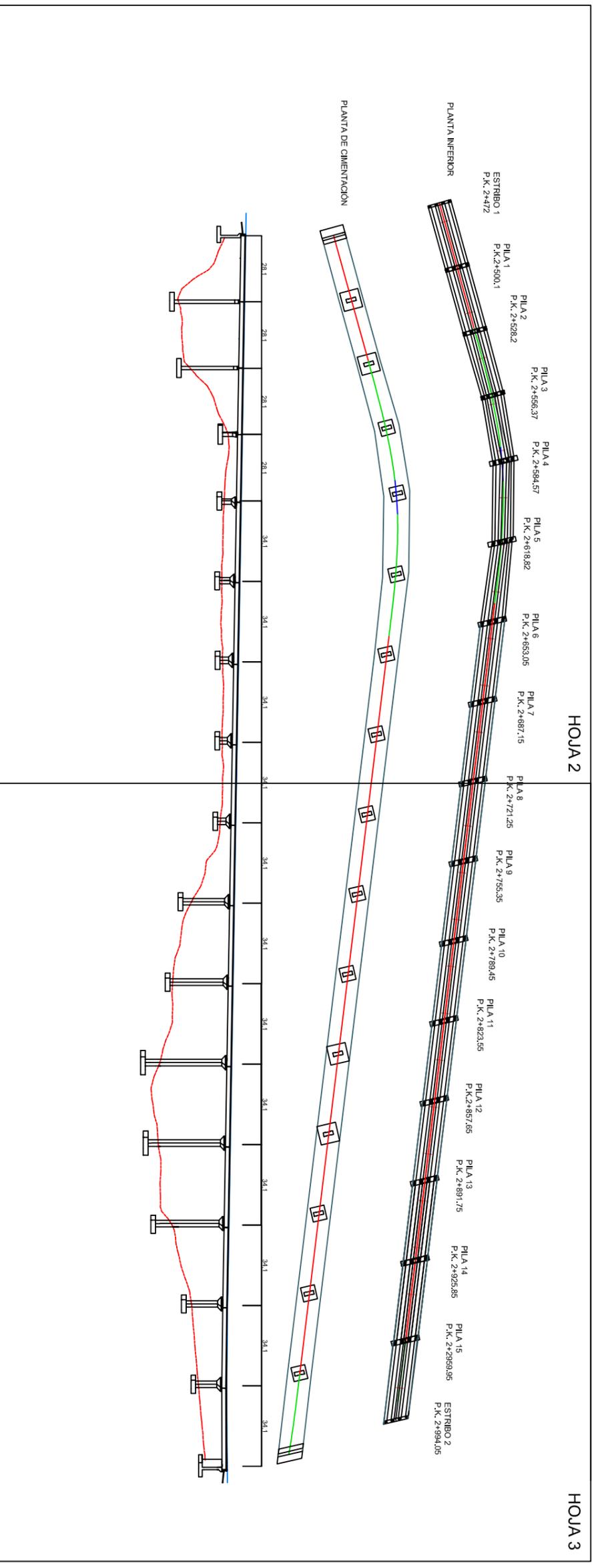
1:5000

TÍTULO DEL PLANO

PLANO DE REPLANTEO

Nº DE PLANO
 5.2.3

HOJA 1 DE 1



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
 JAVIER SANCHEZ LAOSA

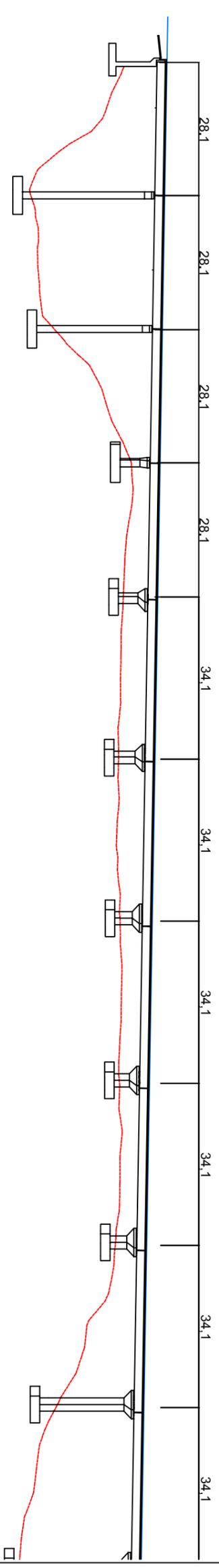
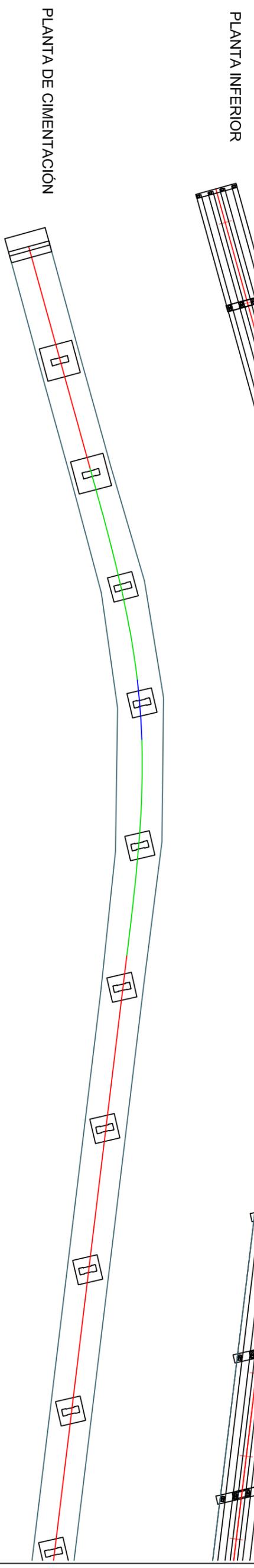
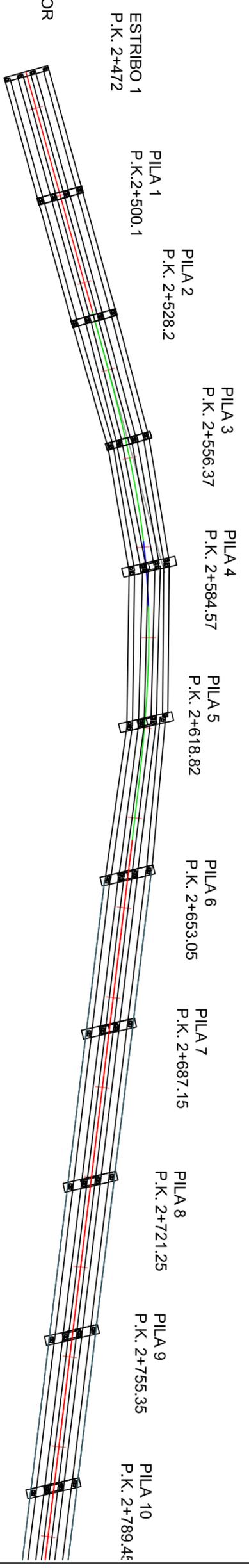
FECHA
 JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE HIGUERUELES
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN), ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y
 DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

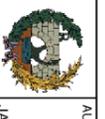
1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PLANTA INTERIOR Y PLANTA DE CIMENTACIÓN

Nº DE PLANO
 5.2.4
 HOJA 1 DE 3



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
 JAVIER SANCHEZ LAOSA

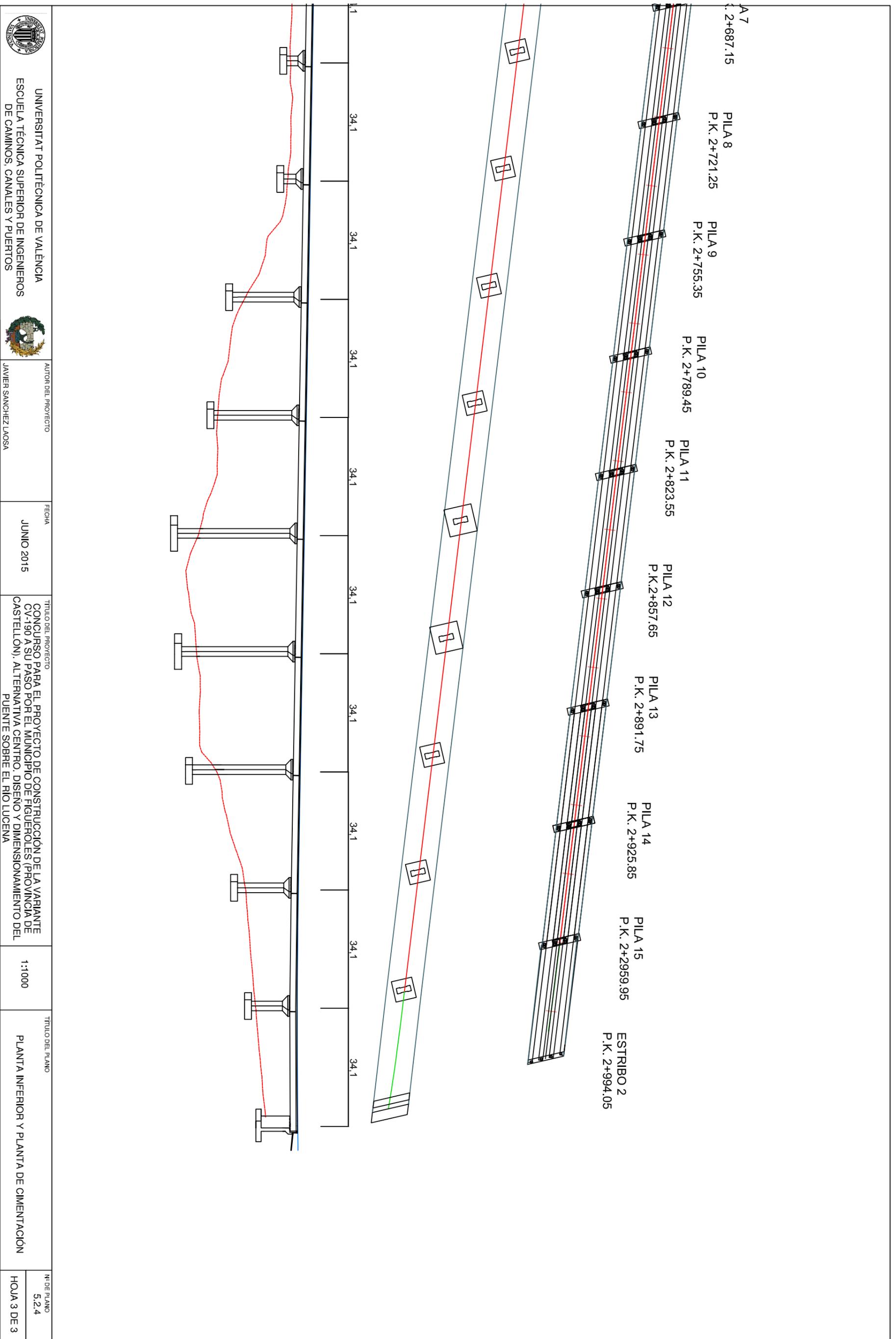
FECHA
 JUNIO 2015

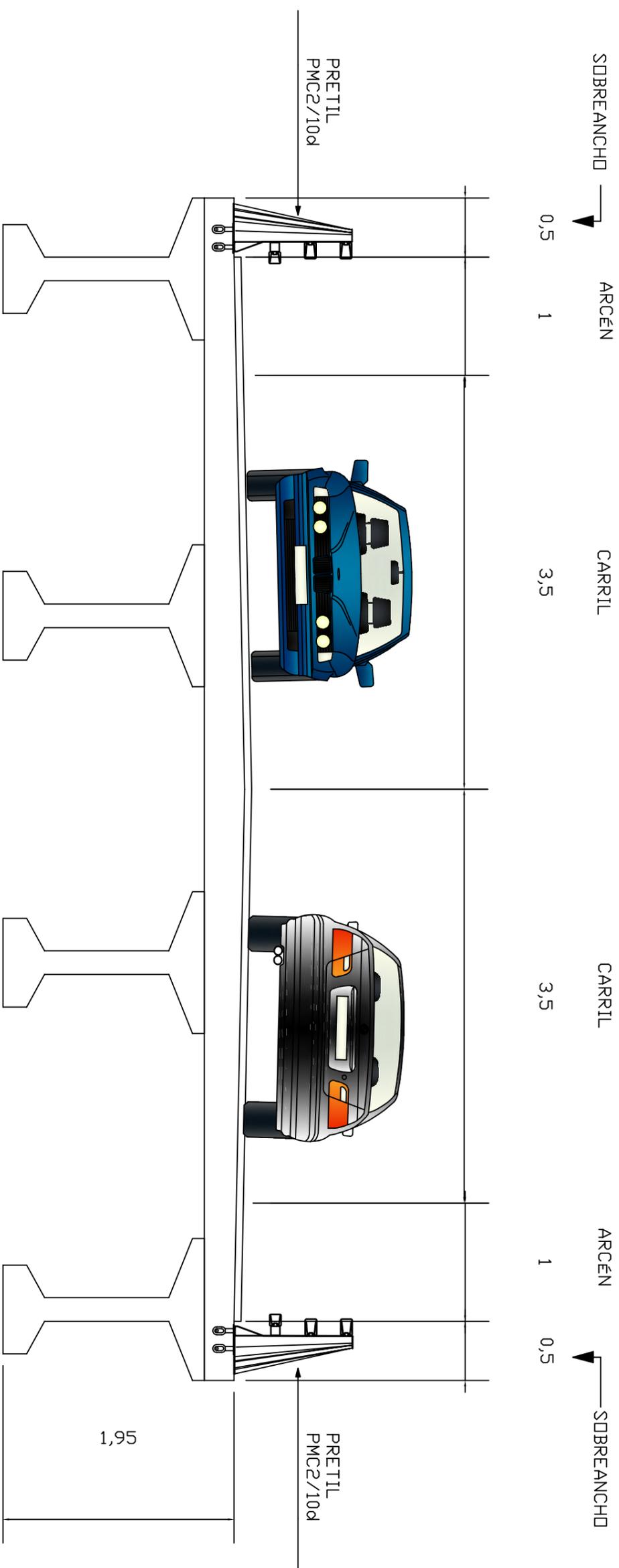
TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
 PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

1:1000

TÍTULO DEL PLANO
 PLANTA INFERIOR Y PLANTA DE CIMENTACIÓN

Nº DE PLANO
 5.2.4
 HOJA 2 DE 3





UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
 JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
 PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

