



Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y de drenaje

Trabajo Final de Grado

Curso: 2015-2016

Autor: Jaime Sánchez Reimers

Tutor: Eduardo Albentosa Hernández

Cotutor: Ignacio Andrés Doménech

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Valencia, junio de 2016



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°1

MEMORIA GENERAL TFG MULTIDISCIPLINAR

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).



MEMORIA GENERAL

ÍNDICE

| | |
|--|---|
| 1. ANTECEDENTES..... | 2 |
| 2. OBJETO..... | 2 |
| 3. SITUACIÓN ACTUAL..... | 3 |
| 4. EQUIPOS..... | 4 |
| 5. MÉTODO DE TRABAJO | 5 |
| 6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 5 |
| 7. VALORACIÓN ECONÓMICA..... | 6 |



1. ANTECEDENTES

La población de Chelva es un municipio de la Comunidad Valenciana, España. Situado en el interior de la provincia de Valencia, en la comarca de Los Serranos, también conocida como "Alto Turia". Se encuentra a una distancia de 68 km de Valencia, al noroeste de la provincia, y a una altitud de 471 metros sobre el nivel del mar. Con una extensión de 191 km², su población censada en el año 2015 es de 1463 habitantes. Da su nombre a la Hoja 666 del Mapa Topográfico Nacional.

La carretera objeto de estudio, atraviesa Chelva de este a oeste. Se caracteriza por un volumen de tráfico medio, con relativamente elevado porcentaje de pesados. Al tratarse de la vía principal de conexión entre la comarca de los Serranos y Valencia es inevitable el paso de vehículos pesados. Sin embargo, este volumen de tráfico, que discurre por el núcleo urbano de Chelva, genera una serie de inconvenientes que se detallan a continuación:

- Funcionalidad deficiente de la infraestructura.
- Problemas de seguridad vial.
- Dificultades en materia de accesibilidad.
- Elevada contaminación acústica.
- Contaminación atmosférica.

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 de gran número de vehículos pesados por la travesía del municipio, reduciendo los problemas descritos anteriormente.

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 Politècnica de València (UPV).

La realización de este trabajo tiene como finalidad la obtención del título de GRUADO EN INGENIERIA CIVIL o GRUADO EN OBRAS PÚBLICAS, dependiendo de la titulación cursada por cada alumno.

El trabajo final de grado denominado ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA) se ha redactado de manera conjunta entre veinticuatro alumnos de diferente especialidad.

A partir de la problemática actual en la carretera CV- 35, comentada en el apartado 1, se ha realizado el estudio de tres variantes de construcción de la carretera en el tramo de travesía del municipio de Chelva.

3. SITUACIÓN ACTUAL

En el momento de concebir una obra civil debe abordarse el problema a resolver desde todos los puntos de vista posibles según las distintas disciplinas involucradas en este proyecto y que forman parte de los estudios de Grado en Ingeniería Civil y Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

Por este motivo, se han formado grupos de trabajo compuestos por compañeros encargados de los diferentes enfoques de la problemática, y se han repartido en diferentes alternativas para acometer el estudio de tres variantes con el mismo objetivo: eliminar el tramo de travesía de la carretera CV-35 a su paso por Chelva, la cual presenta además un importante volumen de tráfico pesado, que causa una especial problemática en el tramo urbano.

Las alternativas preconcebidas para este estudio básico son las tres siguientes:

- Alternativa Sur 1: circunvalación por el sur del núcleo urbano de Chelva, al norte del cauce del río.
- Alternativa Sur 2: circunvalación por el sur del cauce del río y paralela al mismo en gran parte de su recorrido.
- Alternativa Norte: circunvalación por el norte del núcleo urbano de Chelva.

A continuación se muestra a un esquema previo de las alternativas.



Fig. 1. Trazado inicial de las alternativas planteadas. Elaboración propia.

La orografía de la zona presenta numerosos accidentes geográficos, debiendo plantear diferentes estructuras de paso, con una necesidad latente de estudios geotécnicos, hidrológicos y de impacto ambiental.

Además, el término municipal de Chelva presenta numerosos yacimientos arqueológicos, bienes de relevancia local, de interés cultural y otros hitos a proteger, condicionando altamente las opciones de trazado.

En el Plan General del municipio se realizó una reserva de suelo al norte del casco urbano de Chelva para prever la ejecución de una variante previamente planteada para la CV-35.

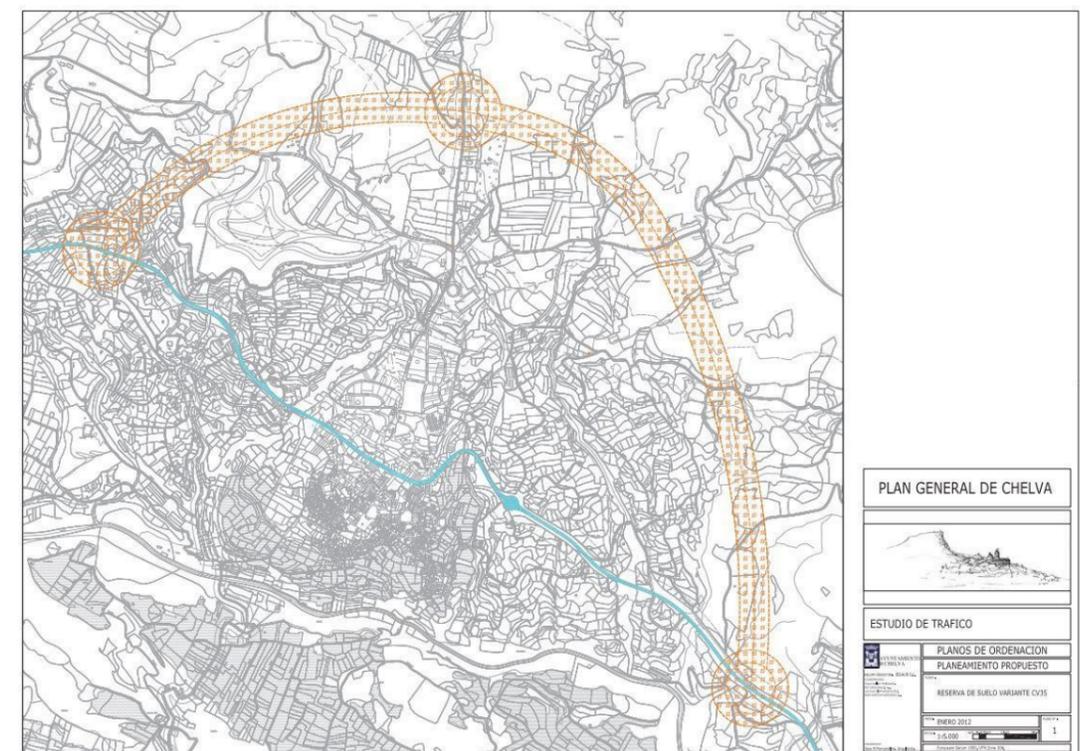


Fig. 2. Trazado inicial de las alternativas planteadas. Elaboración propia.

Para acometer este estudio básico no se ha tenido en cuenta el contenido de este plano de ordenamiento, realizando el trazado desde la fase inicial de concepción.

Tras analizar toda la información y legislación vigente, se llegó a la conclusión de que la Alternativa Sur 1 no era viable. El Decreto 168/2012, de 2 de noviembre, del Consell, por el que se declara bien de interés cultural, con la categoría de conjunto histórico, la Villa de Chelva y sus huertas, en Chelva obligó a modificar las alternativas.

Finalmente, después de la visita de campo y, teniendo en cuenta la legislación vigente, la alternativa Sur 1 fue descartada, apareciendo la alternativa Centro en su lugar.

Los trazados definitivos se muestran en la figura 3.



Fig. 1. Trazado inicial de las alternativas planteadas. Elaboración propia.

4. EQUIPOS

Para la realización de este trabajo multidisciplinar, se ha dividido a los veinticuatro alumnos en cuatro grupos distintos. Los tres primeros grupos se centran en una alternativa concreta: *Norte*, *Centro* o *Sur*. De esta manera, los estudiantes pertenecientes a estos grupos se encargan de estudiar el diseño de la variante, las estructuras necesarias para llevarla a cabo y los aspectos hidrológicos e hidráulicos.

El último grupo de trabajo, llamado *Estudios Generales*, está compuesto por los alumnos que desarrollan estudios que afectan a todas las alternativas.

La organización, por alternativas, de cada grupo de trabajo es la siguiente:

| Alternativa Norte | |
|---------------------------|---|
| Alumno | Estudio |
| Martínez Gandía, Martín | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346. |
| Ortuño Ortuño, Antonio | Estudio de soluciones y diseño estructural de las subestructuras |
| Cardona Guerrero, Eduardo | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú. |
| Cervera Martínez, Guillem | Diseño geométrico y del firme |
| Anglés Sancho, Raúl | Diseño de los nudos |
| López de la Torre, Rocío | Estudio hidrológico y de drenaje |
| Olivas Valera, Sergio | Estudio hidráulico y de afección a cauces. |

| Alternativa Centro | |
|----------------------------------|---|
| Alumno | Estudio |
| Arteaga Ibáñez, Ignacio | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346. |
| Fernández Benítez, Sandra | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú. |
| Ortega Díaz, Carlos | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente en el Rincón del Calvo. |
| García Císcar, Isabel | Diseño geométrico y del firme |
| Martín-Loeches Romero, Alejandro | Análisis del tráfico y de la seguridad vial |
| Mascarell Gómez, Alba | Estudio hidrológico y de drenaje |
| Olivas Valera, Sergio | Estudio hidráulico y de afección a cauces. |

| Alternativa Sur | |
|---------------------------|---|
| Alumno | Estudio |
| España Monedero, Fernando | Estudio de alternativas y diseño estructural del segundo puente sobre el río Chelva. |
| Catalán Pérez, Jorge | Estudio de alternativas y diseño estructural del primer puente sobre el río Chelva. |
| Sevilla Fernández, Marcos | Estudio de alternativas y diseño estructural del puente sobre el barranco del Convento. |
| Martínez Ribes, Sergi | Diseño geométrico y del firme |
| Pastor Martín, Guillermo | Diseño de los nudos |
| Sánchez Reimers, Jaime | Estudio hidrológico y de drenaje |
| Arenas Huerta, María | Estudio hidráulico y de afección a cauces. |

| Estudios generales | |
|--------------------------|---|
| Alumno | Estudio |
| Almenar Guiot, Olga | Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras |
| Araque Andreu, Antonio | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico |
| Cola Romero, José Luis | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico |
| Valero Cercós, Véronique | Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas |



5. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología empleada para desarrollar este Trabajo Fin de Grado puede dividirse en diferentes fases, todas ellas basadas en la interrelación entre los alumnos, tanto los pertenecientes a un grupo de alternativa como con los componentes del grupo de estudios generales.

La primera de ellas, basada en la adquisición de conocimientos, se lleva a cabo mediante la realización de seminarios temáticos, a partir de septiembre de 2015, para conocer métodos y aprender a utilizar las herramientas de trabajo específicas para poder aplicar los conocimientos adquiridos en el grado a la resolución de un problema real. Estos seminarios incluyen desde la obtención de datos hasta el manejo de software (AutoCAD Civil 3D, HEC-RAS, SAP, Bridge...). Además, están dirigidos tanto a los alumnos de la especialidad impartida como a los de todas las demás.

La segunda de las fases consiste en la obtención de datos base, como la toma de datos geológicos, aforos, etc. Para esto, se realizó una visita de campo en enero de 2016 para conocer el terreno por el que discurren las distintas alternativas, y el estado actual de la CV-35. Se realizó además un aforo de tráfico y un reportaje fotográfico.

La tercera de las fases se basa en talleres semanales de trabajo en grupo, a partir de febrero de 2016, para facilitar los intercambios de información entre alumnos, abordar conjuntamente los problemas y buscar la solución óptima. En estos talleres se tiene la oportunidad de comentar el avance de los estudios individuales tanto entre alumnos, como entre alumnos y tutores.

Este método consigue la interacción todos los participantes a la hora de proponer mejoras sobre el diseño de cada una de las alternativas y solucionar los problemas que van surgiendo a lo largo de la redacción de los estudios.

6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Entre las alternativas propuestas, la que produce un menor impacto global sobre el medio es la Alternativa Centro. Durante la fase de construcción es la que menos efectos negativos genera, mientras que en la fase de explotación genera unos impactos similares a los de la Norte ya que su trazado es bastante similar en una gran parte del mismo, difiriendo en la longitud. Por otra parte, la Alternativa Sur genera un gran impacto, principalmente por tratarse de un área mucho menos antropizada y por la dificultad para integrar paisajísticamente las obras de paso sobre el río Chelva.

Las principales diferencias de la Alternativa Centro respecto a las otras alternativas son:

- Menor longitud de trazado.
- Menor superficie a expropiar.
- Elevado número de caminos rurales que reducirán la necesidad de crear nuevas vías de acceso temporales durante la fase de construcción.
- Obras de paso de menor envergadura respecto a la Sur.
- Presenta una mejor conectividad con la CV-346.
- Mejor integración paisajística que las otras dos alternativas.
- Menor impacto sobre la economía local durante la fase de explotación.



7. VALORACIÓN ECONÓMICA

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración económica se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

En los siguientes apartados se resumen los resultados generados por las tres alternativas agrupados en un total de 9 capítulos, correspondiendo éstos a la base del presupuesto de la obra lineal.

| Capítulo | Alternativa Sur | Alternativa Centro | Alternativa Norte |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Capítulo 1: Movimiento de tierras y demoliciones | 1.360.156,72 € | 224.139,46 € | 1.902.735,53 € |
| Capítulo 2: Firmes y pavimentos | 661.824,16 € | 662.749,13 € | 1.238.084,83 € |
| Capítulo 3: Obras hidráulicas | 251.750,94 € | 108.749,4 € | 52.294,84 € |
| Capítulo 4: Estructuras | 5.997.459,68 € | 1.872.817,02 € | 4.107.858,03 € |
| Capítulo 5: Adecuación ambiental | 194.179 € | 194.179 € | 194.179 € |
| Capítulo 6: Señalización y balizamiento. | 72.000 € | 54.000 € | 6.082,33 € |
| Capítulo 7: Drenaje | 89.100 € | 75.250 € | 89,100 € |
| Capítulo 8: Seguridad y Salud | 171.694,94 € | 171.694,94 € | 171.694,94 € |
| Capítulo 9: Gestión de residuos. | 171.694,94 € | 171.694,94 € | 171.694,94 € |
| Total | 8.916.942,73 € | 5.552.274,91 € | 7.598.150,60 € |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°2

MEMORIA Y ANEJOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).
ALTERNATIVA SUR



ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DE LA ALTERNATIVA SUR

| Alumno | Título |
|---------------------------|--|
| Arenas Huerta, María | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Estudio hidráulico y de afección a cauces. |
| Catalán Pérez, Jorge | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del primer puente sobre el río Chelva. |
| España Monedero, Fernando | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del segundo puente sobre el río Chelva. |
| Martínez Ribes, Sergi | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme |
| Pastor Martín, Guillermo | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Diseño de los nudos |
| Sánchez Reimers, Jaime | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y de drenaje |
| Sevilla Fernández, Marcos | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del puente sobre el barranco del Convento. |

ALUMNOS QUE REALIZAN ESTUDIOS GENERALES INCLUIDOS EN EL DOCUMENTO

| Alumno | Título |
|--------------------------|---|
| Almenar Guiot, Olga | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras |
| Araque Andreu, Antonio | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico |
| Cola Romero, José Luis | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico |
| Valero Cercós, Véronique | Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ÍNDICE DE CONTENIDOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).
ALTERNATIVA SUR



| Documentos | Alumno |
|----------------------|--------|
| Memoria | Todos |
| Valoración económica | Todos |

| Anejo | Alumno |
|--|--|
| Geología y geotecnia | Valero Cercós, Véronique |
| Hidrología y drenaje | Sánchez Reimers, Jaime |
| Situación actual | Almenar Guiot, Olga |
| Tráfico | Martínez Ribes, Sergi |
| Adecuación de la travesía | Almenar Guiot, Olga |
| Diseño geométrico | Martínez Ribes, Sergi |
| Diseño geométrico de los nudos | Pastor Martín, Guillermo |
| Seguridad vial | Martínez Ribes, Sergi |
| Firmes y pavimento | Martínez Ribes, Sergi |
| Estructuras. Primer puente sobre el río Chelva | Catalán Pérez, Jorge |
| Estructuras. Segundo puente sobre el río Chelva | España Monedero, Fernando |
| Estructuras. Puente sobre el barranco del Convento | Sevilla Fernández, Marcos |
| Hidráulica y afección a cauces | Arenas Huerta, María |
| Impacto ambiental | Araque Andreu, Antonio Cola Romero, José Luis |

| Índice de planos | Alumno |
|--|--|
| 1. Localización | Todos |
| 2. Situación actual | Almenar Guiot, Olga |
| 3. Adecuación de la travesía | Almenar Guiot, Olga |
| 4. Diseño geométrico del tronco principal | Martínez Ribes, Sergi |
| 4.1. Planta general | |
| 4.2. Planta y perfil | |
| 4.3. Secciones tipo | |
| 4.4. Secciones transversales | |
| 5. Estructuras | |
| 5.1. Puente Este sobre el río Chelva | Catalán Pérez, Jorge |
| 5.2. Puente Oeste sobre el río Chelva | España Monedero, Fernando |
| 5.3. Puente sobre el barranco del Convento | Sevilla Fernández, Marcos |
| 6. Hidráulica | Arenas Huerta, María |
| 7. Impacto Ambiental | Araque Andreu, Antonio Cola Romero, José Luis |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



MEMORIA

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).
ALTERNATIVA SUR



MEMORIA ALTERNATIVA SUR

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Antecedentes..... | 2 |
| 2. Objeto de estudio | 2 |
| 3. Localización..... | 2 |
| 4. Situación actual | 3 |
| 5. Propuestas de mejora en la travesía | 3 |
| 6. Descripción de la solución adoptada | 3 |
| 6.1. Geología y geotecnia | 3 |
| 6.2. Hidrología y drenaje | 3 |
| 6.3. Estudios de tráfico..... | 5 |
| 6.4. Trazado | 5 |
| 6.5. Nudos | 6 |
| 6.6. Estudio de Seguridad Vial..... | 7 |
| 6.7. Firmes..... | 7 |
| 6.8. Estructuras | 8 |
| 6.8.1. Descripción general..... | 8 |
| 6.8.2. Diseño de elementos | 9 |
| 6.9. Hidráulica y afección a cauces..... | 10 |
| 7. Valoración de la solución | 12 |



1. ANTECEDENTES

La carretera autonómica CV-35 constituye un elemento vertebrador de la red viaria de la Comunidad Valenciana. Es una carretera de la provincia de Valencia, que comunica la ciudad de Valencia con el noroeste de la provincia. Popularmente es conocida como la Pista de Ademuz ya que tiene como referencia final la comarca del Rincón de Ademuz.

La carretera atraviesa Chelva de este a oeste caracterizándose por un volumen de tráfico medio, con un considerable tráfico de vehículos pesados. Así mismo, el volumen de tráfico inducido sobre el municipio genera relevantes inconvenientes en el mismo, entre los que destacan la mala funcionalidad y seguridad vial, contaminación acústica, etc.

Es por ello que se plantea el presente estudio para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva. Con este se pretende eliminar los factores negativos mencionados anteriormente, además de mejorar la circulación en otros aspectos como la comodidad de los usuarios.

2. OBJETO DE ESTUDIO

El Trabajo Final de Grado que aquí se presenta llamado “Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Sur” tiene como objetivo definir el proyecto constructivo de una variante a la carretera CV-35 a su paso por la localidad de Chelva con el fin de eliminar los problemas que se dan actualmente en el tramo.

En dicho tramo existe una importante concentración de vehículos con ejes especialmente pesados en y más en concreto en las épocas específicas del año en que sus cultivos de la zona están dando sus frutos, puesto que el sector de la agricultura es el predominante de la localidad.

Ante estos problemas referentes a la seguridad vial y la previsión de que este tráfico de vehículos pesados pueda seguir aumentando se pretende mejorar las condiciones de la zona mediante la construcción de la variante proyectada.

3. LOCALIZACIÓN

La variante de la CV-35 relativa a nuestra alternativa Sur se encuentra en una zona próxima a la población de Chelva, en el centro de la Comunidad Valenciana, al noroeste de la provincia de Valencia. Esta alternativa discurre al sur de la población, la cual debe salvar el río Chelva en dos puntos, así como el barranco del Convento para reincorporarse a la CV-35 al otro extremo de la población.

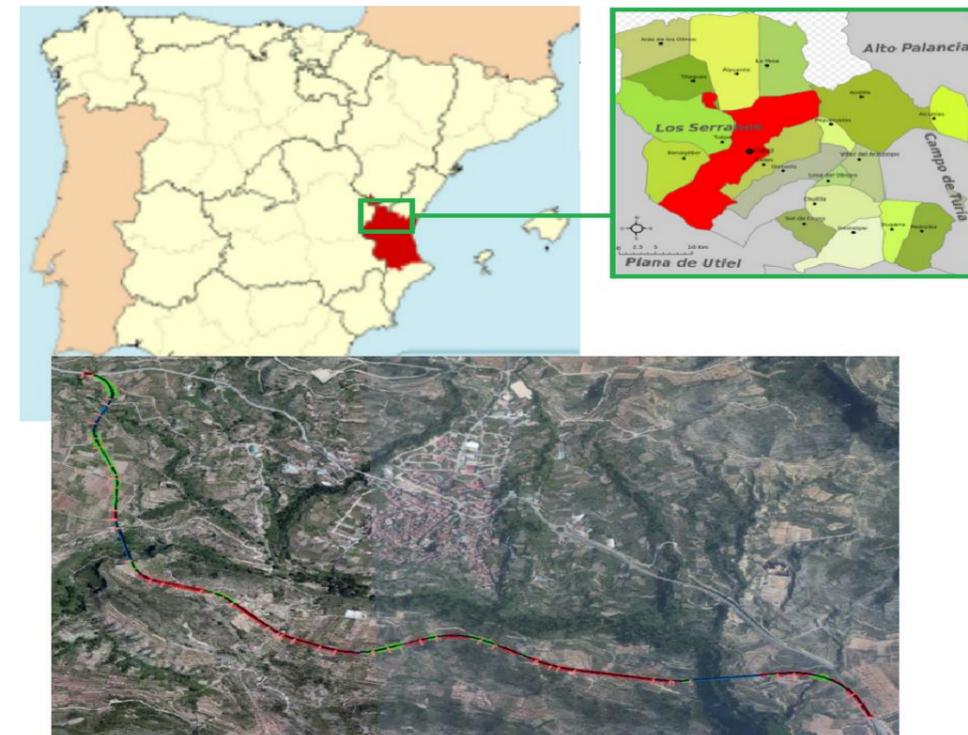


Fig. 1 Localización de la alternativa Sur.



4. SITUACIÓN ACTUAL

La carretera CV-35 se convierte en travesía entre los P.K. 67+400 y el P.K. 68+200. Dicha travesía soporta un tráfico de 2497 vehículos/día con un porcentaje de pesados del 5,4%, calculados a partir de un aforo manual tomado en enero de 2016 complementado con la estación afín CV-35-080. Se prevé para el año de puesta en servicio (2018) un tráfico de 2569 vehículos, con una tasa de crecimiento anual acumulativo del 1.44%.

En vías interurbanas, el Highway Capacity Manual 2010 define seis niveles de servicio para un régimen continuo de circulación, es decir, sin detenciones producidas por intersecciones o semáforos. Estos niveles se hallan numerados de la A a la F, en orden decreciente de calidad. El nivel de servicio actual de la travesía calculado como carretera de clase III según el Highway Capacity Manual 2010 es D. En el año horizonte (2018) se prevé el mismo nivel de servicio.

Este tráfico supone importantes interacciones entre diferentes flujos de tráfico: vehículos, vehículos pesados, peatones, bicicletas, etc. Ello supone la existencia de conflictos de tráfico. Los más destacables involucran a vehículos pesados que circulan por la travesía. En varios puntos de la misma dos vehículos pesados no pueden pasar por el mismo punto al mismo tiempo.

Según datos oficiales se han producido accidentes en la travesía, todos ellos de carácter leve, y producidos en las intersecciones a causa de, en la mayoría de los casos, una infracción de las normas de la seguridad vial.

5. PROPUESTAS DE MEJORA EN LA TRAVESÍA

En el tramo de carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva, se han encontrado una serie de problemas que se pretende solucionar.

En primer lugar, se propone la creación de distintos itinerarios peatonales, actualmente inexistentes, que evitarían algunos de los conflictos detectados entre peatones y vehículos que circulan por la travesía.

Además, se propone la reubicación de algunas plazas de aparcamiento para mejorar la circulación de vehículos (tanto ligeros como pesados) por el municipio, habilitando un aparcamiento en la parte norte. Se realizará la propuesta de mejorar la intersección entre la Avenida Madereros y la Calle Mártires, dado que es la zona donde se producen la mayor parte de los conflictos detectados entre los diferentes flujos de tráfico.

Por último, se propone realizar una mejora del acceso al municipio desde Tuéjar, creando una puerta de entrada al núcleo urbano, con la creación de una glorieta o carril de espera, para mejorar, además, los accesos a otros puntos del municipio.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1. Geología y geotecnia

A partir de campaña geotécnica proporcionada se obtiene una relación de materiales localizados en el área de estudio. Esta información es necesaria para el cálculo de la cimentación de las estructuras que se precisan a lo largo del trazado de la variante.

6.2. Hidrología y drenaje

El objetivo de este anejo es realizar un estudio hidrológico del sistema vertiente a la variante sur, obteniendo los caudales de crecida para diferentes tiempos de retorno, para el posterior cálculo de drenaje transversal y longitudinal.

El primer paso para elaborar este estudio ha sido caracterizar la zona de estudio, dividiendo el sistema vertiente en dos cuencas, cuatro subcuencas y seis intercuenas.

En el siguiente paso se debe realizar un análisis estadístico de la pluviometría. Para ello, debido a la ausencia de datos de aforo fiable en la cuenca, empleamos un método hidrometeorológico para obtener los cuantiles de precipitación diaria máxima anual de diferentes periodos de retorno. Se han empleado los datos de tres estaciones, de manera que los datos de dos de ellas han sido directamente proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología, y los datos de la tercera estación se han obtenido de manera sintética juntando dos estaciones próximas.

Con los datos de estas tres estaciones, hemos realizado un análisis estadístico de los máximos pluviométricos haciendo uso de las funciones de distribución Gumbel, Generalized Extreme Value (GEV), Two Component Extreme Value (TCEV) y Square-Root Exponential Type Distribution of the maximum (SQRT-ETmax). De esta manera obtuvimos los cuantiles de máximos pluviométricos, mostrados en la Tabla 1:

| Estación | Modelo | T10 | T25 | T50 | T100 | T200 | T500 |
|----------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Arcos de las Salinas | Gumbel MOM | 62.828 | 75.01 | 83.637 | 92.62 | 99.8 | 110.61 |
| Titaguas | Gumbel MOM | 81.77 | 98.5 | 110.28 | 122.62 | 134.92 | 147.1 |
| Chelva-Tuéjar | TCEV | 82.58 | 141.86 | 204.99 | 262.64 | 325.23 | 383.31 |

Tabla 1. Cuantiles de máximos pluviométricos de cada estación y función de distribución empleada.



El siguiente paso ha sido seleccionar un método para simular y estimar la escorrentía acumulada. Se ha escogido el modelo de la Soil Conservation Service (SCS), que depende solo de un parámetro, el umbral de escorrentía. Para aplicar este modelo se debe tener cierta información de las cuencas a estudiar, por lo que debemos caracterizar el sistema hidrológico obteniendo los usos del suelo a partir de la información proporcionada por el Sistema de Información sobre la Ocupación del Suelo en España (SIOSE), y obteniendo la capacidad de uso agrícola del suelo a partir de la información proporcionada por la Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports.

Generando estas capas de información, se obtiene el valor del umbral de escorrentía, (el cual se corrige por condiciones antecedentes de humedad suelo-vegetación), correspondiente a cada combinación de cubierta del suelo y clase de suelo adoptado. Los valores del umbral de escorrentía de la cuenca son los siguientes:

| Cuenca | Tuéjar1 | Tuéjar2 | Sc1 | Sc2 | Sc3 | Sc4 | Ic1 | Ic2 | Ic3 | Ic4 | Ic5 | Ic6 |
|----------------|---------|---------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|
| P0 (mm) | 13.72 | 14.12 | 12.2 | 12.7 | 11.9 | 10.4 | 19 | 13 | 8 | 12.6 | 8 | 16.6 |

Tabla 2. Valores de umbral de escorrentía (P0) para las cuencas de nuestro sistema hidrológico.

Tras realizar este paso, procedemos a modelar la lluvia-escorrentía de nuestra zona de estudio. Para decidir el tipo de modelo lluvia-escorrentía a utilizar, tenemos que analizar las características de nuestras cuencas. Haciendo esto, se puede concluir que la cuenca Tuéjar 1, debido a su extensión, debe ser desagregada. Por lo tanto, se desagrega esta cuenca en cinco subcuencas y se aplica sobre ellas un modelo pseudo-distribuido, el cual se usa para el resto de las cuencas del sistema para homogeneizar los resultados obtenidos. Este modelo funciona con una tormenta de diseño de hidrograma unitario, implementado en el software de libre distribución HEC-HMS. Los modelos para la simulación han sido: hidrograma unitario adimensional del SCS para la propagación en cuencas, Muskingum-Cunge para la propagación en cauces, y el modelo de producción de escorrentía del SCS.

Los valores de caudal pico son:

| CUENCAS | Q (m³/s) | | |
|----------|----------|--------|--------|
| | T25 | T100 | T500 |
| Tuéjar 1 | 222.47 | 551.04 | 963.7 |
| Tuéjar 2 | 232.87 | 585.83 | 1030.2 |
| SC 1 | 23.49 | 77.44 | 138.32 |
| SC 2 | 2.65 | 9.25 | 16.75 |
| SC 3 | 1.79 | 5.87 | 10.41 |
| SC 4 | 1.29 | 3.88 | 6.67 |
| IC 1 | 1 | 5.72 | 11.65 |
| IC 2 | 2.48 | 9.24 | 17.05 |
| IC 3 | 1.63 | 4.54 | 7.64 |
| IC 4 | 1.57 | 5.69 | 10.4 |
| IC5 5 | 0.3 | 0.85 | 1.42 |
| IC 6 | 1.32 | 5.86 | 11.32 |

Tabla 3. Valor de los caudales punta generados en cada subcuenca.

Para terminar, se realiza un estudio de drenaje longitudinal y transversal, teniendo en cuenta la 5.2-IC de marzo de 2016. La variante interrumpe el flujo natural de la escorrentía, teniendo que encauzarla mediante un drenaje longitudinal y transversal. Mediante un análisis en régimen estacionario unidimensional para los caudales de crecida para periodos de retorno de 25 años para el drenaje longitudinal y de 100 años para el drenaje transversal obtendremos las dimensiones de nuestras obras de drenaje. Para calcular el caudal proveniente de la plataforma, se emplea el método de Témez, mientras que el cálculo del caudal proveniente de las cuencas vertientes a la carretera, se obtiene de los hidrogramas de crecida. Una vez obtenidos los caudales, estos flujos de agua deben redirigirse hacia las cunetas situadas a ambos lados de la variante.

El siguiente gráfico se indica la situación de las obras de drenaje:

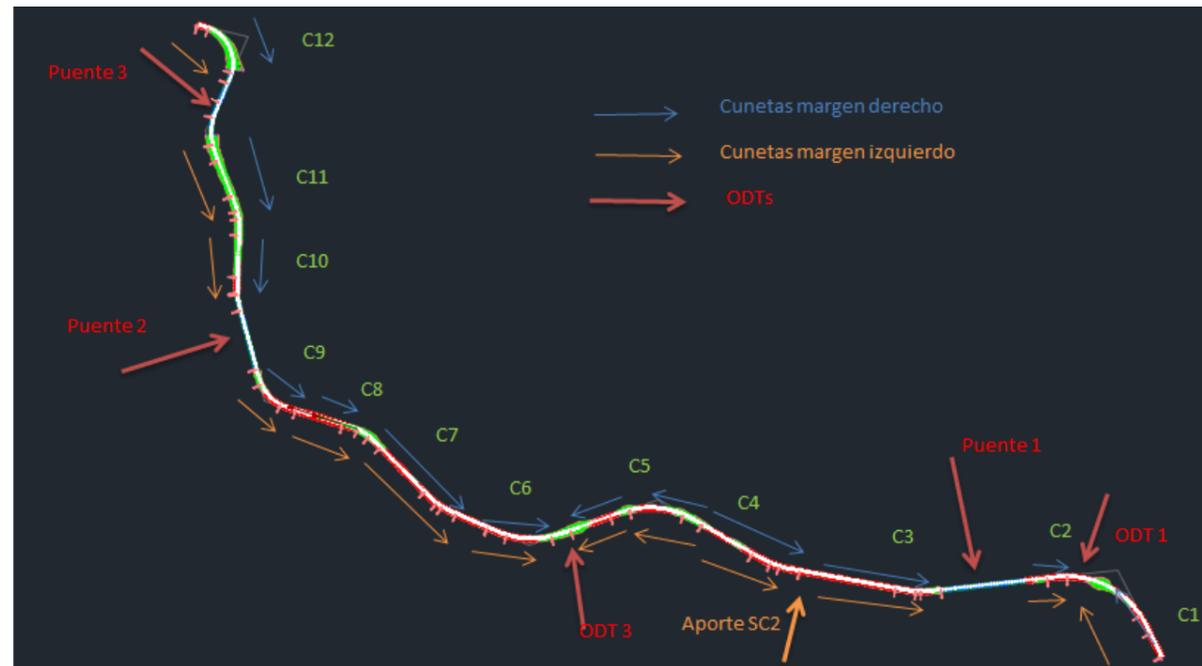


Fig. 2 Disposición de las obras de drenaje longitudinal y transversal a lo largo de la variante.

Se encuentra un problema al realizar el esquema de prediseño en el punto donde hay un aporte de agua por parte de la subcuenca 2, debido a que la plataforma de la carretera va en trinchera y no podemos realizar obra de drenaje alguna. Por ese motivo se realizan los cálculos precisos para introducir un interceptor en la margen izquierda de esta zona, que irá a desaguar al Puente 1.

6.3. Estudios de tráfico

El objeto del presente anejo tiene como intención la caracterización del tráfico actual que circula por la CV-35, en concreto para el tramo correspondiente a la localidad de Chelva, ubicada entre los PK 66+000 y 68+000 de la misma.

Para ello, primero se ha optado por introducir el anejo, incluyendo una breve explicación del proceso a seguir y del objetivo que tiene dicho estudio.

En segundo lugar se procedió a analizar el tráfico actual. Para ello se optó por realizar una visita de campo con todos los compañeros del TFG Multidisciplinar en la que se organizaron aforos manuales en cada extremo de la población, para registrar la cantidad de vehículos

que pasaban por la localidad y posteriormente se analizó qué vehículos se consideraban estacionarios y qué vehículos se consideraron de paso, y por tanto futuros usuarios de la variante.

En tercer lugar y, una vez tomados los datos de los aforos, se procedió a buscar una estación de aforo cercana, que tuviese un comportamiento similar. El resultado fue que junto a la localidad de Chelva existe una estación de aforo de la Generalitat Valenciana, por lo que se contrastó el comportamiento del tráfico anotado en los aforos manuales y el de la estación cercana, llegando a la conclusión de que ésta se podía considerar como la estación afín.

En cuarto lugar, una vez caracterizado el tráfico se tuvo que realizar una prognosis del mismo para estudiar cuál sería su comportamiento futuro y para ello se recurrió a la Orden FOM/3317/2010 del 17 de Diciembre, en la cual se detallan los aumentos a considerar para obtener las IMD en los años puesta en servicio y año horizonte.

En quinto lugar, tras obtener las IMD referentes a vehículos ligeros y pesados para los años puesta en servicio y año horizonte se calculó la intensidad de hora punta y el factor de hora punta. Estos dos factores son imprescindibles para el posterior cálculo del nivel de servicio, como se detallará.

En sexto lugar, se procedió a calcular el Nivel de Servicio, y para ello se siguió al pie de la letra el Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) que nos proporciona un método computacional para obtener los niveles de servicio y poder clasificar de este modo las carreteras en función de la calidad que ofrecen al servicio.

Por último, y una vez analizado el nivel de servicio, se valoró la realización de simulaciones de tráfico para poder valorar todos los casos posibles que se pudiesen producir. Para ello se utilizó el método de Montecarlo. De este modo, generando números aleatorios, se simularon 10.000 casos de reparto del tráfico con el fin de analizar qué niveles de servicio se obtenían, siendo B y C los que se daban en la mayor parte de los casos.

6.4. Trazado

En el anejo referente al diseño geométrico se ha pretendido definir con todo detalle el corredor. Para ello se ha recurrido a la Instrucción de Carreteras 3.1-IC "Trazado" de Enero de 2000 aprobada el 27 de diciembre, así como las Normas, Órdenes circulares y Recomendaciones vigentes y/o en trámite de aprobación.

El corredor que se proyecta presenta unas características relativas a una C-60. Su longitud son 4815 metros aproximadamente.

El trazado entroncará sobre el sureste de la localidad con el fin de poder cruzar el barranco del Río Tuéjar en la primera ocasión lo más perpendicularmente posible minimizando el área de afección.

Una vez cruzado el barranco discurrirá por una zona montañosa intermedia, intercalada con planicies y campos de cultivos hasta volver a cruzar el barranco y entroncar en el noroeste mediante un notable terraplén para poder llegar hasta la cota de la carretera actual.



Fig. 3 Trazado en planta (rojo)

A pesar de ser una zona relativamente montañosa se consiguieron pendientes no muy elevadas para facilitar la circulación de los vehículos, sobre todo de los pesados. Además los movimientos de tierra han sido notables también, sobre todo en el tramo final del trazado.