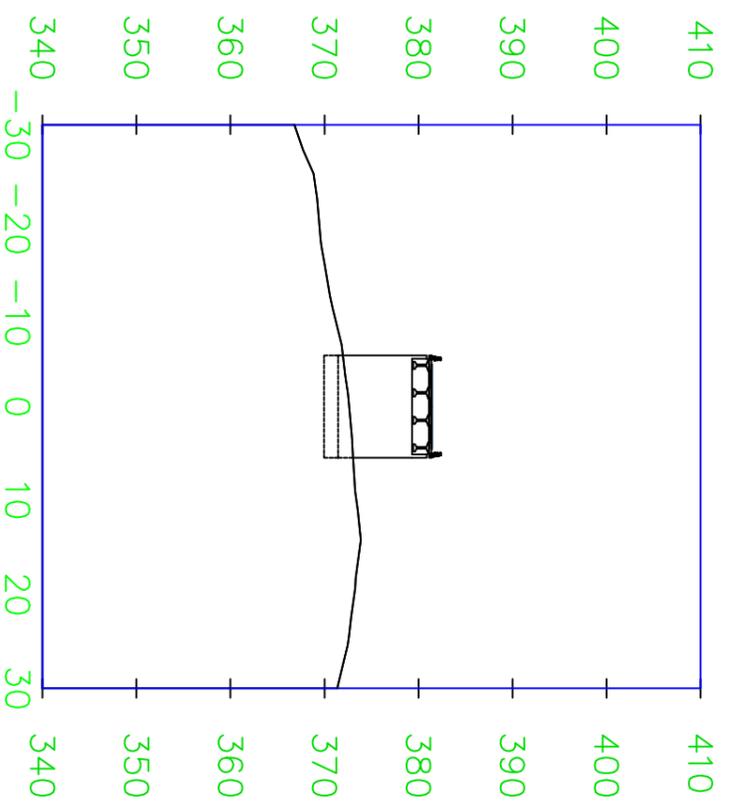
ESCALA:
 1:40

TÍTULO DEL PLANO

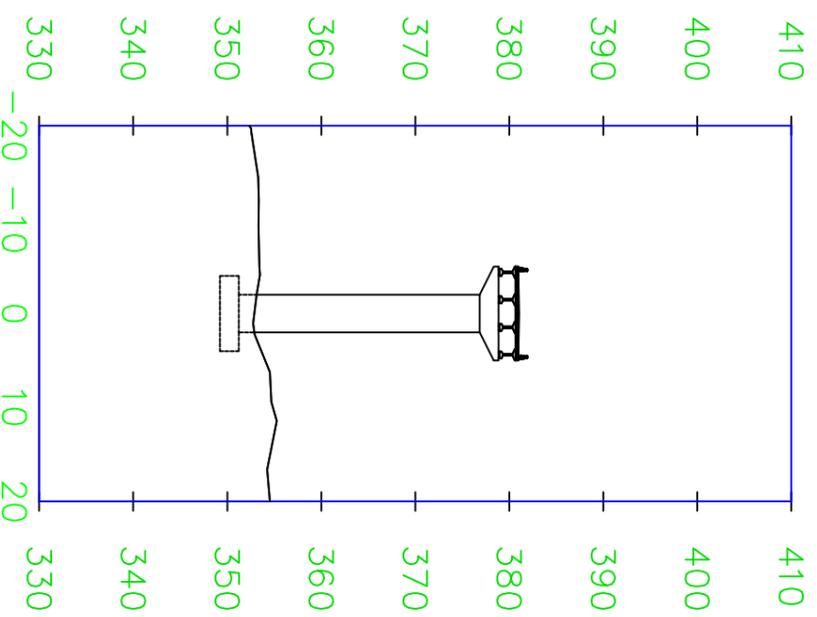
SECCIÓN TIPO

Nº DE PLANO
 5.2.5
 HOJA 1 DE 1

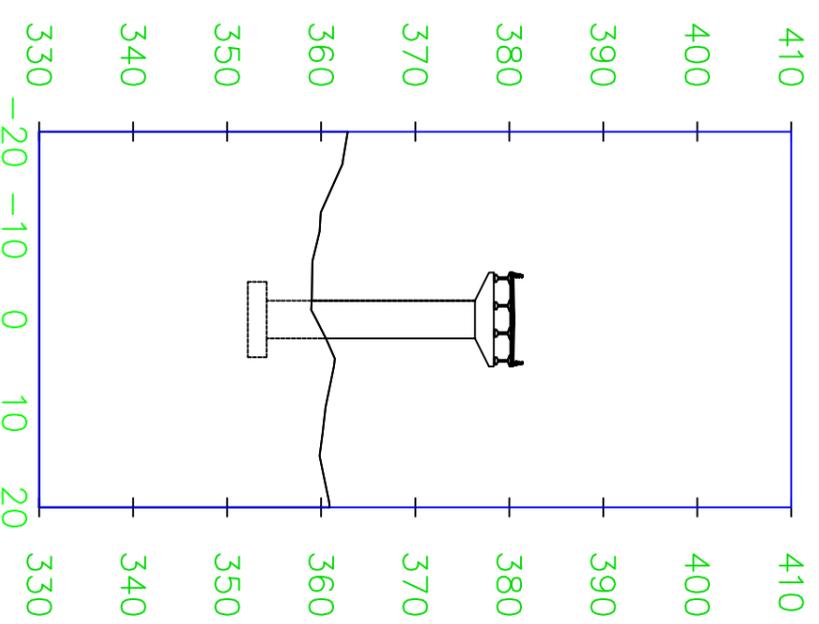
ESTRIBO 1 P.K. 2+472



PILA 1 P.K.2+500.1



PILA 2 P.K. 2+528.2



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLAS (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA

ESCALA:

1:750

TÍTULO DEL PLANO

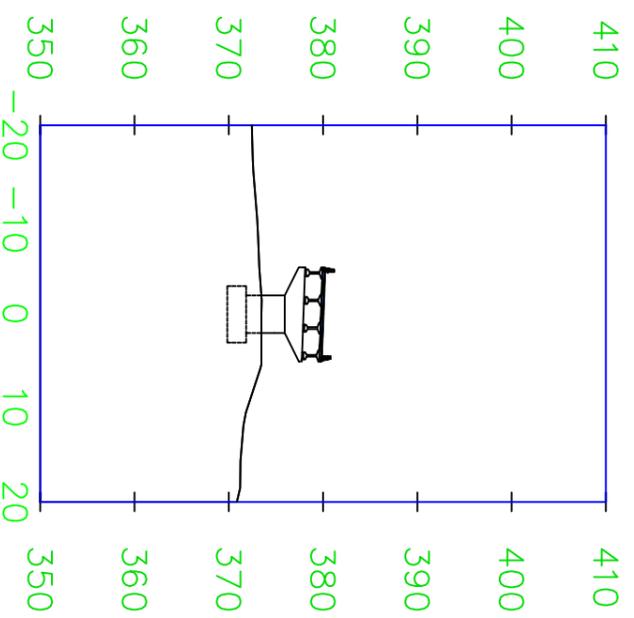
SECCIONES TRANSVERSALES EN PILAS
Y ESTRIBOS

Nº DE PLANO

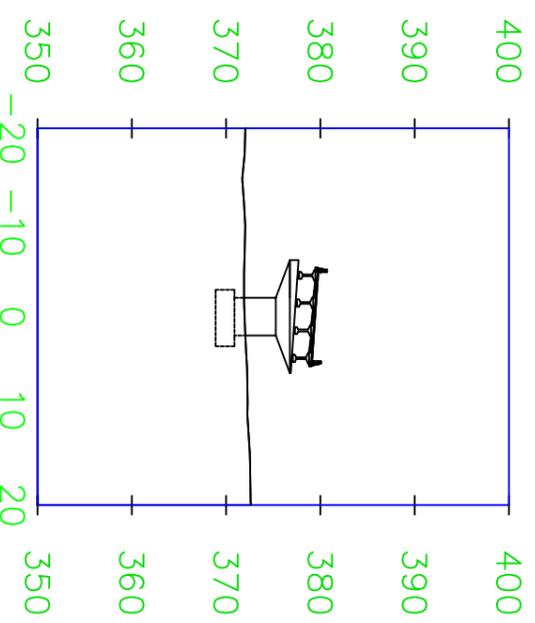
5.2.6

HOJA 1 DE 6

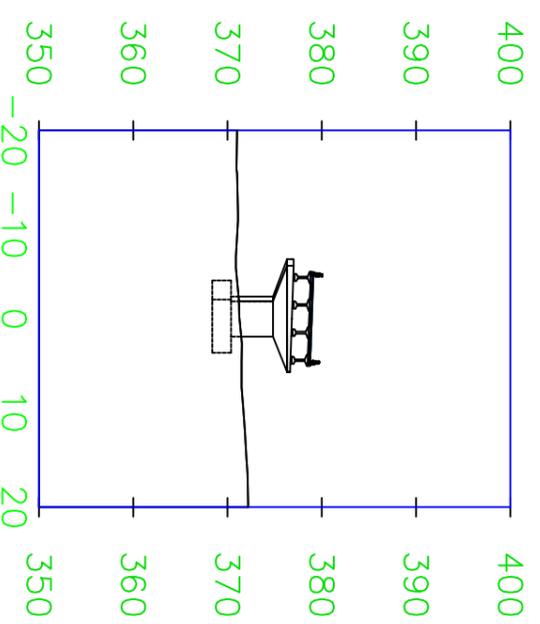
PILA 3
P.K. 2+556.37



PILA 4
P.K. 2+584.57



PILA 5
P.K. 2+618.82



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANJHES LAOSA

JUNIO 2015

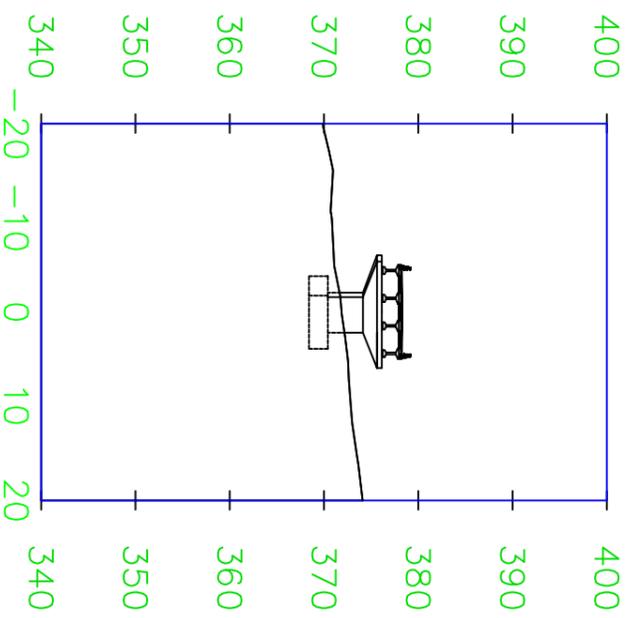
TTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA

ESCALA:
1:750

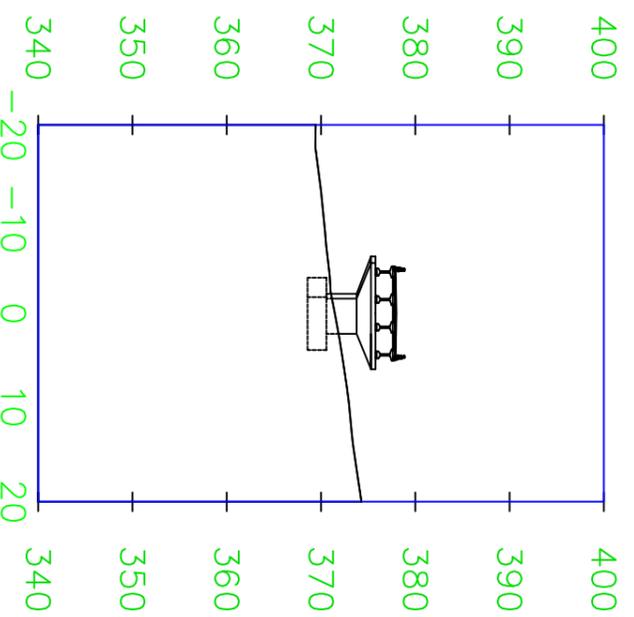
TTULO DEL PLANO
SECCIONES TRANSVERSALES EN PILAS
Y ESTRIBOS

Nº DE PLANO
5.2.6
HOJA 2 DE 6

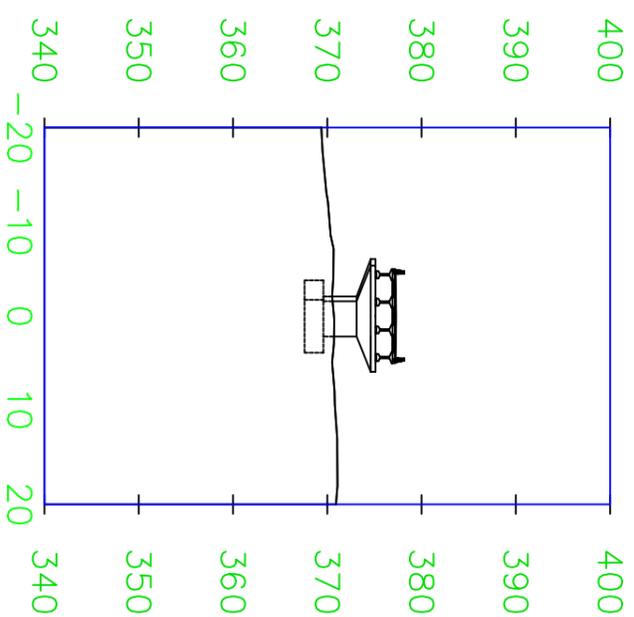
PILA 6
P.K. 2+653.05



PILA 7
P.K. 2+687.15



PILA 8
P.K. 2+721.25



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

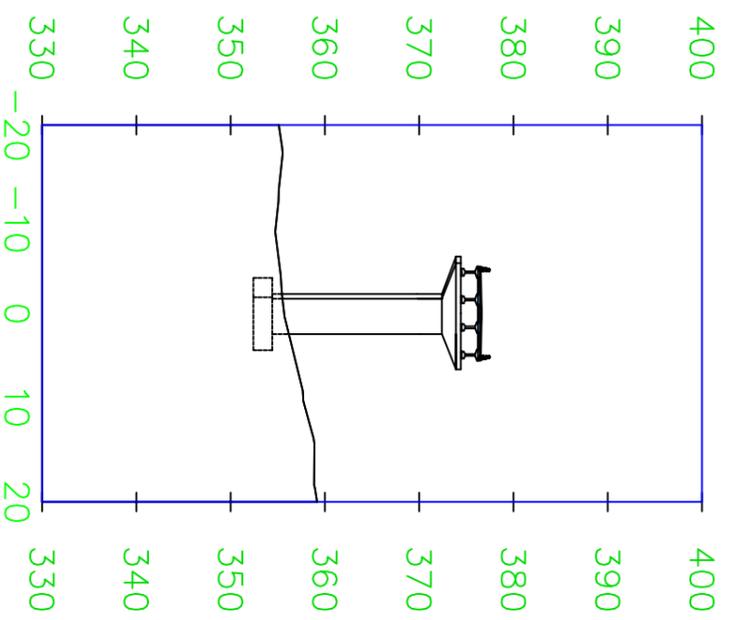
TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA

ESCALA:
1:750

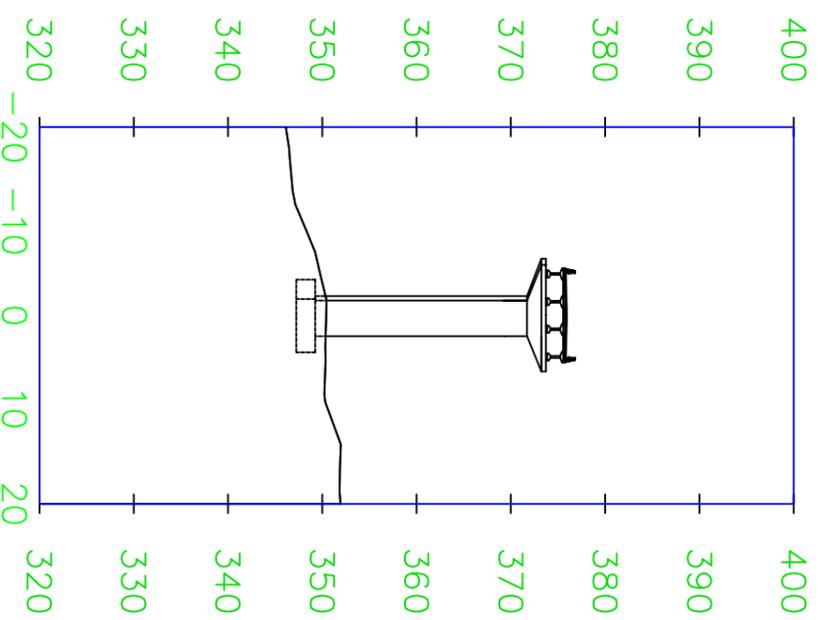
TÍTULO DEL PLANO
SECCIONES TRANSVERSALES EN PILAS
Y ESTRIBOS

Nº DE PLANO
5.2.6
HOJA 3 DE 6

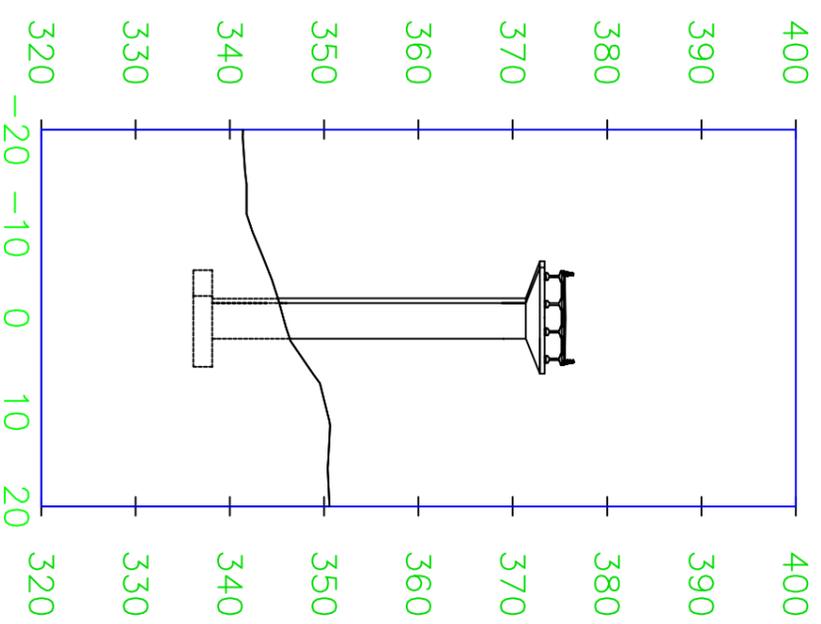
PILA 9
P.K. 2+755.35



PILA 10
P.K. 2+789.45



PILA 11
P.K. 2+823.55



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLAS (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA

ESCALA:

1:750

TÍTULO DEL PLANO

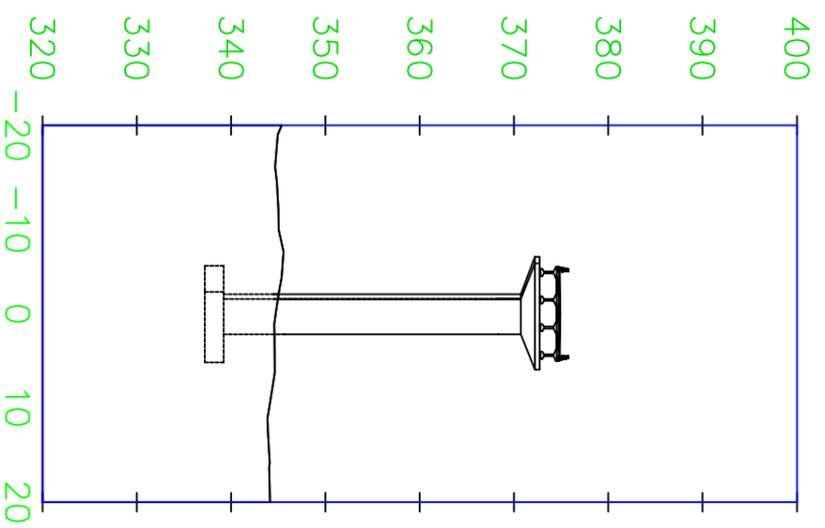
SECCIONES TRANSVERSALES EN PILAS
Y ESTRIBOS

Nº DE PLANO

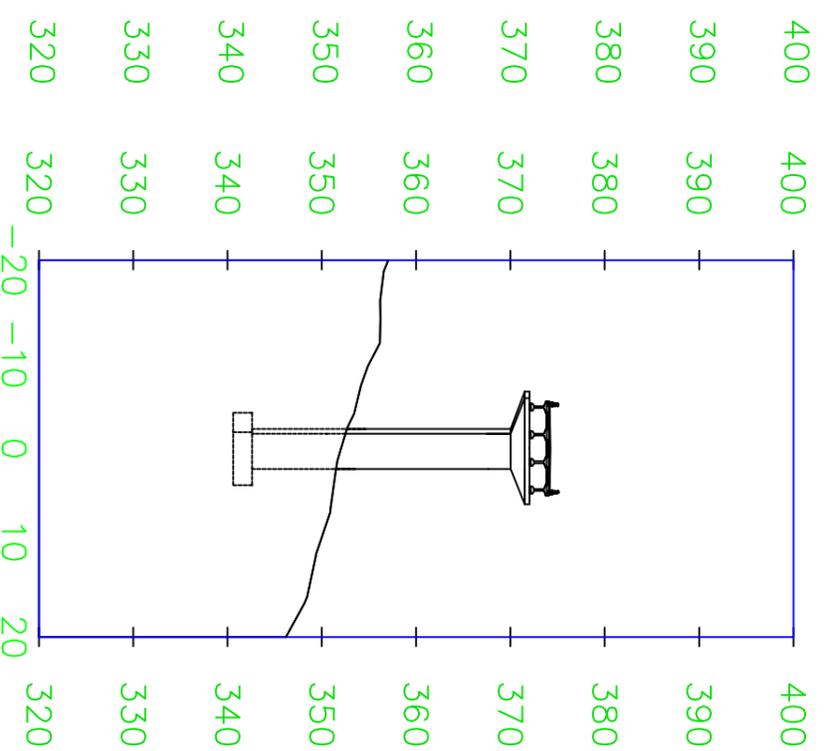
5.2.6

HOJA 4 DE 6

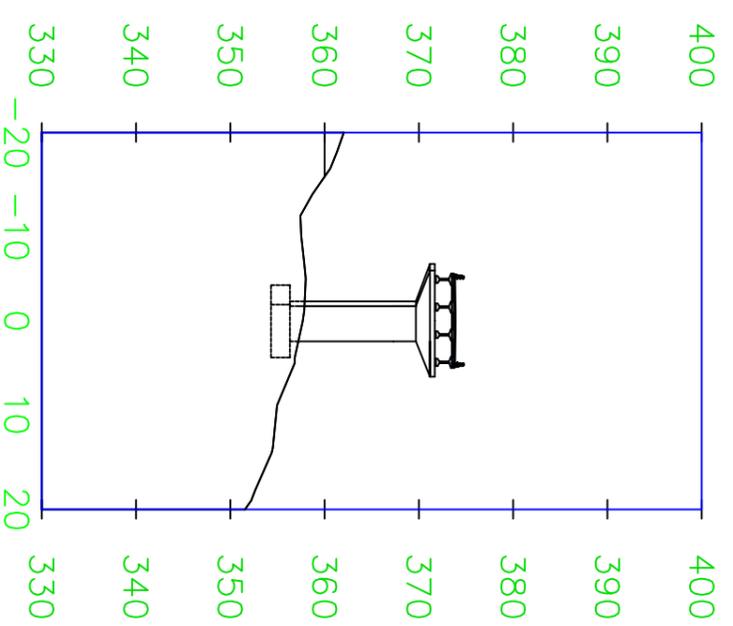
PILA 12
P.K.2+857.65



PILA 13
P.K. 2+891.75



PILA 14
P.K. 2+925.85



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLAS (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA

ESCALA:

1:750

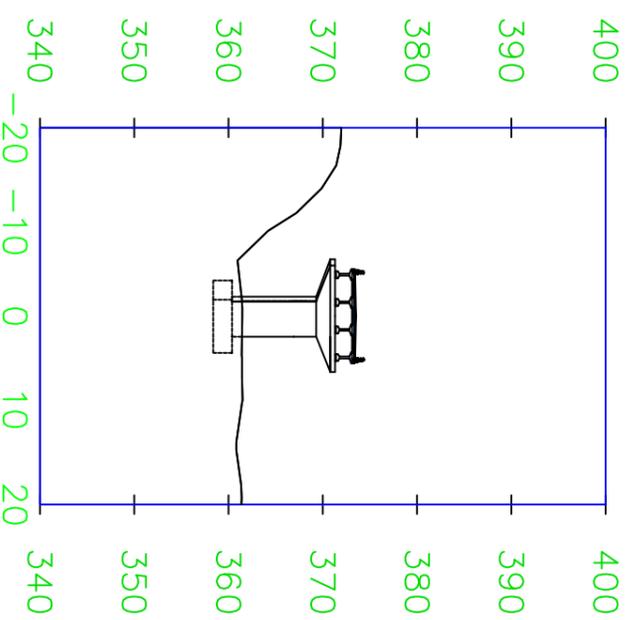
TÍTULO DEL PLANO

SECCIONES TRANSVERSALES EN PILAS
Y ESTRIBOS

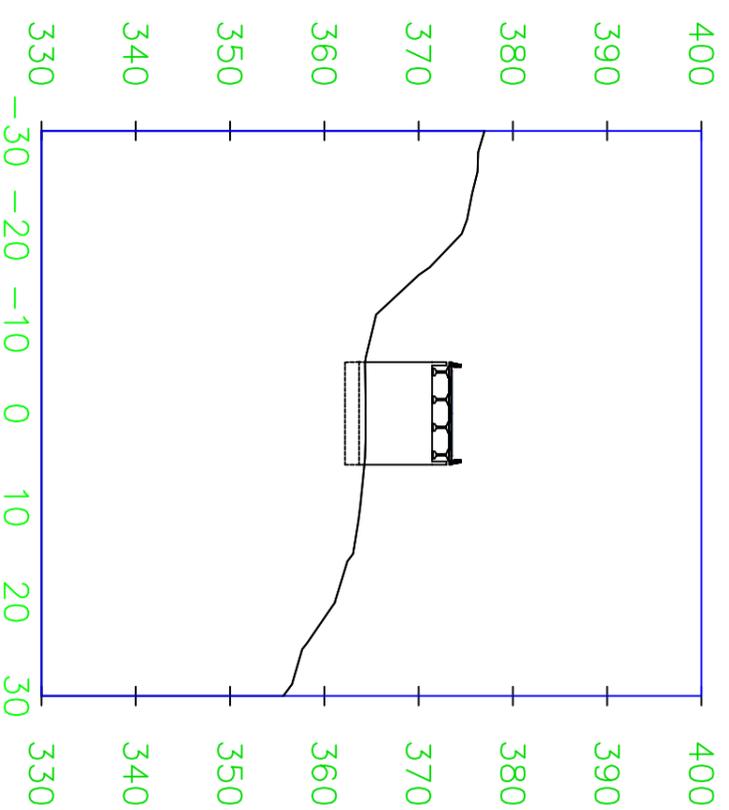
Nº DE PLANO
5.2.6

HOJA 5 DE 6

PILA 15
P.K. 2+2959.95



ESTRIBO 2
P.K. 2+994.05



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

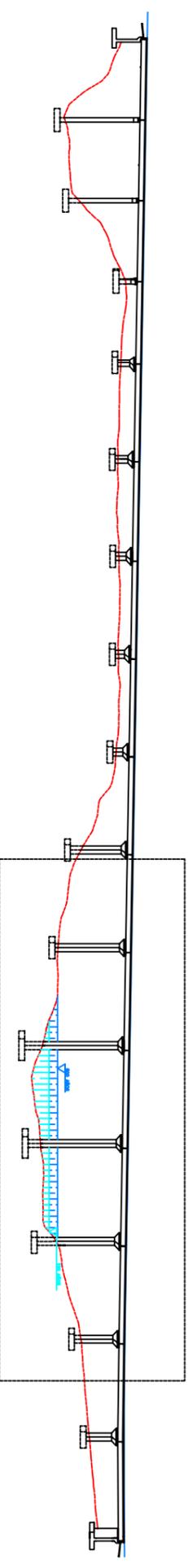
JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA