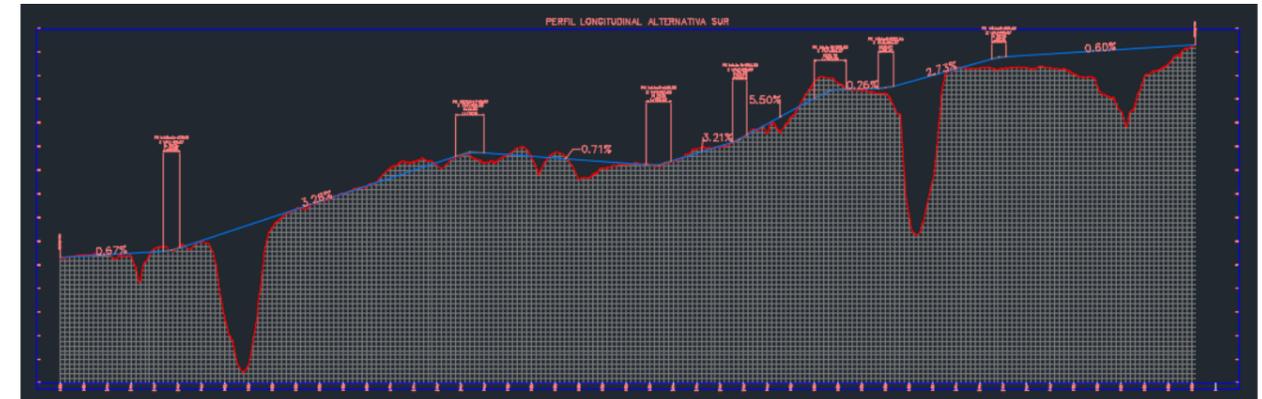


Fig. 4 Perfil Longitudinal Alternativa Sur

La carretera proyectada es una carretera convencional de calzada única y de doble sentido de circulación. La sección transversal la podemos apreciar en la siguiente figura.

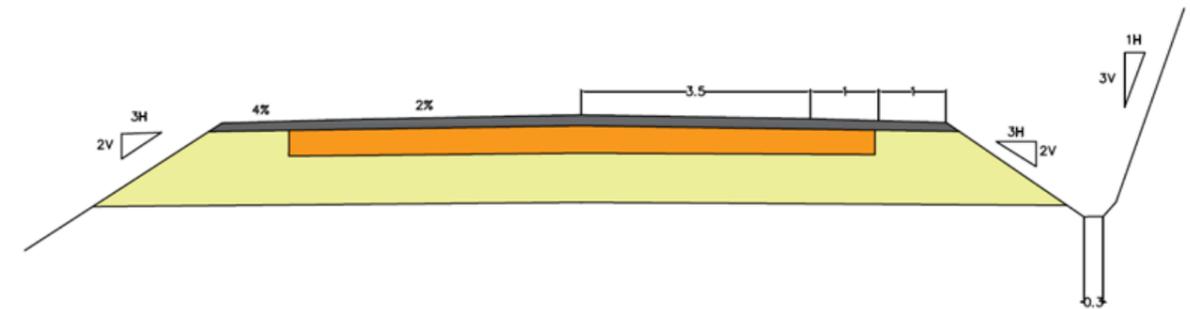


Fig. 5 Sección transversal tipo.

Cabe remarcar que para absolutamente todo el diseño geométrico se ha empleado el software informático Autocad Civil 3D y en los correspondientes anejos se adjuntan los planos y listados obtenidos, además de todo el dimensionamiento.

6.5. Nudos

Mediante el anejo de nudos lo que se pretende es dimensionar los entronques y los cruces a nivel de los distintos caminos intersectados con la traza de la carretera. En la visita de obra se observó que lo pertinente era dotar al trazado de continuidad y, al observar las características de la vía se observó que lo más adecuado era proyectar intersecciones en T, tanto en los entronques como en los caminos intersectados a nivel.

Aunque esta parte no queda desarrollada aquí, se hará más adelante en el mes de Septiembre.

6.6. Estudio de Seguridad Vial

La primera premisa que no hay que perder de vista cuando se realiza un estudio de la Seguridad Vial es la de incidir en el origen, es decir, no solo tratar de evitar o de minimizar las consecuencias de un accidente, sino intentar erradicarlos actuando en el origen.

En el presente anejo se pretende desarrollar qué metodología se ha empleado para analizar la seguridad vial y qué factores han sido determinantes a la hora de hallar conclusiones sobre ella.

Por ello lo primero fue introducir el anejo, centrando al lector en la seguridad vial y dotándola de la importancia que adquiere a la hora de diseñar una carretera.

En segundo lugar se obtuvieron los perfiles de velocidad de operación. Mediante éstos se pretende estudiar el percentil 85, es decir, las velocidades entre las que estarán comprendidos el 85% de los vehículos que circulen por dicha vía. Para ello primero se halló la velocidad en curvas y posteriormente la velocidad en rectas y para estudiar si convergen se empleó la fórmula del MRUA.

Para obtener las velocidades de operación se utilizan características geométricas de la carretera que la definan adecuadamente. Además se utilizaron las tasas de aceleración y deceleración para obtener las reducciones y aumentos de velocidad al llegar a una curva o al salir de ella hacia una recta.

En tercer lugar, tras calcular y obtener los perfiles de velocidad de operación se procedió a evaluar la consistencia, tanto a nivel local como a nivel global. Para ello los Criterios de Lamm fueron de gran ayuda a nivel local y el Método Camacho se utilizó para calcular la consistencia a nivel global.

En cuarto lugar, y tras obtener la consistencia del trazado, se procedió a analizar la deflexión acumulado a lo largo del tramo de la carretera junto con las curvas anteriores y posteriores al trazado. Este estudio es de gran utilidad, puesto que permite tramificar la carretera en tramos homogéneos para su posterior análisis pormenorizado.

En quinto y último lugar, se quiso calcular el número de accidentes esperado. A través de los datos de accidentes que fueron proporcionados por el GIIC se utilizó la SPF de Camacho para realizar una estimación y comparación de los accidentes futuros en los siguientes 10 años.

6.7. Firmes

En el anejo aquí descrito, se pretende definir el firme que compondrá la variante proyectada.

Los parámetros principales empleados para la definición del firme son el tráfico pesado y el material por donde discurre la traza.

Por lo tanto una vez analizado el tráfico en el anejo de Tráfico se observó que la caracterización del tráfico pesado corresponde al T31

Los materiales, que se pueden observar en el anejo de Geotecnia, permitieron proyectar una categoría de explanada E2.

Por ello la solución adoptada fue la siguiente:

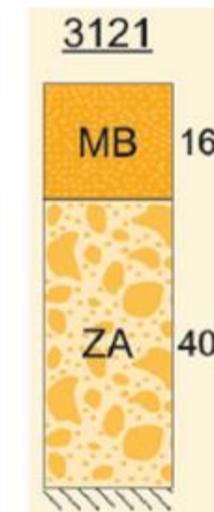


Fig. 6 Paquete de firme seleccionado

La sección constará de 40 cm de zahorra y 16 cm de mezcla bituminosa. La mezcla bituminosa estará dividida en tres capas, la base de 8 cm de espesor formada por una AC 22 Base G, la capa intermedia de 5 cm formada por una AC 22 Bin S y una capa de rodadura formada por una mezcla discontinua BBTM 11B de 3 cm de espesor. Todo ello con sus correspondientes riegos de adherencia e imprimación como se puede observar en la siguiente tabla.

| Capa | Material | Espesor (cm) |
|---------------------------------|--------------|--------------|
| Rodadura MBC | BBTM 11B | 3 |
| Riego de adherencia C60B3 ADH | | |
| Intermedia MBC | AC 22 Bin S | 5 |
| Riego de adherencia C60B3 ADH | | |
| Base MBC | AC 22 Base G | 8 |
| Riego de imprimación C60BF5 IMP | | |
| Base | Zahorra | 40 |

Tabla 4. Paquete de Firme seleccionado

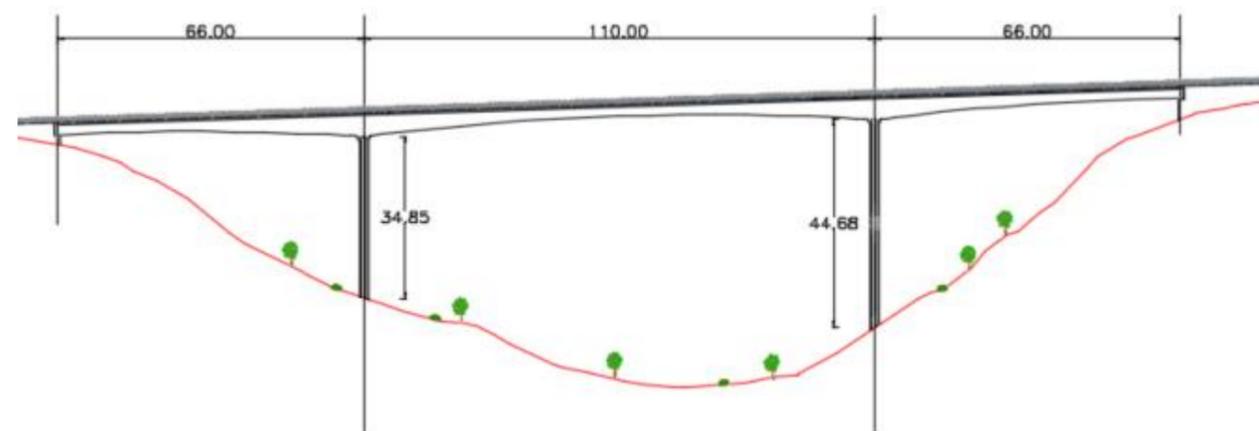


Fig. 7 Vista general del primer puente sobre el río Chelva

6.8. Estructuras

6.8.1. Descripción general

El trazado final de la alternativa sur se ha dispuesto adaptándose en la medida de lo posible a las curvas de nivel del entorno, de forma que se evitan grandes partidas en el presupuesto en terraplenes y desmontes. Dado que la variante discurre por terreno accidentado, es inevitable encontrar grandes desniveles al paso por el río Chelva. Es por ello que este debe ser salvado en dos ocasiones, dando lugar al puente 1, de una luz total de 242 metros, y al puente 2, de 205 metros aproximadamente. A estas longitudes se les suma alturas considerables desde cota de traza hasta el lecho del río, encontrando alturas variables desde los 35 hasta los 47 metros.

El trazado discurre en su tramo final a través del Barranco del Convento, dando lugar al puente 3, de una luz total de 207 metros. Los desniveles a salvar en este caso no son tan notables como en los puentes anteriores, encontrándose alturas máximas desde la cota de traza hasta la superficie del terreno de 28 metros.

El primer puente sobre el río Chelva, estando ubicado entre los P.K 0+641,99 y 0+883,99. El segundo puente sobre el mismo río se encuentra ubicado entre los P.K 3+533,96 y 3+738,66. El tercer puente se encuentra entre los P.K 4+390,42 Y 4+597,42 a su paso por el Barranco del Convento. Todos ellos pertenecientes a la variante sur de la circunvalación de la carretera CV-35 a su paso por Chelva perteneciente a los “Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia)”.

El paso superior permite la circulación por sendos carriles de tráfico rodado. El primer puente se encuentra en una alineación recta, con una pendiente de 3.28% y consta de 3 vanos de 66, 110 y 66 m de luz cada uno, teniendo por tanto, una longitud total de 242 m.

El segundo puente, de las mismas características viarias descritas anteriormente, se encuentra también en alineación recta del trazado y entre dos acuerdos verticales impuestos en la geometría de proyecto por diferencia de cotas a la entrada y salida a través del cauce. Mantiene una pendiente constante de 2,73% y consta de tres vanos de 55,8, 93 y 55,8 metros de luz cada uno, teniendo un total de 204,6 metros de longitud.

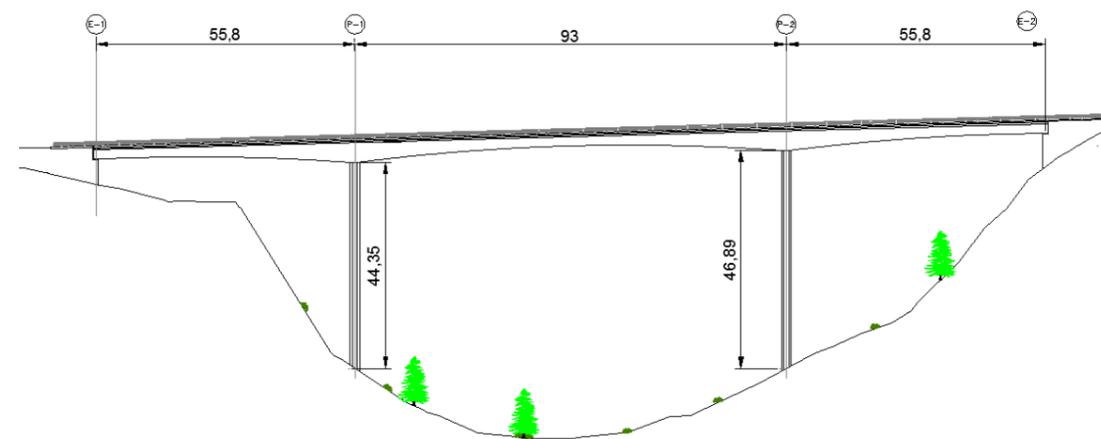


Fig. 8 Vista general del segundo puente sobre el río Chelva

El tercer puente, de las mismas características viarias a los anteriores, se encuentra en un tramo consistente en una curva en “s” con una recta intermedia. Mantiene una pendiente constante de 0,60% y consta de 5 vanos, de los cuales los de los extremos son de 36 metros y los centrales son de 45 metros, teniendo por tanto una longitud total de 207 metros.

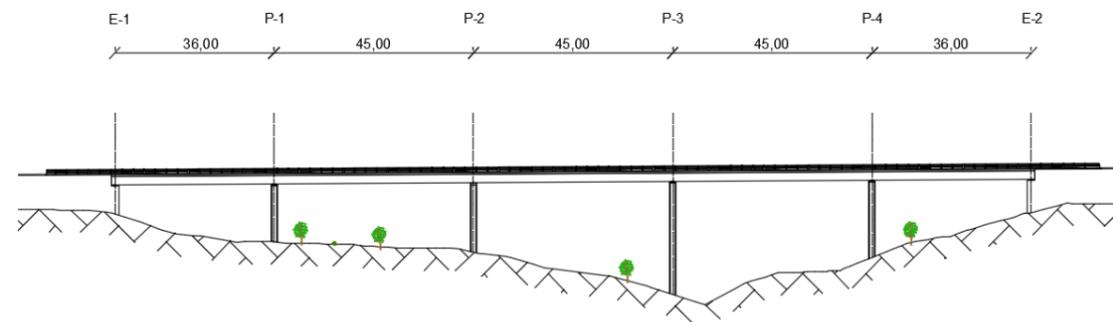


Fig. 9 Vista general del puente sobre el barranco del Convento

6.8.2. Diseño de elementos

Los puentes sobre el río Chelva se resuelven mediante una solución por voladizos sucesivos hormigonados in situ, compuesta por una sección monocelular de canto variable. La losa superior tiene un ancho de 10,5 metros para albergar dos carriles de 3,5 metros, 2 arcenes de 1 metro y un ancho lateral de 0,75 metros en el extremo para la colocación de barreras protectoras

El tablero superior está compuesto por una losa de unos 25 cm, variable en la sección perteneciente a los voladizos, de 10,5 metros de longitud. Las almas laterales tienen una inclinación de $\frac{1}{4}$ con un espesor de 55 cm. para albergar los cables de pretensado. La losa inferior tiene un ancho variable debido a la inclinación de las almas entre 3,4 y 4,65 metros y un espesor variable entre 0,95 y 0,25 metros.

La sección del tablero es variable longitudinalmente en su canto, éste varía desde 5 metros en la dovela de pila o dovela "0", hasta 2,5 metros en la clave del vano, para el primer puente, y desde los 4,75 metros en dovela de pila hasta 2,5 metros en la clave.

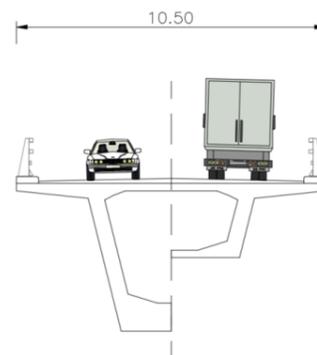


Fig. 10 Secciones central y extrema de los puentes sobre el río Chelva

El puente se materializa mediante dovelas ejecutadas "in situ" con carro de avance y por voladizos compensados. Las dovelas varían de longitud, dado que la dovela de arranque es de 7 metros, las centrales son de 5 metros y la clave de 4 metros para el primer puente y clave de 7 metros (hormigonados en una tanda) para el segundo puente.

Las pilas están compuestas por secciones rectangulares de hormigón armado con variaciones geométricas en su perímetro y cuyas dimensiones cambian a lo largo de la misma.

En la sección superior, estas tienen un ancho de 2 metros, y una dimensión alargada de 4,12 metros, por lo que "abrazan" a la dovela como se puede ver en la Figura 4.

Las pilas se construyen "in situ" mediante encofrado trepador en tramos de 3 metros hasta llegar a cota de trazado menos canto de dovela "0", para entonces ejecutar la dovela de pila, la cual se empotra en su respectiva pila mediante un diafragma, macizando la zona para ayudar a la materialización de dicho empotramiento.

Debido a que nos encontramos en un terreno muy competente la cimentación de los distintos elementos sobre los que se sostiene la estructura será una cimentación superficial. En el caso de las pilas, y para el puente 1, consta de sendas zapatas de dimensiones 11x11 metros y un canto de 2,3 metros. El puente 2, con una luz menor y esfuerzos acordes, precisa una cimentación de 10x10 metros y un canto de 2 metros.

Pese a que los cálculos hidráulicos no muestran que la cimentación de las pilas presenten interacción con el flujo de agua en el caso de avenida, por seguridad se soterran 4,5 metros las zapatas y se efectúa una berma de protección para evitar la socavación de la pila.

La disposición de las pilas sobre el cauce permite el paso del agua para un periodo de retorno de 100 años dejando resguardo, así como para un caudal de avenida de periodo de retorno 500 años. Del mismo modo, este hecho asegura que los estribos no se ven perjudicados por la acción de este flujo.

Los estribos diseñados son estribos cerrados que permiten el sostenimiento del relleno en el trasdós. No se plantea la posibilidad de un estribo abierto debido a que una caída de tierras en el trasdós no favorece la estética o la naturaleza del estribo.

Lateralmente se disponen dos muros de vuelta formando 90° con el muro del estribo, formando un estribo cerrado en forma de cajón.

Estos muros tienen una longitud mínima el talón necesario para el sostenimiento del estribo. Se disponen también, en caso de necesidad alneas superior de un modo tal que el cono de tierras que se origina tras ellas, con una pendiente 3H:2V alcance el pite del estribo.

En cambio, el puente 3 se resuelve mediante la construcción de un cajón in situ de canto constante, en el que el ancho del tablero es de 10,5 metros, y está compuesto por dos carriles de 3,5 metros cada uno, dos arcenes de 1 metro de anchura cada uno y un espacio de 0,75 metros de anchura en ambos extremos del tablero para la colocación de los pretilos.

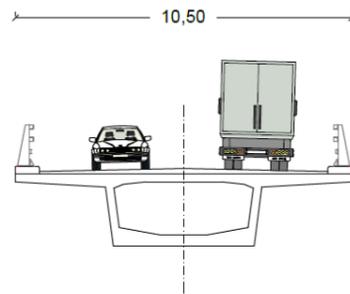


Fig. 11 Sección del tablero del puente sobre el barranco del Convento

El tablero se ha planteado como una solución continua, compuesta por un cajón mono celular de hormigón pretensado de 2,25 metros de canto. La sección del cajón tiene sendos voladizos de 2,8 metros de longitud cada uno, con canto variable de 0,25 metros en el extremo a 0,41 metros en su encuentro con el núcleo del tablero. El núcleo del tablero tiene sección trapezoidal con un ancho inferior de 4,4 metros. Las almas del cajón están ligeramente inclinadas y tienen un espesor de 0,3 metros.

Las pilas están compuestas por secciones rectangulares de hormigón armado con variaciones geométricas en su perímetro con un ancho de 2,3 metros y una dimensión alargada de 4 metros. Dichas dimensiones no varían a lo largo de la pila.

Como en el caso de los puentes anteriores, la cimentación de los distintos elementos sobre los que se sostiene la estructura será una cimentación superficial. Para las pilas se dispondrán zapatas superficiales de dimensiones 9,3x9,3 metros y un canto de 1,75 metros.

Aunque el puente proyectado no salva ningún cauce del río Tuéjar, sí cruza el Barranco del Convento, del que se conoce de la existencia de flujo de agua. Pese a que los cálculos hidráulicos no muestran que las cimentaciones de las pilas presenten interacción con el flujo de agua en el caso de avenida, por seguridad se soterran 2,82 metros las zapatas y se efectúa una berma de protección para evitar la socavación de la pila.

Los estribos diseñados son estribos cerrados que permiten el sostenimiento del relleno en el trasdós. Lateralmente se disponen aletas de contención de tierras de hormigón armado con coronación inclinada

6.9. Hidráulica y afección a cauces

El cometido de este anejo es analizar la interacción de los tres puentes proyectados en la Alternativa Sur con los cauces que cruzan. Para ello, se realizan dos modelos hidráulicos mediante el software HEC-RAS, uno correspondiente al cauce del río Chelva y otro al cauce del barranco del Convento. Con la información topográfica e hidrológica disponible, se analizan los cauces en su situación actual e incluyendo los puentes.

Además, se consideran dos avenidas diferentes, una con periodo de retorno de 100 años para comprobar la capacidad hidráulica de los puentes y los tramos estudiados, comprobando su no desbordamiento en ningún punto, y otra con periodo de retorno de 500 años para realizar un estudio de socavación potencial en el entorno de las pilas de los puentes.

Con estos resultados, y para evitar fallos en las cimentaciones de las estructuras, se diseña una serie de medidas de protección frente a la erosión.

En las siguientes figuras se puede apreciar el nivel de la lámina de agua correspondiente a la avenida de T=500 años en las secciones de puente, además del foso de socavación en cada una de las pilas que sufre la influencia de la corriente.

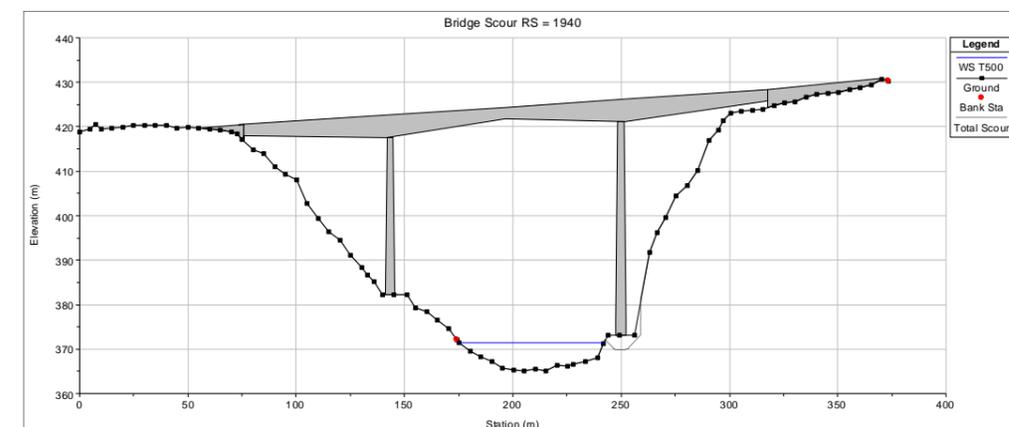


Fig. 12 Sección del primer puente sobre el río Chelva

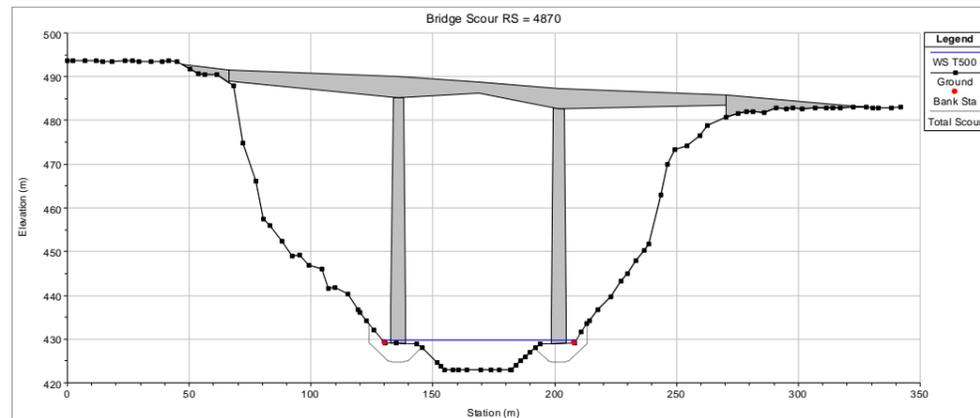


Fig. 13 Sección del segundo puente sobre el río Chelva

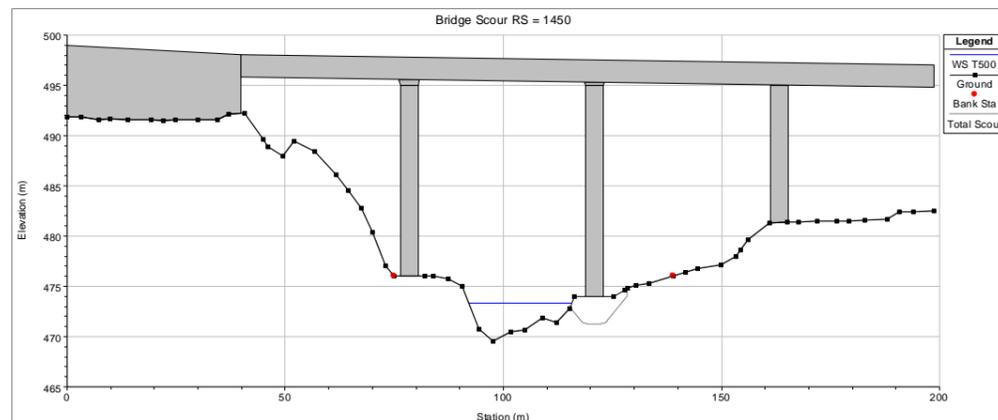


Fig. 14 Sección del puente sobre el Barranco del Convento

| Puente | D ₅₀ (m) |
|---------------------------------------|---------------------|
| Primer puente sobre el río Chelva | 0.40 |
| Segundo puente sobre el río Chelva | 0.40 |
| Puente sobre el barranco del Convento | 0.25 |

Tabla 5. Diámetro característico de la escollera de protección.

- Protección general del cauce, estableciendo en las zonas propensas a la erosión una estabilidad y rugosidad suficientes para resistir las tensiones generadas por el paso del flujo. Para ello se dispondrán geomallas en los taludes que soportan las pilas de los puentes afectadas por la corriente, además del lecho del segundo puente sobre el río Chelva. Esta protección se extenderá 30 metros tanto aguas arriba como aguas abajo de los puentes.

Teniendo estos resultados en cuenta, se tomarán las siguientes medidas de protección:

- Se tienen en cuenta las profundidades de socavación potencial para soterrar como mínimo esa distancia las cimentaciones de las pilas.
- Regularización de la morfología de las secciones transversales, realizando bermas en la base de las pilas y reperfilando los taludes para la correcta colocación de las protecciones.
- Protección local alrededor de cada una de las pilas de puente afectadas, mediante un lecho de escollera con las siguientes características:



7. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración económica se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

En los siguientes apartados se resumen los resultados generados por las tres alternativas.

Las unidades de obra que se resumen a continuación se agrupan en un total de 9 capítulos, correspondiendo éstos a la base del presupuesto de la obra lineal.

| | |
|--|--------------|
| Capítulo 1: Movimiento de tierras y demoliciones | 1360156.72 € |
| Capítulo 2: Firmes y pavimentos | 661824.16 € |
| Capítulo 3: Obras hidráulicas | 251750.94 € |
| Capítulo 4: Estructuras | 5997459.68 € |
| Capítulo 5: Adecuación ambiental | 194179 € |
| Capítulo 6: Señalización y balizamiento. | 72000 € |
| Capítulo 7: Drenaje | 89100 € |
| Capítulo 8: Seguridad y Salud | 171694.94 € |
| Capítulo 9: Gestión de residuos. | 171694.94 € |
| Total | 8916942.73 € |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).
ALTERNATIVA SUR



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO N°2

HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).
ALTERNATIVA SUR



ANEJO 2: ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE DRENAJE



ÍNDICE

| | | | |
|--|----|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 3 | 4.2.2. CRITERIOS DE DISEÑO..... | 32 |
| 1.1. METODOLOGÍA HIDROLÓGICA..... | 3 | 4.3. CAUDALES..... | 36 |
| 1.2. INFORMACIÓN EMPLEADA..... | 4 | 5. CÁLCULO HIDRÁULICO DEL DRENAJE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE LA VARIANTE..... | 38 |
| 2. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA..... | 5 | 5.1. ESQUEMA..... | 38 |
| 2.1. INTRODUCCIÓN..... | 5 | 5.2. CAUDALES DE DISEÑO..... | 41 |
| 2.2. PREPROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA BASE..... | 5 | 5.2.1. CAUDAL DE DISEÑO DE LA PLATAFORMA..... | 41 |
| 2.3. ESQUEMA HIDROLÓGICO ADOPTADO..... | 5 | 5.2.2. CAUDALES TOTALES EN ODL Y ODT..... | 44 |
| 2.4. PARÁMETROS HIDROMORFOMÉTRICOS BÁSICOS..... | 7 | 5.3. DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL..... | 44 |
| 2.5. PARÁMETRO DE PRODUCCIÓN DE ESCORRENTÍA..... | 9 | 5.4. DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL..... | 48 |
| 2.5.1. CUBIERTA DEL SUELO..... | 9 | 6. BIBLIOGRAFÍA..... | 51 |
| 2.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO..... | 12 | APÉNDICE I: Series de pluviometría máxima mensual de las estaciones de la AEMET..... | 52 |
| 2.5.3. CODIFICACIÓN E INTERSECCIÓN DE LAS CAPAS DE INFORMACIÓN..... | 13 | APÉNDICE II: Listados numéricos de las tormentas de diseño empleadas en la simulación..... | 54 |
| 2.6. JUSTIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE EN EL COMPLEJO SUELO-VEGETACIÓN..... | 14 | APÉNDICE III: Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de las cuencas del sistema..... | 66 |
| 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MÁXIMOS PLUVIOMÉTRICOS..... | 16 | | |
| 3.1. INTRODUCCIÓN..... | 16 | | |
| 3.2. ANÁLISIS DE LAS SERIES DE MÁXIMOS ANUALES..... | 17 | | |
| 3.3. FUNDAMENTOS DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA..... | 22 | | |
| 3.4. RESULTADOS: CUANTILES DE PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA ANUAL..... | 24 | | |
| 4. MODELO LLUVIA-ESCORRENTÍA..... | 27 | | |
| 4.1. ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA DE LA MODELACIÓN DE LA CUENCA TUÉJAR 1..... | 27 | | |
| 4.2. EL MODELO HEC-HMS..... | 28 | | |
| 4.2.1. MODELOS EMPLEADOS..... | 29 | | |

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo abordaremos el estudio hidrológico de la cuenca vertiente a nuestra variante, que abarca un área próxima a los 270 km². Caracterizaremos, para varios niveles de probabilidad de ocurrencia, la respuesta hidrológica de este sistema con el objetivo de establecer una base de cálculo. Nuestra variante de la carretera CV-35 cruza el río Chelva/Tuéjar (en este anejo emplearemos el nombre de Tuéjar para denominar el río) en dos ocasiones, por lo que debemos obtener el caudal pico del mismo para realizar los cálculos hidráulicos y tener controlada la socavación en las pilas de los puentes.

La variante planteada se encuentra en el municipio de Chelva, perteneciente a la provincia de Valencia, situado a unos 70 kilómetros de esta. Se plantea ésta para solventar los problemas de tráfico de dicha población, haciendo una variante que pasa por el sur del municipio, cruzando el río Tuéjar en dos ocasiones mediante dos puentes, además de cruzar el barranco del Covento mediante otro puente. Tras esto, se reincorporará a la carretera CV-35.

La figura 1 muestra la zona de la variante de estudio.

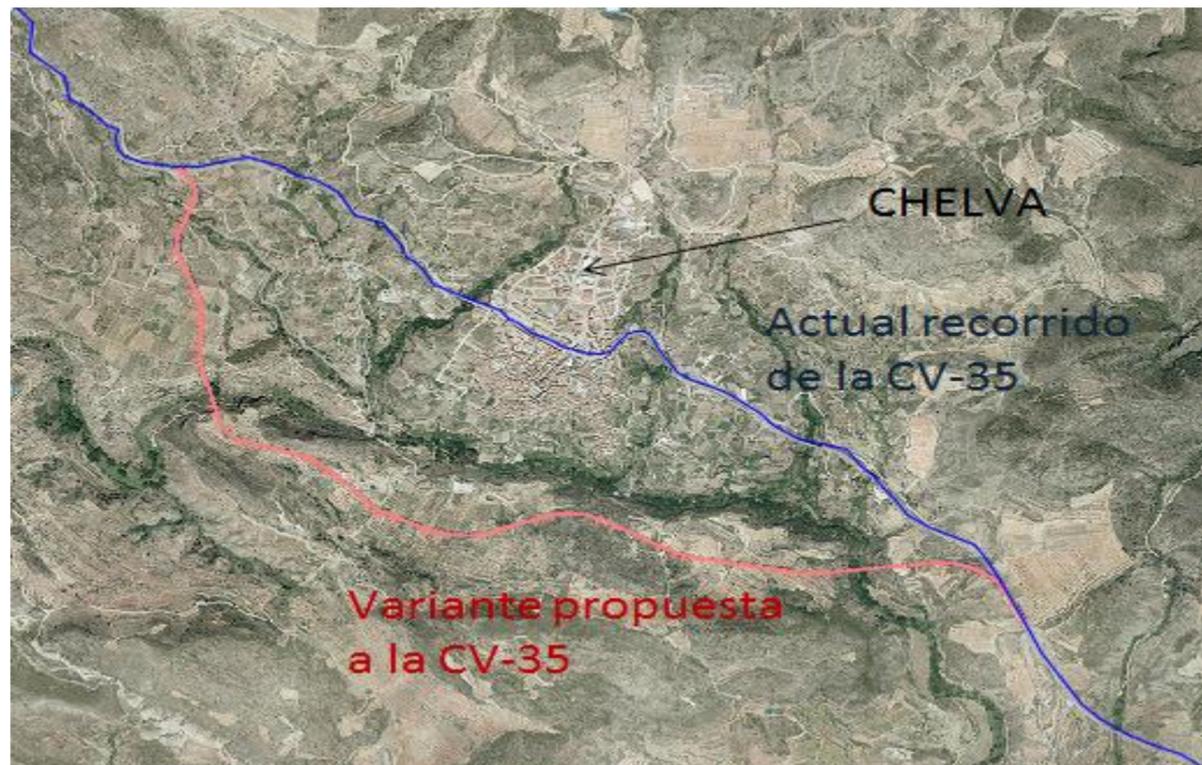


FIGURA 1 Mapa topográfico del emplazamiento de la variante sur. Fuente: Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA a partir de ahora).

El río Tuéjar pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Júcar, en la provincia de Valencia. Su nacimiento se encuentra en el enclave denominado Nacimiento del Río Tuéjar (paraje natural desde 2013 que cuenta con una serie de instalaciones de carácter lúdico), situado en las estribaciones del macizo de Javalambre. El nacimiento se produce gracias al aporte de un gran manantial y a las aguas que recoge, muy cerca ya de los límites con la provincia de Teruel, de las ramblas de Arquela y de Ahíllas. Con una orientación N-S en un primer tramo, y NO-SE en un segundo tramo, el cauce principal, drena una superficie aproximada de 270 km² hasta el embalse de Loriguilla.

A aproximadamente 75 kilómetros del Mar Mediterráneo, el municipio de Chelva cuenta con un clima mediterráneo, caracterizado por veranos secos y calurosos e inviernos húmedos y lluviosos con una temperatura media anual de 14.8°C.

1.1 METODOLOGÍA HIDROLÓGICA

Dado que no contamos con una serie de datos de aforo fiable en la cuenca, hemos optado por emplear un método de los denominados hidrometeorológicos. En estos métodos, se parte de un análisis de la frecuencia de las precipitaciones máximas, con el objetivo de obtener, en una primera fase, el hietograma de diseño correspondiente a cada periodo de retorno. En una segunda fase, mediante un modelo de transformación de la lluvia en escorrentía, se convierten estos hietogramas en caudales de crecida.

La caracterización hidromorfométrica del sistema hidrológico y la estimación del parámetro de producción se ha realizado mediante herramientas SIG y CAD a partir del modelo digital del terreno, ortofotos de la extensión de estudio proporcionadas por el Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA a partir de ahora), la información de la ocupación del suelo suministrado por el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo (SIOSE a partir de ahora), el trabajo de campo mediante fotografías y la capacidad del suelo agrícola suministrada por la Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports (COPUT a partir de ahora). La descripción detallada de las herramientas empleadas se describe en este mismo capítulo.

La obtención de los cuantiles de precipitación diaria máxima anual que afectan a nuestra cuenca se ha llevado a cabo mediante un análisis estadístico de las series de precipitación diaria máxima anual de estaciones pluviométricas próximas a nuestra zona de estudio, pertenecientes a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET a partir de ahora), contrastando diferentes modelos estadísticos con funciones de distribución en extremos de 2,3 y 4 parámetros.



En cuanto a la modelación lluvia-escorrentía, desarrollamos en el capítulo 4 el procedimiento y la justificación de la modelación pseudodistribuida de la cuenca.

1.2. INFORMACIÓN EMPLEADA

- La capacidad de uso agrícola del suelo COPUT en el año 1998.
- La ocupación del suelo proporcionado por el SIOSE del año 2011. En el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM. Escala de referencia 1:25000.
- La litología en la Comunidad Valenciana suministrada por COPUT en el año 1998.
- Material fotográfico de fuente propia obtenido de la visita de campo realizada el mes de enero.
- Ortofotos a escala 1:50000 de las hojas 666 y 638 del PNOA. En el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM suministrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN a partir de ahora).
- Modelo digital del terreno (MDT) con paso de malla de 5 metros de las hojas 666 y 638. En el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM suministrado por el IGN.
- Series de precipitación máxima mensual de las siguientes estaciones de la AEMET: Arcos de las Salinas (código de la estación 8384), Titaguas (cód. 8386), Tuéjar (cód. 8394), Chelva convento (cód. 8395) y Chelva S.E. agraria (cód. 8395B).
- Boletín Oficial de la Región de Murcia. Número 173 (28 de julio de 2007).
- Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial.



2. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

2.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta los trabajos desarrollados para la identificación y caracterización del sistema hidrológico, lo cual se ha llevado a cabo mediante el uso de: TerraSIT, el cual es un geoportal ideado para ofrecer toda la información gráfica de la Generalitat Valenciana desde visores adaptados a las necesidades de los ciudadanos (visores 2D, 3D, geoPDFs); así como herramientas de Cad, en concreto AutoCad Civil 3D desarrollado por Auodesk, Inc. El software de AutoCad se ha empleado para delimitar la cuenca vertiente de estudio a partir de la identificación de la red de drenaje. TerraSIT, por su parte, se emplea como medio de obtención de datos de la extensión de la cuenca vertiente a partir de las tablas de atributos generadas por diversos documentos en formato shape y extensiones .dbf, tales como la ocupación del suelo y la capacidad de uso agrícola de la Comunidad Valenciana.