ESCALA:
1:750

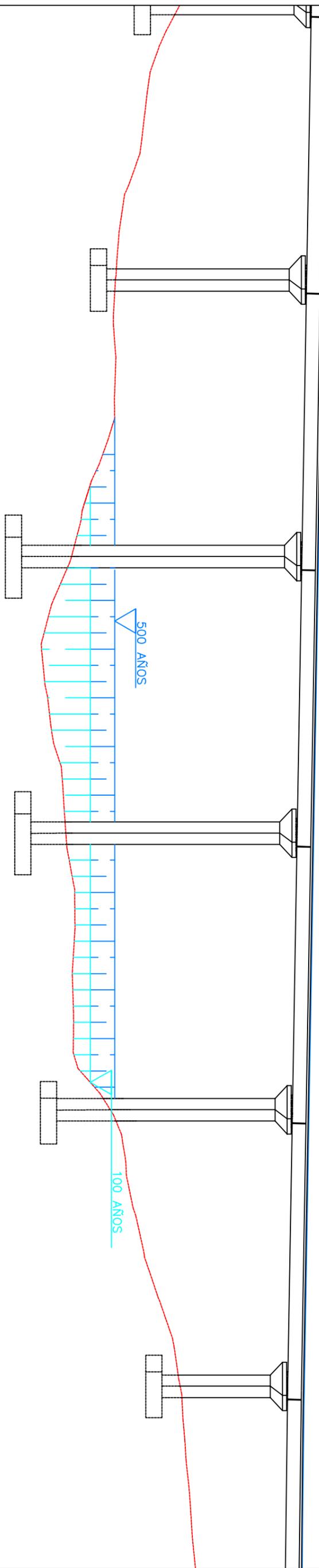
TÍTULO DEL PLANO
SECCIONES TRANSVERSALES EN PILAS
Y ESTRIBOS

Nº DE PLANO
5.2.6
HOJA 6 DE 6



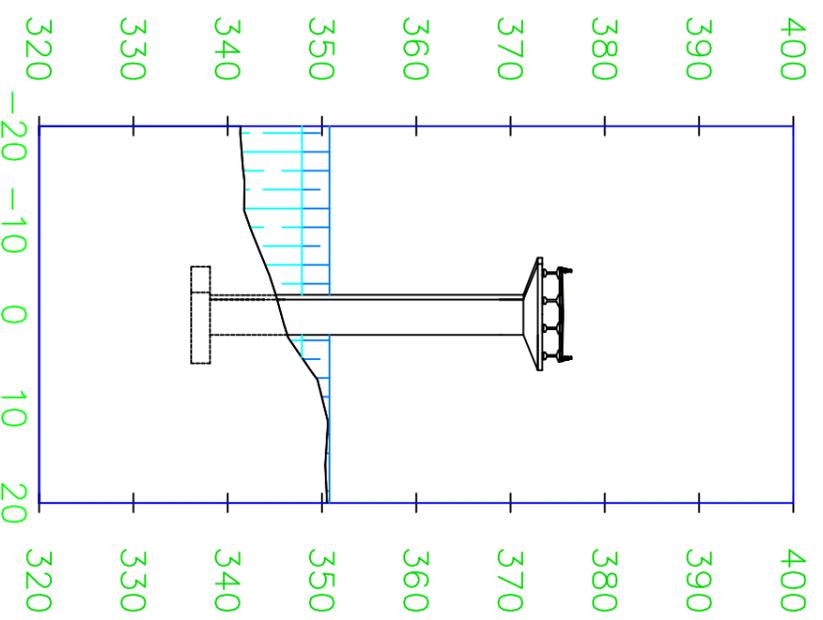
E 1:2000

E 1:500

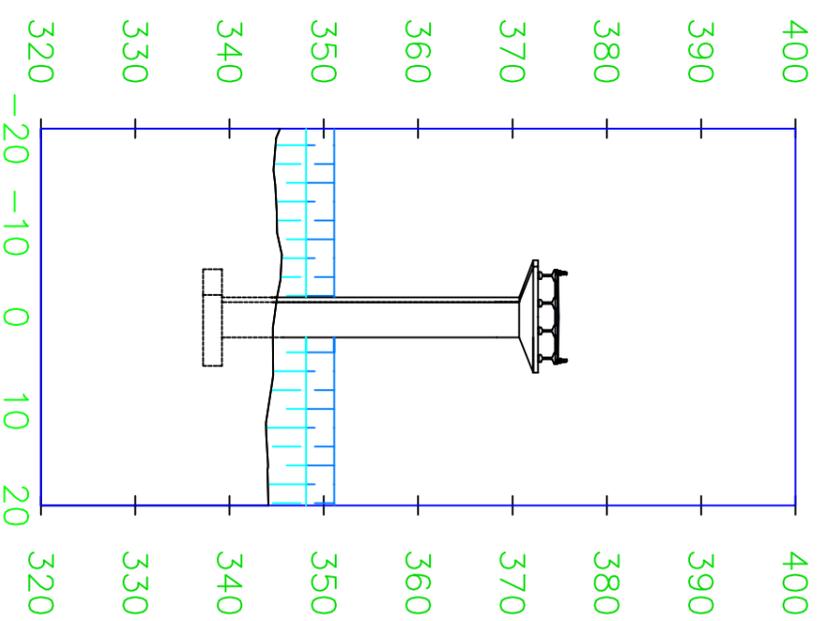


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO JAVIER SANCHEZ LAOSA	JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA	ESCALA: VARIAS	TÍTULO DEL PLANO CONDICIONANTES HIDRÁULICOS	Nº DE PLANO 5.2.7
	HOJA 1 DE 2					

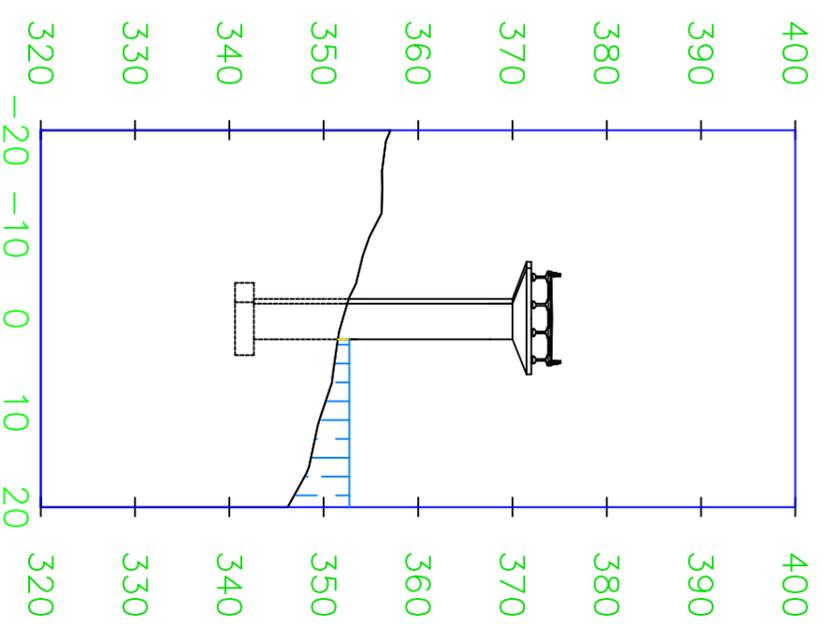
PILA 11
P.K. 2+823.55



PILA 12
P.K. 2+857.65



PILA 13
P.K. 2+891.75



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

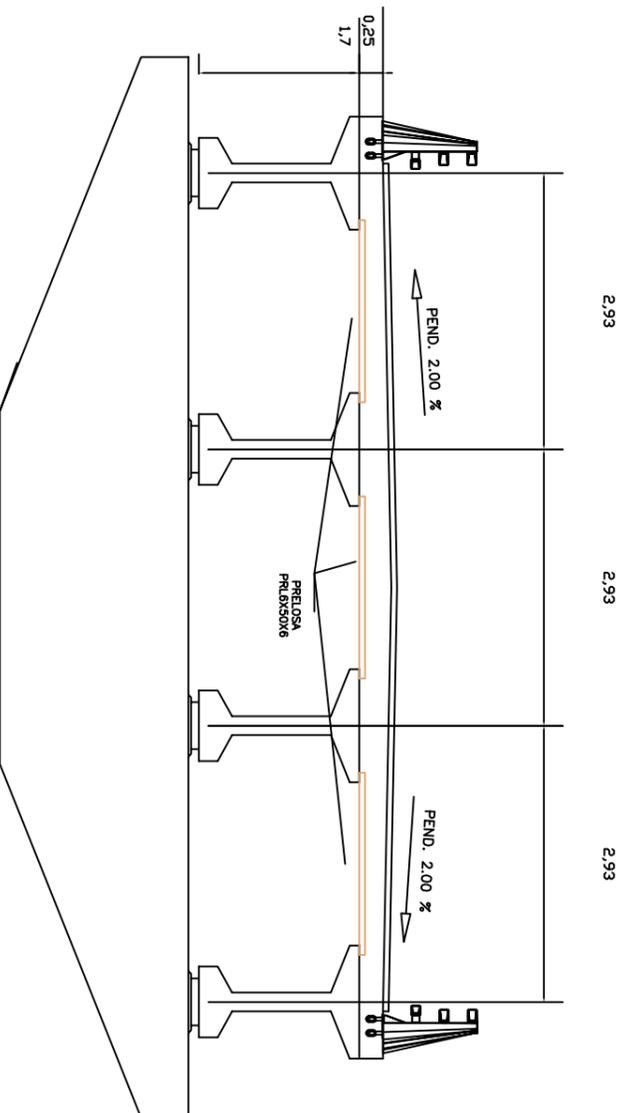
JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLAS (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVACENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA

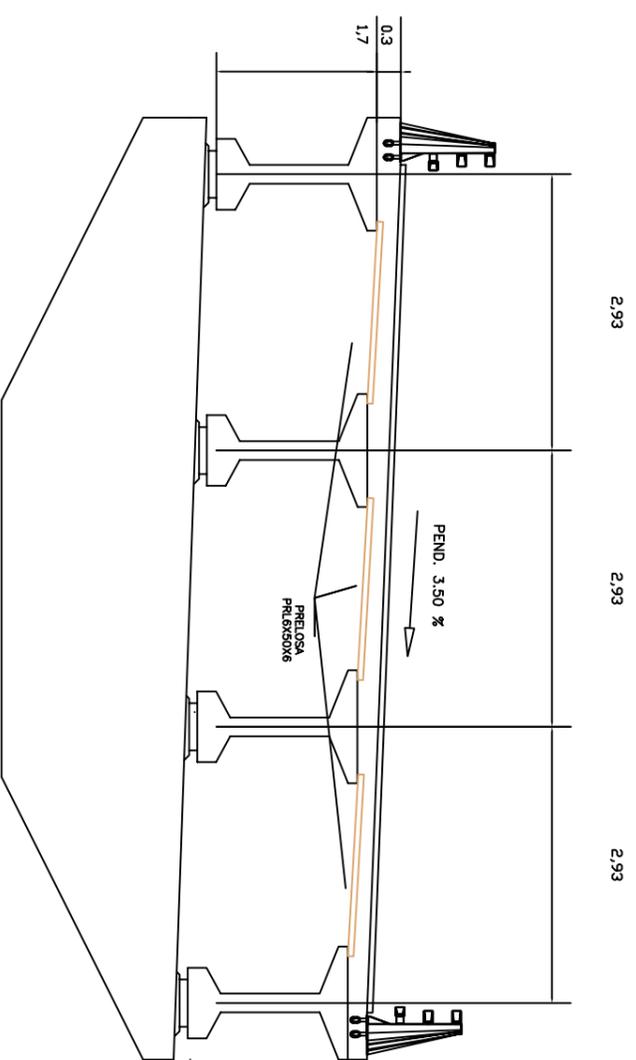
ESCALA:
1:750

TÍTULO DEL PLANO
CONDICIONANTES HIDRÁULICOS

Nº DE PLANO
5.2.7
HOJA 2 DE 2



Seccion en dintel 1a



Seccion en dintel 1b



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
 JAVIER SANCHEZ LAOSA

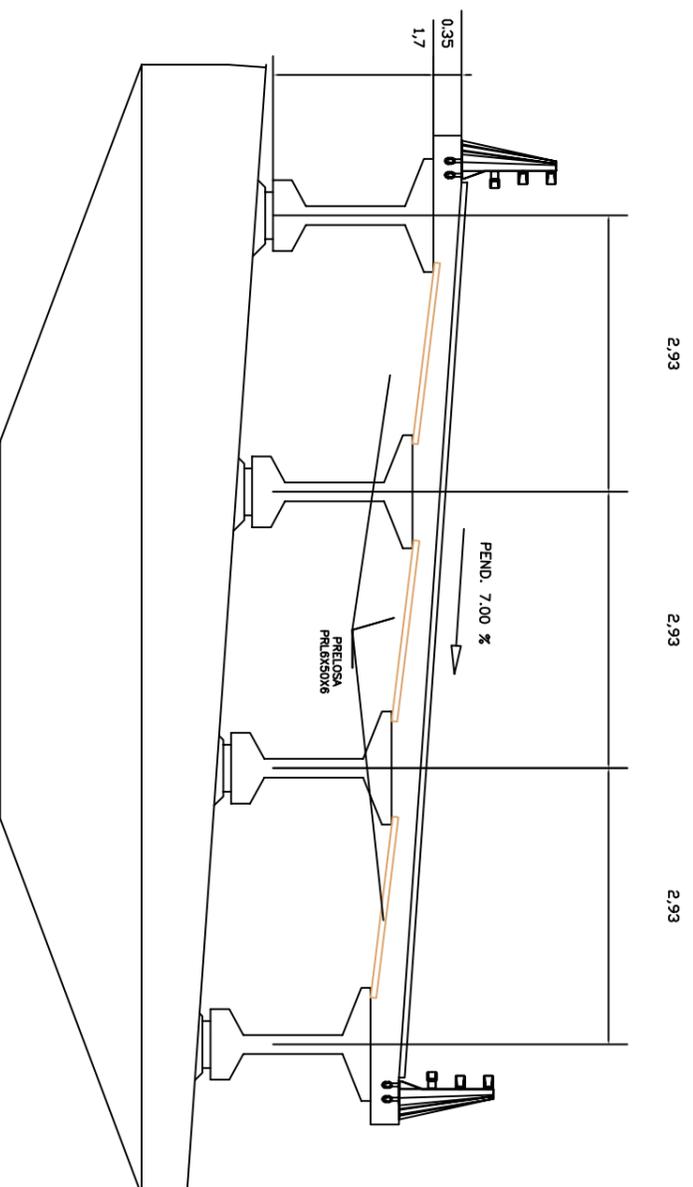
JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
 PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