Determinar correctamente el sistema de drenaje a través del procesamiento de un Modelo Digital del Terreno (MDT a partir de ahora) es crucial pues condiciona la calidad del resto de la información derivada y, así, la fiabilidad de los parámetros que caracterizan el sistema. La principal limitación es la calidad del input de información digital del terreno, por lo que hemos procedido a un preprocesamiento de esta información para que nuestro MDT reproduzca fielmente la orografía de la zona de análisis, y de cuyo posterior procesamiento por el software, resulte una red de drenaje coincidente con la de referencia.

2.2. PREPROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA BASE

Se ha empleado como input un Modelo Digital del Terreno proporcionado por el IGN en formato ASCII, con paso de malla de 5 metros. Definido en el sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM, con recubrimiento suficiente respecto a la divisoria de aguas de la cuenca. En nuestro caso, hemos utilizado los ficheros correspondientes a las hojas 666 y 638 del Mapa Topográfico Nacional.

El MED se ha procesado en AutoCAD Civil 3D derivando previamente un TIN (Triangulated Irregular Network) a partir del cual se han interpolado posteriormente curvas de nivel, con una alta resolución (con curvas de nivel identificando cada metro y cada 5

metros en la zona próxima a la alternativa), y menor resolución (con curvas de nivel identificando cada 5 metros y cada 25 metros para el resto de la cuenca), en todo el ámbito de estudio.

2.3. ESQUEMA HIDROLÓGICO ADOPTADO

A partir del fichero vectorial de curvas de nivel, se ha seguido un proceso manual para la identificación de la divisoria de aguas de la cuenca del sistema hidrológico objeto de estudio, formado por el río Tuéjar, así como los barrancos de Arquela y de Ahíllas.

La localización geográfica de las intersecciones del río Tuéjar con nuestra carretera viene definida por las siguientes coordenadas UTM del huso 30: una primera intersección, en el sentido del río, en X=670311.5 Y=4401610 que llamaremos Intersección 1, y una segunda intersección en X=672805.5 Y=4400763 que llamaremos Intersección 2. Además, hay que considerar el cruce de la carretera con el barranco del Convento, cuyas coordenadas UTM del huso 30 son: X= 670241 Y=4402482.5 y que denominaremos Intersección 3.

Una vez tenemos definidos los puntos de intersección de la carretera con el río Tuéjar y el barranco del Convento, procedemos a delimitar las cuencas que vierten sus aguas sobre estos puntos. De esta manera tenemos el siguiente esquema de cuencas:

- Denominaremos Tuéjar 1 a la cuenca que desagua en la Intersección 1.
- Denominaremos Subcuenca 1 (Sc1 a partir de ahora) a la cuenca que desagua en la Intersección 3.
- Por último, denominaremos Tuéjar 2 a la cuenca que desagua en la Intersección 3. Esta cuenca implementará las dos anteriores, así como una serie de subcuencas (Sc2, Sc3 y Sc4) e intercuencas (Ic1, Ic2, Ic3, Ic4, Ic5 e Ic6), de pequeñas dimensiones que encontramos en el último tramo de nuestra zona de estudio.

En la figura 2.3.2. podemos observar la situación de estas intersecciones.



Figura 2.3.2. donde observamos las intersecciones de la carretera con el río Tuéjar y el barranco del Convento (en color rojo vemos el recorrido principal de las cuencas).

En la figura 2.3.3. se muestra el sistema hidrológico objeto de estudio con la red de drenaje (azul), el trazado de la carretera (verde) y el recorrido principal de las cuencas (rojo). La cabecera del sistema se encuentra en la zona sur de la sierra de Javalambre, a cotas superiores a 1400 m.

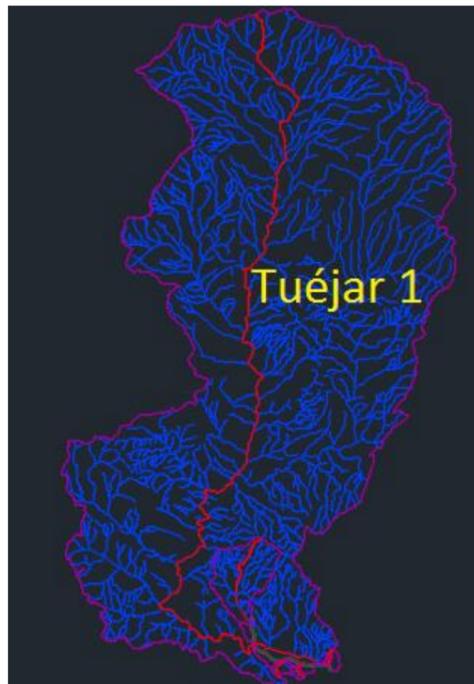


FIGURA 2.3.3. Identificación de las cuencas del sistema hidrológico (en color rojo se muestra el recorrido principal de cada subcuenca).

Dada la considerable diferencia de extensión entre la cuenca del Tuéjar 1 y el resto de cuencas del sistema vertiente a la variante, conviene mostrar un zoom a la traza de la misma (figuras 2.3.4. y 2.3.5.).

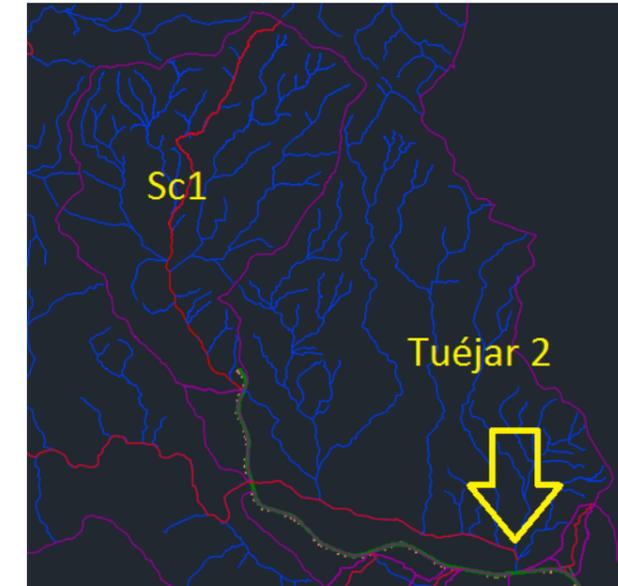


FIGURA 2.3.4. Identificación de las cuencas del sistema hidrológico. (Tuéjar 2 implementa todas las cuencas de estudio). En color verde observamos la traza de la variante de estudio y en color rojo los recorridos principales.

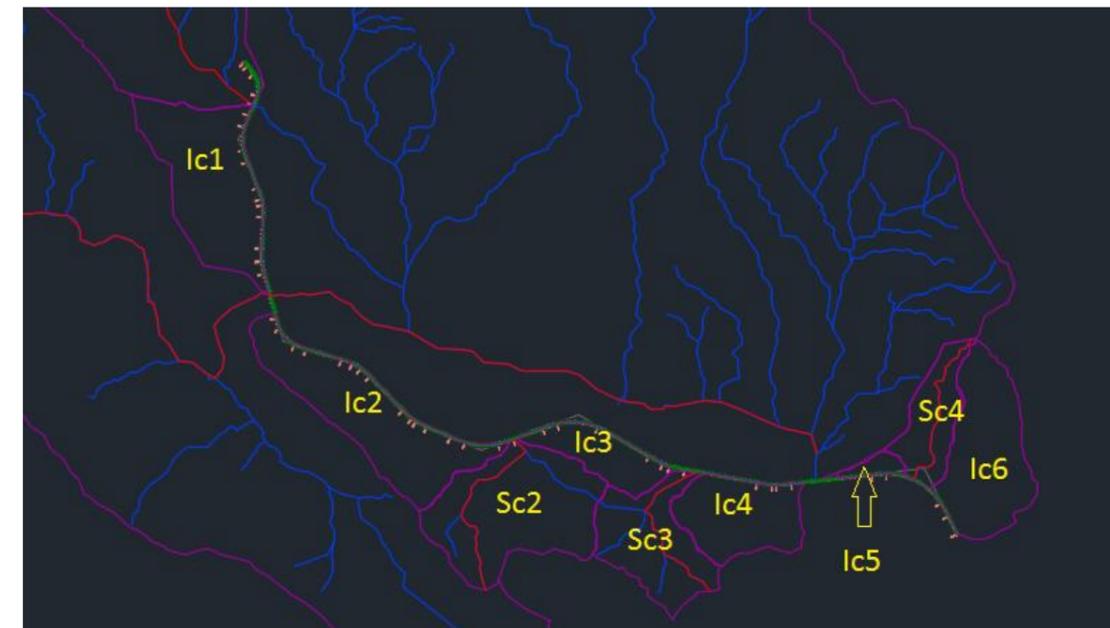


FIGURA 2.3.5. Identificación de las cuencas del sistema hidrológico. En color verde observamos la traza de la variante de estudio y en color rojo los recorridos principales.



Como podemos observar en la figura 2.3.3., la forma de la cuenca es más o menos alargada. Para tener una noción matemática de la forma de nuestra cuenca, aplicamos los factores más comúnmente empleados en Hidrología:

Coeficiente de compacidad (Gravelius): Este factor relaciona la forma de la cuenca con la de un cuadrado, correspondiendo un factor igual a 1 para regiones con esta forma, que es imaginaria. Un valor del coeficiente de compacidad superior a la unidad nos proporciona el grado de achatamiento de la cuenca o el de un río principal corto. En consecuencia, con tendencia a concentrar la escorrentía de una lluvia intensa, formando fácilmente grandes crecidas. (Este coeficiente toma valores próximos a 1 para cuencas redondeadas, pudiendo alcanzar valores próximos a 3 para cuencas muy alargadas).

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Factor de forma (Horton): Nos da una idea de cuan alargada puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, está menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma (factor que toma valores máximos en el entorno de 0,8 para cuencas muy redondeadas, aproximándose a 0 para cuencas muy alargadas).

$$R_f = \frac{A}{L_m^2}$$

En la tabla 2.3.6. podemos observar los factores de las cuencas de estudio.

| Cuenca | Compacidad | Forma |
|---------------|------------|------------|
| Tuéjar 1 | 1,66346998 | 0,1803264 |
| Tuéjar 2 | 1,63137814 | 0,18466697 |
| SubCuenca 1 | 0,2634348 | 0,26549295 |
| SubCuenca 2 | 1,02827473 | 0,42968068 |
| SubCuenca 3 | 1,5672559 | 0,34267667 |
| SubCuenca 4 | 2,05996888 | 0,19967491 |
| Intercuenca 1 | 1,25486868 | 0,8442162 |
| Intercuenca 2 | 1,50247713 | 1,42028741 |
| Intercuenca 3 | 2,26630847 | 1,68798037 |
| Intercuenca 4 | 1,39820501 | 1,32584364 |
| Intercuenca 5 | 5,32766487 | 1,72377299 |
| Intercuenca 6 | 1,24289849 | 0,48996939 |

TABLA 2.3.6. Factor de compacidad de Gravelius y de forma de Horton, para las cuencas de estudio.

Dado que nuestra cuenca principal tiene un factor de forma de Horton bastante bajo, podemos considerar que se trata de una cuenca alargada. Ello unido a la extensión de la cuenca y a otros aspectos que abordaremos en el punto 4.1., es claramente indicativo de la tipología de modelación a emplear, la pseudo-distribuida, con la que se puede reproducir más fielmente la respuesta hidrológica esperable en dichas cuenca.

Podemos destacar también la Intercuenca 5, que posee un valor de compacidad de Gravelius inusualmente alto, lo que nos quiere decir que se trata de un río principal corto, con capacidad de acumular su escorrentía en poco tiempo, pero como, veremos más adelante, se trata de una intercuenca de pequeña extensión, no tendremos problema con los caudales que genere.

2.4. PARÁMETROS HIDROMORFOMÉTRICOS BÁSICOS.

Las características de las subcuencas del sistema hidrológico se muestran en la tabla 2.4.1.

| SUBCUENCA | Superficie (km ²) | Longitud recorrido principal (m) | Cota inicial (m) | Cota final (m) | Tc(h) | Pendiente (m/m) |
|---------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------|-------|-----------------|
| Tuéjar 1 | 258,064 | 37829,86 | 1492 | 425 | 9,38 | 0,02820 |
| Tuéjar 2 | 275,762 | 38118,705 | 1492 | 360 | 9,42 | 0,02969 |
| SubCuenca 1 | 5,937 | 4729,18 | 965 | 472 | 1,50 | 0,10424 |
| SubCuenca 2 | 0,353 | 907,66 | 542 | 447 | 0,43 | 0,10466 |
| SubCuenca 3 | 0,211 | 784,18 | 501 | 446 | 0,41 | 0,07013 |
| SubCuenca 4 | 0,124 | 788,14 | 550 | 406 | 0,36 | 0,18270 |
| Intercuenca 1 | 0,301 | 597,78 | 600 | 490 | 0,28 | 0,18401 |
| Intercuenca 2 | 0,298 | 457,69 | 540 | 452 | 0,23 | 0,19226 |
| Intercuenca 3 | 0,102 | 245,36 | 485 | 453 | 0,15 | 0,13042 |
| Intercuenca 4 | 0,177 | 366,23 | 484 | 440 | 0,21 | 0,12014 |
| Intercuenca 5 | 0,019 | 105,78 | 428 | 417 | 0,084 | 0,10398 |
| Intercuenca 6 | 0,261 | 730,15 | 561 | 413 | 0,32 | 0,20269 |

TABLA 2.4.1 Características principales de las cuencas del sistema hidrológico.

Donde T_c es el tiempo de concentración de la cuenca, medido en horas, cuyo valor nos lo proporciona la fórmula de Témez:

$$T_c = 0,3 \times \left(\frac{L}{j^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde "L" es la longitud del recorrido principal y "j" es la pendiente de dicho recorrido principal.

Como ya hemos dicho en el apartado 2.3., la cuenca Tuéjar 1 se modeliza pseudo-distribuida, dividiéndose en cinco subsistemas atendiendo a la topología de la red de drenaje, la variabilidad del umbral de escorrentía y la pluviometría. La división en subsistemas podemos verla en la figura 2.4.2.

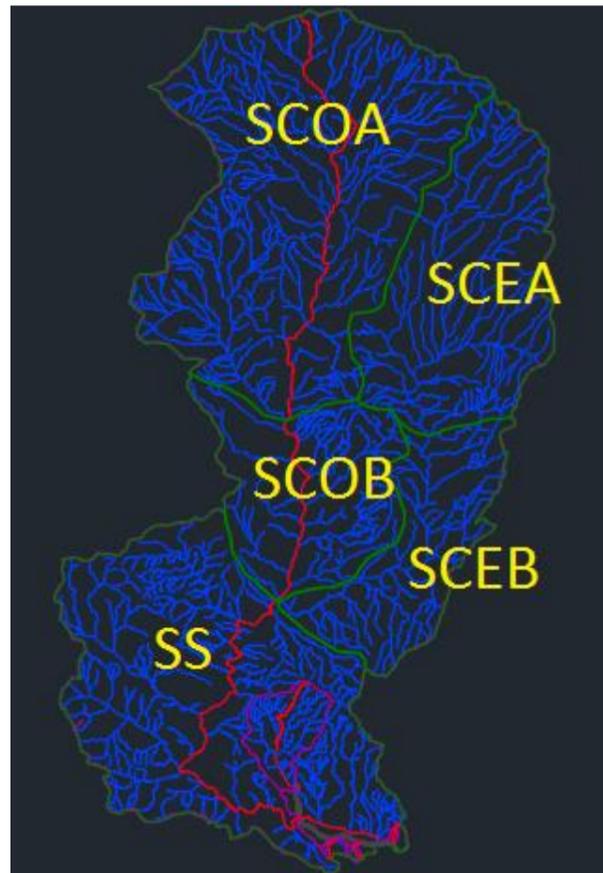


Figura 2.4.2. donde vemos la desagregación de la cuenca Tuéjar 1 en cinco subsistemas.

- SCOA (SubCuenca Oeste aguas Arriba): Es la subcuenca de cabecera de la región oeste de nuestra zona de estudio. Comienza recogiendo las aguas de los barrancos de la zona sur de la sierra de Javalambre como el barranco de Pozo de Marín o el barranco de los Postes, formándose hacia aguas abajo el barranco del Reguero, de mayor importancia, el cual confluye con la rambla de Baldozar, siendo ese punto de confluencia el desagüe de nuestra subcuenca. Aguas debajo de esta confluencia comienza la rambla de Arquela.

- SCOB (SubCuenca Oeste aguas aBajo): La extensión de esta subcuenca va desde el punto de desagüe de la SCOA, hasta la confluencia de la rambla de Ahíllas y la rambla de Arquela. A partir de este punto de desagüe, da comienzo la denominación del Tuéjar como un río.
- SCEA (SubCuenca Este aguas Arriba): Es la subcuenca de cabecera de la región este de nuestra zona de estudio. Comienza recogiendo las aguas de los barrancos de la zona sur de la sierra de Javalambre como el barranco del Diablo o el barranco del Carril, formándose aguas abajo la rambla de Ahíllas, de mayor importancia, la cual confluye con el barranco de la Pelarda, siendo este punto de confluencia el punto de desagüe de la subcuenca.
- SCEB (SubCuenca Este aguas aBajo): La extensión de esta subcuenca va desde el punto de desagüe de la SCEA hasta la confluencia de la rambla de Ahíllas con la rambla de Arquela, con lo que esta subcuenca y la SCOB desaguan en el mismo punto.
- SS (Subcuenca Sur): La extensión de esta subcuenca va desde el punto de desagüe de las SCOB y SCEB hasta la Intersección 1.

Las características hidromorfométricas podemos verlas en la tabla 2.4.3.:

| Subcuenca | Superficie (km ²) | Longitud (km) | Cota superior (m) | Cota inferior (m) | Pendiente (m/m) | Tc (h) | P0 (mm) |
|-----------|-------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------|---------|
| SCOA | 92.13 | 15.32 | 1492 | 803 | 0.04497 | 4.3 | 11.3 |
| COB | 31.78 | 7.19 | 803 | 665 | 0.01919 | 2.85 | 14.05 |
| SCEA | 45.68 | 13.58 | 1517 | 909 | 0.04477 | 3.93 | 10.45 |
| SCEB | 25.99 | 10.55 | 909 | 665 | 0.02313 | 3.68 | 17.1 |
| S | 80.18 | 14.56 | 665 | 425 | 0.01648 | 5.01 | 16.6 |

Tabla 2.4.3. en la que se muestran las características hidromorfométricas de las subcuencas en las que se ha desagregado la cuenca Tuéjar 1.

2.5. PARÁMETRO DE PRODUCCIÓN DE ESCORRENTÍA.

El modelo de producción de escorrentía que usaremos es el del USDA Soil Conservation Service, en su versión adaptada a España, que necesita un solo parámetro, el umbral de escorrentía. Este depende a su vez de cuatro variables, que engloban buena parte de las características geomorfológicas de la región analizada:

- I. Cubierta del suelo
- II. La litoedafología del terreno
- III. La pendiente del terreno
- IV. Humedad antecedente del complejo suelo-vegetación

La relación entre el umbral de escorrentía y las tres primeras variables es tabular, debiendo modificarse los valores obtenidos en función de las condiciones de humedad antecedentes. El SCS define tres condiciones o estados en función de la precipitación total de los 5 días anteriores, que determinan valores del factor corrector del P_0 obtenido previamente.

La obtención de los umbrales de escorrentía se ha realizado mediante el uso del TerraSIT, del cual hemos obtenido los mapas de cobertura del suelo y de capacidad de suelo agrícola, el cual está relacionado con la litoedafología. Estos mapas los hemos cargado en el programa AutoCAD Civil 3D, para delimitar a mano los distintos tipos de cobertura de suelo y las clases de capacidad de suelo agrícola.

Por otro lado, la pendiente topográfica no la tendremos en cuenta, ya que según este método, se diferencian las zonas de pendiente mayor que 3% y las zonas de pendiente menor de 3%. Además, las zonas con pendiente mayor que 3% repercuten en la estimación del umbral de escorrentía (P_0) en mayor medida si la cubierta del suelo de esa zona está formada por cultivos. En la visita a la zona, observamos que no había zonas con cultivos que tuviesen una pendiente mayor que 3%. Por lo que determinamos que la pendiente no será determinante para estimar el umbral de escorrentía.

2.5.1. CUBIERTA DEL SUELO

Para la obtención de las características de la cubierta del suelo de nuestra zona de estudio, hemos empleado la información territorial ofrecida por el SIOSE del año 2011, en el sistema geodésico ETRS89 y proyección UTM. Esta información la obtuvimos del TerraSIT, mientras que, por otro lado, georreferenciamos las hojas 666 y 638 del IGN sobre nuestro dibujo de AutoCad. De esta manera, apoyándonos en el visor 2D del TerraSIT, pudimos delimitar sobre nuestra región de estudio los diferentes tipos de cubierta del suelo de manera aproximada. En la figura 2.5.1.1. mostramos el resultado final, y en la tabla 2.5.1.2. la superficie que ocupa cada tipo de cubierta de suelo, así como la relación entre la superficie que ocupa y la superficie total de la zona de estudio.



FIGURA 2.5.1.1. Cubierta del suelo de nuestro área de estudio.

| Cubierta de suelo | Superficie (km ²) | Porcentaje de superficie (%) |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Aprov. agr. Frutales de secano | 15,26 | 5,530789025 |
| Aprov. agr. herbáceo de regadío | 1,59 | 0,576274872 |
| Pastizal | 91,17 | 33,04338371 |
| Bosque claro | 30,16 | 10,93110072 |
| Bosque denso | 45 | 16,3096662 |
| Núcleos urbanos | 2,21 | 0,800985829 |
| Viñedo | 17,1 | 6,197673154 |
| Aprov. agr. Herbáceo de secano | 73,42 | 26,61012649 |

TABLA 2.5.1.2. Superficie que ocupa cada tipo de cubierta de suelo, así como la relación entre la superficie que ocupa y la superficie total de la zona de estudio.

Como podemos observar en la tabla 2.5.1.2., las principales unidades de cubierta del suelo presentes en la cuenca son las siguientes:

1. Pastizal: Esta cubierta de suelo ocupa una gran parte de la zona norte de nuestra cuenca, además de tener una buena presencia en la zona sur de la misma, llegando a ocupar un 33% del área total de ésta.
2. Aprovechamiento agrícola herbáceo de secano: En este caso, la producción de cereales en nuestra zona es bastante importante, sobre todo en la zona media-norte de la cuenca. Además, podemos encontrar zonas de cultivo de cereales en la zona sur, llegando a ocupar entre estas zonas, un 27% del total del área de la cuenca.
3. Masas forestales con alta densidad de coníferas y masas forestales con baja densidad de coníferas: Estas cubiertas del suelo podemos encontrarlas en la zona media-baja de nuestra cuenca, y ocupan aproximadamente un 16% y un 11% respectivamente sobre el área de nuestra cuenca.
4. Aprovechamientos agrícolas frutales de secano y viñedo: Por último, encontramos estos tipos de cubierta del suelo en nuestra cuenca de manera significativa, aproximadamente en un 6% cada tipo de cultivo sobre nuestra área total de la cuenca. Los aprovechamientos agrícolas frutales de secano los encontramos en su gran mayoría en las zonas próximas a los municipios de Chelva y Tuéjar, al sur de nuestra cuenca, mientras que los viñedos podemos encontrarlos en su gran mayoría en la zona media-norte, compartiendo espacio con los aprovechamientos agrícolas herbáceos de secano.

A continuación, mostramos el trabajo fotográfico realizado en el municipio de Chelva en enero 2016, sobre el cual nos apoyamos para determinar la cubierta del suelo de nuestra zona.



Figura 2.5.1.3. donde observamos una zona de aprovechamientos agrícolas frutales de secano, y al fondo una zona de pastizal.



Figura 2.5.1.4. donde observamos una zona de masa forestal con alta densidad de coníferas.



Figura 2.5.1.5. donde observamos un ejemplo de zona que hemos clasificado como pastizal.



Figura 2.5.1.6. donde podemos observar una zona de aprovechamientos agrícolas frutales de secano

A partir de ahora, el umbral de escorrentía dependerá directamente de la cubierta de suelo, ya que a partir de la cubierta de suelo, se obtiene su umbral de escorrentía correspondiente. La correspondencia se establece a partir del decreto propuesto por el gobierno de la Región de Murcia y publicado en el Boletín Oficial de la Región de Murcia (BORM a partir de ahora), decreto 258/2007, de 13 de julio, por el que se establece el contenido y procedimiento de los estudios de inundabilidad en el ámbito del Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia.

La tabla 2.5.1.7. muestra la estimación del umbral de escorrentía con condiciones medias de humedad antecedente. Dicha estimación depende a su vez de la capacidad agrícola del suelo según el SCS, determinado en los apartados siguientes de este mismo capítulo.

| Cubierta del suelo | Pendiente (%) | Suelo del SCS | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------|----|----|----|----|
| | | A | B | C | D | |
| Bosque denso | Con dominancia de frondosas | 90 | 50 | 35 | 25 | |
| | Con dominancia de coníferas | 75 | 34 | 22 | 16 | |
| Bosque claro | | 40 | 20 | 12 | 8 | |
| Matorral denso | | 60 | 24 | 14 | 10 | |
| Matorral claro y espartal | | 32 | 14 | 8 | 6 | |
| Regadío arbolado | ≥ 3 | 80 | 34 | 19 | 14 | |
| | < 3 | 95 | 42 | 22 | 15 | |
| Secano arbolado | ≥ 3 | 62 | 28 | 15 | 10 | |
| | < 3 | 75 | 34 | 19 | 14 | |
| Vid (secano o regadío) | ≥ 3 | 62 | 28 | 15 | 10 | |
| | < 3 | 75 | 34 | 19 | 14 | |
| Regadío herbáceo | R | ≥ 3 | 37 | 20 | 12 | 9 |
| | N | ≥ 3 | 42 | 23 | 14 | 11 |
| | R/N | < 3 | 47 | 25 | 16 | 13 |
| Secano herbáceo | R | ≥ 3 | 29 | 17 | 10 | 8 |
| | N | ≥ 3 | 32 | 19 | 12 | 10 |
| | R/N | < 3 | 34 | 21 | 14 | 12 |
| Invernaderos | ≥ 3 | 6 | | | | |
| | < 3 | 10 | | | | |
| Masas de agua y cauces permanentes | | 0 | | | | |
| Cauces efímeros | ≥ 3 | 17 | 11 | 8 | 6 | |
| | < 3 | 20 | 14 | 11 | 8 | |
| Infraestructuras viarias | | 2 | | | | |
| Núcleos urbanos | Parques y jardines | 20 | | | | |
| | Áreas residenciales | 10 | | | | |
| | Áreas urbanas | 6 | | | | |
| | Áreas industriales | 5 | | | | |
| Afloramientos rocosos | Roca fracturada | ≥ 3 | 3 | | | |
| | | < 3 | 5 | | | |
| | Roca compacta | ≥ 3 | 2 | | | |
| | < 3 | 4 | | | | |

Tabla 2.5.1.7. donde observamos la estimación del umbral de escorrentía en función de las variables del SCS.

La equiparación entre la cubierta del suelo del SIOSE y la del BORM se muestra en la siguiente tabla, la 2.5.1.8.:

| Cubierta del suelo | | Adaptación según BORM |
|--------------------------|------------------|--|
| Arbolado forestal | Coníferas | Bosque denso con dominancia de coníferas |
| | Frondosas | Bosque denso con dominancia de frondosas |
| Cultivos | Herbáceos | Secano herbáceo |
| | Leñosos | Secano arbolado |
| | Matorral | Matorral denso |
| | Pastizal | Matorral claro y espantal |
| Terreno sin vegetación | Rambas | Cauce efímero |
| | Roquedo | Roca fracturada |
| | Suelo desnudo | Tratado como pastizal-matorral claro |
| Coberturas artificiales. | Industrial | Núcleos urbanos: áreas industriales |
| | Suelo Urbano | Promedio entre áreas urbanas y parques |
| | Equipamientos | Tratado como suelo industrial |
| | Infraestructuras | Infraestructuras viarias |

Tabla 2.5.1.8. donde equiparamos la cubierta del suelo adoptada por el SIOSE al BORM para la estimación del umbral de escorrentía

2.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

El factor que tendremos que determinar para hallar las características del suelo y, así, determinar el umbral de escorrentía es la capacidad de uso agrícola del suelo en la Comunidad Valenciana, suministrado por la COPUT. Este factor viene definido por cinco clases: A, B, C, D y E, de manera que una clase de suelo de A es el de mayor calidad agrícola, y uno de clase E es el peor. En la tabla 2.5.2.1. podemos ver las propiedades que determinan las diferentes clases:

| Propiedades | Clases | | | | |
|------------------------------|--------------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| | A | B | C | D | E |
| Erosión (e) | <7 Tm/ha/año | 7-15 Tm/ha/año | 15-40 Tm/ha/año | 40-100 Tm/ha/año | >100 Tm/ha/año o Fase lítica |
| Pendiente (p) | <8% | 8-15 % | 15-25 % | 25-45 % | >45% |
| Espesor efectivo (x) | >80 cm | 40-80 cm | 30-40 cm | 10-30 cm, variable | <10 cm, variable |
| Afloramientos (r) | <2% | 2-10 % | 10-25 % | 25-50 % | >50 % |
| Pedregosidad (g) | <20% | 20-40 % | 40-80 % | 80-100 % | Pavimento pedregoso |
| Salinidad (s) | <2 dS/m | 2-4 dS/m | 4-8 dS/m | 8-16 dS/m | >16 dS/m |
| Características físicas (f) | Equilibradas | Poco equilibradas | Inadecuadas | Desfavorables | Muy desfavorables |
| Características químicas (q) | Favorables | Poco favorables | Inadecuadas | Desfavorables | Muy desfavorables |
| hidromorfía (h) | Ausencia | Pequeña | Moderada | Grave | Muy grave |

Tabla 2.5.2.1. con la caracterización de las clases de la capacidad de suelo agrícola.

Para este estudio, hemos optado por adaptar esta clasificación al modelo SCS, por lo que las clases C y D se tratan como una única clase C equiparándolo al modelo SCS.

| Capacidad de uso | Grupo SCS |
|------------------|-----------|
| A | A |
| B | B |
| C | C |
| D | C |
| E | D |

Tabla 2.5.2.2. con nuestra adaptación de la capacidad de uso equiparado al SCS

Para determinar la capacidad de uso agrícola del suelo de nuestra zona de estudio, hemos empleado la información que ofrece el COPUT, en el sistema geodésico ETRS89 y proyección UTM. Esta información la obtuvimos en formato WMS de la página web de la COPUT. Georreferenciando esta información sobre nuestro dibujo de AutoCad, pudimos delimitar, haciendo uso de la tabla anterior 2.5.2.2., nuestra región de estudio en las diferentes clases de suelo de manera aproximada. En la figura 2.5.2.3. podemos observar las distintas clases en las que se divide nuestra zona de estudio.

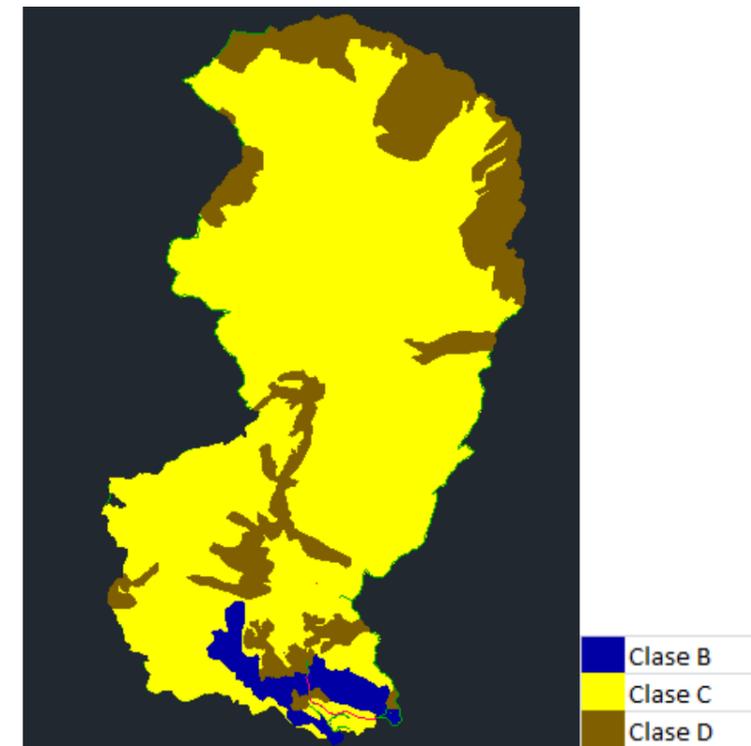


Figura 2.5.2.3. donde vemos las distintas clases de capacidad de uso agrícola del suelo.

Respecto a la pendiente del suelo, ya hemos dicho anteriormente que no tendrá repercusión sobre la estimación del umbral de escorrentía en nuestra zona de estudio.



Por último, la humedad antecedente del complejo suelo-vegetación, la hemos considerado en unas condiciones secas, por lo debemos realizar una corrección del umbral de escorrentía, tal y como se explica en el apartado 2.6. en ese capítulo.

2.5.3. CODIFICACIÓN E INTERSECCIÓN DE LAS CAPAS DE INFORMACIÓN.

Una vez tenemos las capas de cubierta del suelo y de capacidad de uso agrícola del suelo, podemos obtener el umbral de escorrentía correspondiente a cada combinación de cubierta y grupo de suelo. Esta combinación podemos verla en la tabla 2.5.3.1.:

| Cubierta del suelo | P0 (mm) | |
|---------------------------|---------|----|
| | B | C |
| Pastizal | 14 | 8 |
| Bosque claro | 20 | 12 |
| Bosque denso coníferas | 34 | 22 |
| Secano herbáceo R/N p<3% | 21 | 14 |
| Vid p<3% | 34 | 19 |
| Secano arbolado p<3% | 34 | 19 |
| Regadío herbáceo R/N p<3% | 25 | 16 |
| Regadío arbolado p<3% | 42 | 22 |

Tabla 2.5.3.1. donde vemos los valores del umbral de escorrentía para las diferentes cubiertas y capacidades de uso agrícola del suelo.

A continuación, se ha obtenido el valor del umbral de escorrentía promedio de la cuenca mediante una ponderación areal, multiplicando los valores del umbral de escorrentía de la tabla 2.5.3.1. por la extensión de cada tipo de cubierta en la zona de estudio.

De esta manera, hemos obtenido el umbral de escorrentía para cada una de las cuencas del sistema hidrológico.

| Cuenca | P0 (mm) |
|---------------|---------|
| Tuéjar 1 | 13.72 |
| Tuéjar 2 | 14.12 |
| Subcuenca 1 | 12.2 |
| Subcuenca 2 | 12.73 |
| Subcuenca 3 | 11.85 |
| Subcuenca 4 | 10.42 |
| Intercuenca 1 | 19 |
| Intercuenca 2 | 12.95 |
| Intercuenca 3 | 8 |
| Intercuenca 4 | 12.62 |
| Intercuenca 5 | 8 |
| Intercuenca 6 | 16.58 |

| Subcuenca | P0 (mm) |
|-----------|---------|
| SCOA | 11.3 |
| SCOB | 14.05 |
| SCEA | 10.45 |
| SCEB | 17.1 |
| SS | 16.6 |

Tabla 2.5.3.2. donde tenemos el umbral de escorrentía sin corregir de cada cuenca de nuestra zona de estudio, así como de las cuencas desagregadas de la cuenca Tuéjar 1.

Como ya hemos dicho, debemos realizar una corrección del umbral de escorrentía mediante la siguiente tabla obtenida del SCS:

Equivalencia según condiciones de humedad

| Po (mm) | Po (mm) correspondiente | |
|---------|-------------------------|--------------------------------|
| | Condición II | Condición I Condición III |
| 3 | 7 | 0,5 |
| 6 | 14 | 1 |
| 9 | 21 | 2 |
| 13 | 29 | 3 |
| 17 | 38 | 5 |
| 21 | 48 | 7 |
| 27 | 61 | 10 |
| 33 | 75 | 13 |
| 41 | 93 | 17 |
| 50 | 112 | 21 |
| 61 | 135 | 27 |
| 75 | 167 | 33 |
| 93 | 213 | 41 |
| 117 | 283 | 50 |

Tabla 2.5.3.3. donde vemos la equivalencia entre umbrales de escorrentía. Fuente CEDEX.



Por lo tanto, fijándonos en la tabla anterior y habiendo obtenido el umbral de escorrentía en condiciones medias (P_0 en condición II), podemos hallar el umbral de escorrentía de cada cuenca en condiciones secas (P_0 en condición I).

De esta manera, tendremos los siguientes umbrales de escorrentía:

| Cuenca | P_0 (mm) | P_0 corregido (mm) |
|----------|------------|----------------------|
| SCOA | 11.3 | 25 |
| SCOB | 14.05 | 32 |
| SCEA | 10.45 | 23 |
| SCEB | 17.1 | 38 |
| SS | 16.6 | 37 |
| Tuéjar 2 | 14.12 | 30 |
| Sc 1 | 12.2 | 27 |
| Sc2 | 12.73 | 28 |
| Sc3 | 11.85 | 26 |
| Sc4 | 10.42 | 23 |
| Ic1 | 19 | 44 |
| Ic2 | 12.95 | 29 |
| Ic3 | 8 | 19 |
| Ic4 | 12.62 | 28 |
| Ic5 | 8 | 19 |
| Ic6 | 16.58 | 37 |

Tabla 2.5.3.4 donde vemos el umbral de escorrentía corregido depara cada cuenca.

2.6. JUSTIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE DEL COMPLEJO SUELO-VEGETACION

Como hemos mencionado anteriormente en el capítulo 2.5.2., el método SCS depende de la capacidad de abstracción hidrológica que tendrá el sistema antes de iniciarse la tormenta.

La relación entre el umbral de escorrentía y las variables ya determinadas es tabular, mediante los cuales hemos obtenido los valores de éste para unas condiciones de humedad antecedentes medias (condición II). Dichos valores pueden ser modificados posteriormente dependiendo de las condiciones reales de humedad del complejo suelo-vegetación, ya sea dependiendo de si se trata de condiciones secas (condición I) o si se trata de condiciones húmedas (condición III)). Estas condiciones quedan definidas por el SCS según el rango de precipitación acumulada registrado en los 5 días previos al del evento, según se muestra en la tabla 2.6.1, donde las estaciones de latencia son aquellas

comprendidas entre los meses de noviembre y febrero, siendo las de crecimiento las de los meses restantes.

Condiciones de humedad del SCS

| Condición | P total (mm) de los 5 días anteriores | |
|------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | Estación de latencia | Estación de crecimiento |
| I seco | $PT \leq 13$ | $PT \leq 36$ |
| II medio | $13 \leq PT \leq 28$ | $36 \leq PT \leq 53$ |
| III húmedo | $PT \geq 28$ | $PT \geq 53$ |

Tabla 2.6.1. donde vemos las condiciones de humedad antecedentes establecidas por el SCS. Fuente: CEH-CEDEX.

Dado que estamos trabajando con un evento de diseño, en nuestro caso, deben estimarse las condiciones de humedad antecedente esperables en la zona de estudio partiendo de una serie continua de precipitaciones representativa de la zona y de longitud suficiente para entender los resultados como significativos.

Ante la ausencia de un registro continuo de precipitaciones en la zona, se ha hecho uso de los resultados del análisis realizado en el “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.”, TFG presentado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universitat Politècnica de València (UPV) en 2015. En dicho trabajo se hace empleo del “Análisis de la estructura estocástica fina de los eventos de precipitación en el entorno del pico” (D.E.A. presentado por Eduardo Albentosa Hernández en 2013).

Dispone de los eventos de precipitación registrados con resolución 5 minutil en 8 estaciones de la red SAI de la Cuenca Hidrográfica del Júcar en el periodo comprendido entre 1996 y 2009. Dada nuestra zona de estudio, hemos optado por analizar los registros de dos estaciones: la de Valencia, la cual se encuentra próxima a la costa) y la de Cuevarruz que se encuentra en una zona montañosa en el interior

Los eventos fueron determinados por la separación crítica de cada estación. Analizando cada evento por separado, se realizan las comprobaciones mostradas en la tabla 2.6.1. En caso de que la condición de humedad del evento no quede determinada directamente por dichas comprobaciones, se realizaría un análisis más intensivo comprobando el hietograma de cada evento para recomprobar con más exactitud las condiciones



mencionadas anteriormente. El análisis para cada una de las estaciones se muestra a continuación, así como la condición de humedad antecedente finalmente adoptada:

a) Valencia

La estación cuenta con 567 eventos distribuidos desde el mes de julio de 1996 hasta octubre de 2009. Los estadísticos básicos de las variables globales de evento muestran una separación media interevento de 185.83 horas (más de 7 días), por lo que se encuentra por encima del intervalo temporal considerado por el SCS de 5 días. Es más, el número de eventos con una separación interevento superior a 5 días es de 272, un 47.97% de los eventos analizados.

Analizando los registros de precipitación previos a cada evento se obtuvieron los siguientes resultados:

-El número de eventos registrados en estación de crecimiento es de 368 (64.9% de los eventos totales), mientras que en estación de latencia es de 199 (35.1% de los eventos totales).

-De los eventos registrados en estación de crecimiento, 352 (95.65%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 36 mm. Sin embargo, tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 353 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

-De los eventos registrados en estación de latencia, 169 (84.92%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 13 mm. Sin embargo, tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 174 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

b) Cuevarruz

La estación cuenta con 630 eventos distribuidos desde el mes de julio de 1996 hasta octubre de 2009. Los estadísticos básicos de las variables globales de evento muestran una separación media interevento de 161.47 horas (más de 6 días), por lo que se encuentra por encima del intervalo temporal considerado por el SCS de 5 días. Es más, el número de eventos con una separación interevento superior a 5 días es de 263, es decir, un 41.75% de los eventos analizados.

Analizando los registros de precipitación previos a cada evento se obtuvieron los siguientes resultados:

-El número de eventos registrados en estación de crecimiento es de 432 (68.57% de los eventos totales), mientras que en estación de latencia es de 198 (31.43% de los eventos totales).

-De los eventos registrados en estación de crecimiento, 418 (96.76%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 36 mm. Sin embargo, tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 419 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

-De los eventos registrados en estación de latencia, 164 (82.83%) presentan una separación con el evento precedente superior a 5 días o bien una precipitación acumulada registrada en dicho periodo inferior a 13 mm. Sin embargo, tras un análisis de los eventos que no cumplían dichas condiciones, se determina que 170 se encuentran en condiciones de humedad antecedentes secas.

Así pues, en el periodo de 13 años analizado, el 93.49% de los eventos registrados se produjeron en condiciones tipo I del SCS, por lo que se adopta unas condiciones de humedad antecedentes suelo-vegetación secas para la estación de Cuevarruz.

Teniendo en cuenta este estudio, podemos determinar que las condiciones de humedad antecedentes esperables en nuestra cuenca son secas (condición I). De esta manera, justificamos que mayoremos el umbral de escorrentía obtenido con las condiciones medias mediante la tabla 2.5.3.3. como hemos explicado anteriormente.

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MÁXIMOS PLUVIOMÉTRICOS

3.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se pretende llevar a cabo el análisis de frecuencia de las precipitaciones diarias máximas anuales con el fin de obtener los mejores estimadores de los cuantiles correspondientes a los distintos períodos de retorno. Éstos serán utilizados para la construcción de las tormentas de proyecto, *input* del modelo de transformación lluvia-escorrentía.

Para abordar el estudio, se han utilizado series diarias de acumulados de precipitación de la AEMET, que constituyen, en España, la fuente de información histórica más representativa y completa para establecer relaciones entre cantidades de precipitación máximas estimadas y períodos de recurrencia.

Como es habitual, se ha procedido al análisis estadístico de los valores máximos anuales de precipitación diaria registrados en aquellas estaciones pluviométricas ubicadas en la zona de estudio ó próximas a ella, con preferencia hacia aquellas con registros más largos y fiables.

En concreto, las estaciones de la AEMET que se han analizado son las siguientes:

| Código Estación | Nombre Estación | Término Municipal | Provincia | UTM X | UTM Y | Altitud (msnm) |
|-----------------|----------------------|----------------------|-----------|--------|---------|----------------|
| 8384 | ARCOS DE LAS SALINAS | ARCOS DE LAS SALINAS | TERUEL | 667030 | 4428741 | 1078 |
| 8386 | TITAGUAS | TITAGUAS | VALENCIA | 664245 | 4414795 | 832 |
| 8394 | TUÉJAR | TUÉJAR | VALENCIA | 668053 | 4403776 | 603 |
| 8395 | CHELVA CONVENTO | CHELVA | VALENCIA | 671545 | 4401815 | 454 |
| 8395B | CHELVA S.E. AGRARIA | CHELVA | VALENCIA | 670945 | 4401985 | 479 |

Tabla 3.1.1. donde mostramos las estaciones de la AEMET empleadas a la hora de analizar las series diarias de acumulados de precipitación, así como sus coordenadas con proyección UTM y su altitud respecto al nivel del mar.

Habida cuenta de la longitud de las series históricas, la incertidumbre asociada a las estimaciones para períodos de retorno elevados es enorme, lo que justifica el contraste de diversas funciones de distribución de diferente naturaleza y número de parámetros.

Naturalmente, esto no elimina la mencionada incertidumbre, aunque indirectamente la cuantifica, cuestión de por sí ya relevante cuando los valores de los cuantiles de precipitación derivados condicionan totalmente los posteriores cálculos hidrometeorológicos para la estimación de los caudales pico de crecida.

La situación de las estaciones la mostramos en la siguiente figura:

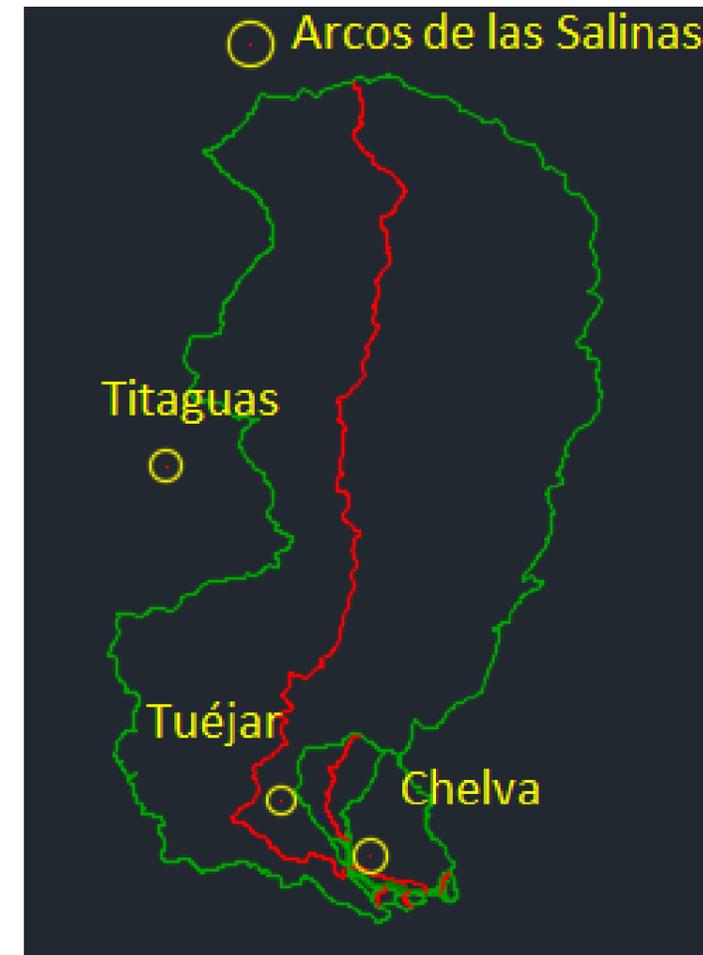


Figura 3.1.2. donde observamos la situación geográfica de las estaciones respecto de nuestra cuenca de estudio.



3.2. ANÁLISIS DE LAS SERIES DE MÁXIMOS ANUALES

Como puede observarse en la tabla 3.1.1. las estaciones Chelva Convento y Chelva S.E. Agraria se encuentran muy próximas, esto se debe a que la primera de ellas realizó la toma de datos de precipitación hasta septiembre de 1964, momento en el que ésta deja de estar en funcionamiento, y no es hasta mayo de 1968 cuando la segunda de estas estaciones entra en funcionamiento. Por esto, ambas estaciones se analizarán como si fuera una única estación, y la llamaremos Chelva. Esta estación nos proporciona datos pluviométricos desde julio de 1943 hasta septiembre de 1996.

Además, las estaciones de Chelva y la de Tuéjar se encuentran también próximas entre sí, lo cual nos hace pensar que si sus series de precipitación máxima anual tienen una gran correlación, podríamos hacer una sola serie sintética de estas dos. La serie de datos de la estación de Tuéjar va desde octubre de 1945 hasta agosto de 1996

Con respecto a las otras dos estaciones, la de Titaguas se encuentra más allá de nuestra divisoria de aguas en la zona media-oeste de nuestra región de estudio, mientras que Arcos de las Salinas se encuentra más allá de nuestra divisoria de aguas al noroeste de nuestra cuenca. Estas dos estaciones nos proporcionan datos pluviométricos desde junio de 1943 hasta septiembre de 1996 en el caso de Arcos de las Salinas, y de agosto de 1945 a septiembre de 1985.

Sin embargo, las series de las estaciones no son íntegras, es decir, hay estaciones que les falta años en los que medir la precipitación, y además, hay años en los que faltan meses, habiendo algunos años en los que estos meses faltantes son los más importantes, como pueden ser aquellos meses que históricamente registran mayor precipitación. Por esto, se debe realizar un sesgo de aquellos años hidrológicos que por no estar completos o por tener falta de información en aquellos meses importantes, descartaremos.

Para determinar el mes más importante, procedemos a analizar las series pluviométricas de cada estación, anotando las veces que se repite el mismo mes a lo largo de la serie de máximos anuales. De esta manera obtenemos los siguientes resultados:

| ARCOS DE LAS SALINAS | |
|----------------------|---|
| enero | 1 |
| febrero | 5 |
| marzo | 1 |
| abril | 7 |
| mayo | 5 |
| junio | 4 |
| julio | 1 |
| agosto | 6 |
| septiembre | 2 |
| octubre | 8 |
| noviembre | 1 |
| diciembre | 3 |

| TITAGUAS | |
|------------|---|
| enero | 2 |
| febrero | 1 |
| marzo | 1 |
| abril | 5 |
| mayo | 4 |
| junio | 2 |
| julio | 1 |
| agosto | 4 |
| septiembre | 2 |
| octubre | 6 |
| noviembre | 5 |
| diciembre | 4 |

| TUÉJAR | |
|------------|---|
| enero | 2 |
| febrero | 2 |
| marzo | 4 |
| abril | 4 |
| mayo | 4 |
| junio | 3 |
| julio | 3 |
| agosto | 3 |
| septiembre | 6 |
| octubre | 7 |
| noviembre | 6 |
| diciembre | 6 |

| CHELVA | |
|------------|---|
| enero | 0 |
| febrero | 1 |
| marzo | 1 |
| abril | 2 |
| mayo | 2 |
| junio | 3 |
| julio | 3 |
| agosto | 8 |
| septiembre | 7 |
| octubre | 5 |
| noviembre | 6 |
| diciembre | 7 |

Tabla 3.2.1. donde vemos resaltado en amarillo los meses más repetidos como máximos anuales.

En nuestro caso, nuestro mes más importante es octubre y podríamos considerar también agosto, ya que son los meses donde más se repite la precipitación diaria máxima anual, por ello hemos realizado un sesgo de manera que si en un año faltaban datos en octubre o agosto y en algún otro mes del mismo año hidrológico, éste se etiquetaba como incompleto, o, si en otro caso, había más de dos meses seguidos de un año hidrológico sin información, éste se etiquetaba también como incompleto. De esta manera, las series proporcionadas quedan ligeramente reducidas como podemos observar en la siguiente tabla:



| Estación | Nº de años registrados | Nº años completos |
|----------------------|------------------------|-------------------|
| CHELVA | 51 | 43 |
| TUÉJAR | 52 | 48 |
| TITAGUAS | 41 | 36 |
| ARCOS DE LAS SALINAS | 44 | 39 |

Tabla 3.2.2. donde mostramos la relación entre años registrados de cada estación de la AEMET, con los años completos que hemos determinado.

De manera que nuestras series pluviométricas quedarían de la siguiente manera:

| | Arcos de las Salinas | Titaguas | Tuéjar | Chelva |
|---------|----------------------|----------|--------|--------|
| 1942-43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1943-44 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| 1944-45 | 40 | 0 | 0 | 53 |
| 1945-46 | 32 | 31 | 53 | 56 |
| 1946-47 | 37 | 20 | 31 | 36 |
| 1947-48 | 42 | 35 | 32 | 44 |
| 1948-49 | 60 | 82 | 25 | 32 |
| 1949-50 | 60 | 58 | 43 | 47 |
| 1950-51 | 53 | 52 | 79 | 69 |
| 1951-52 | 0 | 73 | 51 | 55 |
| 1952-53 | 0 | 20 | 59 | 51 |
| 1953-54 | 0 | 115 | 91 | 82 |
| 1954-55 | 0 | 41 | 50 | 26 |
| 1955-56 | 0 | 37 | 27 | 32 |
| 1956-57 | 0 | 49 | 71 | 57 |
| 1957-58 | 0 | 85 | 29 | 217 |
| 1958-59 | 0 | 65 | 77 | 59 |
| 1959-60 | 0 | 50 | 44 | 0 |
| 1960-61 | 59 | 25 | 40 | 0 |
| 1961-62 | 55 | 36 | 40 | 0 |
| 1962-63 | 73 | 51 | 30 | 50 |
| 1963-64 | 20 | 80 | 36 | 32 |
| 1964-65 | 18 | 47 | 42 | 0 |
| 1965-66 | 35 | 34 | 55 | 0 |
| 1966-67 | 28 | 32 | 30 | 0 |

| | | | | |
|---------|------|------|------|-------|
| 1967-68 | 44 | 80 | 70 | 0 |
| 1968-69 | 37.8 | 59 | 50 | 82 |
| 1969-70 | 30.2 | 46.7 | 50.5 | 70 |
| 1970-71 | 42.3 | 55 | 50 | 40 |
| 1971-72 | 47.2 | 0 | 48 | 50 |
| 1972-73 | 31.7 | 32.4 | 0 | 178 |
| 1973-74 | 40 | 44 | 40 | 44 |
| 1974-75 | 0 | 65.4 | 28 | 0 |
| 1975-76 | 0 | 92 | 35 | 35 |
| 1976-77 | 22 | 40 | 35 | 46 |
| 1977-78 | 50 | 92.8 | 80 | 76.5 |
| 1978-79 | 25.2 | 38.4 | 0 | 72 |
| 1979-80 | 25 | 0 | 35 | 0 |
| 1980-81 | 33 | 0 | 0 | 90 |
| 1981-82 | 26 | 0 | 25 | 36 |
| 1982-83 | 30 | 47 | 65 | 0 |
| 1983-84 | 0 | 34 | 24 | 25 |
| 1984-85 | 42 | 34 | 30 | 48.4 |
| 1985-86 | 50 | 0 | 35 | 34.9 |
| 1986-87 | 40 | 0 | 45 | 73 |
| 1987-88 | 85 | 0 | 35 | 46 |
| 1988-89 | 92 | 0 | 199 | 213.5 |
| 1989-90 | 37 | 0 | 0 | 63 |
| 1990-91 | 43 | 0 | 58 | 41 |
| 1991-92 | 35 | 0 | 32 | 26 |
| 1992-93 | 32 | 0 | 30 | 33 |
| 1993-94 | 26 | 0 | 29 | 37.8 |
| 1994-95 | 32 | 0 | 38 | 34 |
| 1995-96 | 0 | 0 | 48 | 44 |

Tabla 3.2.3. donde tenemos las series pluviométricas sesgadas de cada estación.

Una vez tenemos la tabla con los años completos de las cuatro estaciones, comenzamos a analizar si las estaciones de Chelva y Tuéjar pueden considerarse como una sola estación. Viendo los datos de ambas columnas, observamos que las filas en las que ambas columnas tienen año completo, sus datos se parecen mucho, es decir, tienen una gran relación entre ellos. Esto pasa con casi todos los datos, excepto en varios años anómalos. Estos años son los que tienen un registro de precipitación de mayor magnitud.

Encontramos que el año hidrológico 1957-58, en Chelva se registraron 217 milímetros, mientras que en Tuéjar registraron tan sólo 29. Para contrastar esta información, debemos saber que el dato de Chelva se produce en octubre de 1957, mes en el que se



produjeron unas fuertes precipitaciones en la zona de la provincia de Valencia que desembocó en la recordada riada de Valencia. Por tanto, el dato de 217 está bien registrado, además de que podemos dar constancia de su veracidad debido a los numerosos artículos de periódico que dieron la noticia. Por ello el valor de 29 milímetros en Tuéjar debe ser incorrecto. Para determinar el valor real de la estación de Tuéjar en octubre de 1957 podemos acudir también a un reportaje de Antonio Rivera Nebot en la página web de “*Tiempo severo*”, en el que se comenta que en octubre de 1957, en Tuéjar, se registraron 299 milímetros. Es decir, el problema es que en la estación no se registró el último 9, quedándose el valor 29 como registrado. Por esto, consideramos veraz el valor de Chelva, y cambiamos el valor de Tuéjar de 29 milímetros a 299 milímetros.

Por otro lado, tenemos en el año hidrológico 1972-73, un valor en Chelva de 178 milímetros de precipitación en septiembre de ese año, que está documentado en el periódico “*La Vanguardia*” en su edición del sábado 8 de septiembre de 1973, mientras que en Tuéjar no sólo no hay registro de ese mes, sino que tampoco hemos cogido ese año como completo. Esto nos hace pensar que en Tuéjar pudo haber algún problema ese año, y que por eso no hay dato de septiembre de 1973. Por estas dos condiciones, consideramos válido el valor registrado en Chelva.

Por último, nos queda analizar el dato anómalo de 1988, aunque este dato está verificado por el hecho de que tanto en Tuéjar como en Chelva, se registró el máximo de ese año en el mes de noviembre, por lo que todo apunta a que el máximo está recogido el mismo día. Determinamos, pues, la veracidad de este dato.

Una vez hemos investigado y determinado la veracidad de los datos anómalos, procedemos a realizar una tabla conjunta de los años completos de las estaciones de Chelva y Tuéjar para observar la relación que hay entre los pares de valores de precipitación diaria máxima anual.

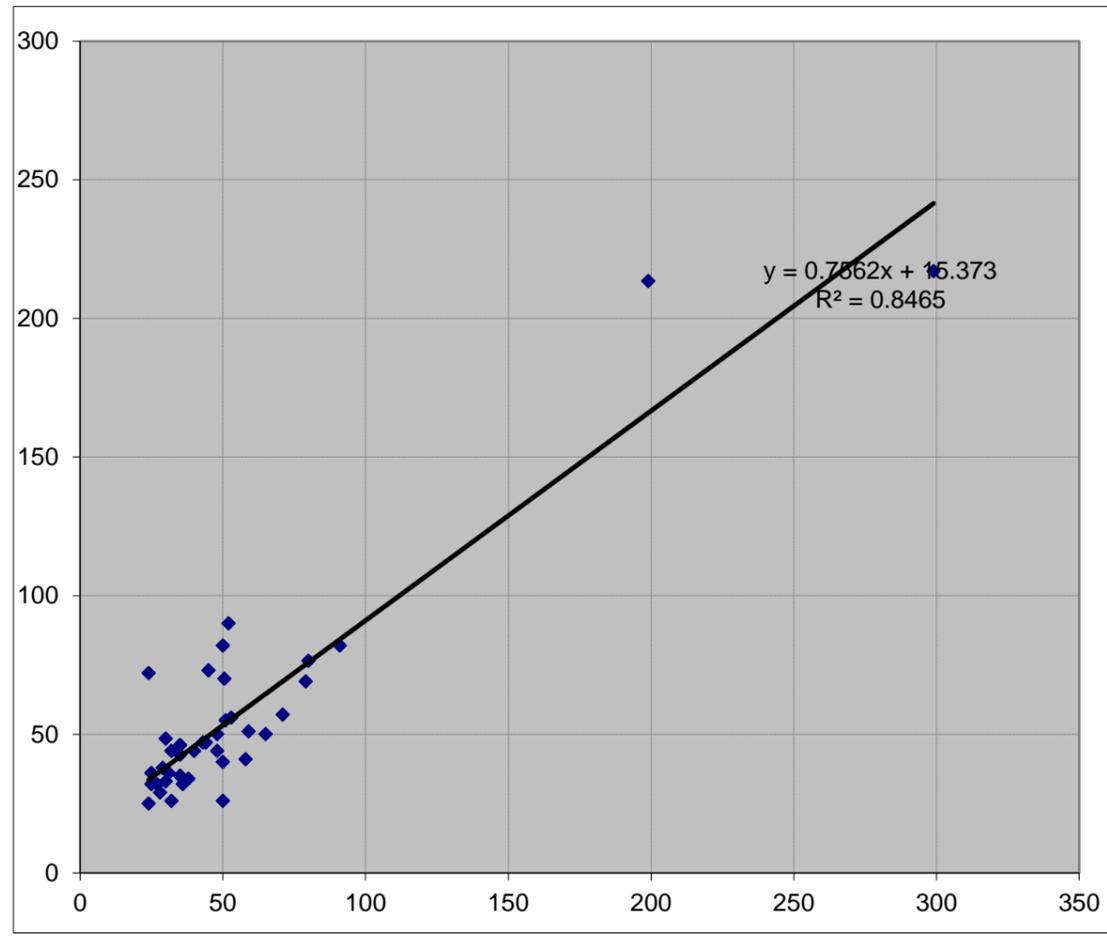
| TUÉJAR | | |
|--------|-----|-----------|
| AÑO | MES | MAX ANUAL |
| 1945 | 7 | 53 |
| 1946 | 12 | 31 |
| 1947 | 3 | 32 |
| 1948 | 12 | 25 |
| 1949 | 8 | 43 |
| 1950 | 11 | 79 |
| 1951 | 10 | 51 |
| 1952 | 12 | 59 |
| 1953 | 3 | 91 |
| 1954 | 10 | 50 |
| 1955 | 11 | 27 |

| CHELVA | | |
|--------|-----|-----------|
| AÑO | MES | MAX ANUAL |
| 1945 | 2 | 56 |
| 1946 | 11 | 36 |
| 1947 | 7 | 44 |
| 1948 | 11 | 32 |
| 1949 | 8 | 47 |
| 1950 | 11 | 69 |
| 1951 | 3 | 55 |
| 1952 | 12 | 51 |
| 1953 | 3 | 82 |
| 1954 | 10 | 26 |
| 1955 | 12 | 32 |

| | | | | | |
|------|----|------|------|----|-------|
| 1956 | 2 | 71 | 1956 | 2 | 57 |
| 1957 | 1 | 299 | 1957 | 1 | 217 |
| 1959 | 9 | 44 | 1959 | 4 | 47 |
| 1963 | 3 | 36 | 1963 | 3 | 32 |
| 1968 | 2 | 50 | 1968 | 2 | 82 |
| 1969 | 1 | 50.5 | 1969 | 1 | 70 |
| 1970 | 8 | 50 | 1970 | 3 | 40 |
| 1971 | 12 | 48 | 1971 | 12 | 50 |
| 1973 | 6 | 40 | 1973 | 11 | 44 |
| 1974 | 5 | 28 | 1974 | 5 | 29 |
| 1975 | 11 | 35 | 1975 | 10 | 35 |
| 1976 | 3 | 35 | 1976 | 12 | 46 |
| 1977 | 3 | 80 | 1977 | 3 | 76.5 |
| 1978 | 12 | 24 | 1978 | 12 | 72 |
| 1979 | 5 | 35 | 1979 | 5 | 42.6 |
| 1980 | 9 | 52 | 1980 | 9 | 90 |
| 1981 | 7 | 25 | 1981 | 5 | 36 |
| 1982 | 1 | 65 | 1982 | 1 | 50 |
| 1983 | 2 | 24 | 1983 | 11 | 25 |
| 1984 | 2 | 30 | 1984 | 2 | 48.4 |
| 1985 | 12 | 35 | 1985 | 10 | 34.9 |
| 1986 | 10 | 45 | 1986 | 1 | 73 |
| 1987 | 7 | 35 | 1987 | 9 | 46 |
| 1988 | 2 | 199 | 1988 | 2 | 213.5 |
| 1990 | 7 | 58 | 1990 | 7 | 41 |
| 1991 | 9 | 32 | 1991 | 9 | 26 |
| 1992 | 6 | 30 | 1992 | 6 | 33 |
| 1993 | 1 | 29 | 1993 | 2 | 37.8 |
| 1994 | 1 | 38 | 1994 | 1 | 34 |
| 1995 | 11 | 48 | 1995 | 11 | 44 |

Tabla 3.2.4. donde observamos el valor de la precipitación diaria máxima anual de las estaciones Chelva y Túejar y el mes en el que se produjo este máximo.

A la vista de los datos de la tabla, vemos que el mes en el que se produce el valor de precipitación diaria máxima anual en las dos estaciones, coincide en veinticuatro ocasiones, además de que los valores de precipitación entre las dos estaciones no varían mucho. Para comprobar matemáticamente que hay una gran relación entre las dos estaciones, realizamos la siguiente gráfica con los pares de valores:



Gráfica 3.2.5. donde tenemos marcados en azul los pares de valores, en ordenadas los valores de Tuéjar y en abscisas los valores de Chelva. Además, vemos también la recta que aproxima los datos recogidos.

A la vista de la gráfica, llama la atención la gran relación que tienen ambas series, ya que el R^2 (correlación) es muy alto. Esto quiere decir que ambas series pueden unirse en una sola sin ningún problema.

Ya que hemos demostrado que por proximidad y por correlación de las series, una nueva serie sintética entre ambas estaciones sería correcta, procedemos a juntarlas del siguiente modo: la nueva estación sintética se llamará Chelva-Tuéjar, y tendrá como base los datos registrados en la estación de Chelva, ya que esta serie parece más fiable que la de Tuéjar debido a que en la primera, los datos anómalos estaban registrados todos, mientras que en la segunda había problemas en el registro de estos mismos datos. Una vez tenemos como base los datos de precipitación diaria máxima anual de Chelva, procedemos a rellenar los años que ésta estación tenga incompletos con los valores registrados en Tuéjar. De este modo, el registro de la nueva estación sintética sería:

| Serie Chelva-Tuéjar sintética | |
|-------------------------------|---------------|
| AÑO | PRECIPITACIÓN |
| 1943 | 28 |
| 1944 | 53 |
| 1945 | 56 |
| 1946 | 36 |
| 1947 | 44 |
| 1948 | 32 |
| 1949 | 47 |
| 1950 | 69 |
| 1951 | 55 |
| 1952 | 51 |
| 1953 | 82 |
| 1954 | 26 |
| 1955 | 32 |
| 1956 | 57 |
| 1957 | 217 |
| 1958 | 59 |
| 1959 | 44 |
| 1960 | 40 |
| 1961 | 40 |
| 1962 | 50 |
| 1963 | 32 |
| 1964 | 42 |
| 1965 | 55 |
| 1966 | 30 |
| 1967 | 70 |
| 1968 | 82 |
| 1969 | 70 |
| 1970 | 40 |
| 1971 | 50 |
| 1972 | 178 |
| 1973 | 44 |
| 1974 | 28 |
| 1975 | 35 |
| 1976 | 46 |
| 1977 | 76.5 |
| 1978 | 72 |
| 1979 | 35 |
| 1980 | 92 |
| 1981 | 36 |

| | |
|------|-------|
| 1982 | 65 |
| 1983 | 25 |
| 1984 | 48.4 |
| 1985 | 34.9 |
| 1986 | 73 |
| 1987 | 46 |
| 1988 | 213.5 |
| 1989 | 63 |
| 1990 | 41 |
| 1991 | 26 |
| 1992 | 33 |
| 1993 | 37.8 |
| 1994 | 34 |
| 1995 | 44 |

Tabla 3.2.6. donde vemos la serie de precipitaciones diarias máximas anuales de la serie sintética Chelva-Tuéjar.

El esquema de la situación de las estaciones será el siguiente:

| Código Estación | Nombre Estación | Término Municipal | Provincia | UTM X | UTM Y | Altitud (msnm) |
|-----------------|----------------------|----------------------|-----------|--------|---------|----------------|
| 8384 | ARCOS DE LAS SALINAS | ARCOS DE LAS SALINAS | TERUEL | 667030 | 4428741 | 1078 |
| 8386 | TITAGUAS | TITAGUAS | VALENCIA | 664245 | 4414795 | 832 |
| 8395B | CHELVA-TUÉJAR | CHELVA | VALENCIA | 670945 | 4401985 | 479 |

Tabla 3.2.7. donde vemos analíticamente la localización de las tres estaciones analizadas.

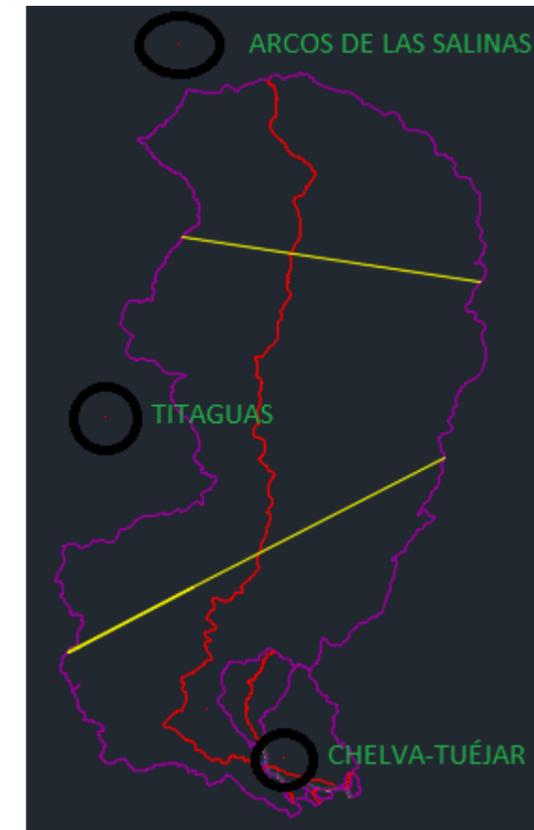


Figura 3.2.8. donde observamos gráficamente la situación de las estaciones, además del peso por Thiessen de cada una de las estaciones sobre la cuenca.

Por lo tanto, nuestras series de datos pluviométricos quedarían de la siguiente forma:

| AÑO | Serie Arcos de las Salinas | Serie Titaguas | Serie Tuéjar-Chelva sintética |
|---------|----------------------------|----------------|-------------------------------|
| 1943-44 | 0 | 0 | 28 |
| 1944-45 | 40 | 0 | 53 |
| 1945-46 | 32 | 31 | 56 |
| 1946-47 | 37 | 20 | 36 |
| 1947-48 | 42 | 35 | 44 |
| 1948-49 | 60 | 82 | 32 |
| 1949-50 | 60 | 58 | 47 |
| 1950-51 | 53 | 52 | 69 |
| 1951-52 | 0 | 73 | 55 |
| 1952-53 | 0 | 20 | 51 |
| 1953-54 | 0 | 115 | 82 |
| 1954-55 | 0 | 41 | 26 |
| 1955-56 | 0 | 37 | 32 |



| | | | |
|---------|------|------|-------|
| 1956-57 | 0 | 49 | 57 |
| 1957-58 | 0 | 85 | 217 |
| 1958-59 | 0 | 65 | 59 |
| 1959-60 | 0 | 50 | 44 |
| 1960-61 | 59 | 25 | 40 |
| 1961-62 | 55 | 36 | 40 |
| 1962-63 | 73 | 51 | 50 |
| 1963-64 | 20 | 80 | 32 |
| 1964-65 | 18 | 47 | 42 |
| 1965-66 | 35 | 34 | 55 |
| 1966-67 | 28 | 32 | 30 |
| 1967-68 | 44 | 80 | 70 |
| 1968-69 | 37.8 | 59 | 82 |
| 1969-70 | 30.2 | 46.7 | 70 |
| 1970-71 | 42.3 | 55 | 40 |
| 1971-72 | 47.2 | 0 | 50 |
| 1972-73 | 31.7 | 32.4 | 178 |
| 1973-74 | 40 | 44 | 44 |
| 1974-75 | 0 | 65.4 | 28 |
| 1975-76 | 0 | 92 | 35 |
| 1976-77 | 22 | 40 | 46 |
| 1977-78 | 50 | 92.8 | 76.5 |
| 1978-79 | 25.2 | 38.4 | 72 |
| 1979-80 | 25 | 0 | 35 |
| 1980-81 | 33 | 0 | 92 |
| 1981-82 | 26 | 0 | 36 |
| 1982-83 | 30 | 47 | 65 |
| 1983-84 | 0 | 34 | 25 |
| 1984-85 | 42 | 34 | 48.4 |
| 1985-86 | 50 | 0 | 34.9 |
| 1986-87 | 40 | 0 | 73 |
| 1987-88 | 85 | 0 | 46 |
| 1988-89 | 92 | 0 | 213.5 |
| 1989-90 | 37 | 0 | 63 |
| 1990-91 | 43 | 0 | 41 |
| 1991-92 | 35 | 0 | 26 |
| 1992-93 | 32 | 0 | 33 |
| 1993-94 | 26 | 0 | 37.8 |
| 1994-95 | 32 | 0 | 34 |
| 1995-96 | 0 | 0 | 44 |

3.3. FUNDAMENTOS DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

En este subapartado explicaremos las distribuciones teóricas que hemos empleado, y que son comúnmente utilizadas en los estudios hidrológicos. Hay una gran variedad de distribuciones, pero nosotros hemos empleado las siguientes funciones:

- Gumbel, que es de dos parámetros y tiene una gran sensibilidad de los parámetros de la función respecto del modelo de ajuste.
- Generalized Extreme Value (GEV), de tres parámetros.
- Two Component Extreme Value (TCEV), de cuatro parámetros.
- Square-Root Exponential Type Distribution of the maximum (SQRT-Etmax), de dos parámetros

A continuación exponemos las principales características de las distribuciones de máximos que hemos empleado:

- Función de distribución teórica Gumbel.

Introducida por Gumbel (1942), es la función de distribución de extremos de uso más extendido en el campo de la hidrología. Pertenece a la familia de funciones "Extreme Value" tipo 1, y la expresión analítica viene dada por:

$$F_x(x) = \exp[-\lambda \cdot \exp(-\theta \cdot x)]$$

Donde:

- x es el valor de la variable aleatoria, que en nuestro caso es la precipitación máxima anual.
- $F_x(x)$ es la probabilidad de no excedencia del valor x en un año.
- λ es el parámetro de dispersión de la distribución.
- θ es el parámetro de localización de la distribución.

Tabla 3.2.9. donde vemos las series pluviométricas utilizadas en este estudio.



Para esta función, será necesaria la media y la varianza poblacional, que vendrán determinadas por:

$$\mu = \theta + 0.5772 * \lambda$$

$$\sigma^2 = \frac{\pi^2}{6} * \lambda^2$$

Además tendremos también el coeficiente de asimetría constante de:

$$\gamma_x = 1.1396$$

• Función de distribución Generalized Extreme Value (GEV).

Esta función fue desarrollada por Jenkinson entre 1955 y 1969. Su teoría y condiciones de aplicabilidad en el análisis de máximas precipitaciones sufrieron una completa revisión con motivo de la elaboración del *Flood Studies Report* (NERC, 1975).

Esta función, al tener tres parámetros, está dotada de una buena capacidad para reproducción de casuísticas con presencia clara de “outliers” asociados a episodios de carácter extraordinario, y por lo tanto de sesgos mucho mayores en la distribución muestral. Para estos casos, la distribución GEV se presenta como una posible candidata para una correcta caracterización estadística. Combina tres distribuciones de valores extremos: Gumbel (*Extreme Value I*), Frechet (*Extreme Value II*) y Weibull (*Extreme Value III*), y su expresión analítica viene dada por:

$$F_x(x) = \exp\left[-\left(1 - \beta \cdot \frac{x - x_0}{\alpha}\right)^{1/\beta}\right]$$

Donde:

- x = valor de la variable aleatoria, es decir, la precipitación máxima anual.
- $F_x(x)$ = Es la probabilidad de no excedencia del valor “x” en un año.
- X_0 = Es el parámetro de localización de la distribución.
- α = Es el parámetro de escala de la distribución.
- β = Es el parámetro de forma de la distribución.

Dependiendo del valor del parámetro de forma β , la función tendrá las siguientes variaciones:

- Para $\beta = 0$, la función GEV degenera en la Gumbel (*Extreme Value I*).
- Para $\beta < 0$ la función sólo está definida para valores de $x = x_0 + \frac{\alpha}{\beta}$, entonces se define como una Frechet (*Extrem Value II*).
- Para $\beta > 0$ la función sólo está definida para valores de $x < x_0 + \frac{\alpha}{\beta}$, entonces se define como una Weibull (*Extreme Value III*).