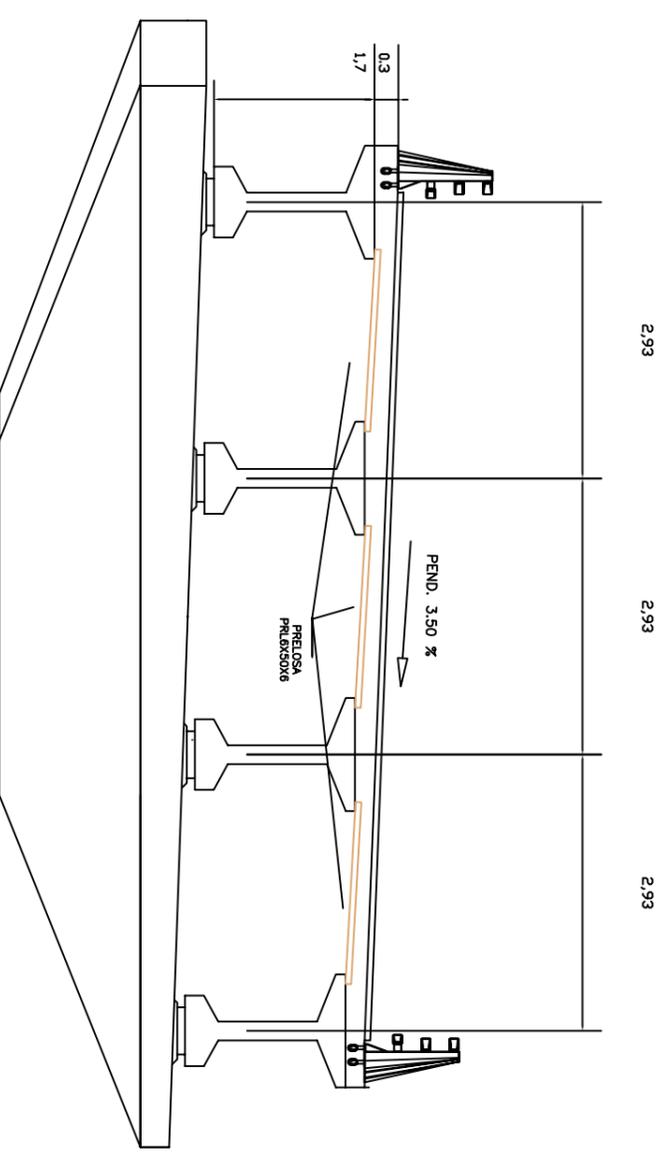
ESCALA:
 1:75

TÍTULO DEL PLANO
 GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN

Nº DE PLANO
 5.2.8
 HOJA 1 DE 3



Seccion en dintel 2a



Seccion en dintel 2b



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

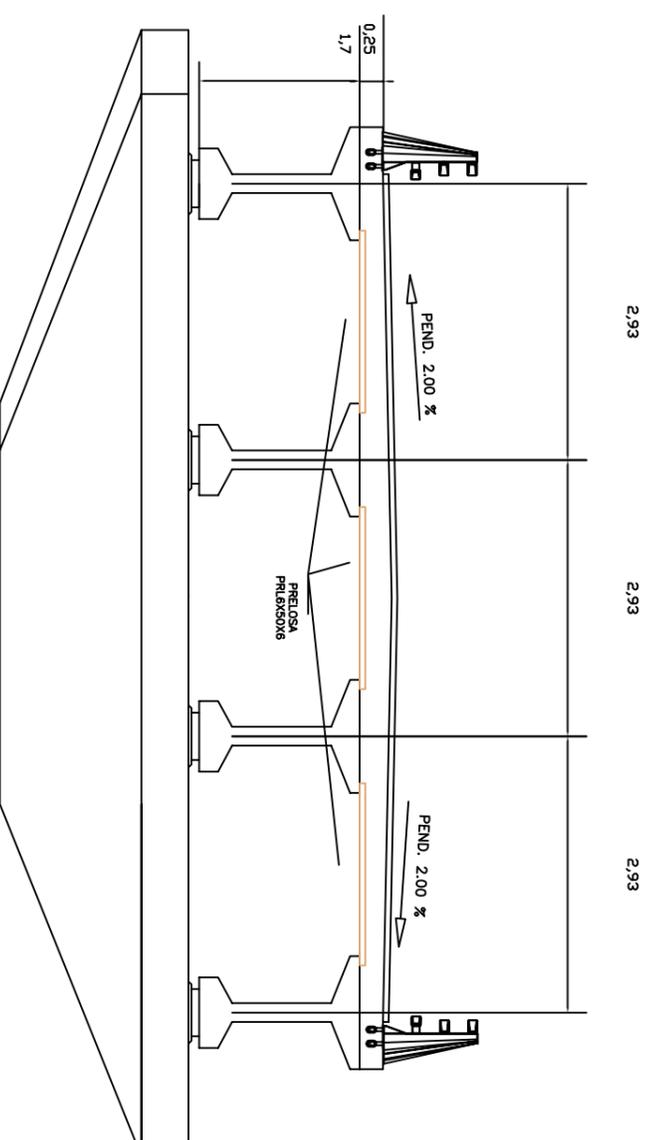
TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

ESCALA:
1:75

TÍTULO DEL PLANO
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN

Nº DE PLANO
5.2.8
HOJA 2 DE 3

Seccion en dintel 2c



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

ESCALA:

1:75

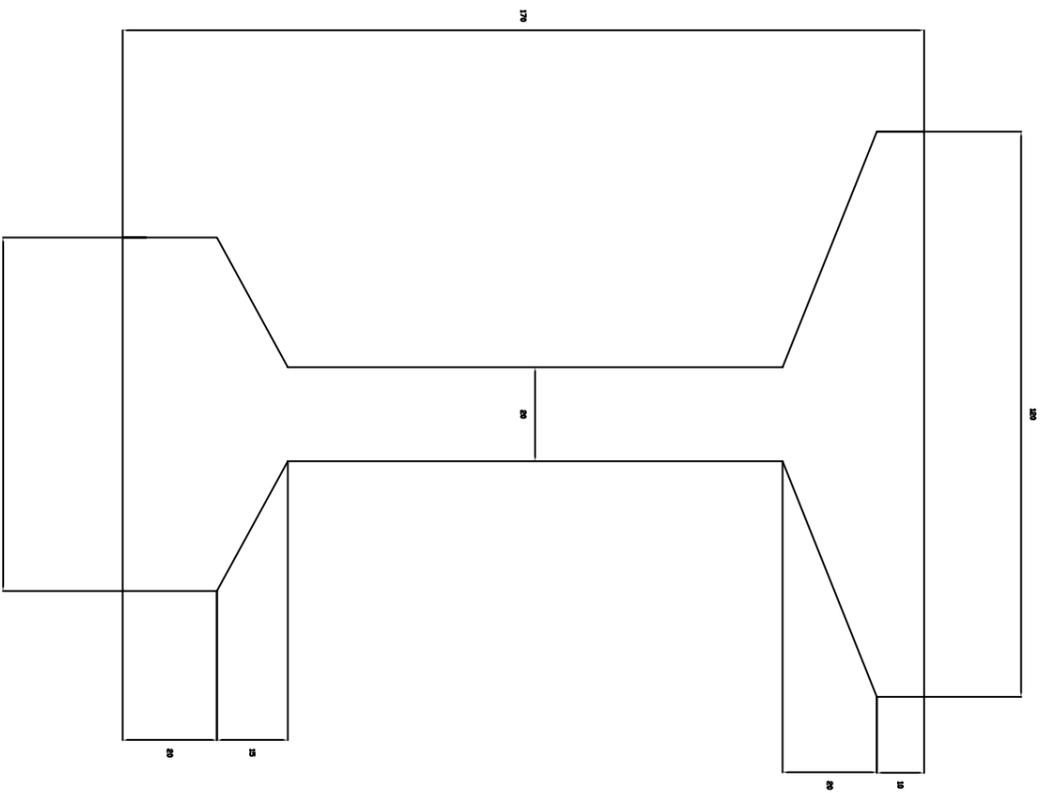
TÍTULO DEL PLANO

GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN

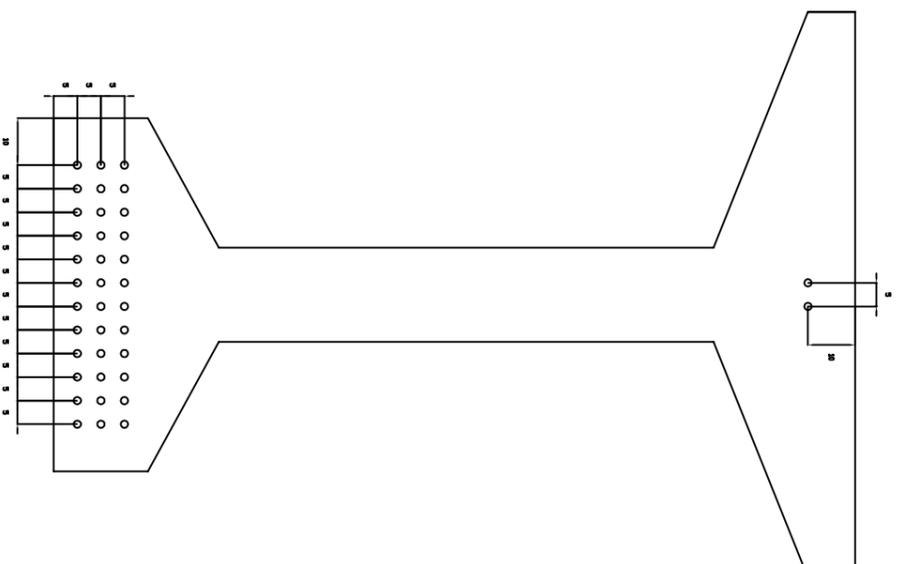
Nº DE PLANO
5.2.8

HOJA 3 DE 3

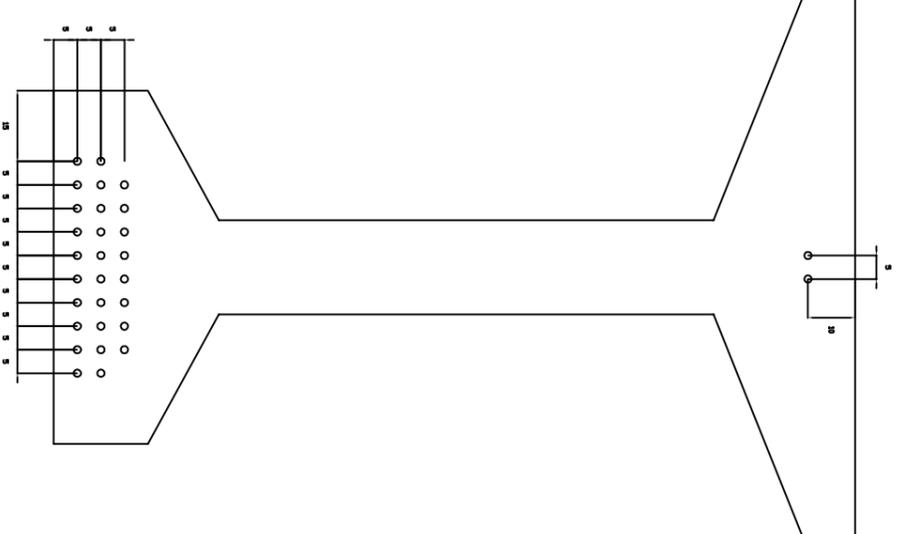
(cotas en cm)



VIGA 34 METROS



VIGA 28 METROS



CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

TIPIFICACION DEL HORMIGON					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad(γ_c)	Resistencia de calculo (N/mm ²)	Propiedades específicas
VIGAS	HP-50/B/20/IIb	NORMAL	1.50	33.33	
TIPIFICACION DEL ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad(γ_s)	Resistencia de calculo (N/mm ²)	Recubrimiento nominal
VIGAS(Acero activo)	Y 1860 S 7	NORMAL	1.15	1423	30



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

FECHA
JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLAS (PROVINCIA DE
CASTELLÓN), ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

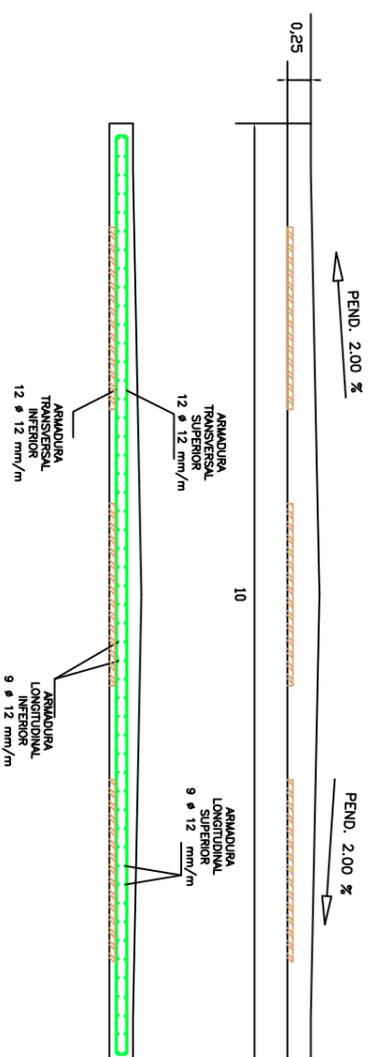
ESCALA:
1:15

TÍTULO DEL PLANO
GEOMETRÍA Y ARMADO DE VIGAS

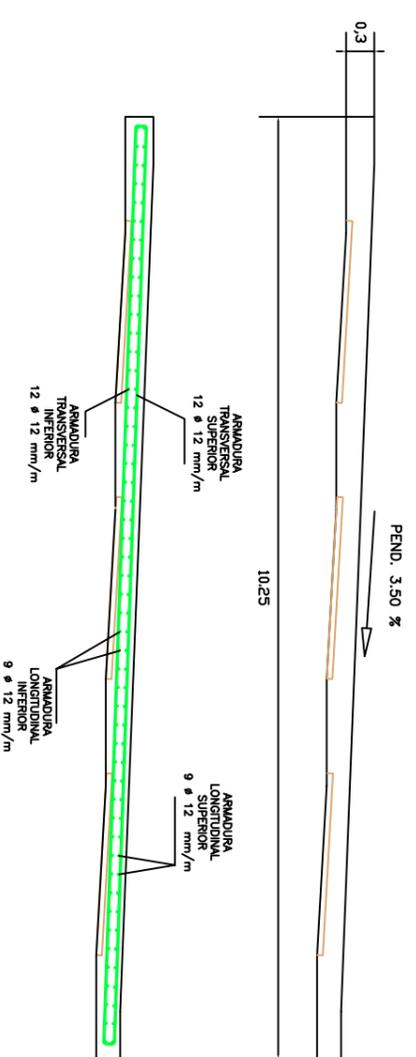
Nº DE PLANO
5.2.9
HOJA 1 DE 1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD					
TIPIFICACION DEL HORMIGÓN					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coficiente parcial de seguridad(c)	Resistencia de calculo (N/mm ²)	Propiedades específicas
LOSA	HA-30/B/20/1lb	NORMAL	1.50	20	
TIPIFICACION DEL ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Modalidad de control	Coficiente parcial de seguridad(s)	Resistencia de calculo (N/mm ²)	Recubrimiento nominal
LOSA	B 500 S	NORMAL	1.15	435	30

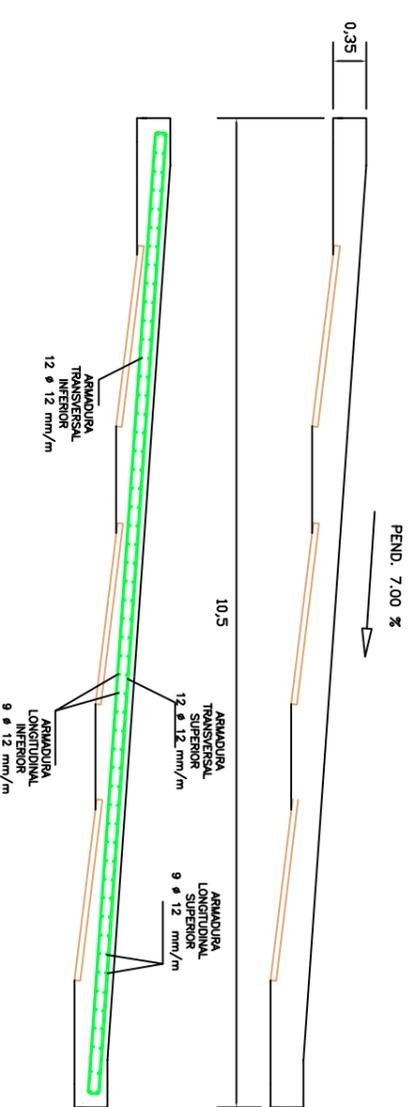
Losa en dinteles 1a y 2c



Losa en dinteles 1b y 2b



Losa en dinteles 2a



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

JUNIO 2015

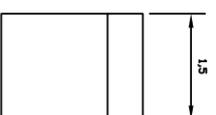
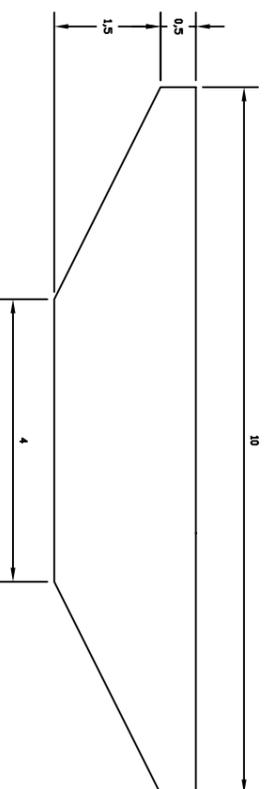
TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

ESCALA:
1:100

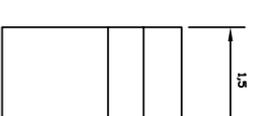
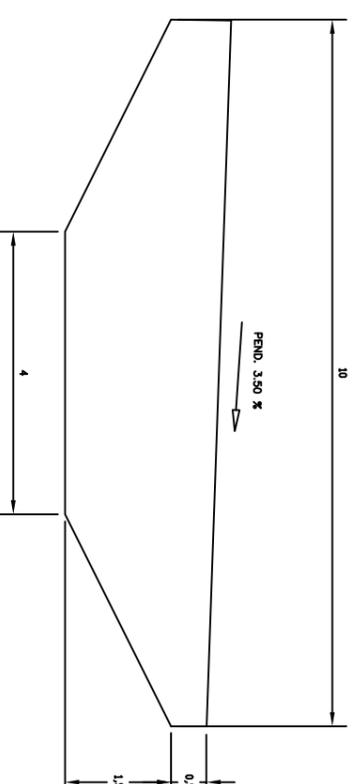
TÍTULO DEL PLANO
GEOMETRÍA Y ARMADO DE LA LOSA

Nº DE PLANO
5.2.10
HOJA 1 DE 1

Dintel 1a

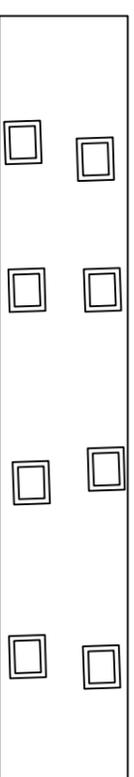
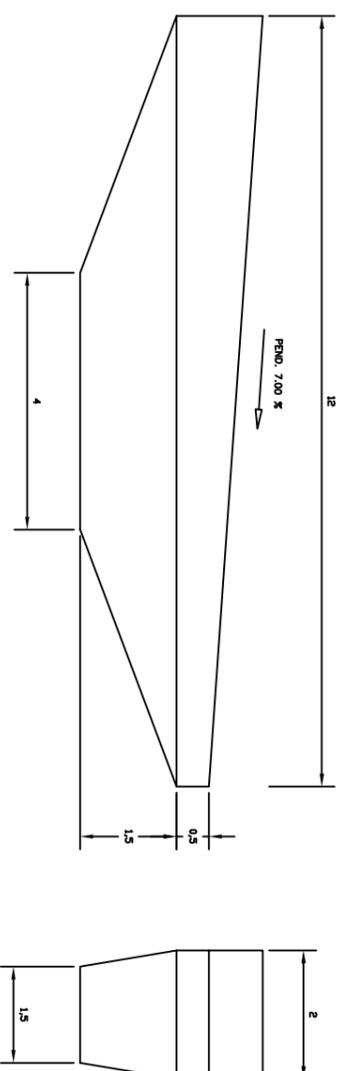


Dintel 1b

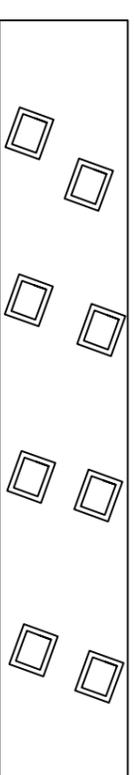
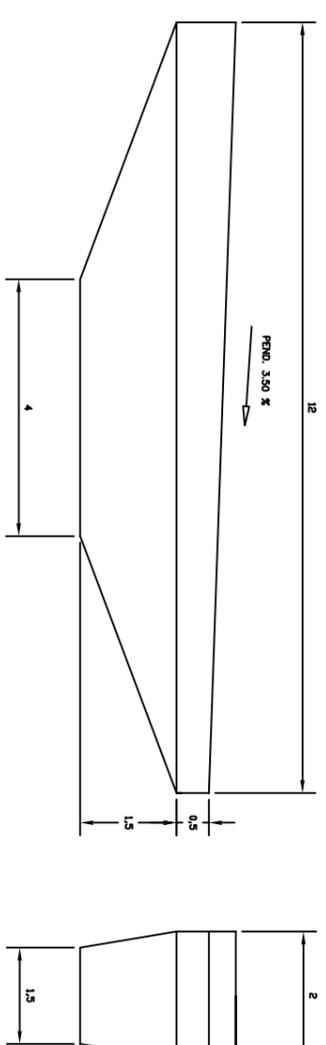


 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>	<p>AUTOR DEL PROYECTO JAVIER SANCHEZ LAOSA</p>	<p>FECHA JUNIO 2015</p>	<p>TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUERUELOS (PROVINCIA DE CASTELLÓN), ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA</p>	<p>ESCALA: 1:100</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO GEOMETRÍA DE DINTELES</p>	<p>Nº DE PLANO 5.2.11</p>
						<p>HOJA 1 DE 3</p>

Dintel 2a

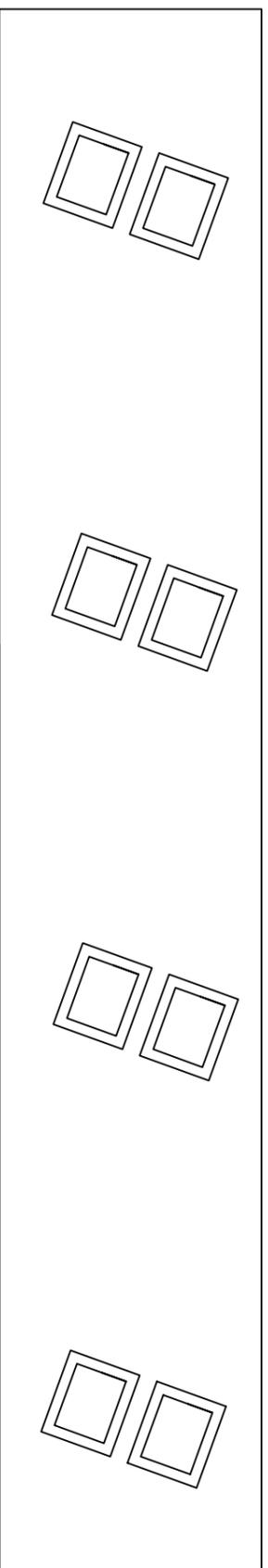
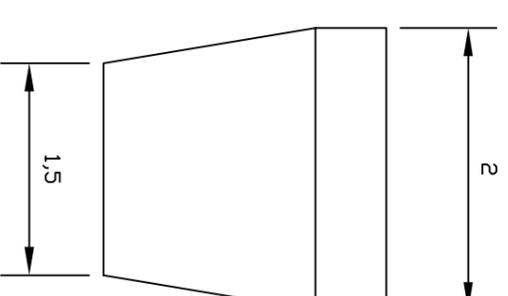
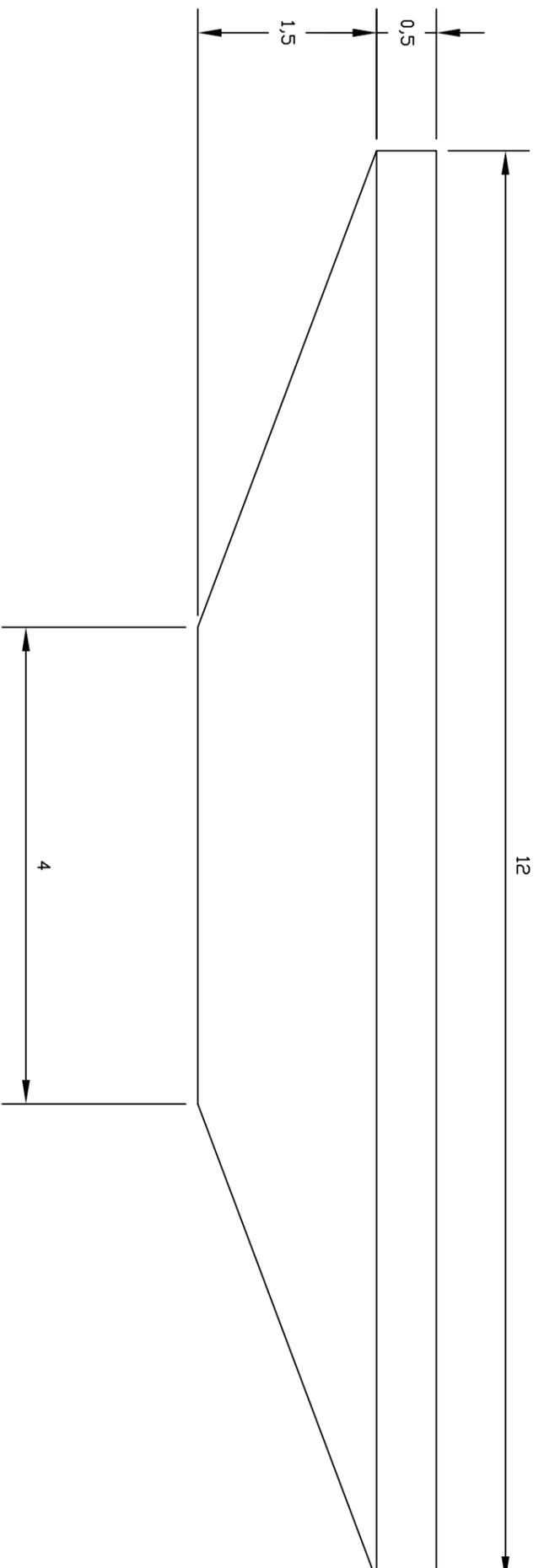


Dintel 2b



	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS		AUTOR DEL PROYECTO	FECHA	TÍTULO DEL PROYECTO	ESCALA:	TÍTULO DEL PLANO	Nº DE PLANO
			JAVIER SANCHEZ LAOSA	JUNIO 2015				
								HOJA 2 DE 3

Dintel 2C



	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS		AUTOR DEL PROYECTO	FECHA	TTULO DEL PROYECTO	ESCALA:	TTULO DEL PLANO	Nº DE PLANO
			JAVIER SANCHEZ LAOSA	JUNIO 2015	CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUERUELES (PROVINCIA DE CASTELLÓN), ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LUCEÑA	1:50	GEOMETRÍA DE DINTELES	5.2.11
								HOJA 3 DE 3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