• Función de distribución Two Component Extreme Value (TCEV)

Esta función tiene su origen en el reconocimiento de la existencia de variables aleatorias de interés ingenieril que surgen de efectos combinados de más de un proceso o variable física. Rossi, Fiorentino y Versace la utilizaron por primera vez en el año 1984 en el contexto de aplicaciones en hidrología de extremos, concretamente en la estimación de caudales máximos.

La distribución tiene cuatro parámetros, como ya hemos dicho, que son $\lambda_1, \lambda_2, \theta_1$ y θ_2 , y su expresión analítica de probabilidad acumulada es:

$$F_x(x) = \exp[-\lambda_1 \cdot \exp(-\theta_1 \cdot x) - \lambda_2 \cdot \exp(-\theta_2 \cdot x)]$$

Donde:

- x = valor de la variable aleatoria, en nuestro caso, la precipitación máxima anual.
- $F_x(x)$ = es la probabilidad de no excedencia del valor x en un año.
- λ_1, θ_1 = son los parámetros de crecidas ordinarias.
- λ_2, θ_2 = son los parámetros de crecidas extraordinarias.

• Función de distribución Square-Root Exponential Type Distribution of the Maximum (SQRT-ET max)

Esta función fue utilizada por primera vez Eth, Murota y Nakanishi en 1987, y está considerada por el CEDEX como la más apropiada para muchas zonas de España. Esto se debe a que es el único de los cuatro modelos vistos que está especializado en la modelación estadística de precipitaciones máximas diarias; además, está



formulado por dos parámetros, por lo que es más fácil de analizar y conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación; y, por último, porque proporciona resultados más conservadores que los resultados dados por la función Gumbel. Su expresión analítica es:

$$F(x) = \exp[k(1 + \sqrt{\alpha x}) * \exp(\sqrt{\alpha x})]$$

Donde:

- x = valor de la variable aleatoria, en nuestro caso la precipitación diaria máxima mensual.
- $F_x(x)$ = es la probabilidad de no excedencia del valor "x" en un año.
- k, α = son parámetros de la distribución, respectivamente escala y frecuencia.

3.4. RESULTADOS: CUANTILES DE PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA ANUAL

A la hora de obtener los resultados, hemos realizado una evaluación de los modelos estadísticos ajustados a la serie de precipitaciones diarias máximas anuales de cada estación, para así poder escoger el modelo que mejor se ajuste a los datos de cada una de las estaciones.

- Estación Arcos de las Salinas:

| | GUMBEL ML | SQRT ML | GEV ML | TCEV ML |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---|--|
| ARCOS DE LAS SALINAS | $\lambda= 13.866$ $\theta=0.0777$ | $K=147.19$ $\alpha=1.495$ | $X0=33.78$ $\alpha=12.373$ $\beta=-0.02927$ | $\lambda1=19.027$ $\lambda2=0$ $\theta1=0.0864$ $\theta2=0.01371$ |

Tabla 3.4.1. donde vemos los parámetros de las diferentes funciones a aplicar en la estación de Arcos de las Salinas.

- Estación Titaguas:

| | GUMBEL ML | SQRT ML | GEV ML | TCEV ML |
|-----------------|--------------------------------------|----------------------------|--|--|
| TITAGUAS | $\lambda= 10.722$ $\theta=0.0565$ | $K=91.37$ $\alpha=1.03$ | $X0=42.19$ $\alpha=18.676$ $\beta=0.044$ | $\lambda1=12.0356$ $\lambda2=0$ $\theta1=0.05935$ $\theta2=0.00891$ |

Tabla 3.4.2. donde vemos los parámetros de las diferentes funciones a aplicar en la estación de Titaguas.

- Estación sintética CHELVA-TUÉJAR:

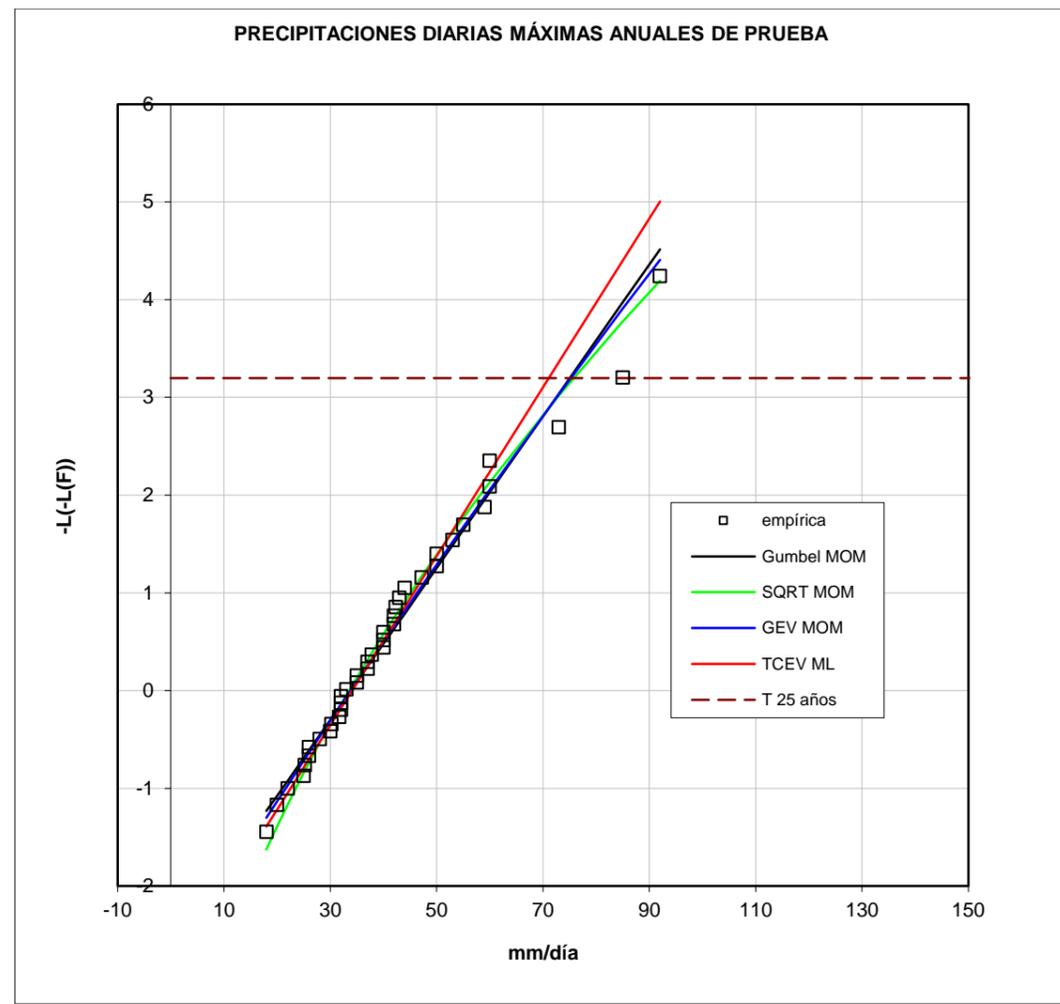
| | GUMBEL ML | SQRT ML | GEV ML | TCEV ML |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|--|
| CHELVA-TUÉJAR | $\lambda= 3.516$ $\theta=0.0322$ | $K=11.4402$ $\alpha=0.4334$ | $X0=38.859$ $\alpha=22.901$ $\beta=-0.1776$ | $\lambda1=28.572$ $\lambda2=0.2002$ $\theta1=0.0849$ $\theta2=0.0111$ |

Tabla 3.4.3. donde vemos los parámetros de las diferentes funciones a aplicar en la estación sintética de Chelva-Tuéjar.

A continuación mostraremos los ajustes gráficos de cada función a nuestros datos de cada estación, así como la manera en la que hemos razonado para elegir una función u otra. Para llevar a cabo este paso, se ha evaluado cada función mediante la bondad del ajuste gráfico, comparando con la distribución empírica de nuestros datos registrados, estimada mediante la expresión de Cunnane de 1978 en la que le asignamos un coeficiente poblacional a la serie de $\alpha= 0.44$.

A continuación mostramos las gráficas de cada estación:

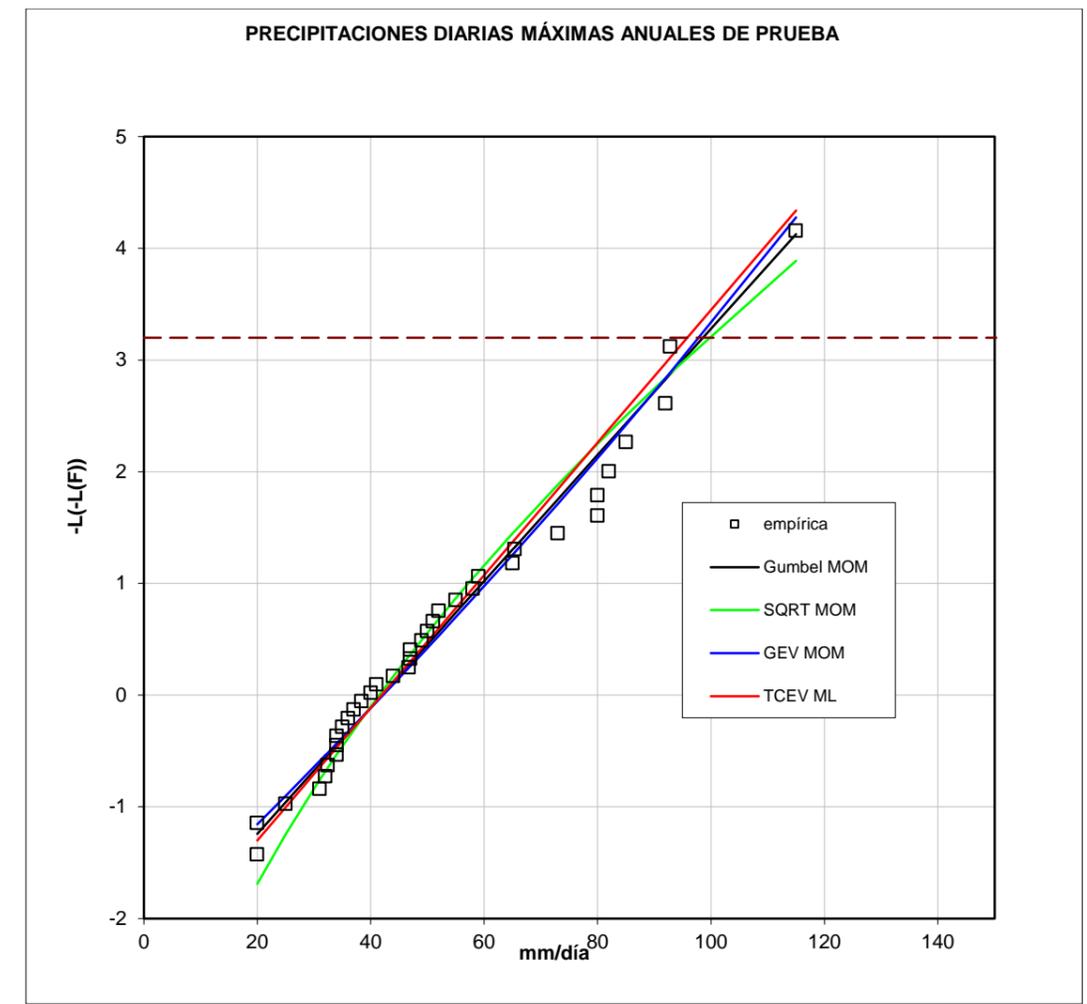
- Arcos de las Salinas



Gráfica 3.4.4. donde vemos la comparación de los diversos modelos para la estación de Arcos de las Salinas.

Observamos que en esta gráfica, todos los modelos presentan un buen ajuste, siendo un poco mejor los modelos GEV, SQRT y Gumbel. Dado que el modelo es claramente una recta, y la función Gumbel es, entre las tres, la más sencilla de realizar por tener dos parámetros y basarse en estadísticos sencillos, escogeremos la función Gumbel MOM para modelizar los datos de la estación de Arcos de las Salinas.

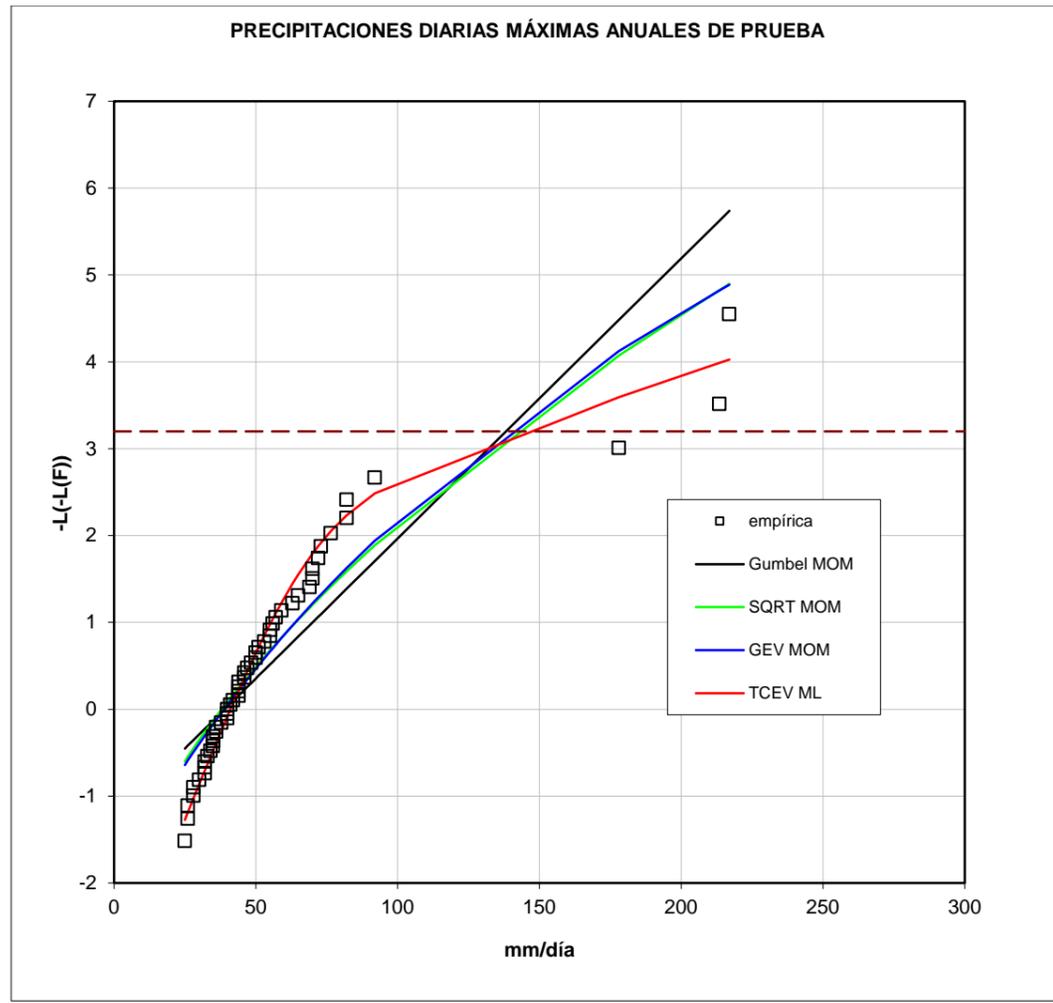
- Titaguas



Gráfica 3.4.5. donde vemos la comparación de los diversos modelos para la estación de Titaguas.

Como podemos observar, los datos recogidos en esta estación siguen el mismo patrón que el anterior de Arcos de las Salinas, por lo que concluiremos del mismo modo, la función que cogeremos para modelizarla será la Gumbel MOM.

- Estación sintética Chelva-Tuéjar



Gráfica 3.4.6. donde vemos la comparación de los diversos modelos para la estación sintética de Chelva-Tuéjar.

A simple vista puede determinarse que la función que más se ajusta a la distribución empírica es la que proporciona el modelo TCEV.

Por lo tanto, ya tenemos definidos los modelos que utilizaremos para hallar los cuantiles de precipitación diaria máxima anual con periodo de retorno de diez años, veinticinco años, cien años, doscientos años y el de quinientos años. Tendremos las estaciones de Titaguas y de Arcos de las Salinas que se modelizarán como una Gumbel MOM, y la estación sintética Chelva-Tuéjar que se modelizará mediante una TCEV.

La siguiente tabla nos muestra los resultados de aplicar estos modelos a sus respectivas estaciones. Estos serán los cuantiles que se emplearán a la hora de obtener las tormentas de diseño por bloques del capítulo 4.

| Estación | Modelo | T10 | T25 | T50 | T100 | T200 | T500 |
|----------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Arcos de las Salinas | Gumbel MOM | 62.828 | 75.01 | 83.637 | 92.62 | 99.8 | 110.61 |
| Titaguas | Gumbel MOM | 81.77 | 98.5 | 110.28 | 122.62 | 134.92 | 147.1 |
| Chelva-Tuéjar | TCEV | 82.58 | 141.86 | 204.99 | 262.64 | 325.23 | 383.31 |

Tabla 3.4.7. donde observamos los cuantiles de precipitación diaria máxima anual en cada estación para diferentes periodos de retorno.



4. MODELO LLUVIA-ESCORRENTÍA

En nuestra zona de estudio tenemos una cuenca de unas características muy diferentes de las demás. Esta es la cuenca de Tuéjar 1.

4.1. ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA DE MODELACIÓN DE LA CUENCA TUÉJAR 1

Para decidir el tipo de modelación que tendrá la cuenca Tuéjar 1, analizaremos y definiremos características y parámetros para evaluar la conveniencia de desagregar la cuenca:

- Por extensión de la cuenca
- El comportamiento hidrológico de la cuenca
- Los efectos provocados por la propagación de la escorrentía
- Otros criterios

I. Por extensión de la cuenca:

La superficie de la cuenca es un gran determinante de la estructura del espacio temporal de la lluvia en relación al tratamiento de la precipitación. Podemos distinguir tres tipos de cuencas en relación a su tamaño: las pequeñas, que tienen una extensión menor de 50 km²; las medianas, que tienen una extensión entre 50 y 500 km²; y las grandes a partir de una extensión de 500 km². Las cuencas pequeñas se modelizan mediante el modelo agregado de Témez, y es a partir de las cuencas medianas donde se debe decidir si usar el modelo agregado o el modelo pseudodistribuido, desagregando el sistema hidrológico.

La cuenca Tuéjar 1 tiene una extensión de unos 250 km², como ya hemos comentado en el capítulo 2. Por lo tanto se encuentra en las cuencas medianas y podríamos decir que la extensión puede justificar por sí sola desagregar el sistema.

II. El comportamiento hidrológico de la cuenca

Distinguimos dos indicadores: la variabilidad en la precipitación, dado por las estaciones, y la variabilidad en el umbral de escorrentía de las diferentes cuencas.

En relación a la precipitación, observamos que existe una gran variabilidad entre los cuantiles mostrados en la tabla 3.4.7. En ella se observa que para la estación de Chelva-Tuéjar, éstos tienen valores de precipitación mayores que los cuantiles de las otras dos estaciones para periodos de retorno superiores a 25 años, de manera que para un periodo de retorno de 500 años, la estación de Chelva-Tuéjar da un cuantil casi tres veces superior al de las otras dos estaciones.

Para evaluar la manera en que la lluvia actúa sobre nuestro área de estudio, podemos hacer uso de la posición relativa de los pluviómetros respecto del área de nuestra cuenca. Por ello, debemos determinar la importancia que tiene cada estación sobre ella empleando los polígonos de Thiessen, como hemos visto en la figura 3.2.8., estableciendo una correspondencia de cada parte de la cuenca con una estación concreta definiendo el alcance de cada estación como la mitad de la distancia entre dos estaciones consecutivas. En la siguiente tabla se muestran los pesos de cada estación para la cuenca de Tuéjar 1.

| ESTACIÓN | ÁREA (km ²) | PESO POR THIESEN |
|----------------------|-------------------------|------------------|
| Arcos de las Salinas | 66.923 | 0.243 |
| Titaguas | 123.565 | 0.449 |
| Chelva-Tuéjar | 84.512 | 0.307 |

Tabla 4.1.1. donde vemos el peso por Thiessen de cada estación en nuestra zona de estudio.

Por otro lado, la variabilidad del umbral de escorrentía, ésta no es determinante, dado que varían entre valores de 8 mm en intercuenas hasta los 17 mm en cuencas grandes. Por lo que atendiendo a este factor no sería necesario desagregar el sistema hidrológico.



III. Los efectos provocados por la propagación de la escorrentía

En este apartado se deben analizar los indicadores relacionados con el recorrido principal de la cuenca, como son el tamaño de la sección y la pendiente del mismo.

Analizando estos indicadores, vemos que el río Tuéjar tiene un tamaño variable en todo su recorrido, llegando a superar los 300 metros en alguna sección perteneciente al acentuado meandro situado al sudeste de la población de Chelva. Esta sección no representa a la totalidad del río, ya que en los demás tramos, el río no supera los 70 metros de ancho. Podemos determinar, por ello, que el tamaño de la sección del río no es suficiente para laminar las crecidas. Por otro lado, la pendiente del río tiende a ser homogénea a lo largo de sus tramos, siendo el tramo de cabecera el que se incrementa ésta.

IV. Otros criterios

La forma de nuestra cuenca puede determinar el modelo a emplear, por ello debemos analizar la tabla 2.3.6. del apartado 2.3 en la que el factor de forma de Horton correspondiente a la cuenca Tuéjar 1 nos dice que se trata de una cuenca alargada, que, junto con la localización de las estaciones, nos confirma la opción de desagregar la cuenca.

Tras analizar los indicadores, es claramente necesario realizar una desagregación de la cuenca debido a la variabilidad de la pluviometría entre los datos de las estaciones, a la extensión de la cuenca, la cual se considera de extensión mediana. Por último, la forma alargada de la cuenca y la localización de las tres estaciones nos determinan esta decisión. Para abordar la modelación pseudodistribuida de la transformación lluvia-escorrentía, haremos uso del software HEC-HMS, versión 2.2.2, desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.

En los siguientes apartados se presentan las características principales del *software*, el esquema conceptual del sistema hidrológico drenado por el río Tuéjar, los fundamentos teóricos de los modelos empleados para simular las distintas fases del proceso, los criterios de diseño adoptados para la generación de los hidrogramas de crecida máximos esperables, el procedimiento de calibración de la condición de humedad inicial de diseño, y finalmente, de forma sintética, los resultados obtenidos.

4.2. EL MODELO HEC-HMS

El modelo HEC-HMS es un *software* diseñado para simular los procesos de precipitación-escorrentía en sistemas hidrológicos. El programa provee un completo entorno de trabajo integrado: base de datos, utilidades de entrada de datos, simulación y herramientas interactivas de consulta de resultados; siendo su interfase gráfica de sencilla utilización. Los componentes principales del sistema son los siguientes:

- Modelo de cuenca, en el que se conceptualiza el sistema hidrológico. Los elementos disponibles son: subcuencas, tramos de propagación, embalses, confluencias de flujo, divergencias de flujo (bifurcaciones), fuentes o *inputs* de flujo y sumideros. De estos elementos, nosotros utilizaremos las subcuencas, los tramos de propagación, las confluencias de flujo y los sumideros. Todos estos elementos hidrológicos están interconectados a modo de red para simular los procesos hidrológicos.

Además, los componentes básicos de la modelación son:

- Submodelo de producción. Los modelos que se ofrecen son los siguientes: *initial and constant* (umbral inicial y posterior infiltración constante), *deficit and constant* (modelo de déficit con una sola capa), Green y Ampt, *Soil Conservation Service*, *gridded SCS* (modelo SCS distribuido espacialmente en celdas elementales en cada cuenca, subcuenca e intercuenca) y *soil moisture accounting* (modelo de balance con cinco capas; también puede distribuirse espacialmente en celdas elementales).
 - Submodelo de transformación de precipitación neta en escorrentía. Se implementan los siguientes métodos: hidrogramas unitarios de Clark, Snyder y SCS, onda cinemática e hidrograma unitario introducido por el usuario.
 - Submodelo de flujo base. El flujo base puede modelarse como constante mediante embalse lineal o con una curva de recesión.
 - Submodelo de propagación en cauces. Se ofrecen los siguientes métodos: onda cinemática, *lag*, Pulse modificado, Muskingum y Muskingum-Cunge.
- Modelo meteorológico, que incluye el análisis de datos meteorológicos, como la precipitación o la evapotranspiración. Sus componentes básicos son:

- Submodelo de precipitación. Se dispone de una gran variedad de métodos para introducir al sistema la precipitación: mediante hietogramas y datos totales introducidos por el usuario, ponderados en la cuenca por inverso de la distancia al cuadrado o por polígonos de Thiessen, valores de precipitación distribuidos espacialmente en celdas elementales, etc.
- Submodelo de evapotranspiración.
- Parámetros de control de simulación, utilidad en la que se especifican los parámetros temporales de la simulación como son la fecha y hora de inicio y final de la simulación, así como el lapso de tiempo computacional.

Como ya hemos explicado en el apartado 2.3, la cuenca de estudio se ha desagregado en 5 subcuencas, dos de ellas de cabecera, otras dos en el tramo medio de la cuenca, y una última en la zona sur hasta el desagüe en el Puente 2.

En el modelo HEC-HMS, este sistema hidrológico se ha conceptualizado mediante los siguientes elementos del modelo de cuenca: cinco subcuencas, tres tramos de propagación, tres nudos (uno de ellos de confluencia de flujo) y un sumidero que es el Puente 2. En la siguiente figura podemos ver el modelo de cuenca empleado para la cuenca de Tuéjar 1:

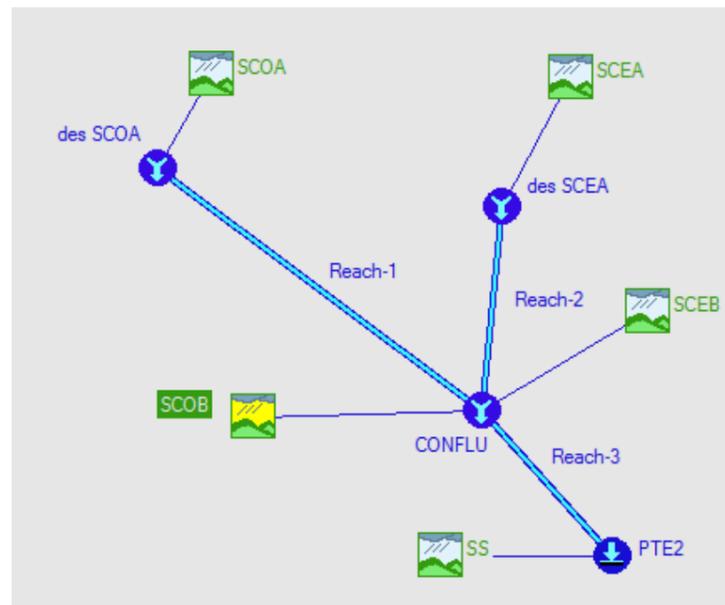


Figura 4.2.1. donde vemos el modelo conceptual pseudodistribuido en HEC-HMS de la cuenca Tuéjar 1.

4.2.1. MODELOS EMPLEADOS

En las páginas siguientes se presentan los fundamentos teóricos de los modelos utilizados en HEC-HMS para simular las diferentes fases del proceso lluvia-escorrentía en la cuenca. Han sido los siguientes:

- Producción de escorrentía: *Soil Conservation Service*.
 - Transformación lluvia neta-escorrentía: HU adimensional del *Soil Conservation Service*, especialmente recomendable cuando el modelo no puede calibrarse con registros históricos.
 - Propagación en cauces: Muskingum.
- Modelo de producción

El modelo de producción de escorrentía superficial utilizado ha sido el del *USDA Soil Conservation Service*, cuyos fundamentos se presentan a continuación. Este modelo, desarrollado por el SCS en 1972, es ampliamente utilizado en la actualidad; en el caso de España es especialmente interesante pues en él se basa la determinación del coeficiente de escorrentía, necesario para el cálculo de caudales de referencia según el método recomendado en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial (MOPU, 1990).

El modelo asume la existencia de un umbral por debajo del cual las precipitaciones no provocan escorrentía; una vez rebasado este umbral, comienza el encharcamiento y la escorrentía en superficie. A partir de este momento, la relación entre la parte de precipitación que escurre en superficie y la que se infiltra a través de la superficie del terreno se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$\frac{F}{S} = \frac{E}{P - P_o}$$

donde:

F = infiltración acumulada desde que comienza el encharcamiento en superficie

E = escorrentía acumulada

S = máxima infiltración acumulada posible



P = precipitación acumulada

P_o = umbral de escorrentía, en mm.

Por continuidad, la precipitación acumulada en cada instante es:

$$P = P_o + E + F$$

Sustituyendo esta última ecuación en la anterior, y despejando E, la escorrentía acumulada en cada instante resulta:

$$E = \frac{(P - P_o)^2}{P - P_o + S}$$

Fruto de numerosas experimentaciones, el SCS propone una relación de 0,2 entre P_o y S, por lo que, según se exprese en función de P_o o de S:

$$E = \frac{(P - P_o)^2}{P + 4 P_o} = \frac{(P - 0,2 S)^2}{P + 0,8 S}$$

Es decir, la función de escorrentía acumulada en superficie resulta:

$$E = 0 \quad \text{si } P \leq P_o$$

$$E = \frac{(P - P_o)^2}{P + 4 P_o} \quad \text{si } P > P_o$$

Como puede verse, la expresión propuesta por el SCS para evaluar la infiltración tiene un sólo parámetro, el umbral de escorrentía (P_o). La formulación original del SCS fue desarrollada a partir de un parámetro distinto, el número de curva (CN), número entero que varía entre 0 y 100; este parámetro presenta la ventaja, frente al umbral de escorrentía, de ser adimensional. Sin embargo, el concepto de umbral de escorrentía es más intuitivo. En cualquier caso, ambos parámetros están biunívocamente relacionados mediante la siguiente ecuación (si P_o se expresa en mm):

$$CN = \frac{5080}{P_o + 50,8}$$

- Modelo de propagación a nivel de subcuenca

El proceso de transformación lluvia neta-escorrentía en todas las subcuencas ha sido modelado en términos de la teoría lineal de los sistemas hidrológicos, empleando hidrogramas unitarios para representar la respuesta hidrológica frente a una precipitación neta de volumen unitario (altura 1 mm) y duración 10 minutos. La elección de esta duración característica del intervalo para la definición del hidrograma unitario viene condicionada por el paso temporal de cálculo empleado en la simulación, que es de 10 minutos.

Así, la cuenca es considerada como un sistema lineal transformador de *input's* de lluvia neta (hietogramas) en *output's* de caudales (hidrogramas), de manera que el hidrograma $Q(t)$ producido por transformación de lluvia neta $i_e(t)$ es calculado mediante la clásica convolución matemática:

$$Q(t) = A \int_0^t i_e(t-x) \delta(t-x) dx$$

Existen varios métodos para la deducción del hidrograma unitario de una cuenca, entre los que se encuentran los sintéticos, que son un conjunto de hidrogramas obtenidos a partir de datos hidromorfométricos. De ellos, por los motivos ya expuestos anteriormente, se ha empleado HU adimensional del SCS. Veamos a continuación sus fundamentos.

Tras analizar numerosos HU de cuencas rurales de reducido tamaño y obtener valores medios, el SCS obtuvo en 1972 un HU con forma predefinida y escala adimensional basado en dos parámetros: el tiempo al pico y el caudal pico. En el HU adimensional tanto el caudal como el tiempo se expresan como cociente de dichos parámetros, respectivamente; es decir, representa gráficamente en ordenadas la relación $\delta_{\Delta t}(t)/Q_p$ y en abscisas la relación t/t_p . Este hidrograma puede ser usado para completar el dibujo del HU correspondiente a una lluvia de duración D horas una vez determinados los dos parámetros que lo caracterizan.

El tiempo de desfase al pico, en horas, propuesto por el SCS en su formulación original, es:

$$t_{dp} = \frac{1}{31,4} L^{0,8} \frac{[(1000/CN) - 9]^{0,7}}{J^{1/4}}$$



siendo:

L = longitud del curso principal de la cuenca, en Km.

J = pendiente media del curso principal de la cuenca, adimensional.

CN = número de curva del SCS.

Estudios posteriores del SCS recomiendan estimar el desfase al pico en función del tiempo de concentración de la cuenca, como $0,6 \cdot t_c$; sin embargo, el desfase al pico también puede calcularse asumiendo la aceptada relación entre éste y el tiempo de concentración de la cuenca ($0,35 \cdot t_c$), obteniéndose en este último caso un HU que reproduce una respuesta más rápida en la cuenca. Lo que resulta evidente es que se trata de un parámetro de gran incertidumbre y al que los resultados presentan una considerable sensibilidad.

El tiempo al pico puede expresarse en términos del desfase al pico y de la duración de la lluvia neta (Δt):

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{dp}$$

Y el caudal al pico, en m^3/s :

$$Q_p = \frac{P A}{4,8 \left(\left(\frac{\Delta t}{2} \right) + t_{dp} \right)}$$

siendo:

P = precipitación, en mm.

A = superficie de la cuenca, en Km^2

Δt = duración de la precipitación para la que se desea obtener el HU, en horas.

- Modelo de propagación en cauces

Para modelar la propagación del hidrograma de crecida a través del curso principal de la red de drenaje se ha empleado el modelo de Muskingum. Este método, el más usado en Hidrología, es un método de tránsito agregado de crecientes en cauces basado en una adaptación de la ecuación de continuidad. Modela el almacenamiento volumétrico de creciente en un tramo de cauce mediante la combinación de los denominados almacenamientos de cuña y prisma.

Durante el avance de la onda de creciente, el caudal de entrada al tramo es mayor que el caudal de salida, resultando un almacenamiento de cuña positivo; por otro lado, durante la recesión de la crecida, el caudal de salida es mayor que el entrante, resultando en una cuña negativa. Adicionalmente, existe un almacenamiento por prisma formado por un volumen de sección transversal constante a lo largo de la longitud del tramo de cauce.

Suponiendo que la superficie de la sección transversal del flujo de crecida es directamente proporcional al caudal en dicha sección, el volumen de almacenamiento por prisma es igual a KQ , donde K es un coeficiente de proporcionalidad; el volumen de almacenamiento por cuña es igual a $KX(I-Q)$, donde X es un factor de ponderación dependiente de la forma de almacenamiento por cuña modelado. La ecuación de almacenamiento total, suma de ambos, resulta:

$$S = K [X I + (1 - X) Q]$$

El valor del parámetro X varía de 0 (para un almacenamiento tipo embalse) a 0,5 (para una cuña completamente desarrollada). En cauces naturales, X se encuentra entre 0 y 0,5, con un valor medio cercano a 0,2 (en cualquier caso, el modelo es muy poco sensible al valor de este parámetro). En cuanto al parámetro K, reproduce el tiempo de viaje de la onda a través del tramo de cauce. Aunque ambos parámetros dependen de la magnitud del caudal circulante, en el tránsito agregado se suponen constantes para todo rango de flujo.

La ecuación de continuidad con discretización centrada puede expresarse como:

$$I - Q = \frac{dS}{dt} \rightarrow \frac{I_{t+1} + I_t}{2} - \frac{Q_{t+1} + Q_t}{2} = \frac{S_{t+1} - S_t}{\Delta t}$$



Sustituyendo la ecuación de almacenamiento en la de continuidad, resulta finalmente la ecuación de tránsito para el método de Muskingum:

$$Q_{t+1} = C_o I_{t+1} + C_1 I_t + C_2 Q_t$$

donde:

$$C_o = \frac{(\Delta t/K) - 2X}{2(1-X)(\Delta t/K)}, \quad C_1 = \frac{(\Delta t/K) + 2X}{2(1-X)(\Delta t/K)}, \quad C_2 = 1 - C_o - C_1$$

4.2.2. CRITERIOS DE DISEÑO

En este apartado se presentan los criterios de diseño adoptados para la generación de los hidrogramas de crecida máximos esperables.

- Tormentas de diseño

A partir de los cuantiles de precipitación diaria máxima anual del estudio del apartado 3.4., se han obtenido los chaparrones de diseño para diferentes periodos de retorno (25, 100 y 500) para cada estación.

La curva IDF empleada es la propuesta en la Instrucción 5.2-IC (MOPU, 1990), basada en un trabajo de J.R. Témez, cuya expresión es la siguiente:

$$\frac{i_T(t)}{i_T(d)} = \alpha \frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}$$

donde:

$i_T(t)$ = intensidad media de precipitación para una duración de lluvia determinada t y un determinado período de retorno T, en mm/h

$i_T(d)$ = intensidad media diaria para el período de retorno considerado, que puede obtenerse como $P_d/24$, siendo P_d la precipitación diaria máxima anual correspondiente a dicho período de retorno, en mm/h

α = relación entre la intensidad horaria y la intensidad diaria

$i_T(1h)/i_T(d)$; denominado factor de torrencialidad puede obtenerse del mapa de isolíneas de la Instrucción 5.2-IC (MOPU, 1990)

t = duración para la cual se pretende obtener la intensidad, en horas.

La distribución temporal de la lluvia se ha realizado según el método de los bloques alternos, cuya hipótesis fundamental es asumir, para cualquier intervalo de tiempo, la intensidad media más desfavorable. El proceso de cálculo de la tormenta por bloques alternos, para un período de retorno determinado, es el siguiente:

i) En primer lugar se fijan n intervalos de tiempo de duración Δt , de modo que la duración total de la tormenta sea igual a n Δt . Seguidamente, se obtienen, a partir de la curva IDF empleada, las intensidades de precipitación correspondientes a cada una de las duraciones, $i(k\Delta t)$.

ii) El valor de intensidad correspondiente a cada uno de los n bloques que conforman la tormenta se define de la siguiente forma:

$$b_k = k i(k\Delta t) - \sum_{j=1}^{k-1} b_j$$

iii) Los bloques se reordenan en una secuencia temporal de manera que la intensidad máxima se sitúe en el centro de la tormenta y que los demás bloques queden en orden de intensidad decreciente alternativamente a derecha e izquierda del bloque central.

Además de la estructura temporal, las tormentas se han diseñado siguiendo las siguientes premisas:



- i) La duración de las tormentas es de 12 horas, valor superior al mayor tiempo de concentración de la cuenca (aproximadamente 9 horas).
- ii) La discretización temporal de las tormentas es de 10 minutos. En cualquier caso este valor se ajusta al rango que establece una solución de compromiso entre un máximo (habitualmente en crecidas se establece como el mínimo entre 30 minutos y una duración igual al 20% del tiempo de concentración de la cuenca), y un mínimo (condicionado por los tiempos de concentración de las subcuencas del sistema y la incertidumbre de la curva IDF de Témez para pequeñas duraciones de tiempo).
- iii) Se asume simultaneidad temporal de la precipitación en la cuenca, por lo que los cuantiles de Pd máxima anual se han reducido arealmente con la expresión propuesta por Témez para la superficie total de la cuenca. La expresión es la siguiente:

$$K_A = 1 - \frac{\log(A)}{15}$$

donde: A=área de la totalidad de la zona de estudio, dada la simultaneidad temporal de la precipitación.

En el sistema objeto de estudio, se ha empleado un factor de torrencialidad = 11.2.

Con estas premisas se han construido las tormentas de diseño para cada período de retorno, cuyos factores más significativos (tiempo de duración, altura de precipitación máxima en 10 minutos y altura de precipitación total) recoge la siguiente tabla.

| ESTACIÓN | T (años) | t _d (horas) | h ^{máx(10')} (mm) | h _{tot} (mm) |
|----------------------|----------|------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Arcos de las Salinas | 25 | 12 | 13.34 | 62.9 |
| Arcos de las Salinas | 100 | 12 | 16.47 | 77.7 |
| Arcos de las Salinas | 500 | 12 | 19.67 | 92.8 |
| Titaguas | 25 | 12 | 17.52 | 82.6 |
| Titaguas | 100 | 12 | 21.8 | 102.8 |
| Titaguas | 500 | 12 | 26.16 | 123.4 |
| Chelva-Tuéjar | 25 | 12 | 25.22 | 119 |
| Chelva-Tuéjar | 100 | 12 | 46.7 | 220.3 |
| Chelva-Tuéjar | 500 | 12 | 68.16 | 321.5 |

Tabla 4.2.2.1. donde vemos los parámetros más significativos de nuestras nueve tormentas de diseño.

Con estos datos, procedemos a establecer la importancia que tiene cada estación sobre las subcuencas desagregadas. Esta importancia se muestra mediante los pesos por Thiessen que podemos ver en la siguiente tabla:

| | Arcos de las Salinas | Titaguas | Chelva-Tuéjar |
|------|----------------------|----------|---------------|
| SCOA | 0.4 | 0.6 | 0 |
| SCOB | 0 | 1 | 0 |
| SCEA | 0.3 | 0.7 | 0 |
| SCEB | 0 | 0.9 | 0.1 |
| SS | 0 | 0.2 | 0.8 |

Tabla 4.2.2.2. donde representamos, de cada cuenca, los pesos por Thiessen adjudicados a cada cuenca.

Mediante estos datos, obtenemos la precipitación diaria máxima anual resultado de la combinación de las diferentes estaciones:

| | SCOA | | SCOB | | SCEA | | SCEB | | SS | |
|----------------------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | Peso | P(d) 100 |
| Arcos de las Salinas | 0.4 | 92.62 | 0 | 92.62 | 0.3 | 92.62 | 0 | 92.62 | 0 | 92.62 |
| Titaguas | 0.6 | 122.62 | 1 | 122.62 | 0.7 | 122.62 | 0.9 | 122.62 | 0.2 | 122.62 |
| Chelva-Tuéjar | 0 | 262.64 | 0 | 262.64 | 0 | 262.64 | 0.1 | 262.64 | 0.8 | 262.64 |
| Pd promedio | | 110.62 | | 122.62 | | 113.62 | | 136.622 | | 234.636 |

Tabla 4.2.2.3. donde vemos la precipitación diaria máxima anual promedio en cada subcuenca desagregada.

Los valores IDF empleados para cada una de nuestras subcuencas se muestran a continuación en la tabla 4.2.2.4. Dado que el tiempo de duración de la tormenta son 12 horas, con una discretización temporal de 10 minutos, la tormenta de bloques alternos cuenta con 72 bloques.

| n | SCOA | | SCOB | | SCEA | | SCEB | | SS | |
|---|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|----|-----------------------|
| | n | I _r (mm/h) | n | I _r (mm/h) |
| 1 | 1 | 118.02 | 1 | 130.82 | 1 | 121.22 | 1 | 145.76 | 1 | 250.33 |
| 2 | 2 | 45.58 | 2 | 50.53 | 2 | 46.82 | 2 | 56.30 | 2 | 96.69 |
| 3 | 3 | 32.06 | 3 | 35.54 | 3 | 32.93 | 3 | 39.60 | 3 | 68.01 |
| 4 | 4 | 25.24 | 4 | 27.98 | 4 | 25.92 | 4 | 31.17 | 4 | 53.53 |
| 5 | 5 | 20.99 | 5 | 23.27 | 5 | 21.56 | 5 | 25.92 | 5 | 44.52 |
| 6 | 6 | 18.04 | 6 | 20.00 | 6 | 18.53 | 6 | 22.29 | 6 | 38.28 |
| 7 | 7 | 15.87 | 7 | 17.59 | 7 | 16.30 | 7 | 19.59 | 7 | 33.65 |



| | | | | | | | | | |
|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| 8 | 14.18 | 8 | 15.72 | 8 | 14.56 | 8 | 17.51 | 8 | 30.08 |
| 9 | 12.83 | 9 | 14.22 | 9 | 13.18 | 9 | 15.84 | 9 | 27.21 |
| 10 | 11.72 | 10 | 12.99 | 10 | 12.04 | 10 | 14.48 | 10 | 24.86 |
| 11 | 10.79 | 11 | 11.96 | 11 | 11.09 | 11 | 13.33 | 11 | 22.89 |
| 12 | 10.00 | 12 | 11.09 | 12 | 10.27 | 12 | 12.35 | 12 | 21.22 |
| 13 | 9.32 | 13 | 10.33 | 13 | 9.58 | 13 | 11.51 | 13 | 19.78 |
| 14 | 8.73 | 14 | 9.68 | 14 | 8.97 | 14 | 10.78 | 14 | 18.52 |
| 15 | 8.21 | 15 | 9.10 | 15 | 8.43 | 15 | 10.14 | 15 | 17.41 |
| 16 | 7.74 | 16 | 8.58 | 16 | 7.95 | 16 | 9.56 | 16 | 16.42 |
| 17 | 7.33 | 17 | 8.12 | 17 | 7.53 | 17 | 9.05 | 17 | 15.54 |
| 18 | 6.95 | 18 | 7.71 | 18 | 7.14 | 18 | 8.59 | 18 | 14.75 |
| 19 | 6.62 | 19 | 7.33 | 19 | 6.80 | 19 | 8.17 | 19 | 14.03 |
| 20 | 6.31 | 20 | 6.99 | 20 | 6.48 | 20 | 7.79 | 20 | 13.38 |
| 21 | 6.03 | 21 | 6.68 | 21 | 6.19 | 21 | 7.44 | 21 | 12.79 |
| 22 | 5.77 | 22 | 6.40 | 22 | 5.93 | 22 | 7.13 | 22 | 12.24 |
| 23 | 5.53 | 23 | 6.13 | 23 | 5.68 | 23 | 6.83 | 23 | 11.74 |
| 24 | 5.31 | 24 | 5.89 | 24 | 5.46 | 24 | 6.56 | 24 | 11.27 |
| 25 | 5.11 | 25 | 5.66 | 25 | 5.25 | 25 | 6.31 | 25 | 10.84 |
| 26 | 4.92 | 26 | 5.45 | 26 | 5.05 | 26 | 6.08 | 26 | 10.44 |
| 27 | 4.74 | 27 | 5.26 | 27 | 4.87 | 27 | 5.86 | 27 | 10.06 |
| 28 | 4.58 | 28 | 5.08 | 28 | 4.70 | 28 | 5.66 | 28 | 9.71 |
| 29 | 4.42 | 29 | 4.90 | 29 | 4.54 | 29 | 5.46 | 29 | 9.39 |
| 30 | 4.28 | 30 | 4.74 | 30 | 4.40 | 30 | 5.29 | 30 | 9.08 |
| 31 | 4.14 | 31 | 4.59 | 31 | 4.26 | 31 | 5.12 | 31 | 8.79 |
| 32 | 4.01 | 32 | 4.45 | 32 | 4.12 | 32 | 4.96 | 32 | 8.52 |
| 33 | 3.89 | 33 | 4.32 | 33 | 4.00 | 33 | 4.81 | 33 | 8.26 |
| 34 | 3.78 | 34 | 4.19 | 34 | 3.88 | 34 | 4.67 | 34 | 8.01 |
| 35 | 3.67 | 35 | 4.07 | 35 | 3.77 | 35 | 4.53 | 35 | 7.78 |
| 36 | 3.57 | 36 | 3.95 | 36 | 3.66 | 36 | 4.40 | 36 | 7.57 |
| 37 | 3.47 | 37 | 3.84 | 37 | 3.56 | 37 | 4.28 | 37 | 7.36 |
| 38 | 3.38 | 38 | 3.74 | 38 | 3.47 | 38 | 4.17 | 38 | 7.16 |
| 39 | 3.29 | 39 | 3.64 | 39 | 3.38 | 39 | 4.06 | 39 | 6.97 |
| 40 | 3.20 | 40 | 3.55 | 40 | 3.29 | 40 | 3.95 | 40 | 6.79 |
| 41 | 3.12 | 41 | 3.46 | 41 | 3.21 | 41 | 3.86 | 41 | 6.62 |
| 42 | 3.04 | 42 | 3.37 | 42 | 3.13 | 42 | 3.76 | 42 | 6.46 |
| 43 | 2.97 | 43 | 3.29 | 43 | 3.05 | 43 | 3.67 | 43 | 6.30 |
| 44 | 2.90 | 44 | 3.21 | 44 | 2.98 | 44 | 3.58 | 44 | 6.15 |
| 45 | 2.83 | 45 | 3.14 | 45 | 2.91 | 45 | 3.50 | 45 | 6.01 |
| 46 | 2.77 | 46 | 3.07 | 46 | 2.84 | 46 | 3.42 | 46 | 5.87 |
| 47 | 2.71 | 47 | 3.00 | 47 | 2.78 | 47 | 3.34 | 47 | 5.74 |
| 48 | 2.65 | 48 | 2.93 | 48 | 2.72 | 48 | 3.27 | 48 | 5.61 |
| 49 | 2.59 | 49 | 2.87 | 49 | 2.66 | 49 | 3.20 | 49 | 5.49 |

| | | | | | | | | | |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
| 50 | 2.53 | 50 | 2.81 | 50 | 2.60 | 50 | 3.13 | 50 | 5.37 |
| 51 | 2.48 | 51 | 2.75 | 51 | 2.55 | 51 | 3.06 | 51 | 5.26 |
| 52 | 2.43 | 52 | 2.69 | 52 | 2.49 | 52 | 3.00 | 52 | 5.15 |
| 53 | 2.38 | 53 | 2.64 | 53 | 2.44 | 53 | 2.94 | 53 | 5.04 |
| 54 | 2.33 | 54 | 2.58 | 54 | 2.39 | 54 | 2.88 | 54 | 4.94 |
| 55 | 2.28 | 55 | 2.53 | 55 | 2.35 | 55 | 2.82 | 55 | 4.85 |
| 56 | 2.24 | 56 | 2.48 | 56 | 2.30 | 56 | 2.77 | 56 | 4.75 |
| 57 | 2.20 | 57 | 2.43 | 57 | 2.26 | 57 | 2.71 | 57 | 4.66 |
| 58 | 2.16 | 58 | 2.39 | 58 | 2.21 | 58 | 2.66 | 58 | 4.57 |
| 59 | 2.11 | 59 | 2.34 | 59 | 2.17 | 59 | 2.61 | 59 | 4.49 |
| 60 | 2.08 | 60 | 2.30 | 60 | 2.13 | 60 | 2.56 | 60 | 4.40 |
| 61 | 2.04 | 61 | 2.26 | 61 | 2.09 | 61 | 2.52 | 61 | 4.32 |
| 62 | 2.00 | 62 | 2.22 | 62 | 2.06 | 62 | 2.47 | 62 | 4.25 |
| 63 | 1.97 | 63 | 2.18 | 63 | 2.02 | 63 | 2.43 | 63 | 4.17 |
| 64 | 1.93 | 64 | 2.14 | 64 | 1.98 | 64 | 2.39 | 64 | 4.10 |
| 65 | 1.90 | 65 | 2.10 | 65 | 1.95 | 65 | 2.34 | 65 | 4.03 |
| 66 | 1.87 | 66 | 2.07 | 66 | 1.92 | 66 | 2.30 | 66 | 3.96 |
| 67 | 1.83 | 67 | 2.03 | 67 | 1.88 | 67 | 2.27 | 67 | 3.89 |
| 68 | 1.80 | 68 | 2.00 | 68 | 1.85 | 68 | 2.23 | 68 | 3.83 |
| 69 | 1.77 | 69 | 1.97 | 69 | 1.82 | 69 | 2.19 | 69 | 3.76 |
| 70 | 1.74 | 70 | 1.93 | 70 | 1.79 | 70 | 2.15 | 70 | 3.70 |
| 71 | 1.72 | 71 | 1.90 | 71 | 1.76 | 71 | 2.12 | 71 | 3.64 |
| 72 | 1.69 | 72 | 1.87 | 72 | 1.74 | 72 | 2.09 | 72 | 3.58 |

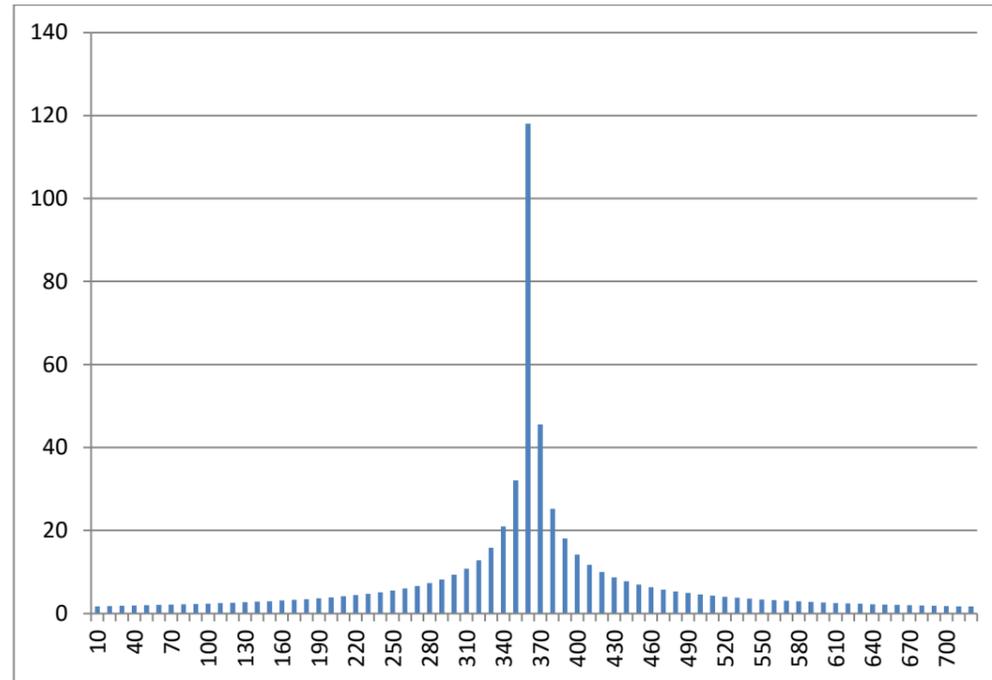
Tabla 4.2.2.4. con los valores IDF con discretización 10 minutil empleadas.

Hemos obtenido, de esta manera, las tormentas de diseño por bloques alternos de cada estación para los periodos de retorno de 25 años, 100 años y 500 años. Una vez las tenemos, procedemos a aplicar la tabla 4.2.2.2 de pesos de Thiessen para obtener las tormentas de diseño asociadas a cada subcuena. De esta manera obtenemos el comportamiento de las subcuenas en función del periodo de retorno que nos interese.

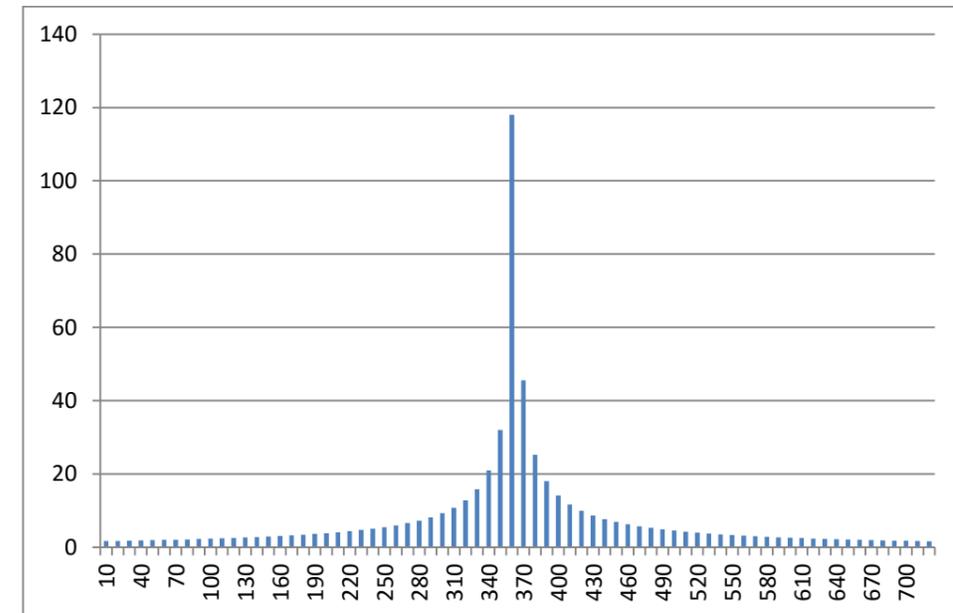
En las siguientes figuras vemos, como ejemplo, las tormentas de diseño para un periodo de retorno de T=100 años, asociadas a las subcuenas en las que se desagrega la cuenca Tuéjar 1. En ellas, el tiempo está representado en minutos en el eje de las abscisas y la precipitación está representada en milímetros en el eje de ordenadas:



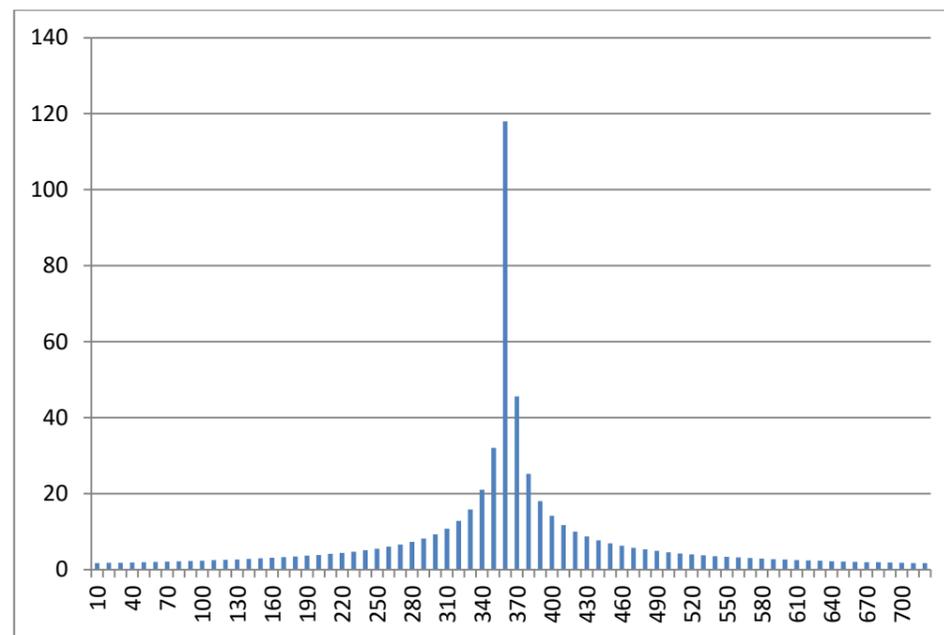
- Tormenta de periodo de retorno $T=100$ asociada a la subcuenca SCOA:



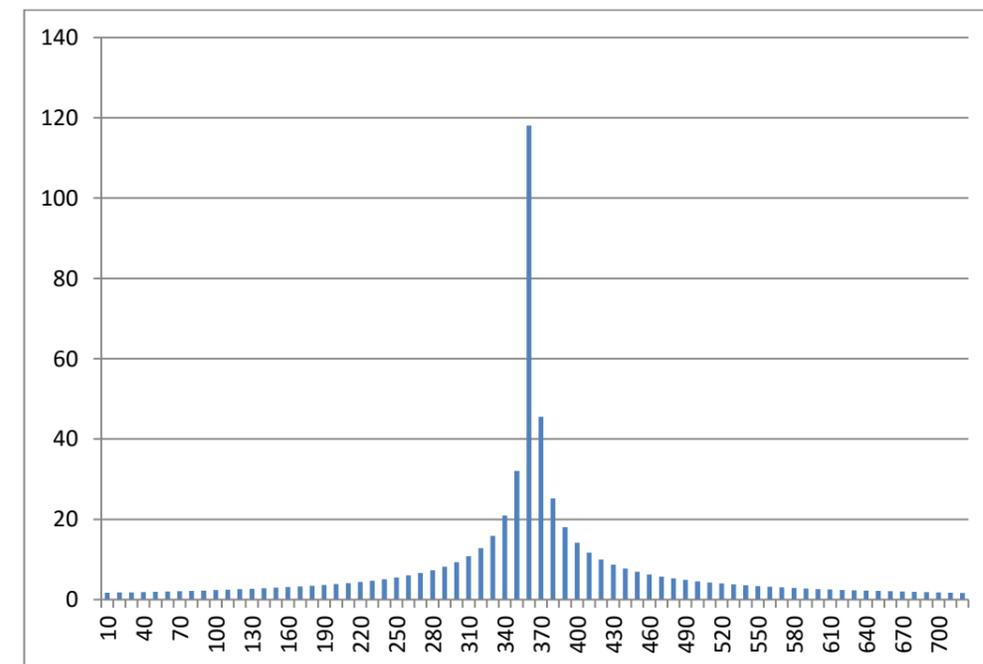
Tormenta asociada a la subcuenca SCOA.



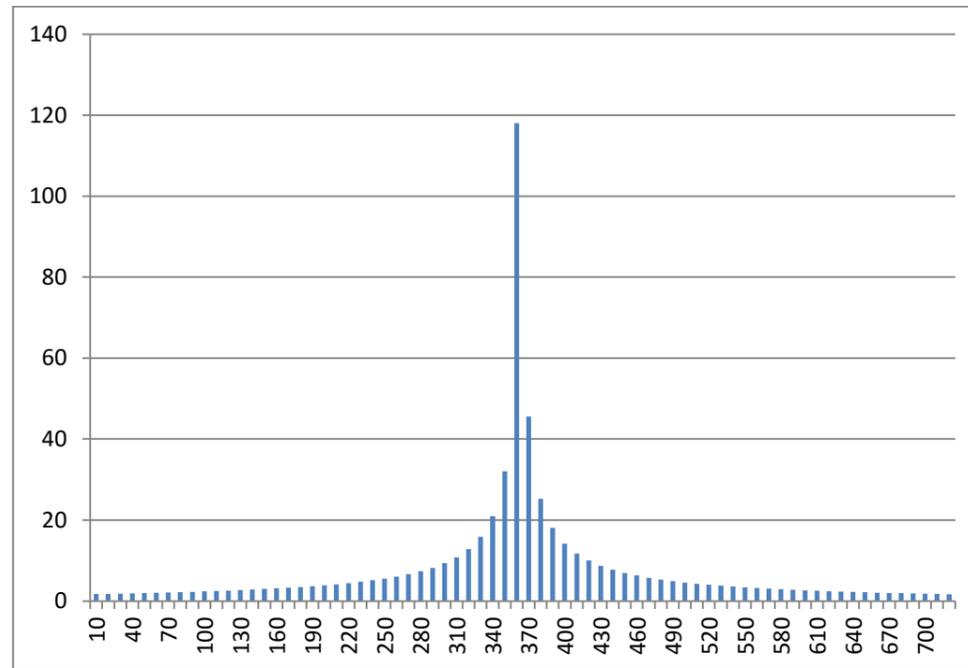
Tormenta asociada a la subcuenca SCEA.



Tormenta asociada a la subcuenca SCOB.



Tormenta asociada a la subcuenca SCEB.



Tormenta asociada a la subcuenca SS.

Las tormentas de diseño se caracterizan por su duración, intensidad pico y altura de precipitación acumulada. Dado que ya hemos mencionado la duración de 12 horas de todas las tormentas, el resto de características se muestran a continuación:

| Subcuencas | Intensidad pico 10 minutil máxima (mm/h) | Altura de precipitación acumulada (mm) |
|------------|--|--|
| SCOA | 118.02 | 92.8 |
| SCOB | 130.82 | 102.8 |
| SCEA | 121.22 | 95.3 |
| SCEB | 145.76 | 114.6 |
| SS | 250.33 | 196.8 |

Tabla 4.2.2.5. con las características de la tormenta de diseño de las subcuencas SCOA, SCOB, SCEA, SCEB y SS. para el periodo de retorno de T= 100 años.

4.3. CAUDALES

Una vez hemos escogido el modelo pseudodistribuido para modelizar la lluvia-escorrentía de nuestra cuenca, procedemos a esquematizar nuestra zona de estudio conceptualmente mediante el programa HEC-HMS, quedando la cuenca de la siguiente manera:

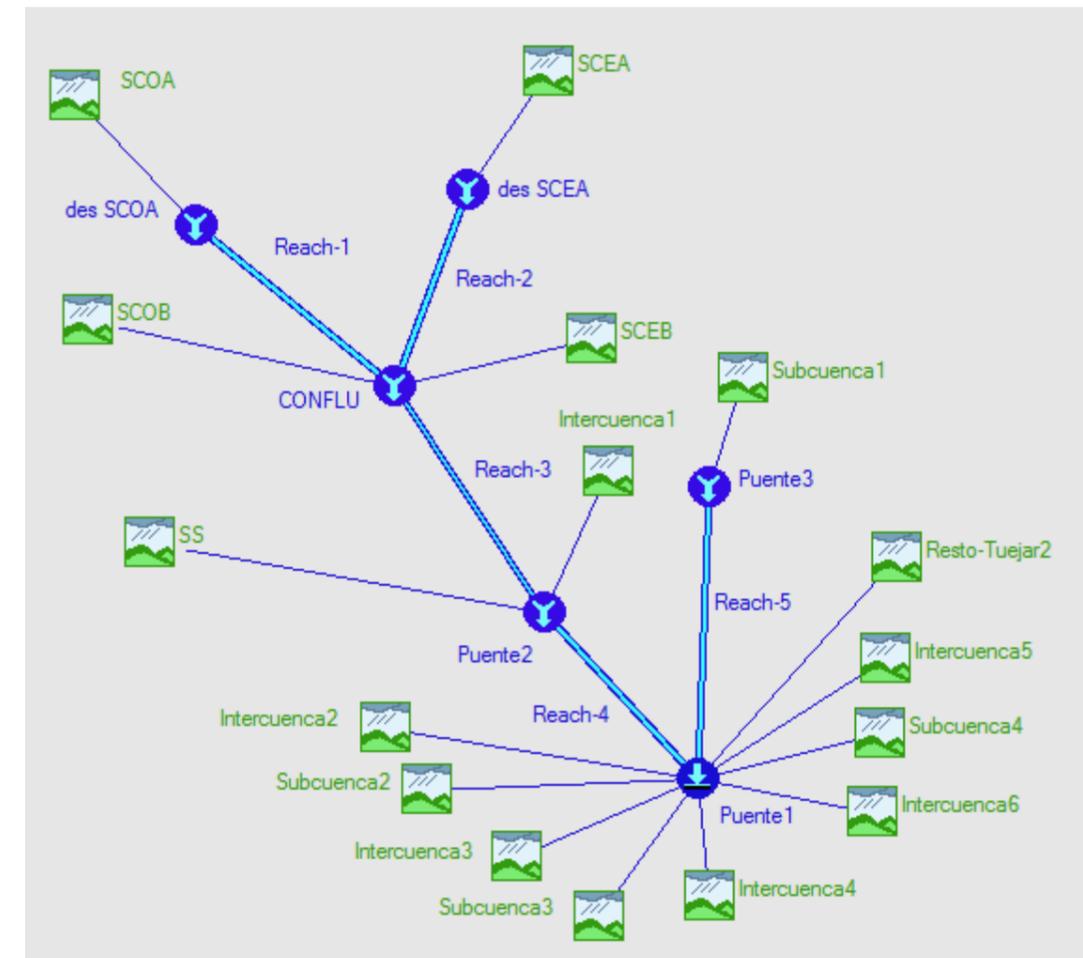


Figura 4.3.1. donde vemos el esquema conceptual de nuestra zona de estudio.

Como podemos observar, en este esquema conceptual, hemos cambiado el desagüe de posición, del Puente2 al Puente1, convirtiendo el Puente2 en un nudo donde confluyen las subcuencas desagregadas de la cuenca Tuéjar 1 y la intercuena 1. Hemos añadido también el nudo de Puente3 donde desagua la subcuenca 1, y dos tramos de propagación correspondientes con el último tramo del río Tuéjar entre el Puente 1 y el Puente 2. Por último hemos añadido las demás subcuencas e intercuencas de nuestro sistema hidrológico, en el que cabe destacar la subcuenca Resto-Tuéjar 2, que constituye la zona



que no ha sido agregada en Tuéjar 1, y que por lo tanto constituye una subcuenca diferente de 9.91 km².

Por otro lado, para aplicar el programa HEC-HMS, necesitamos obtener los parámetros que nos pide éste. Los parámetros más significativos de cada subcuenca son:

| Cuenca | P ₀ (mm) | P ₀ corregido (mm) | SCS Curve Nº | SCS lag (mins) |
|----------------|---------------------|-------------------------------|--------------|----------------|
| SCOA | 11.3 | 25 | 67.02 | 142.06 |
| SCOB | 14.05 | 32 | 61.35 | 93.96 |
| SCEA | 10.45 | 23 | 68.83 | 129.70 |
| SCEB | 17.1 | 38 | 57.21 | 121.4 |
| SS | 16.6 | 37 | 57.86 | 165.35 |
| Sc 1 | 12.2 | 27 | 65.30 | 45.05 |
| Resto-Tuéjar 2 | 12.7 | 28 | 64.41 | 71.4 |
| Sc2 | 12.73 | 28 | 64.47 | 12.84 |
| Sc3 | 11.85 | 26 | 66.15 | 12.40 |
| Sc4 | 10.42 | 23 | 68.83 | 10.37 |
| Ic1 | 19 | 44 | 53.59 | 8.40 |
| Ic2 | 12.95 | 29 | 63.66 | 6.80 |
| Ic3 | 8 | 19 | 72.78 | 4.56 |
| Ic4 | 12.62 | 28 | 64.47 | 6.27 |
| Ic5 | 8 | 19 | 72.78 | 2.51 |
| Ic6 | 16.58 | 37 | 57.86 | 9.60 |

Tabla 4.3.2. donde vemos los parámetros más significativos de nuestro modelo.

Una vez tenemos el modelo cargado y los parámetros de cada subcuenca implementados, procedemos a ejecutar el programa adoptando las tormentas de diseño para periodos de retorno de T=25, T=100 y T=500 años, obteniendo los siguientes caudales.

| | | Q (m ³ /s) | | |
|----------------|-----------------|-----------------------|--------|--------|
| | | T25 | T100 | T500 |
| CUENCAS | Tuéjar 1 | 222.47 | 551.04 | 963.7 |
| | Tuéjar 2 | 232.87 | 585.83 | 1030.2 |
| | SC 1 | 23.49 | 77.44 | 138.32 |
| | SC 2 | 2.65 | 9.25 | 16.75 |
| | SC 3 | 1.79 | 5.87 | 10.41 |
| | SC 4 | 1.29 | 3.88 | 6.67 |
| | IC 1 | 1 | 5.72 | 11.65 |
| | IC 2 | 2.48 | 9.24 | 17.05 |
| | IC 3 | 1.63 | 4.54 | 7.64 |
| | IC 4 | 1.57 | 5.69 | 10.4 |
| | IC 5 | 0.3 | 0.85 | 1.42 |
| | IC 6 | 1.32 | 5.86 | 11.32 |

Tabla 4.3.3. donde obtenemos el valor de los caudales generados en cada subcuenca para los periodos de retorno 25, 100 y 500.

5. CÁLCULO HIDRÁULICO DEL DRENAJE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE LA VARIANTE.

Para conseguir un buen funcionamiento de la carretera objeto de este anejo, debemos realizar un estudio del drenaje. De manera que permita la restitución de la continuidad de cauces de agua atravesados por el trazado de la vía y la evacuación de los caudales recogidos a lo largo de la carretera mediante un drenaje longitudinal. A continuación explicaremos la metodología y los cálculos hidráulicos necesarios para la definición de las obras de drenaje que tendremos en la variante.

La información que hemos empleado es:

- Planta, perfil longitudinal y perfil transversal de la variante de estudio.
- Los caudales proporcionados en el capítulo 4.
- La orografía del terreno
- Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial (2016)

El cálculo hidráulico se ha realizado en régimen estacionario unidimensional para los caudales de crecida con periodos de retorno de 25 años para el drenaje longitudinal y de 100 años para el drenaje transversal, para así obtener las dimensiones de cada elemento de drenaje.

Para realizar los cálculos se ha tenido en cuenta los condicionantes determinados por la instrucción 5.2-IC de marzo de 2016.

5.1. ESQUEMA

La variante de estudio tiene unas características que pueden consultarse en el Anejo 5 "Diseño geométrico". De este documento se ha obtenido el perfil longitudinal de la variante, así como la planta del mismo. Con estos dos planos podemos hacer un prediseño de la situación de cada obra de drenaje.

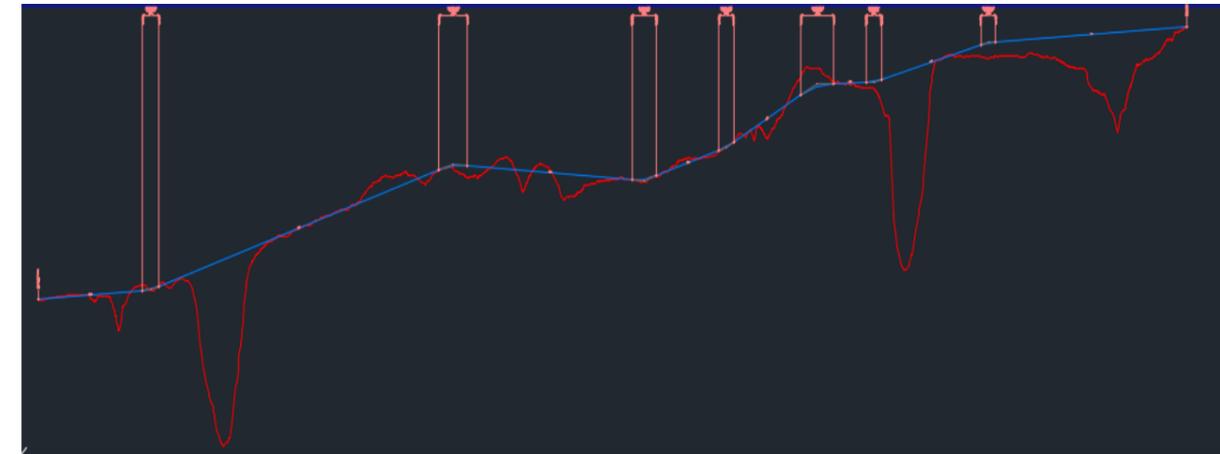


Figura 5.1.1. donde vemos el perfil longitudinal de la variante (en azul) y del terreno (en rojo). Fuente: Anejo 5 "Diseño geométrico".

Cabe destacar, viendo el perfil longitudinal de la carretera, la presencia de un punto bajo en el P.K. 2+490, que será un punto singular a la hora de dimensionar el drenaje.

Para obtener el drenaje transversal debemos tener en cuenta varios aspectos:

- Primero debemos definir un drenaje transversal donde haya un cauce definido (señalados en rojo en la figura 5.1.2.). Tras esto, se observa el perfil longitudinal de la figura 5.1.1. para determinar las posiciones en las que se encuentran estos puntos. En los desagües de las cuencas Tuéjar 1 y Tuéjar 2, así como en la subcuenca 1, el agua se desalojará por debajo de los puentes, cuyo estudio hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente se puede consultar en el Anejo 13 "Hidráulica y afección a cauces".
- El caudal que debe desalojar cada obra de drenaje transversal (ODT a partir de ahora) se obtiene mediante la suma de los caudales provenientes de las obras de drenaje longitudinal (ODL a partir de ahora), que desagüen en el y del caudal proveniente del cauce de la subcuenca.

A la hora de obtener el caudal que desalojará en cada ODT, debemos seguir una serie de premisas:

- La pendiente longitudinal de la carretera será la que nos marque el sentido de las ODLs que desagüen en cada ODT.
- Dado que las intercuenca no tienen un cauce definido, su caudal se debe repartir entre las ODTs más cercanas, mediante cunetas, teniendo en cuenta la primera premisa y la cantidad de agua que desaloja cada ODT.

- La escorrentía que se genera en la plataforma de la carretera tiene un flujo difuso siguiendo la pendiente del bombeo que se haya determinado en el diseño geométrico de la misma. Este caudal se transportará mediante cunetas hacia la ODT más próxima teniendo en cuenta la primera premisa.

Dado que estamos en la fase de prediseño, tendremos en cuenta la simultaneidad en toda la cuenca del Tuéjar, por esto, los caudales que utilizaremos serán los caudales pico que nos proporciona el programa HEC-HMS y que disponemos en el capítulo 4.

Haciendo uso del perfil longitudinal, de la orografía del terreno y de las premisas ya explicadas para la situación de las obras de drenaje transversal, podemos realizar un primer esquema de la situación de las ODTs a lo largo de nuestra variante.