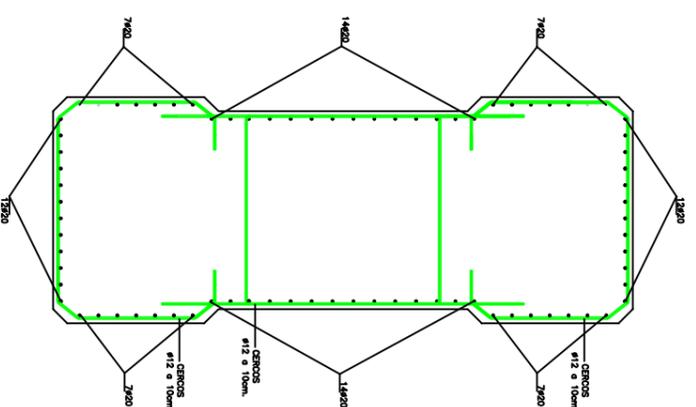
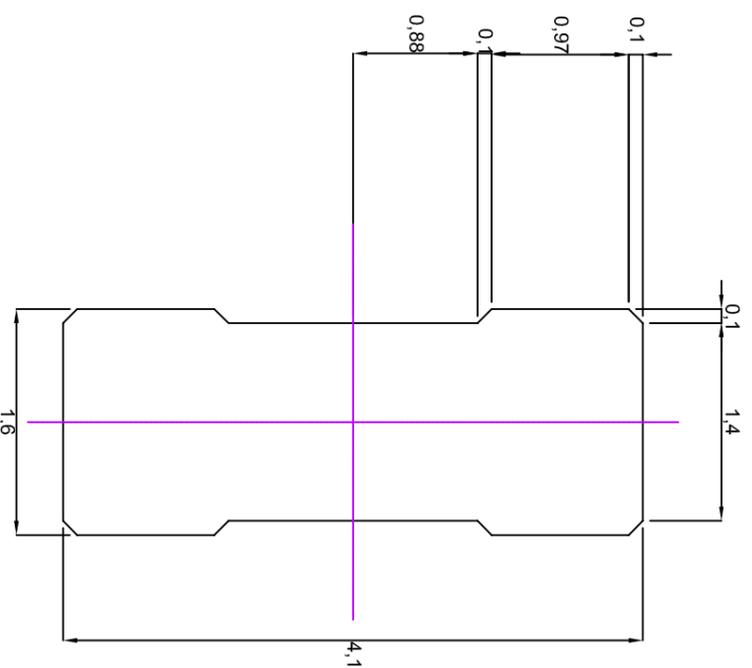
TIPIFICACION DEL HORMIGON

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad(γ_c)	Resistencia de calculo (N/mm ²)	Propiedades específicas
PILA	HA-30/B/20/11b	NORMAL	1.50	20	

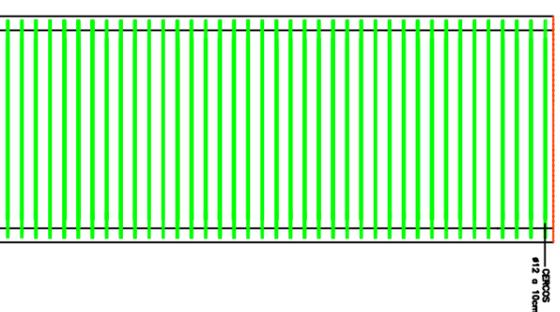
TIPIFICACION DEL ACERO

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad(γ_s)	Resistencia de calculo (N/mm ²)	Recubrimiento nominal
PILA	B 500 S	NORMAL	1.15	435	30

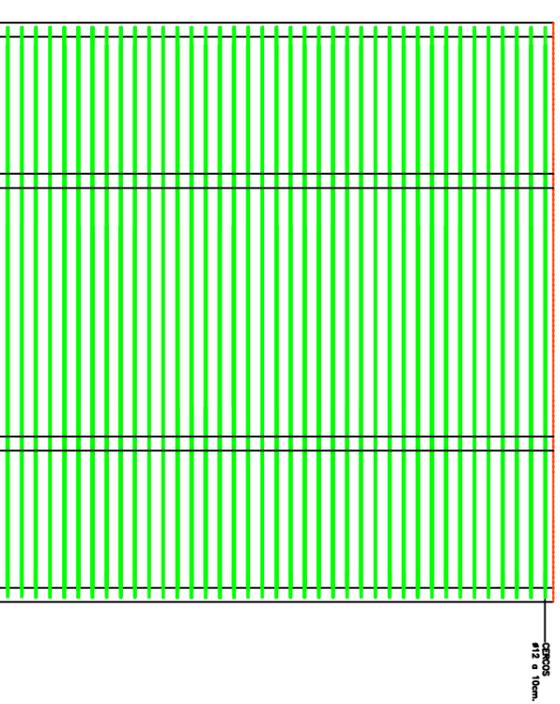
SECCIÓN



PERFIL

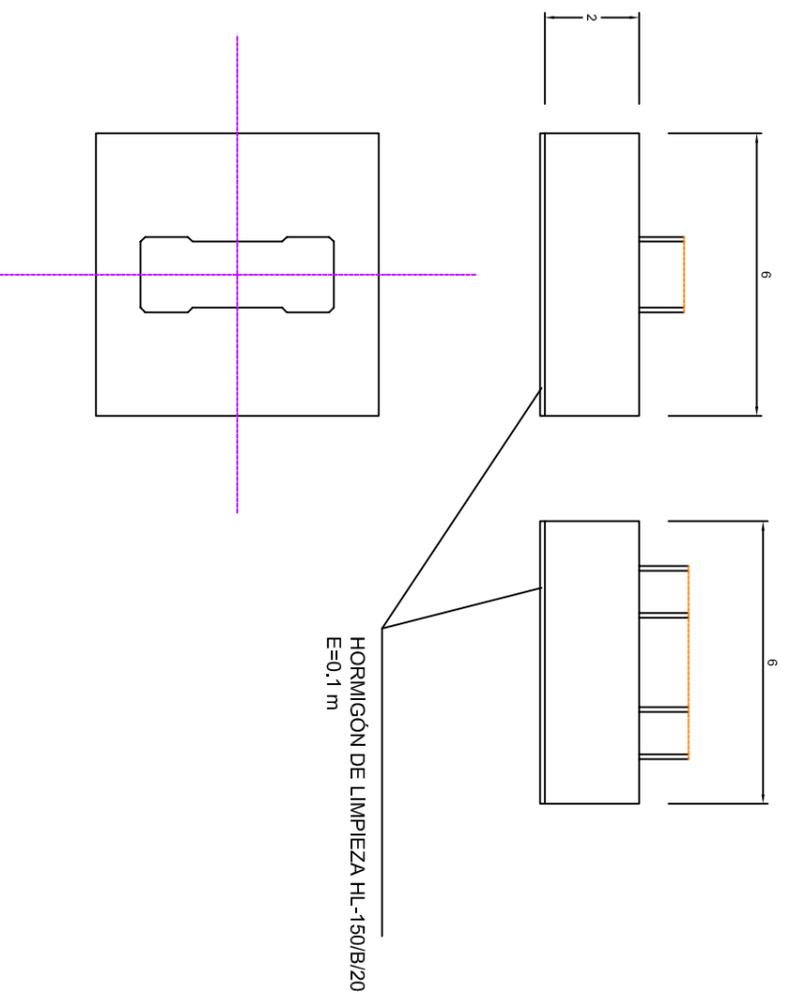


ALZADO

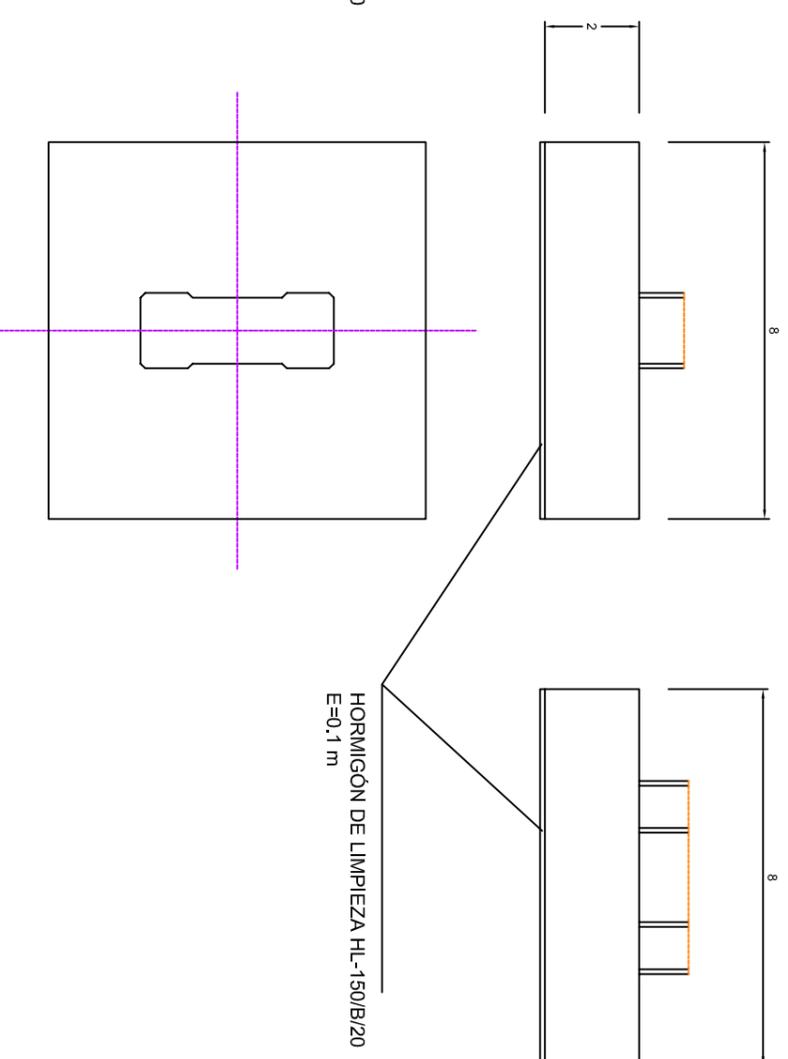


CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD					
TIPIFICACION DEL HORMIGÓN					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modilidad de control	Coefficiente parcial de seguridad(γ_c)	Resistencia de cálculo (N/mm ²)	Propiedades específicas
ZAPATAS	HA-30/B/20/IIb	NORMAL	1.50	20	
TIPIFICACION DEL ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Modilidad de control	Coefficiente parcial de seguridad(γ_s)	Resistencia de cálculo (N/mm ²)	Recubrimiento nominal
ZAPATAS	B 500 S	NORMAL	1.15	435	30

ZAPATA EN PILAS: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14 Y 15



ZAPATA EN PILAS: 1, 2, 11 Y 12



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
JAVIER SANCHEZ LAOSA

FECHA
JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

1:150

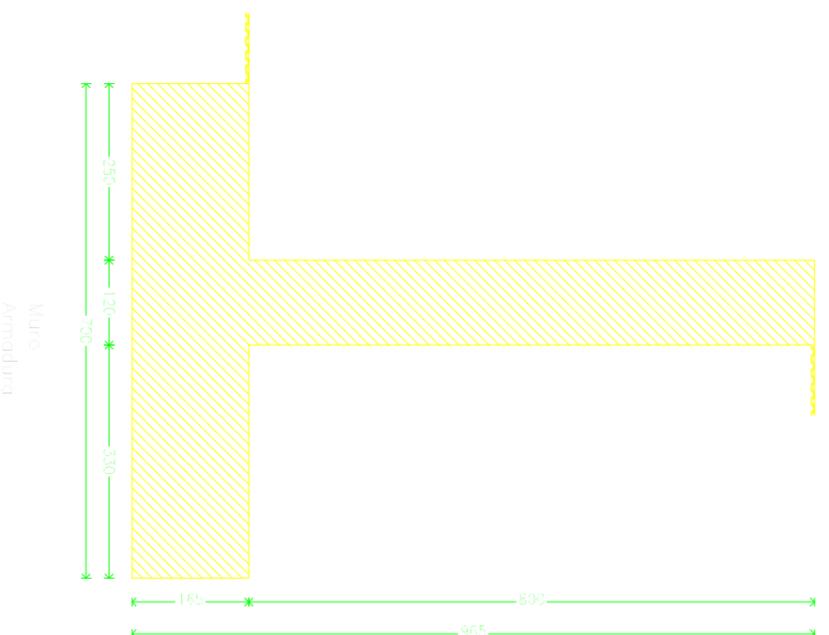
TÍTULO DEL PLANO
GEOMETRÍA DE CIMENTACIONES

Nº DE PLANO
5.2.13

HOJA 1 DE 1

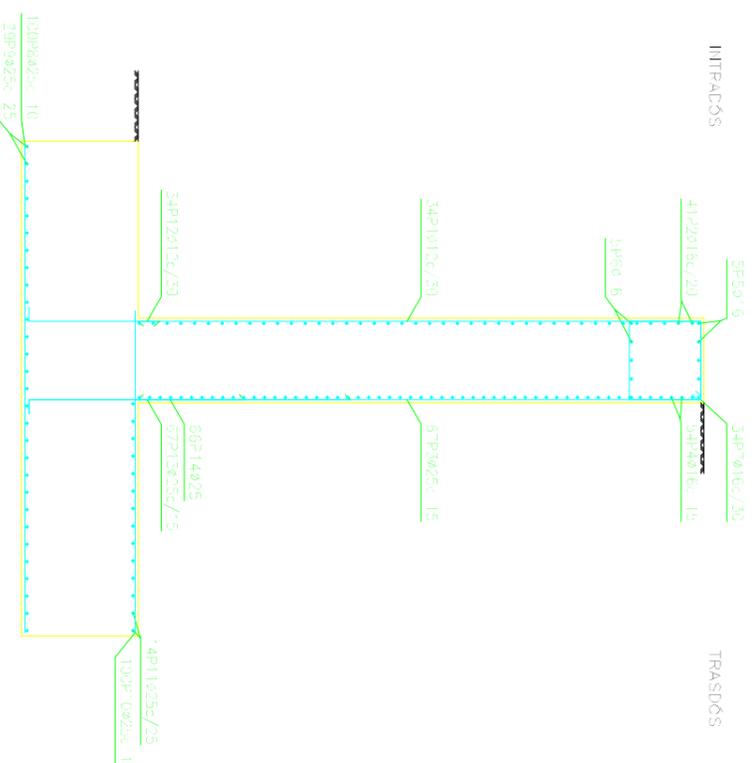
Estribo 1 del puente 2
 Norma: EHE-98-CTE (España)
 Hormigón: HA-30, Control Estadístico
 Acero de barras: B 500 S, Control Recuerdo
 Tipo de ambiente: Clase IIb
 Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm
 Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm
 Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
 Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
 Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
 Tamaño máximo del árido: 30 mm
 Escala: 1:100