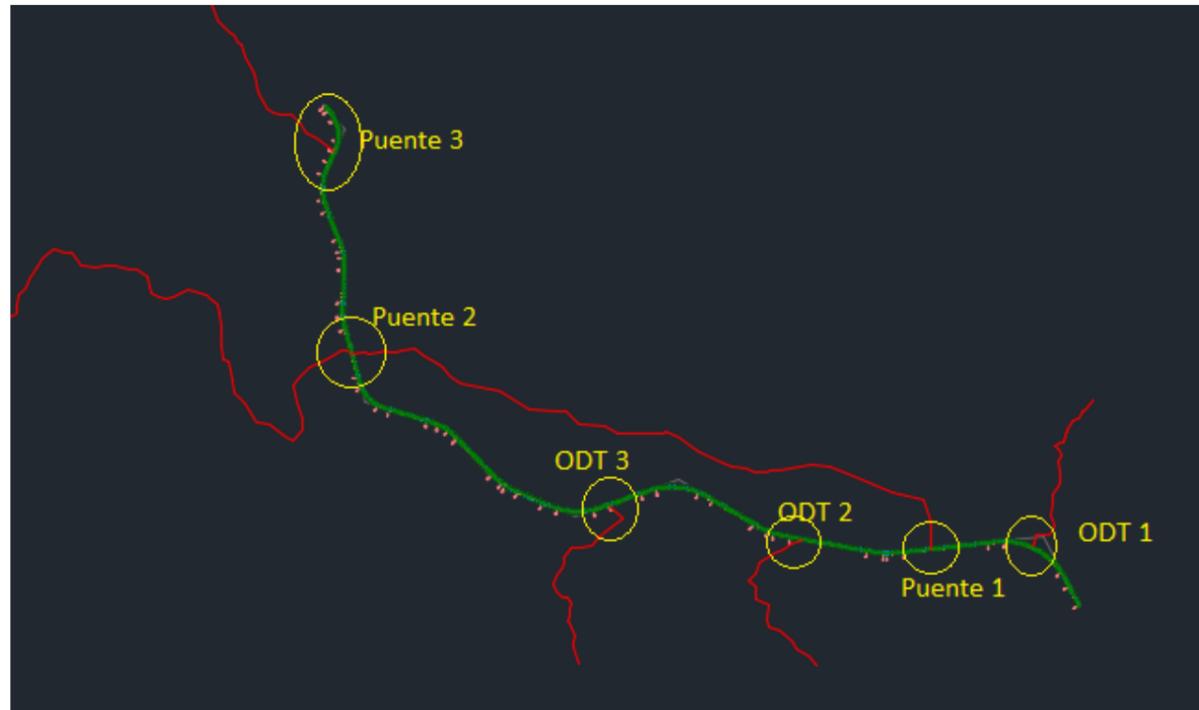


Figura 5.1.2. donde vemos la posición de las ODTs en relación a la variante

En el esquema podemos ver los siguientes puntos característicos:

- ODT 1: es el caudal proveniente de la subcuenca 4, de las intercuenas próximas, es decir, la intercuenca 5 y la intercuenca 6, así como del tramo de la plataforma. Esta ODT se situará en el P.K. 0+330.
- Puente 1: recogerá el caudal proveniente de todas las cuencas de nuestro sistema, (Tuéjar 2), excepto las mencionadas anteriormente. Requerirá un estudio hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente realizados en el Anejo 13 “Hidráulica y afección a cauces”. El puente se sitúa entre los P.K. 0+641,99 y 0+883,99.
- ODT 2: recoge el caudal proveniente de la subcuenca 3, así como el proveniente de la intercuenca 3. Esta ODT se situará en el P.K. 1+340.
- ODT 3: recoge el caudal proveniente de la subcuenca 2 y de la intercuenca 2. Esta ODT se sitúa en el P.K. 2+235.
- Puente 2: recogerá el caudal proveniente de la cuenca Tuéjar 1 y de la intercuenca 1. Requerirá un estudio hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente realizados en el Anejo 13 “Hidráulica y afección a cauces”. El puente se sitúa entre los P.K. 3+533,96 y 3+738,66.
- Puente 3: recogerá el caudal proveniente de la subcuenca 1. Requerirá un estudio hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente realizados en el Anejo 13 “Hidráulica y afección a cauces”. El puente se sitúa entre los P.K. 4+390,42 y 4+597,42.

El esquema analítico de las ODTs lo recogemos en la siguiente tabla:

| | ODT 1 | Puente 1 | ODT 2 | ODT 3 | Puente 2 | Puente 3 |
|--------------------|-------|----------|-------|-------|----------|----------|
| P.K. inicio | 0+330 | 0+641.99 | 1+340 | 2+235 | 3+533.96 | 4+390.42 |
| P.K. final | 0+331 | 0+883.99 | 1+341 | 2+236 | 3+738.66 | 4+597.42 |

Tabla 5.1.3. con la posición de las ODTs.

Por otro lado, para obtener el drenaje longitudinal de nuestra variante tendremos en cuenta lo siguiente:

- Dispondremos cunetas a lo largo de nuestra variante, en ambos márgenes de ésta, tanto en zonas de desmonte como en zonas de terraplén, de manera que las cunetas sigan la pendiente de la misma.

- Las ODLs desaguarán siempre que lo permita la pendiente longitudinal de la carretera, en la ODT más cercana, la cual debe poder asumir este aporte sin colmatarse.
- Tendremos en cuenta el bombeo de la carretera en las curvas para saber el destino de la escorrentía generada en la plataforma.

Dadas estas premisas, y apoyándonos en el perfil longitudinal de la carretera, podemos prediseñar un esquema en planta de la disposición de las cunetas, así como del destino que seguirá el agua que circule por ellas. En este esquema, que mostramos en la figura 5.1.3., denominamos margen izquierda a la zona sur de la variante, mientras que la zona norte será la margen derecha.

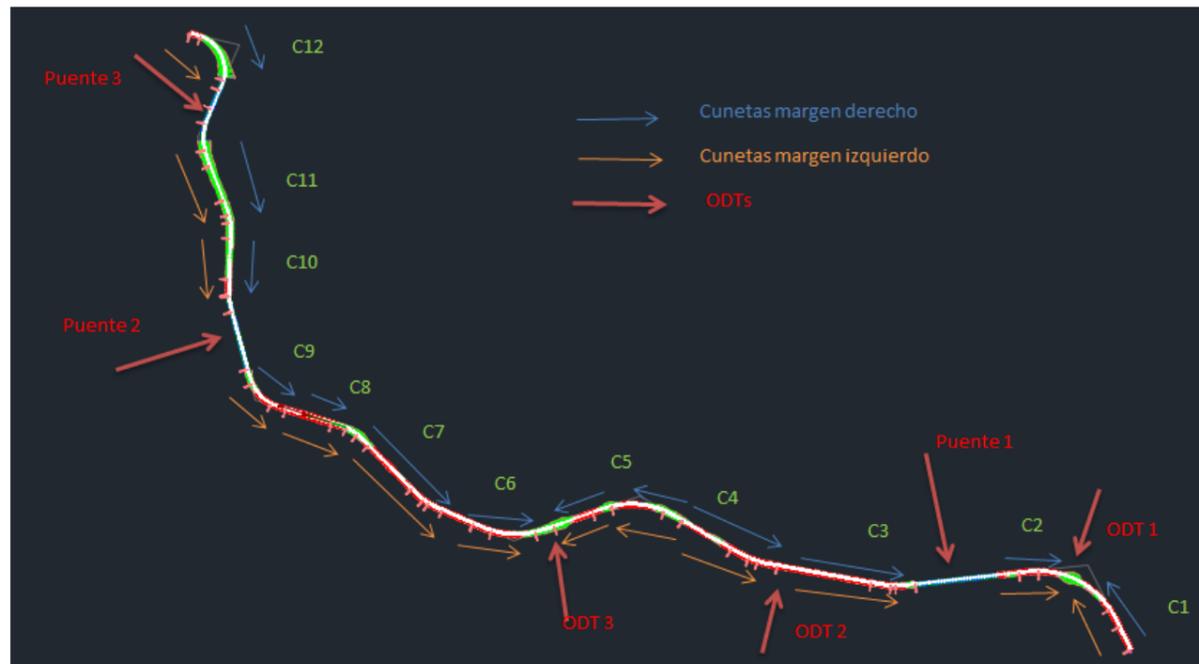


Figura 5.1.4. donde observamos el sentido de las cunetas de margen derecha e izquierda a lo largo de todo el recorrido de la variante.

Como se puede ver en el esquema anterior, podemos dividir las obras de drenaje en los siguientes tramos de cunetas:

- 12 tramos de cunetas dispuestos en ambas márgenes, que se resumen en la siguiente tabla:

| | P.K. inicio | P.K. final | Subcuencas afectadas |
|------------|-------------|------------|----------------------|
| C1 | 0+000 | 0+330 | IC6+Plat. |
| C2 | 0+641 | 0+330 | IC5+Plat. |
| C3 | 1+340 | 0+883 | IC4+Plat. |
| C4 | 1+750 | 1+340 | IC3+Plat. |
| C5 | 1+750 | 2+235 | IC3+Plat. |
| C6 | 2+490 | 2+235 | IC2+Plat. |
| C7 | 2+890 | 2+490 | IC2+Plat. |
| C8 | 3+270 | 2+890 | IC2+Plat. |
| C9 | 3+533.96 | 3+270 | IC2+Plat. |
| C10 | 3+970 | 3+738.66 | IC1+Plat. |
| C11 | 4+390.42 | 3+970 | IC1+Plat. |
| C12 | 4+814 | 4+597.42 | Plat. |

Tabla 5.1.5. con el esquema analítico de las cunetas

- El drenaje longitudinal en los puentes se ha realizado canalizando el agua siguiendo la pendiente de la plataforma, transportándola de un extremo al otro entre pilas, ya que la pendiente es continua en su trazado. La evacuación del agua se realizará mediante orificios antes de cada pila.
- El punto bajo situado en el P.K. 2+480 se soluciona llevando su caudal a la ODT 3, la cual se encuentra a tan sólo 250 metros. Esto sumado a que la pendiente negativa a vencer es de $j=-0.0071$ m/m, nos hace pensar que podemos darle continuidad al tramo de cuneta C7 de manera que en este tramo de pendiente negativa, variemos la altura a la que se dispone la cuneta para que tenga una pendiente positiva de 0.001 m/m



De manera que las ODTs quedarán definidas del siguiente modo:

| | P.K. inicio | P.K. final | Subcuencas afectadas |
|-----------------|-------------|------------|----------------------|
| ODT 1 | 0+330 | 0+331 | SC4+C1+C2 |
| Puente 1 | 0+641.99 | 0+883.99 | Tuéjar2+C3 |
| ODT 2 | 1+340 | 1+341 | SC3+C4 |
| ODT 3 | 2+235 | 2+236 | SC2+C5+C6+C7+C8+C9 |
| Puente 2 | 3+533.96 | 3+738.66 | Tuéjar1+C10+C11 |
| Puente 3 | 4+390.42 | 4+597.42 | SC1+C12 |

Tabla 5.1.6. con el esquema analítico de las ODTs.

Dado que las cuencas tienen características diferentes, el parámetro “tiempo al pico” será diferente para cada cuenca. Es por esto por lo que el caudal pico de las cuencas no coincidirá en el tiempo, demostrando de esta manera el sobredimensionamiento de las obras de drenaje. Para tener en cuenta esta situación, deberíamos escoger el valor de máximo caudal de las combinaciones de las cuencas, pero para quedarnos del lado de la seguridad, mantenemos el valor de caudal pico de cada cuenca.

5.2. CAUDALES DE DISEÑO

La instrucción 5.2-IC de marzo de 2016 establece el empleo de los caudales pico para un periodo de retorno de 100 años para el cálculo de las ODTs, y de 25 años para las ODLs. En la siguiente tabla mostramos los caudales pico para T100 y T25 de las cuencas del sistema:

| Cuenca | Caudal pico T100 (m³/s) | Caudal pico T25 (m³/s) |
|----------|-------------------------|------------------------|
| Tuéjar 1 | 621.45 | 248.22 |
| Tuéjar 2 | 666.25 | 262.93 |
| Sc1 | 86.21 | 26.14 |
| Sc2 | 9.25 | 2.65 |
| Sc3 | 5.87 | 1.79 |
| Sc4 | 3.88 | 1.29 |
| lc1 | 5.72 | 1 |

| | | |
|-----|------|------|
| lc2 | 9.24 | 2.48 |
| lc3 | 4.54 | 1.63 |
| lc4 | 5.69 | 1.57 |
| lc5 | 0.85 | 0.3 |
| lc6 | 5.86 | 1.32 |

Tabla 5.2.1. donde mostramos los caudales en cada cuenca del sistema con periodo de retorno de 100 y 25 años.

Dado que las cuencas tienen características diferentes, el parámetro “tiempo al pico” será diferente para cada cuenca. Es por esto por lo que el caudal pico de las cuencas no coincidirá en el tiempo, demostrando de esta manera el sobredimensionamiento de las obras de drenaje. Para tener en cuenta esta situación, deberíamos escoger el valor de máximo caudal de las combinaciones de las cuencas, pero para quedarnos del lado de la seguridad, mantenemos el valor de caudal pico de cada cuenca.

Una vez obtenida la situación geométrica de cada una de las obras de drenaje y conocemos qué subcuencas están afectadas por cada una de ellas, podemos proceder a calcular el caudal que drenarán estas a fin de poder dimensionarlas. Para ello, diferenciamos entre la escorrentía superficial que se produce en la plataforma y la que se produce en el sistema hidrológico.

5.2.1. CAUDAL DE DISEÑO DE LA PLATAFORMA

Con el fin de calcular los caudales generados como escorrentía superficial sobre la plataforma, utilizaremos el método racional, ya que esta es la manera que estipula la instrucción 5.2-IC de marzo de 2016 que se debe emplear.

En este caso, se calculará el caudal generado por la escorrentía para un periodo de retorno de 25 años. La fórmula para calcular el caudal es la siguiente

$$Q_T = \frac{C * K_t * A * I(T, t_c)}{3.6}$$

Donde:

- Q_T es el caudal, en m³/s, máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe.



- C es el coeficiente adimensional medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada. La fórmula es la siguiente:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d * K_A}{P_0} - 1\right) * \left(\frac{P_d * K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d * K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

Donde:

- P_d en mm es la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado.
- K_A es el coeficiente adimensional reductor de la precipitación por área de la cuenca.
- P₀ en mm es el umbral de escorrentía. El cual se obtiene de la siguiente manera:

$$P_0 = P_0^i * \beta$$

Donde:

- P₀ⁱ en mm es el valor inicial del umbral de escorrentía, en este caso tiene el valor de 1 mm debido a que el uso de suelo es una red viaria.
- β es un coeficiente adimensional corrector del umbral de escorrentía. El cual, para calcular el drenaje de la plataforma se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del periodo de retorno T, con la siguiente fórmula:

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_t$$

Donde:

- β_m es un factor adimensional, y toma el valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. En nuestro caso, al hallarnos en la región 822, este factor toma el valor de 2.40.
- F_t es un factor adimensional función del periodo de retorno T. Dado que estamos calculando el caudal para

un periodo de retorno de T=25 años, este factor toma un valor de 1.16.

- A es el área, en km², de la cuenca o superficie drenada. Este área corresponde al tramo de cada cuneta, teniendo en cuenta que la mitad del área de la plataforma verterá a la margen derecha y la otra mitad a la margen izquierda.
- I(T,t_c) es la intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y un intervalo de duración de aguacero igual al tiempo de concentración. Su fórmula es:

$$I(T, t) = I_d * F_{int}$$

Donde:

- I(T,t) en mm/h es la intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t.
- I_d en mm/h es la intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T. Cuya fórmula es:

$$I_d = \frac{P_d * K_A}{24}$$

Donde:

- I_d en mm/h es la intensidad media diaria de precipitación cooregida correspondiente al periodo de retorno T
- P_d en mm es la precipitación diaria correspondiente al oerodo de retorno T
- K_A es el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca de valor:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} * A}{15}$$

Donde A es el área en km² de la cuenca.



- F_{int} es el factor de intensidad, que depende de la duración del aguacero y del periodo de retorno. Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max(F_a; F_b)$$

Donde:

- F_a es un factor adimensional obtenido a partir del índice de torrencialidad (I/I_d). De manera que:

$$F_a = \left(\frac{I}{I_d}\right)^{3.5287 - 2.5287 * t^{0.1}}$$

Donde t es la duración del aguacero en horas

- F_b es un coeficiente adimensional obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo. Se calcula del siguiente modo:

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

Donde:

- $I_{IDF}(T, t_c)$ es la intensidad de precipitación en mm/h correspondiente al periodo de retorno T y al tiempo de concentración obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.
- $I_{IDF}(T, 24)$ es la intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a 24 horas obtenido a través de las curvas IDF.
- k_b es un factor adimensional que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un periodo de 24 horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar $k_b=1.13$.

- K_t es un coeficiente de uniformidad en la distribución temporal obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

Donde:

- K_t = coeficiente adimensional de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
- t_c = es el tiempo de concentración de la cuenca en horas, en este caso de la plataforma, se debe calcular del modo que nos dicta la instrucción 5.2-IC para flujo difuso sobre el terreno. Este modo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$t_{dif} = 2 * L_{dif}^{0.408} * n_{dif}^{0.312} * J_{dif}^{-0.209}$$

Donde:

- t_{dif} en minutos, es el tiempo recorrido en flujo difuso sobre el terreno.
- n_{dif} es un coeficiente adimensional de flujo difuso, de valor 0.015.
- L_{dif} en metros, es la longitud de recorrido en flujo difuso.
- J_{dif} es la pendiente media de la plataforma (adimensional).

En la siguiente tabla mostramos los valores adoptados para los factores más significativos:

| C | Pd | KA | P0 | Kt | Tc (h) | Tc (mins) | I(T,t) |
|--------|--------|----|-------|--------|--------|-----------|--------|
| 0.9625 | 141.86 | 1 | 2.784 | 1.0032 | 0.0833 | 5 | 253.92 |

Tabla 5.2.1. donde podemos ver el valor de los parámetros más significativos del cálculo.

En la siguiente tabla ofrecemos los caudales procedentes de la plataforma para cada tramo de cuneta:



| Tramo | Q |
|---------|--------|
| C1 | 0.124 |
| C2 | 0.116 |
| C3 | 0.171 |
| C4 | 0.154 |
| C5 | 0.182 |
| C6 | 0.0955 |
| C7 | 0.150 |
| C8 | 0.182 |
| Q C9 | 0.0989 |
| Q C10 | 0.0867 |
| Q C11 | 0.157 |
| Q C12 | 0.0811 |
| Q Pte.1 | 0.0374 |
| Q Pte.2 | 0.0317 |
| Q Pte.3 | 0.0153 |

Tabla 5.2.2. donde vemos el valor del caudal proveniente de la plataforma para cada tramo de cuneta en cada margen.

5.2.2 CAUDALES TOTALES EN ODL Y ODT

Una vez tenemos calculados los caudales que desaguan a las cunetas, y teniendo en cuenta la subcuencas que deben desaguar en las ODL, podemos hallar los caudales totales que recogerá cada cuneta y cada ODT.

| Tramo | Q final | Pendiente | Longitud |
|-------|---------|-----------|----------|
| C1 | 1.44 | 0.0067 | 330 |
| C2 | 0.42 | 0.0328 | 311 |
| C3 | 1.74 | 0.0328 | 457 |
| C4 | 0.97 | 0.0328 | 410 |
| C5 | 1.00 | -0.0071 | 485 |
| C6 | 3.01 | -0.0071 | 255 |
| C7 | 2.29 | 0.0321 | 400 |
| C8 | 1.52 | 0.055 | 380 |
| C9 | 0.72 | 0.0026 | 263.96 |
| C10 | 1.24 | 0.0273 | 231.34 |
| C11 | 0.66 | 0.006 | 420.42 |

| ODT | Q total |
|-------|---------|
| ODT 1 | 5.74 |
| ODT 2 | 6.84 |
| ODT 3 | 13.25 |

| | | | |
|-------|------|--------|--------|
| C12 | 0.08 | 0.006 | 216.58 |
| Pte.1 | 0.04 | 0.0328 | 110 |
| Pte.2 | 0.03 | 0.0273 | 93 |
| Pte.3 | 0.02 | 0.006 | 45 |

Tabla 5.2.2.1. donde vemos los caudales totales de cada tramo de cuneta, así como los caudales totales en cada ODT.

5.3. DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

El diseño de las ODTs se apoyará en las secciones transversales de la variante en los puntos kilométricos en los que estas se vayan a ubicar, y para calcular sus dimensiones, realizaremos unas iteraciones en las que emplearemos las siguientes fórmulas:

$$Q = S * v$$

Donde:

-Q es el caudal en m³/s

-S es la sección transversal de la ODT

-v es la velocidad del agua a través de la ODT, obtenida mediante la fórmula de Manning.

$$v = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * j^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

➤ V es la velocidad del agua en m/s

➤ J es la pendiente del terreno de desagüe

➤ N es el número de Manning

➤ R_h es el radio hidráulico en m, y cuya fórmula es:

$$R_h = \frac{\text{Sección mojada}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{S_m}{P_m}$$

- ODT1

Para el cálculo de las dimensiones de esta obra de drenaje, tendremos en cuenta el caudal que debe, el cual es igual a 5.74 m³/s, A continuación mostramos la sección transversal en la que debe implantarse esta obra:

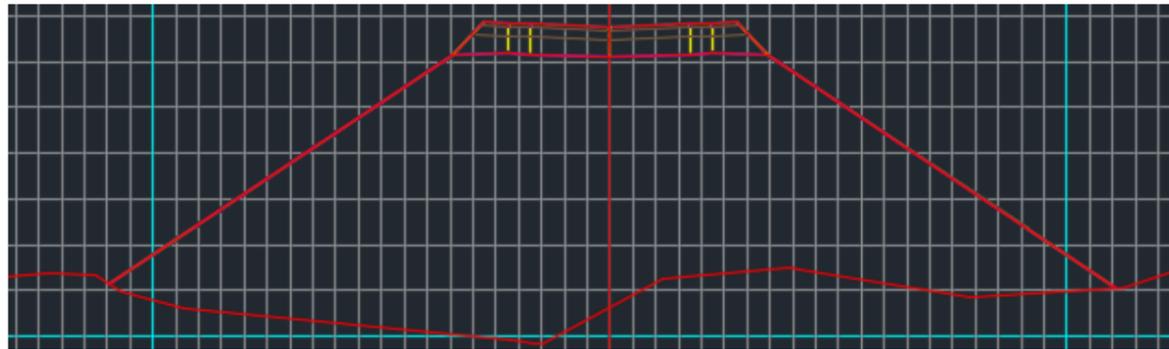


Figura 5.3.1. donde vemos la sección transversal del P.K. 0+330 de la variante donde construiremos nuestra ODT. Fuente: Anejo 5 “Diseño Geométrico”.

El terraplén que nos encontramos en esta zona tiene unos 10 metros de altura, con lo que no tendremos problema con las dimensiones de la obra. Tendremos en cuenta la pendiente natural del terreno, que en este tramo del barranco es de 0.023 m/m. Con estos datos y el caudal a trasegar, obtenemos unas dimensiones de marco de:

| | y0 (m) | B (m) | hc (m) | F | v (m/s) | R (m) |
|-------|--------|-------|--------|---------|------------|-------|
| ODT 1 | 0.697 | 1.5 | 1 | 2.10267 | 5.49346293 | 0.303 |

Tabla 5.3.2. con las dimensiones y parámetros importantes del marco situado como ODT1.

- ODT 3

El dimensionamiento de la ODT 3 será muy similar al de la ODT 1. El caudal que debe desalojar esta obra de drenaje es de 13.25 m³/s. A continuación mostramos la sección transversal de la variante donde se ubicará la ODT 3. En esta, podemos apreciar los 4.5 metros de terraplén que tenemos para poder introducir la obra de drenaje, así como la pendiente natural del terreno, que en este caso tendría un valor de 0.033.

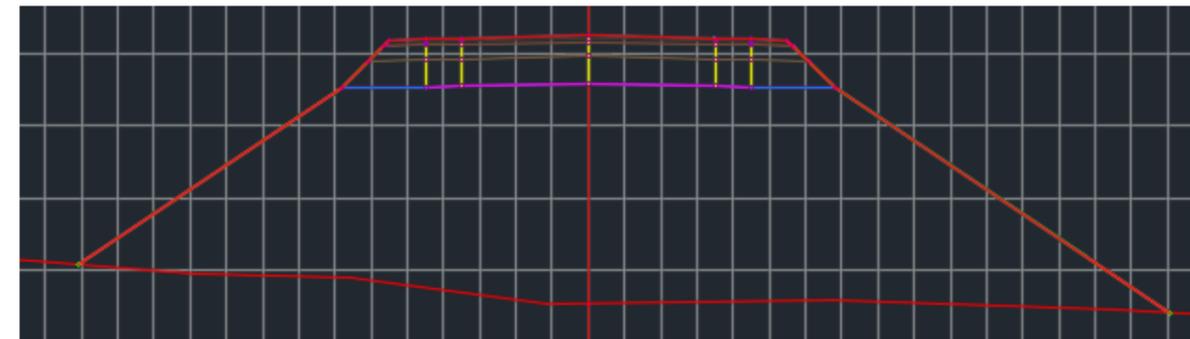


Figura 5.3.3. donde vemos la sección transversal perteneciente al P.K. 2+235. Fuente: Anejo 5 “Diseño Geométrico”.

Ya podemos obtener las dimensiones del marco que emplearemos en esta ODT:

| | y0 (m) | B (m) | hc (m) | F | v (m/s) | R (m) |
|-------|--------|-------|--------|--------|----------|-------|
| ODT 2 | 0.855 | 2 | 1 | 2.6745 | 7.743964 | 0.15 |

Tabla 5.3.4. con las dimensiones del marco situado como ODT 3 y sus parámetros más característicos.

- ODT 2

Por último, tenemos esta última obra de drenaje transversal, que es muy singular, ya que en el esquema de los recorridos principales de la cuenca de la figura 2.3.5., vemos que en este punto tenemos un cauce, en planta, que cruza la carretera de manera esviada. Para solucionar eso, la 5.2-IC propone dos soluciones, de las cuales, nos quedaremos con aquella que recomiende la norma, que es en la que se realiza un encauzamiento entre la obra y el cauce natural tanto a la entrada como a la salida de la ODT, además de colocar una protección en la salida de la ODT, donde se produce el giro brusco de dirección.

A continuación, vemos el esquema conceptual de las dos soluciones propuestas:

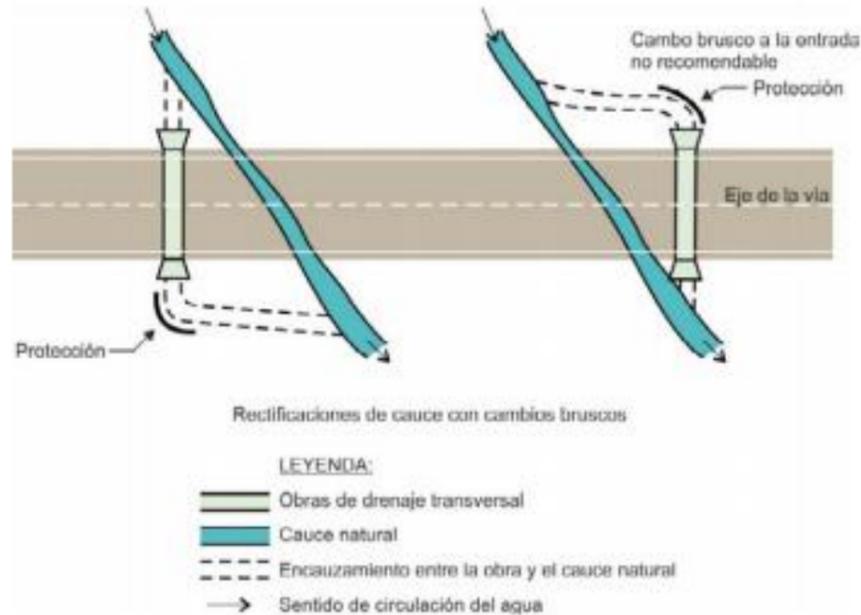


Figura 5.3.5. donde vemos las posibles soluciones al cauce esviado. Fuente: 5.2-IC.

Como hemos dicho antes, aplicaremos la primera solución. Tendremos en cuenta el caudal a trasegar de $6.84 \text{ m}^3/\text{s}$, y la pendiente natural del terreno, que es de 0.0714 m/m y la aplicaremos a nuestra ODT. A continuación podemos ver la sección transversal de la carretera en el P.K. correspondiente a la ODT 2.

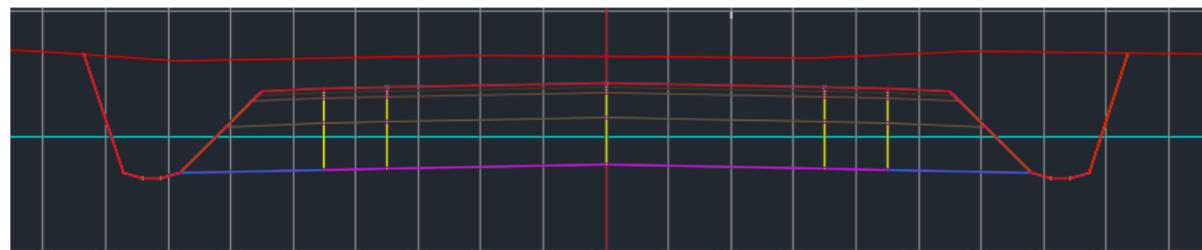


Figura 5.3.6. donde vemos la sección transversal perteneciente al P.K. 1+340. Fuente: Anejo 5 "Diseño Geométrico".

Como podemos observar, tal y como está diseñada la carretera en trinchera en un punto donde debemos desaguar, nos va a ser imposible generar en esta sección una ODT, por lo que decidimos mandar el agua procedente de este cauce, mediante la cuneta C3 de la margen izquierda de la carretera, hasta el puente 1, donde desaguará. Esta obra se denominará Interceptor, y recorrerá la margen izquierda de la variante desde el P.K. 0+883 hasta el P.K. 1+780 con una pendiente de 0.0328 m/m .

Esta operación la realizaremos del siguiente modo:

- El primer paso será obtener los parámetros que necesitamos del tramo de cuneta C4, por el que circulará un caudal de $0.97 \text{ m}^3/\text{s}$. Le aplicamos al tramo un ancho de base de $B=1 \text{ metro}$, y unos factores de talud izquierdo y derecho de $H:V=1.5$. Además de una altura de cajeros que sea de 0.5 metros , además de los siguientes parámetros:

| Tramo | C4 |
|--|---------|
| Caudal (m^3/s) | 0.97 |
| Pendiente (m/m) | 0.0328 |
| Calado normal (m) | 0.194 |
| Número de Froude | 3.11999 |
| Velocidad (m/s) | 3.88 |
| Resguardo (m) | 0.106 |
| Calado crítico (m) | 0.377 |
| Energía específica del calado normal (m) | 0.963 |

Tabla 5.3.7. con los parámetros característicos del tramo de cuneta C4.

Una vez tenemos estos datos, vemos que nos encontramos en régimen rápido ($F > 1$), por lo que el calado crítico se encontrará por encima del calado normal.

A continuación debemos dimensionar la cuneta C3 de manera que sea capaz de llevar un caudal de $9.57 \text{ m}^3/\text{s}$. Le aplicamos un ancho de base de $B=3.5 \text{ metros}$, unos factores de talud izquierdo y derecho de $H:V=1.5$, además de una altura de cajeros de 1 metro . De esta manera obtenemos los siguientes parámetros hidráulicos:

| Tramo | C3 |
|---|---------|
| Pendiente (m/m) | 0.0328 |
| Calado normal (m) | 0.369 |
| Número de Froude | 3.57506 |
| Velocidad (m/s) | 6.37919 |
| Resguardo (m) | 0.631 |
| Calado crítico (m) | 0.808 |
| Energía específica del calado normal (m) | 2.446 |
| Energía específica del calado crítico (m) | 1.129 |

Tabla 5.3.8. con los parámetros característicos del tramo de cuneta C3.



Como podemos observar, este tramo también funciona en régimen rápido ($F > 1$), por lo que el calado crítico se situará por encima del calado normal, pero hay que destacar la presencia de un ensanchamiento de 2.5 metros, es decir, de un valor muy considerable.

Otro parámetro a considerar son los resguardos, que deben proyectarse para el caso de funcionamiento más desfavorable, éste es en el caso de que se detenga el flujo, convirtiéndose el calado de nuestra cuneta en un valor igual a la energía específica del calado normal (2.446 m), pero no hemos tenido en cuenta esta limitación, ya que nos parece exagerado crear una cuneta de tales dimensiones, además de que ésta está sobredimensionada.

Por otro lado, es muy importante observar la diferencia entre la energía específica del calado crítico del tramo C3 con la energía específica del calado normal del tramo C4. Vemos que es mayor la primera que la segunda, esto hace que para esta situación no haya solución posible para nuestro flujo.

Es por esto por lo que podemos actuar de dos maneras:

Podemos acercar la curva de energías del tramo de cuneta C4 (tramo I a partir de ahora) a la curva de energías del tramo de cuneta C3 (tramo II a partir de ahora), reduciendo el ancho del tramo I. Esta solución nos lleva a tener que disminuir el ancho hasta los 0.5 metros, de manera que el ensanchamiento quedaría demasiado exagerado.

La otra manera de actuar es colocar un escalón en el ensanchamiento. Este tendrá que tener una altura suficiente como para, por lo menos, igualar las energías que estamos calibrando, es decir, la energía específica del calado normal del tramo I y la energía específica del calado crítico del tramo II.

Hemos decidido adoptar esta segunda solución, ya que nos parece que su ejecución es más elegante que crear un ensanchamiento tan grande.

Por lo tanto, adoptamos un escalón de Δz (incremento de altura) igual a 0.5 metros, quedando la cuneta del tramo II 0.5 metros por debajo de la cuneta del tramo I.

Una vez tenemos esta idea adoptada, procedemos a calcular el flujo del Interceptor:

- i) Comprobación de que la energía específica del calado normal del tramo I es mayor que la energía específica del calado crítico del tramo II:

$$H_I = H_{0I} + \Delta z$$

Donde:

- H_I es la energía específica en metros del tramo I con la implementación del escalón. Nos da un valor de 1.459, con lo que podemos continuar nuestros cálculos.

- $H_{0I} = 0.963$ es la energía específica en metros del calado normal del tramo I.

- $\Delta z = 0.5$ es la diferencia de cotas en metros entre soleras de los tramos I y II.

- ii) Aplicamos igualdad de energías entre la sección del tramo I del ensanchamiento y la sección del tramo II del ensanchamiento. Debemos tener en cuenta que al estar operando en régimen rápido del flujo, el condicionante de contorno viene de aguas arriba, por lo que tenemos que buscar el calado que impone aguas abajo del ensanchamiento la energía específica del tramo I.

$$H_I = y_{II} + \frac{\left(\frac{Q_{II}}{s_{m_{II}}}\right)^2}{2 * g}$$

Donde:

- y_{II} es el calado impuesto por la energía específica del tramo I en la sección de aguas abajo del ensanchamiento.

- Q_{II} es el caudal que debe recoger el tramo II.

- $s_{m_{II}}$ es la sección mojada del tramo II.

- g es el valor de la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Aplicando esta fórmula obtenemos dos valores para el calado impuesto en la sección de aguas abajo del ensanchamiento, uno en régimen lento y otro en régimen rápido. El valor de régimen lento es inviable debido a la situación de los valores de energía respecto de las curvas de energías de los tramos.

Por lo tanto, nos quedamos con el valor de calado de régimen rápido, de valor $y_{II} = 0.522$ m.

Este valor nos impone la altura de cajeros en el tramo.



5.4. DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Para dimensionar las cunetas (el caso de los puentes lo veremos más adelante ya que se trata de obras de drenaje singulares), siguiendo la instrucción, debemos hacerlo en régimen uniforme considerando que la capacidad de una cuneta es igual al caudal calculado aplicando la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * S * R_H^{\frac{2}{3}} * j^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- n es el coeficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal (s/m^{1/3})
- R_H es el radio hidráulico (m).
- S es el área de la sección transversal ocupada por la corriente (m²).
- j es la pendiente geométrica del elemento lineal

Teniendo en cuenta que la capacidad máxima de desagüe debe ser igual a los caudales calculados en el apartado 5.2.2., se utilizará la fórmula de Manning a fin de poder obtener las dimensiones de cada una de las cunetas. La sección tipo de nuestras cunetas será trapecial, de manera que viene ya definida por el diseño geométrico:

- El ancho de base es B=0.3 m
- Tanto el talud interior como el exterior serán de 1:1
- La profundidad máxima, por tanto será de 0.3 m

Intentaremos integrar este tipo de cuneta a todos los tramos en los que sea posible.

El factor de rugosidad de Manning propuesto en este caso ha sido de 0.014, que es el valor que da la instrucción 5.2-IC para hormigón.

Diferenciaremos la margen derecha de la variante de la margen izquierda, de manera que en un primer predimensionamiento tenemos:

| Tramo | Pendiente | y0 (m) | B (m) | hc (m) | Mi H:V | Md H:V | F | v (m/s) | R (m) |
|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|------|---------|-------|
| C1 | 0.0067 | 0.487 | 0.7 | 0.6 | 1 | 1 | 1.35 | 2.49 | 0.11 |
| C2 | 0.0328 | 0.236 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 2.63 | 3.33 | 0.06 |
| C3 | 0.0328 | 0.146 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 2.53 | 2.62 | 0.15 |
| C4 | 0.0328 | 0.138 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 2.52 | 2.55 | 0.16 |
| C5 | -0.0071 | 0.226 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 1.22 | 1.52 | 0.07 |
| C6 | 0.002 | 0.695 | 0.3 | 0.8 | 1 | 1 | 0.72 | 1.45 | 0.11 |
| C7 | 0.0321 | 0.267 | 0.3 | 0.4 | 1 | 1 | 2.63 | 3.51 | 0.13 |
| C8 | 0.055 | 0.166 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 3.31 | 3.62 | 0.13 |
| C9 | 0.0026 | 0.216 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 0.73 | 0.90 | 0.08 |
| C10 | 0.0273 | 0.187 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 2.34 | 2.69 | 0.11 |
| C11 | 0.006 | 0.22 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 1.12 | 1.38 | 0.08 |
| C12 | 0.006 | 0.154 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 1.09 | 1.15 | 0.15 |

Tabla 5.4.1. donde vemos las secciones transversales de nuestras cunetas de la margen derecha de la variante, así como los parámetros más importantes.

| Tramo | Pendiente | y0 (m) | B (m) | hc (m) | Mi H:V | Md H:V | F | v (m/s) | R (m) |
|------------|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|
| C1 | 0.0067 | 0.487 | 0.7 | 0.6 | 1 | 1 | 1.35 | 2.49 | 0.11 |
| C2 | 0.0328 | 0.236 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 2.63 | 3.33 | 0.06 |
| Interc. I | 0.0328 | 0.396 | 3.5 | 1 | 1.5 | 1.5 | 3.575 | 6.38 | 0.478 |
| Interc. II | 0.0328 | 0.194 | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 3.12 | 3.88 | 0.806 |
| C5 | -0.0071 | 0.226 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 1.22 | 1.52 | 0.07 |
| C6 | 0.002 | 0.695 | 0.3 | 0.8 | 1 | 1 | 0.72 | 1.45 | 0.11 |
| C7 | 0.0321 | 0.267 | 0.3 | 0.4 | 1 | 1 | 2.63 | 3.51 | 0.13 |
| C8 | 0.055 | 0.166 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 3.31 | 3.62 | 0.13 |
| C9 | 0.0026 | 0.216 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 0.73 | 0.9 | 0.08 |
| C10 | 0.0273 | 0.187 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 2.34 | 2.69 | 0.11 |
| C11 | 0.006 | 0.22 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 1.12 | 1.38 | 0.08 |
| C12 | 0.006 | 0.154 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 1.09 | 1.15 | 0.15 |

Tabla 5.4.2. donde vemos las secciones transversales de nuestras cunetas de la margen izquierda de la variante, así como los parámetros más importantes.