Geométrico



Muro Armadura

INTRADOS



TRASDÓS

Muro

POSICIÓN	φ mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=mm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kg
1	12	34	9.04	111 794	307.50	0.89	273.01
2	16	47	9.86	986	404.26	1.58	638.05
3	20	67	9.03	61 794	604.84	3.85	2330.70
4	16	54	9.86	986	532.44	1.58	840.36
5	16	5	9.86	986	49.30	1.58	77.87
6	16	5	9.86	986	49.30	1.58	77.87
7	16	34	4.94	100 494	154.36	1.58	243.63
8	20	100	6.86	586	686.00	3.85	2643.44
9	20	29	9.80	986	285.94	3.85	1101.54
10	20	100	4.53	453	453.00	3.85	1745.56
11	20	4	9.86	986	138.04	3.85	531.92
12	12	34	2.14	184	72.90	0.89	64.72
13	20	67	3.34	304	223.61	3.85	861.67
14	20	66	4.84	454	319.28	3.85	1230.30
B 500 S, CR					Peso total	2660.95	
					Peso total con armaduras (0.000%)	3370.94	



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO
 JAVIER SANCHEZ LAOSA

FECHA
 JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLAS (PROVINCIA DE
 CASTELLÓN); ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
 PUENTE SOBRE EL RÍO LUCENA

ESCALA:
 1:100

TÍTULO DEL PLANO
 GEOMETRÍA Y ARMADO DE ESTRIBOS

Nº DE PLANO
 5.2.14
 HOJA 1 DE 2



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO Nº4

VALORACIÓN ECONÓMICA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



VALORACIÓN ECONÓMICA

CUADRO DE PRECIOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0001	P001	m ²	M2 Demolición de cualquier tipo de firme o pavimento existente de cualquier tipo de espesor / bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, descombrado, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	TRES EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	3.85
0002	P002	m ²	M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos / desdoblado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km retirada de tierra vegetal de cualquier espesor, incluso retirada de troncos, talado, retirada y limpieza de raíces, con carga, canon y transporte a vertedero o lugar de empleo.	CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	0.58
0003	P003	m ³	M3 Excavación de tierra vegetal / carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación.	CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	1.98
0004	P004	m ³	M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, / aglomeramiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de reutilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precente.	UN EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	5.73
0005	P005	m ³	M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte / canon de cantera, excavación de material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie de la coronación.	CINCO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	6.67
0006	P006	m ³	M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.	SEIS EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	12.40
0007	P007	m ³	M3 Zahorra artificial / transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico	DOCE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	18.19
0008	P008	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	DIECIOCHO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	26.47
0009	P009	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 bin 50/70 S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación	VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	26.46
0010	P010	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente AC22 surf 50/70 S extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación	VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS	26.13
0011	P011	t	Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70	VEINTISEIS EUROS con TRECE CÉNTIMOS	440.00
0012	P012	t	Tn Polvo mineral o carbonato (triclase o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a planta de obra o planta.	CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS	49.27

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0013	P013	t	Tn Emulsión C 60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado / barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.	TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	369.70
0014	P014	t	Tn Emulsión C 60BF5-IMP en riegos de imprimación / barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.	TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	379.23
0015	P015	m ³	M3 Material granular para filtro, con tamaño medio de 0.04 metros, incluso transporte, extendido y compactación.	VEINTIDOS EUROS	22.00
0016	P016	m ³	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio, 0.2 m en protección de taludes o encauzamiento de ríos, completamente terminada, incluso el transporte.	VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	24.80
0017	P017	m ³	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 1.3 metros en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte	TREINTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	32.85
0018	P019	m ³	M3 Hormigón en masa HM-20 en formación de cunetas / encofrado, fratasado, acabados y juntas.	OCHENTA Y NUEVE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	89.10
0019	P020	m ²	M2 DE BANDA TRANSVERSAL SONORA REALIZADA CON PINTURA TIPO DOBLE COMPONENTE Y TACOS PARA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD, TOTALMENTE TERMINADO	CINCUENTA Y TRES EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	53.10
0020	P021	u	ud Señal rectangular de 60x120 cm de lado, retroreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	175.38
0021	P022	u	ud Señal rectangular de 90x135 cm de lado, retroreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	DOSCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	291.70
0022	P023	u	ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retroreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	195.61
0023	P024	m	m Marca vial de tipo II (RP), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho / preparación de la superficie y premarcaje (Medida la longitud realmente pintada).	CERO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	0.53
0024	P025	m ³	M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-150P/25/I, incluso fabricación, suministro, verificado, nivelación, vibrado y curado.	CINCUENTA Y DOS EUROS con SEIS CÉNTIMOS	52.06

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0025	P026	m ^l	Ml Viga doble T prefabricada para tablero de puente de 1.70 metros de canto para luces de 34 y 28 metros, ancho de ala superior de 1.2 metros, ancho de ala inferior de 0.75 metros prefabricada en HP-50/B/20/II/B, armaduras activas Y-1860-S7 y armaduras pasivas B500SD, incluso transporte a pie de obra, armadura para anclaje con losa superior y elementos necesarios para su elevación y puesta en obra.		770.00
0026	P027	m ³	M3 Hormigón para armar en estructuras; tipo HA-30/B/20/IIb incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.	SETECIENTOS SETENTA EUROS	85.08
0027	P028	kg	Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, paillitas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.	OCHENTA Y CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS	0.72
0028	P029	m ^l	Ml Junta de dilatación de calzada entre 6 y 106 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.	CERO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	230.00
0029	P030	u	u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.	DOSCIENTOS TREINTA EUROS	700.00
0030	P031	m ^l	Ml Prellí metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado	SETECIENTOS EUROS	250.00
0031	P032	m	M Barrera de seguridad metálica tipo BMSNA 2/120 galvanizada con poste tubular, cimentado con hormigón o hincado en cualquier clase de terreno, incluso piezas de anclaje, solapes, tornillería, separadores, capatazos cada 8 metros, terminales, abalimientos y medios auxiliares, totalmente colocada.	DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS	27.45
0032	P033	u	ud Señal triangular de 135 cm de lado, retroreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado, incluido tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	VEINTISIETE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	0.00
0033	PA01	ud	ud Partida alzada a justificar para adecuación ambiental (valor estimado por superficie de actuación)	CERO EUROS SESENTA MIL EUROS	60.000.00



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



VALORACIÓN ECONÓMICA

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS PARCIALES

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA CENTRO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES									
P001	m ² Demolición de pavimento existente M2 Demolición de cualquier tipo de firme o pavimento existente de cualquier tipo de espesor // bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, descombrado, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de: 60 km. Medición auxiliar	1	1,100.00			1,100.00			
						1,100.00	3.85		4,235.00
P002	m ² Despeje y desbroce del terreno M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos // deslocomado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km retirada de tierra vegetal de cualquier espesor, incluso retirada de tocones, talado, retirada y limpieza de raíces, con carga, canon y transporte a vertedero o lugar de empleo. Medición auxiliar	1	73,022.00			73,022.00			
						73,022.00	0.58		42,352.76
P003	m ³ Excavación tierra vegetal M3 Excavación de tierra vegetal // carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación. Medición auxiliar	1	22,736.00			22,736.00			
						22,736.00	1.98		45,017.28
P004	m ³ Excavación desmonte en todo tipo de terreno incluso en roca M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, //agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cumetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de reutilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precore. CORREDOR Medición auxiliar PROTECCIONES Medición auxiliar	1	52,310.91			52,310.91			
						52,310.91			
		1	7,550.00			7,550.00			
						59,860.91	5.73		343,003.01
P005	m ³ Relleno de suelo seleccionado M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte // canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación. CORREDOR Medición auxiliar	1	124,307.28			124,307.28			
						124,307.28	6.67		829,129.56
P006	m ³ Rellenos localizados con material de excavación M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en longadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas. Medición auxiliar	1	3,600.00			3,600.00			
						3,600.00	12.40		44,640.00
TOTAL CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....									1,308,377.61

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2 FIRMES Y PAVIMENTOS									
P007	m ³ Zahorra artificial M3 Zahorra artificial //transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico Medición auxiliar	1	10,773.00			10,773.00			
						10,773.00	18.19		195,960.87
P008	t M.B.C tipo AC22 base G Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base-e) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación. Medición auxiliar	1	8,864.64			8,864.64			
						8,864.64	26.47		234,647.02
P009	t M.B.C tipo AC32 bin 50/70 S Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 bin 50/70 S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación Medición auxiliar	1	6,473.88			6,473.88			
						6,473.88	26.46		171,298.86
P010	t M.B.C tipo AC22 surf 50/70 S Tn Mezcla bituminosa en caliente AC22 surf 50/70 S extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación Medición auxiliar	1	3,847.50			3,847.50			
						3,847.50	26.13		100,535.18
P011	t Betún asfáltico tipo B50/70 Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70 Medición auxiliar	1	793.24			793.24			
						793.24	440.00		349,025.60
P012	t Polvo mineral Tn Polvo mineral o carbonato (triciasa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta. Medición auxiliar	1	815.25			815.25			
						815.25	49.27		40,167.37
P013	t Riego de adherencia C60B3-ADH Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado // barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. Medición auxiliar	1	12.00			12.00			
						12.00	369.70		4,436.40
P014	t Riego de imprimación C60BF5-IMP Tn Emulsión C60BF5-IMP en riegos de imprimación // barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. Medición auxiliar	1	20.14			20.14			
						20.14	379.23		7,637.69
TOTAL CAPÍTULO 2 FIRMES Y PAVIMENTOS									1,103,708.99

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 OBRAS HIDRÁULICAS									
P015	m³ Material granular para filtro								
	M3 Material granular para filtro, con tamaño medio de 0.04 metros, incluso transporte, extendido y compactación.	1	1,027.50			1,027.50	22.00		22,605.00
	Medición auxiliar								
P016	m³ Escollera para protección general								
	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio, 0.2 m en protección de taludes o encauzamiento de ríos, completamente terminada, incluso el transporte.	1	1,676.50			1,676.50	24.80		41,577.20
	Medición auxiliar								
P017	m³ Escollera para protección local								
	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 1.3 metros en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte	1	1,419.40			1,419.40	32.85		46,627.29
	Medición auxiliar								
P019	m³ Cunetas revestidas de hormigón								
	M3 Hormigón en masa HM-20 en formación de cunetas y encofrado, fratasado, acabados y juntas.	1	600.00			600.00	89.10		53,460.00
	Medición auxiliar								
TOTAL CAPÍTULO 3 OBRAS HIDRÁULICAS									164,269.49

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 4 ESTRUCTURAS									
P025	m³ Hormigón de limpieza HL-150/P/25								
	M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-150/P/25/I, incluso fabricación, suministro, verificado, nivelación, vibrado y curado.	1	89.30			89.30	52.06		4,648.96
	Medición auxiliar								
P026	m1 Viga doble T prefabricada de canto 2 m								
	M1 Viga doble T prefabricada para tablero de puente de 1.70 metros de canto para luces de 34 y 28 metros, ancho de ala superior de 1.2 metros, ancho de ala inferior de 0.75 metros prefabricada en HP-50/B/20/IIb, armaduras activas Y-1860-S7 y armaduras pasivas B500SD, incluso transporte a pie de obra, armadura para anclaje con losa superior y elementos necesarios para su elevación y puesta en obra.	1	2,464.00			2,464.00	770.00		1,897,280.00
	Medición auxiliar								
P027	m³ Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIIa								
	M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIb incluso fabricación suministro, verificado, nivelación, vibrado y curado.	1	4,962.63			4,962.63	85.08		422,220.56
	Medición auxiliar								
P028	kg Acero corrugado B-500-S								
	Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, paillitas, alambre de alar, exceso de peso y p.p. de memmas, despuntes, separadores y rigidizadores.	1	228,037.10			228,037.10	0.72		164,186.71
	Medición auxiliar								
P030	u Neopreno zunchado								
	u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.	1	144.00			144.00	700.00		100,800.00
	Medición auxiliar								
P029	m1 Junta de dilatación								
	M1 Junta de dilatación de calzada entre 6 y 106 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.	1	70.00			70.00	230.00		16,100.00
	Medición auxiliar								
P031	m1 Pretti metálico								
	M1 Pretti metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado	1	1,140.40			1,140.40	250.00		285,100.00
	Medición auxiliar								
TOTAL CAPÍTULO 4 ESTRUCTURAS									2,890,336.23

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO									
P020	m² Bandas transversales de alerta M2 DE BANDA TRANSVERSAL SONORA REALIZADA CON PINTURA TIPO DOBLE COMPONENTE Y TACOS PARA REDUCCION DE VELOCIDAD, TOTALMENTE TERMINADO	1	8.75				8.75	53.10	464.63
	Medición auxiliar								
P021	u Señal rectangular de 60x120 cm ud Señal rectangular de 60x120 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado // tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	1	6.00				6.00	175.38	1,052.28
	Medición auxiliar								
P022	u Señal rectangular de 90x135 cm ud Señal rectangular de 90x135 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado // tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	1	4.00				4.00	291.70	1,166.80
	Medición auxiliar								
P023	u Señal circular de 90 cm ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retrorreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado // tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	1	8.00				8.00	195.61	1,564.88
	Medición auxiliar								
P024	m Marca vial de 10 cm m Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho // preparación de la superficie y premarcaje (Medida la longitud realmente pintada).	1	3,420.00	3.00			10,260.00	0.53	5,437.80
	Medición auxiliar								
P032	m Barreras de seguridad M Barrera de seguridad metálica tipo BMSNA 2/120 galvanizada con poste tubular, cimentado con hormigon o hincado en cualquier clase de terreno, incluso piezas de anclaje, solapes, tornillería, separadores, captáforos cada 8 metros, terminales, abatimientos y medios auxiliares, totalmente colada.	1	2,039.00				2,039.00	27.45	55,970.55
	Medición auxiliar								
TOTAL CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO									65,656.94

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6 VARIOS									
PA01	ud P.A. a justificar para adecuación ambiental Partida alzada a justificar para adecuación ambiental (valor estimado por superficie de actuación)	1					1.00	60,000.00	60,000.00
TOTAL CAPÍTULO 6 VARIOS.....									60,000.00
TOTAL.....									5,592,349.26