Donde:

- y_0 es el calado normal en metros
- B es el ancho de base en metros
- h_c es la altura de coronación en metros
- M_i es el factor de talud de la margen izquierda
- M_d es el factor de talud de la margen derecha
- F es el número de Froude
- v es la velocidad del agua en m/s
- R es el resguardo en metros.

El cálculo del resguardo en cada tramo de cuneta se ha obtenido de la siguiente forma:

- En aquellos tramos en los que el caudal circule en régimen lento, habrá que multiplicar el calado normal por 1.20 para obtener la altura de coronación, y de esta manera, el resguardo.
- En el caso de que se calcule en régimen rápido, la altura de coronación será igual a la energía en régimen uniforme. Esto se debe a que el máximo calado que puede obtener el flujo es en la situación desfavorable de detención del flujo, en la que el calado sería igual a la energía específica en régimen uniforme.

Además, debemos tener cuidado con diseñar obras de drenaje con valores de número de Froude cercanos a 1, alrededor de los cuales es cuando se produce el régimen crítico, el cual es totalmente indeseable. Por ello, aquellas obras diseñadas en régimen lento deberán tener un número de Froude menores de 0.95, mientras que las obras diseñadas en régimen rápido deberán tener un número de Froude mayor de 1.05.

Como podemos observar, las cunetas tendrán mayores dimensiones en la margen izquierda de la variante, ya que es donde reciben el agua de la mayoría de las intercuenas, mientras que por la margen derecha hemos optado por colocar en el máximo número de tramos las cunetas prediseñadas. Además, observamos que todas las cunetas cumplen la condición de velocidades admisibles por la 5.2-IC de marzo de 2016, que pone el límite de velocidad del agua en estructuras de hormigón en 4.5-6 m/s, así como el resguardo mínimo de 5 centímetros.

Todas las ODLs desaguarán finalmente en las ODTs que les corresponda según el esquema de la figura 5.1.4. mediante bajantes en los terraplenes en el caso de los puentes y las ODT 1 y 3. El caso de la ODT 2 lo hemos visto en el apartado anterior, que ha sido sustituido finalmente por un Interceptor en dos tramos. En el primero de ellos, observamos una velocidad superior a las admisibles por la 5.2-IC, pero dado el caso especial que tratamos, podemos justificar el hecho de superar esta limitación.

En los tramos de los puentes no se ha dispuesto una cuneta como tal, sino que se transporta el agua en el espacio contenido entre el bordillo, dispuesto en los lados de la calzada, y la propia plataforma, hacia los sumideros, situados antes de cada pila. En la siguiente figura vemos un esquema conceptual.

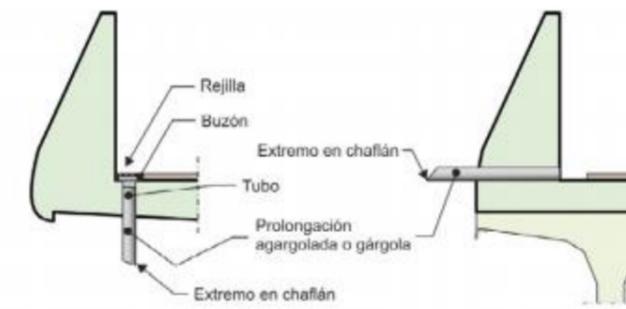


Figura 5.3.1.2. donde vemos el esquema conceptual de las dos posibilidades de desagüe por vertido libre de los tableros de los puentes. Fuente: 5.2-IC.

Tendremos en cuenta la situación de las juntas de dilatación, que en el caso del puente 1 y 2 se encuentran en los estribos, mientras que en el puente 3, se encuentran en los P.K. 4+390.42 y 4+597.42; para situar antes de éstas, unos sumideros que impidan que el agua entre por la junta, así como un vierteaguas con canalón.

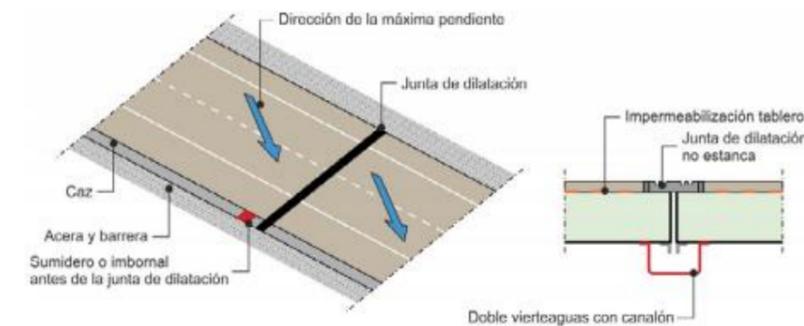


Figura 5.3.1.3. donde vemos un esquema conceptual de las zonas que disponen de juntas de dilatación, así como un detalle de las mismas. Fuente: 5.2-IC.

Dado que los tres puentes tienen pendientes positivas, en el estribo de menor P.K., según la 5.2-IC, los estribos deben protegerse del drenaje, de manera que ubicaremos en ellos un sistema de captación y de bajantes para evitar que el agua llegue a estos puntos.

Para el dimensionamiento de puentes utilizaremos secciones circulares como los siguientes:

| | Caudal | Pendiente | Ø de orificio | y ₀ | R | v | F |
|-----------------|--------|-----------|---------------|----------------|-------|------|------|
| Puente 1 | 0.04 | 0.0328 | 0.4 | 0.088 | 0.312 | 1.95 | 2.51 |
| Puente 2 | 0.03 | 0.0273 | 0.4 | 0.08 | 0.32 | 1.69 | 2.28 |
| Puente 3 | 0.02 | 0.006 | 0.4 | 0.096 | 0.135 | 0.88 | 1.08 |

Tabla 5.4.3. donde vemos los parámetros más importantes de las obras de drenaje situadas en los tres puentes, donde Ø de orificio es el diámetro del orificio asignado.

De esta manera situamos el mismo tipo de orificio para recoger las aguas de los tres puentes. Estos orificios se dispondrán de manera que desagüen antes de cada pila, así como antes de los estribos y de las juntas de dilatación.

El esquema definitivo de drenaje en nuestra variante será el siguiente:

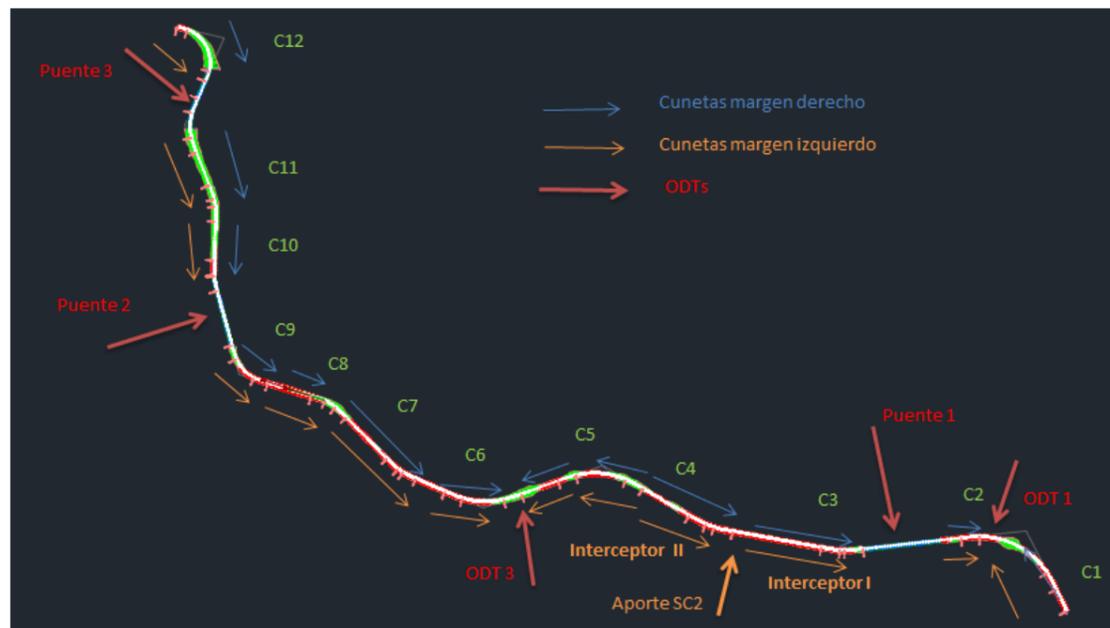


Figura 5.3.1.4. donde vemos el esquema conceptual definitivo de las obras de drenaje.

En Valencia, a 10 de junio de 2016.

Jaime Sánchez Reimers



6. BIBLIOGRAFÍA

-ALBENTOSA HERNÁNDEZ, E. (2013). *Análisis de la estructura estocástica fina de los eventos de precipitación en el entorno del pico*. Diploma de Estudios Avanzados. Valencia: Universitat Politècnica de València.

-España. Decreto 259/2007, de 13 de julio, por el que se establece el contenido y procedimiento de los estudios de inundabilidad en el ámbito del Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia. *BORM*, 28 de julio de 2007, núm. 173, p. 23155.

- España. Instrucción de carreteras 5.2-IC <<Drenaje superficial>>. *BOE*, de 10 de marzo de 2016, núm. 60, p. 18882 a 19023.

- *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular* (1999). Ministerio de Fomento. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transporte. Dirección General de Carreteras.



APÉNDICE I: Series de pluviometría máxima mensual de las estaciones de la AEMET.

Estación Arcos de las Salinas (cód. 8384):

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1943-44 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 35 | 20 | 8 | 12 |
| 1944-45 | 15 | 17 | 4 | 10 | 0 | 10 | 5 | 23 | 40 | 38 | 16 | 1 |
| 1945-46 | 4 | 25 | 18 | 15 | 3 | 20 | 32 | 22 | 6 | 5 | 15 | 8 |
| 1946-47 | 15 | 19 | 4 | 14 | 37 | 24 | 10 | 20 | 8 | -1 | 18 | 29 |
| 1947-48 | 8 | 6 | 40 | 22 | -1 | 9 | 42 | 10 | 9 | 14 | 0 | 18 |
| 1948-49 | 20 | 0 | 43 | 60 | 43 | 10 | 5 | 20 | 16 | 0 | 39 | 15 |
| 1949-50 | 15 | 19 | 20 | 6 | 2 | 6 | 12 | 57 | 10 | 0 | 60 | 3 |
| 1950-51 | 15 | 5 | 39 | 23 | 22 | 34 | 53 | 14 | 18 | 7 | 40 | 40 |
| 1960-61 | 59 | 19 | 14 | 10 | 0 | 13 | 26 | 22 | 25 | 10 | 12 | 24 |
| 1961-62 | 20 | 23 | 12 | 38 | 22 | 24 | 6 | 55 | 14 | 14 | 0 | 43 |
| 1962-63 | 73 | 35 | 14 | 18 | 15 | 0 | 12 | 0 | 7 | 44 | 5 | 35 |
| 1963-64 | 11 | 19 | 12 | 0 | 12 | 4 | 0 | 20 | 20 | 14 | 0 | 8 |
| 1964-65 | 0 | 0 | 18 | 8 | 13 | 4 | 2 | 16 | 0 | 0 | 8 | 10 |
| 1965-66 | 35 | 4 | 0 | 15 | 14 | 0 | 10 | 18 | 14 | 4 | 4 | 5 |
| 1966-67 | 17 | 0 | 0 | 5 | 17 | 4 | 24 | 2 | 2 | 28 | 10 | 0 |
| 1967-68 | 44 | 41 | 0 | 0 | 18 | 8 | 10 | 8 | 8 | 4 | 13 | 2 |
| 1968-69 | 4 | 33 | 16 | 34.2 | 17.4 | 14.6 | 18.2 | 28.4 | 28.2 | 4.2 | 0 | 37.8 |
| 1969-70 | 30.2 | 12.4 | 4.8 | 23.8 | 0 | 5.8 | 26.8 | 17.2 | 20.3 | 28.4 | 8.2 | 0 |
| 1970-71 | 14.3 | 3.8 | 42.3 | 8.2 | 0 | 14.2 | 30.4 | 16.3 | 21.5 | 3.7 | 9.2 | 16.3 |
| 1971-72 | 35.2 | 22.3 | 43.1 | 10.4 | 15.2 | 16.8 | 3.4 | 17.4 | 12.3 | 42 | 18.2 | 47.2 |
| 1972-73 | 25.3 | 30.8 | 7.2 | 10 | 4.2 | 12.3 | 14.2 | 31.7 | 20.8 | 12.4 | 14.2 | 18.6 |
| 1973-74 | 25.1 | 20.3 | 11.3 | 12 | 9.7 | 30.1 | 21.2 | 4 | 8.2 | 6.5 | 40 | 0 |
| 1974-75 | -1 | 0 | 0 | 0 | 17 | 20 | 0 | 40 | 31 | 6 | 30 | 20 |
| 1975-76 | 0 | 7 | 12 | 7 | 0 | 7 | 8 | 7 | 7 | 20 | 6 | 5 |
| 1976-77 | 5 | 0 | 12 | 12 | 5 | -1 | 6 | 22 | 20 | 10 | 6 | 15 |
| 1977-78 | 50 | 10 | 7 | 20 | 15 | 10 | 12 | 8.2 | 16 | 5 | 7.3 | 5 |
| 1978-79 | 10.7 | 5.2 | 8.5 | 16.9 | -1 | 10 | 12.2 | 12.6 | 25.2 | 10 | 0 | 19.7 |
| 1979-80 | 18.9 | 4.5 | 5 | 18.4 | 25 | 10.5 | 10.5 | 20 | 23.2 | 10.5 | 20 | 20.5 |
| 1980-81 | 12.1 | 33 | 7.8 | 5 | 10.5 | 15.7 | 26.6 | 6.5 | 20 | 20 | 15.2 | 12 |
| 1981-82 | 12.5 | 0 | 17.5 | 10.5 | 26 | 10.5 | 18 | 11 | 22 | 5 | 5 | 7 |
| 1982-83 | 25 | 25 | 0.5 | 0 | 4 | 3 | 10 | 3 | 30 | 0 | 30 | 0 |
| 1983-84 | 0 | 20.5 | 13.5 | 12 | 12 | 10.5 | 18.4 | 38.7 | 20 | 17.2 | 7 | 16.5 |
| 1984-85 | 7 | 25 | 9 | 8 | 10 | 8 | 22 | 21 | 0 | 3 | 42 | 12 |
| 1985-86 | 5 | 10 | 15 | 7 | 50 | 25 | 16 | 43 | 45 | 24 | 2 | 28 |
| 1986-87 | 40 | 14 | 6 | 38 | 26 | 0 | 10 | 24 | 0 | 32 | 16 | 8 |
| 1987-88 | 32 | 31 | 34 | 64 | 2 | 0 | 85 | 34 | 60 | 0 | -1 | 13 |
| 1988-89 | 92 | 54 | 0 | 7 | 18 | 22 | 17 | 27 | 47 | 10 | 10 | 28 |
| 1989-90 | 22 | 27 | 37 | 11 | 0 | 5 | 37 | 11 | 2.5 | 13 | 7 | 10 |
| 1990-91 | 35 | 21 | 12 | 7 | 17 | 33 | 43 | 11 | 11 | 12 | 8 | 26 |
| 1991-92 | 24 | 17 | 8 | 1 | 7 | 12 | -1 | 13 | 32 | 8 | 35 | 22 |
| 1992-93 | 25 | 0 | 17 | 10 | 32 | 32 | 10 | 7 | 7 | 6.7 | 10.2 | 13.8 |
| 1993-94 | 20.2 | 20 | 1.8 | -1 | 6.9 | 4.2 | 26 | 18.9 | 1.5 | 0.3 | 4.8 | 19 |
| 1994-95 | -1 | 22 | -1 | 0 | 2.5 | 0.6 | 31.8 | 17 | 15.4 | 8.2 | 32 | 7 |
| 1995-96 | 15.5 | -1 | -1 | -1 | -1 | 5.2 | 9 | -1 | 18.2 | 13 | 18 | 15.5 |

Tabla 1.1 Serie pluviométrica de máximos mensuales de la estación de Arcos de las Salinas. Fuente: AEMET.

Estación Titaguas (cód. 8386):

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1944-45 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 17 | 0 |
| 1945-46 | 8 | 27 | 29 | 20 | 2 | 22 | 31 | 8 | 2 | 2 | 13 | 4 |
| 1946-47 | 20 | 16 | 8 | 18 | 9 | 12 | 7 | -1 | 11 | -1 | 15 | 15 |
| 1947-48 | 5 | 9 | 20 | 15 | 18 | 5 | 35 | 4 | 18 | 10 | 2 | 5 |
| 1948-49 | 25 | 0 | 16 | 7 | 11 | 10 | 5 | 82 | 19 | 2 | 34 | 10 |
| 1949-50 | 6 | 10 | 15 | 6 | 3 | 5 | 2 | 58 | 20 | 5 | 18 | 13 |
| 1950-51 | 25 | 2 | 40 | 14 | 8 | 10 | 14 | 25 | 5 | 22 | 52 | 17 |
| 1951-52 | 23 | 15 | 73 | 14 | 0 | 16 | 20 | 12 | 23 | 26 | 41 | 0 |
| 1952-53 | 12 | 20 | 20 | 1 | 20 | 4 | 9 | 0 | 6 | 5 | 7 | -1 |
| 1953-54 | 28 | 10 | 115 | 5 | 2 | 19 | 27 | 24 | 53 | 11 | 0 | 8 |
| 1954-55 | 4 | 5 | 12 | 12 | 21 | 10 | 16 | 18 | 27 | 41 | 10 | 16 |
| 1955-56 | 17 | 13 | 7 | 12 | 15 | 16 | 22 | 16 | 15 | 35 | 37 | 28 |
| 1956-57 | 15 | 47 | 1 | 15 | 28 | 4 | 49 | 17 | 18 | 0 | 27 | 42 |
| 1957-58 | 85 | 23 | 0 | 15 | 2 | 22 | 12 | 40 | 20 | 4 | 11 | 15 |
| 1958-59 | 5 | 12 | 22 | 12 | 21 | 25 | 16 | 20 | 31 | 0 | 65 | 40 |
| 1959-60 | 18 | 11 | 22 | 50 | 21 | 11 | 6 | 50 | 41 | 10 | 0 | 0 |
| 1960-61 | 13 | 9 | 22 | 9 | 6 | 9 | 12 | 24 | 7 | 4 | 25 | 14 |
| 1961-62 | 28 | 33 | 12 | 17 | 17 | 29 | 15 | 36 | 21 | 3 | 6 | 22 |
| 1962-63 | 51 | 21 | 25 | 17 | 8 | 0 | 19 | 6 | 11 | 25 | 13 | 18 |
| 1963-64 | 0 | 16 | 36 | 4 | 18 | 6 | 1 | 16 | 80 | 17 | 13 | 34 |
| 1964-65 | 6 | 22 | 47 | 14 | 14 | 19 | 0 | 4 | 12 | 28 | 19 | 22 |
| 1965-66 | 34 | 13 | 8 | 32 | 18 | 33 | 6 | 13 | 16 | 12 | 0 | 14 |
| 1966-67 | 12 | 19 | 0 | 14 | 12 | 13 | 32 | 12 | 7 | 0 | 21 | 12 |
| 1967-68 | 80 | 58 | 0 | 0 | 16 | 10 | 10 | 6 | 12 | 4 | 16 | 14 |
| 1968-69 | 9 | 59 | 17 | 18.8 | 20 | 11.5 | 24 | 44 | 24.5 | 5 | 2.6 | 12 |
| 1969-70 | 46.7 | 12.5 | 2.3 | 42 | 0 | 10.2 | 10.4 | 9 | 11 | 20 | 20.2 | 0 |
| 1970-71 | 21.8 | 0 | 44.3 | 1.2 | 6.8 | 4.1 | 24.5 | 32.6 | 21 | 16 | 8.5 | 55 |
| 1971-72 | -1 | 24.8 | 18.1 | 6.8 | 4.1 | 9.2 | 6.2 | 14.2 | 22 | 12.6 | 24.3 | 28.3 |
| 1972-73 | 20.3 | 32.4 | 0 | 0 | 0 | 1.6 | 14.6 | 16 | 12.6 | 5.7 | 9.3 | 5.8 |
| 1973-74 | 24 | 5.1 | 0 | 0 | 16 | 44 | 22.6 | 4.2 | 8.2 | 12.6 | 28.4 | 0 |
| 1974-75 | 2.5 | 0 | 0 | 0 | 32 | 14 | 8 | 32.6 | 62 | 0 | 14 | 65.4 |
| 1975-76 | -1 | -1 | 16.1 | 0 | 28 | 6.4 | 7.4 | 50.6 | 92 | 45 | 64 | 18.6 |
| 1976-77 | 9.3 | 0 | 32.5 | 21 | 16 | 8.4 | 40 | 18 | 32.4 | 26 | -1 | 32 |
| 1977-78 | 46 | 44 | 92.8 | 12 | 16.8 | 7.6 | 16.9 | 18.4 | 65 | 0 | 3 | 0 |
| 1978-79 | 2 | 1 | 12 | 38.4 | 16.8 | 6 | 32 | 24.6 | 8.6 | 0 | 2 | 35 |
| 1979-80 | 34 | 0 | 0 | 0 | 44 | 18.4 | 28 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 1981-82 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 20 | 26 | -1 | 3 | 3 | 6 |
| 1982-83 | 35 | 47 | 0 | 0 | 11 | 9 | 8 | 0 | 19 | 7 | 22 | 0 |
| 1983-84 | 1 | 15 | 27 | 0 | 25 | 24 | 9 | 34 | 7 | 0 | 9 | 0 |
| 1984-85 | 18 | 34 | 9 | 12 | 0 | 0 | 10 | 20 | 14 | 8.5 | 6 | 30 |
| 1985-86 | 4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |

Tabla 1.2. Serie pluviométrica de máximos mensuales de la estación de Titaguas. Fuente: AEMET.



Estación Tuéjar (cód. 8394)

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP |
|---------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 1944-45 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| 1945-46 | 5 | 37 | 6 | 4 | 0 | 20 | 53 | 30 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| 1946-47 | 12 | 20 | 0 | -1 | 20 | 8 | 5 | 28 | 0 | 14 | 20 | 31 |
| 1947-48 | 19 | 0 | 32 | 30 | 20 | 9 | 30 | 8 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 1948-49 | 15 | 0 | 20 | 4 | 18 | 10 | 10 | 6 | 16 | 0 | 21 | 25 |
| 1949-50 | 20 | 13 | 10 | 6 | 0 | 4 | 0 | 43 | 3 | 0 | 7 | 13 |
| 1950-51 | 23 | 0 | 35 | 28 | 4 | 15 | 25 | 21 | 19 | 11 | 79 | 41 |
| 1951-52 | 19 | 10 | 36 | 10 | 4 | 10 | 13 | 12 | -1 | 51 | 34 | -1 |
| 1952-53 | 12 | 5 | 5 | 0 | 6 | 8 | 7 | 0 | 21 | 10 | 20 | 59 |
| 1953-54 | 29 | 6 | 91 | 0 | 10 | 21 | 21 | 27 | 58 | 0 | 0 | 0 |
| 1954-55 | 5 | 0 | 17 | 10 | 15 | 6 | 11 | 17 | 20 | 50 | 16 | 11 |
| 1955-56 | 19 | 14 | 6 | 13 | 25 | 14 | 25 | 10 | 24 | 21 | 27 | 18 |
| 1956-57 | 24 | 71 | 0 | 21 | 12 | 0 | 39 | 26 | 18 | 0 | 16 | 26 |
| 1957-58 | -1 | 26 | 13 | 21 | 4 | 29 | 16 | 6 | 29 | 0 | 9 | 18 |
| 1958-59 | 27 | 16 | 17 | 14 | 15 | 39 | 22 | 39 | 21 | 12 | 77 | 55 |
| 1959-60 | 27 | 7 | 15 | 44 | 21 | 10 | 7 | 41 | 44 | 20 | 0 | 0 |
| 1960-61 | 20 | 7 | 26 | 6 | 2 | 10 | 10 | 40 | 6 | 0 | 35 | 17 |
| 1961-62 | 20 | 36 | 10 | 6 | 30 | 18 | 8 | 40 | 24 | 10 | 12 | 35 |
| 1962-63 | 30 | 20 | 18 | 20 | 13 | 4 | 0 | 6 | 7 | 24 | 15 | 18 |
| 1963-64 | 2 | 6 | 36 | 4 | 24 | 18 | 0 | 10 | 30 | 0 | 0 | 18 |
| 1964-65 | 12 | 36 | 42 | 9 | 24 | 15 | 0 | 14 | 11 | 0 | 33 | 20 |
| 1965-66 | 55 | 28 | 26 | 23 | 11 | 0 | 18 | 18 | 34 | 0 | 0 | 9 |
| 1966-67 | 20 | 30 | 0 | 30 | 28 | 15 | 20 | 10 | 26 | 0 | 25 | 0 |
| 1967-68 | 70 | 70 | 4 | 5 | 25 | 18 | 15 | 12 | 19 | 0 | 13 | 7 |
| 1968-69 | 3 | 50 | 9 | 30 | 35 | 25 | 30 | 38 | -1 | 9 | 8 | 20 |
| 1969-70 | 50.5 | 15 | 7 | 28 | 0 | 7 | 7 | 5 | 7 | 6 | 6 | 0 |
| 1970-71 | 20 | 7 | 20 | 4 | 20 | 20 | 15 | 50 | 20 | 4 | 9 | 30 |
| 1971-72 | 25 | 27 | 28 | 9 | 10 | 10 | 7 | 36 | 8 | 8 | 22 | 48 |
| 1972-73 | 24 | 30 | 10 | 7 | 0 | 4 | 0 | 5 | 20 | 12 | 0 | 0 |
| 1973-74 | 27 | 6 | 9 | 3 | 8 | 40 | 32 | 8 | 11 | 2 | 38 | 10 |
| 1974-75 | 10 | 4 | 3 | 3 | 28 | 15 | -1 | 24 | 15 | 3 | 20 | 18 |
| 1975-76 | 7 | 4 | 30 | 10 | 18 | 8 | 26 | 15 | 15 | 9 | 35 | 15 |
| 1976-77 | 27 | 7 | 35 | 28 | 5 | 10 | 28 | 18 | 32 | 16 | 6 | 17 |
| 1977-78 | 25 | 22 | 80 | -1 | 15 | 7 | 7 | 19 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 1978-79 | 0 | 0 | 6 | 10 | 5 | 7 | 9 | 7 | 14 | 11 | 0 | 24 |
| 1979-80 | 20 | 6 | 0 | 15 | 35 | 10 | 10 | 17 | 30 | 0 | 17 | -1 |
| 1980-81 | -1 | -1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 25 | 7 | 52 | 5 | 17 | 6 |
| 1981-82 | 9 | 0 | 6 | 8 | 8 | 25 | 25 | 17 | 13 | 9 | 2 | 3 |
| 1982-83 | 65 | 43 | 0 | 2 | 3 | 7 | 7 | 0 | 17 | 8 | 11 | 3 |
| 1983-84 | 2 | 24 | 6 | 3 | 10 | 8 | 3 | 20 | 0 | 3 | 7 | 7 |
| 1984-85 | 3 | 30 | 5 | 3 | 14 | 4 | 3 | 7 | 5 | 3 | 5 | 7 |
| 1985-86 | 10 | 20 | 12 | 3 | 20 | 14 | 18 | 3 | 20 | 20 | 0 | 35 |
| 1986-87 | 20 | 5 | 0 | 30 | 20 | 2 | 0 | 3 | -1 | 45 | 7 | 6 |
| 1987-88 | 30 | 33 | 13 | 13 | 3 | 0 | 35 | 8 | 30 | 0 | -1 | 2 |
| 1988-89 | 116 | 199 | 0 | 4 | 92 | 18 | 4 | 25 | 0 | 0 | 9 | 65 |
| 1989-90 | 5 | -1 | -1 | -1 | 0 | 2 | 21 | 21 | 0 | 0 | 29.3 | 14.5 |
| 1990-91 | 20 | 28 | 2 | 10 | 13 | 9 | 58 | 6 | 10 | 2 | 8 | 16 |
| 1991-92 | 4 | 10 | 16.5 | 0 | 17 | 2 | 4 | 12 | 32 | -1 | 11 | 8 |
| 1992-93 | 22 | 0 | 24 | 3 | -1 | 30 | 15 | -1 | 0 | 0 | 10 | 7 |
| 1993-94 | 29 | 27 | 0 | 3 | 3 | 0 | 27 | 21 | 0 | 5 | 11 | 20 |
| 1994-95 | 38 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 12 | 23 | 0 | 31 | 0 |
| 1995-96 | 32 | 10 | 42 | 8 | 8 | 0 | 17 | 29 | 31 | 3 | 48 | -1 |

Tabla 1.3. Serie pluviométrica de máximos mensuales de la estación de Tuéjar. Fuente: AEMET.

Estaciones Chelva Convento (cód. 8395) y Chelva S.E. Agraria (cód 8395B)

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP |
|---------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1942-43 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 15 | 3 | 23 |
| 1943-44 | 18 | 7 | 18 | 0 | 14 | 2 | 5 | 15 | 25 | 4 | 7 | 28 |
| 1944-45 | 6 | 11 | 4 | 19 | 7 | 4 | 4 | 20 | 34 | 25 | 53 | 1 |
| 1945-46 | 2 | 56 | 12 | 19 | 1 | 24 | 36 | 31 | 6 | 2 | 3 | 13 |
| 1946-47 | 19 | 20 | 5 | 10 | 16 | 22 | 12 | 19 | 8 | 10 | 36 | 24 |
| 1947-48 | 25 | 3 | 30 | 11 | 23 | 10 | 44 | 4 | 7 | 15 | 4 | 3 |
| 1948-49 | 25 | 0 | 19 | 7 | 15 | 22 | 9 | 8 | 16 | 0 | 32 | 28 |
| 1949-50 | 21 | 9 | 25 | 6 | 1 | 5 | 4 | 47 | 5 | 6 | 15 | 12 |
| 1950-51 | 27 | 1 | 43 | 12 | 6 | 19 | 39 | 20 | 19 | 8 | 69 | 48 |
| 1951-52 | 31 | 17 | 55 | 16 | 7 | 12 | 17 | 11 | 7 | 49 | 30 | 16 |
| 1952-53 | 14 | 4 | 7 | 4 | 7 | 7 | 8 | 4 | 16 | 8 | 19 | 51 |
| 1953-54 | 26 | 8 | 82 | 2 | 15 | 17 | 29 | 9 | 79 | 7 | 0 | 0 |
| 1954-55 | 7 | 4 | 6 | 8 | 10 | 8 | 13 | 18 | 10 | 26 | 18 | 20 |
| 1955-56 | 13 | 13 | 7 | 6 | 28 | 17 | 14 | 9 | 24 | 23 | 28 | 32 |
| 1956-57 | 22 | 57 | 1 | 37 | 13 | 4 | 36 | 27 | 22 | 0 | 15 | 14 |
| 1957-58 | 217 | 29 | 4 | 19 | 4 | 23 | 16 | 63 | 34 | 0 | 5 | 22 |
| 1958-59 | 24 | 21 | 23 | 8 | -1 | -1 | 19 | 26 | 23 | 18 | 59 | -1 |
| 1959-60 | -1 | 9 | 14 | 47 | 20 | 7 | 5 | 30 | 28 | 17 | 0 | 3 |
| 1960-61 | -1 | -1 | 46 | 1 | 5 | 9 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 1961-62 | -1 | -1 | -1 | -1 | 68 | 30 | 21 | 60 | 27 | 0 | 0 | 29 |
| 1962-63 | 50 | 41 | 50 | 25 | 16 | -1 | -1 | -1 | 1 | 45 | 0 | 22 |
| 1963-64 | 2 | 0 | 32 | 2 | 17 | 18 | 2 | 10 | 26 | 2 | 2 | -1 |
| 1967-68 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 12 | 14 | 1 | 22 | 2 |
| 1968-69 | 0 | 82 | 27 | 17 | 24 | 18 | 25 | 57 | 16 | 0 | 2 | 14 |
| 1969-70 | 70 | 20 | 2 | 14 | 0 | 4 | 4 | 3.1 | 23 | 15 | 3 | 0 |
| 1970-71 | 30 | 3.2 | 40 | 8.5 | 11 | 14 | 23 | 38.5 | 22 | 5 | 6 | 20 |
| 1971-72 | 20 | 39 | 35 | 19 | 4 | 11 | 6 | 39 | 16 | 5 | 20 | 50 |
| 1972-73 | 27 | 31 | 8 | 1 | 1 | 6.5 | 33 | 23 | 18 | 48 | 15 | 178 |
| 1973-74 | 19 | 4 | 8 | 2 | 6 | 38 | 33 | 8 | 15 | 4 | 44 | 0 |
| 1974-75 | 11.5 | 0 | 0 | 0 | 29 | 18 | 7.5 | 24.5 | 10 | 0 | 25 | 16.5 |
| 1975-76 | 1.5 | 7 | 22 | 4.5 | 8.5 | 3 | 18.5 | 29.5 | 31 | 35 | 23.5 | 17 |
| 1976-77 | 32 | 1 | 27 | 24 | 2.7 | 11 | 12 | 25 | 24 | 5 | 0 | 46 |
| 1977-78 | 19 | 13 | 76.5 | -1 | 19 | 3.5 | 15.6 | 19 | 22 | 0 | 0 | 9 |
| 1978-79 | 2.9 | 2.5 | 5 | 13.8 | 4 | 3 | 12 | 12 | 15.5 | 19 | 0 | 72 |
| 1979-80 | 19.5 | 4.4 | 0 | 0 | 42.6 | 9 | 12 | 22 | 33 | 4.6 | 5 | 0 |
| 1980-81 | 5 | 42 | 0.3 | 0 | 9 | 4.3 | 36 | 4.1 | 90 | 0 | 21 | 5 |
| 1981-82 | 7 | 0 | 5.5 | 12 | 36 | 18 | 22 | 16 | 10.5 | 9 | 6.5 | 29 |
| 1982-83 | 50 | 19 | 0 | 0 | 4 | 9 | 5 | 0 | 24.5 | 0 | 12 | 0 |
| 1983-84 | 2 | 21 | 11 | 3.5 | 12.5 | 12 | 6 | 25 | 0 | 0 | 25 | 0.5 |
| 1984-85 | 4.8 | 48.4 | 22 | 0 | 9.5 | 2 | 8.3 | 15 | 9.5 | 14.5 | 27 | 11 |
| 1985-86 | 7.1 | 15 | 10 | 4.6 | 34.5 | 13.4 | 9 | -1 | 32.2 | 34.9 | 2.5 | 29.9 |
| 1986-87 | 73 | 8 | -1 | 17.2 | 16 | 4 | 0.5 | 14.2 | 0 | 15 | 10.5 | -1 |
| 1987-88 | 29.5 | 33.5 | 16.6 | 23.5 | 5.3 | 0 | 45 | 14.2 | 46 | 0 | 2.5 | 12 |
| 1988-89 | 86 | 213.5 | 0 | 4 | 60 | 14 | 16 | 22.5 | 2.5 | 2 | 17 | 30 |
| 1989-90 | 10 | 40 | 63 | 10 | 0 | 3.5 | 16.5 | 9 | 1.5 | 0 | 46 | 25 |
| 1990-91 | 25.5 | 19 | 5 | 13 | 16 | 18 | 41 | 3.2 | 1.5 | 4.3 | 8 | 15 |
| 1991-92 | 4.8 | 17 | 18 | 4 | 21 | 5.9 | 2 | 7 | 26 | 4.1 | 6 | 15 |
| 1992-93 | 18 | 2 | 26 | 2.3 | 28 | 33 | 14.5 | 20.5 | 3 | 0 | 10 | 9.2 |
| 1993-94 | 31 | 37.8 | 0 | 1.6 | 2.1 | 1 | 26 | 14 | 0 | 1 | 6.2 | 15 |
| 1994-95 | 34 | 8 | 1 | 0.8 | 1 | 0 | 9 | 15.2 | 17 | 2 | 24 | 2 |
| 1995-96 | 12 | 11 | 44 | 15.5 | 6.5 | 4 | 9 | 33 | 22 | 0 | 44 | 15 |

Tabla 1.4. Serie pluviométrica de máximos mensuales de la estación de Chelva Convento y Chelva S.E. Agraria. Fuente: AEMET.



APÉNDICE II: Listados numéricos de las tormentas de diseño empleadas en la simulación

A continuación se muestran los listados numéricos de las curvas IDF empleadas para generar las tormentas de diseño, también mostradas en este apéndice.

- Subcuenca SCOA

| | T25 | T100 | T500 |
|----|-------|--------|-------|
| n | iT(t) | iT(t) | iT(t) |
| 1 | 95.07 | 118.02 | 141.4 |
| 2 | 65.89 | 81.801 | 97.98 |
| 3 | 52.54 | 65.222 | 78.12 |
| 4 | 44.49 | 55.226 | 66.15 |
| 5 | 38.97 | 48.378 | 57.95 |
| 6 | 34.9 | 43.323 | 51.89 |
| 7 | 31.74 | 39.4 | 47.19 |
| 8 | 29.2 | 36.248 | 43.42 |
| 9 | 27.1 | 33.646 | 40.3 |
| 10 | 25.34 | 31.453 | 37.67 |
| 11 | 23.82 | 29.575 | 35.42 |
| 12 | 22.51 | 27.944 | 33.47 |
| 13 | 21.36 | 26.511 | 31.76 |
| 14 | 20.33 | 25.241 | 30.23 |
| 15 | 19.42 | 24.106 | 28.87 |
| 16 | 18.59 | 23.083 | 27.65 |
| 17 | 17.85 | 22.156 | 26.54 |
| 18 | 17.17 | 21.312 | 25.53 |
| 19 | 16.54 | 20.538 | 24.6 |
| 20 | 15.97 | 19.827 | 23.75 |
| 21 | 15.44 | 19.17 | 22.96 |
| 22 | 14.95 | 18.561 | 22.23 |
| 23 | 14.5 | 17.994 | 21.55 |
| 24 | 14.07 | 17.466 | 20.92 |
| 25 | 13.67 | 16.972 | 20.33 |
| 26 | 13.3 | 16.508 | 19.77 |
| 27 | 12.95 | 16.072 | 19.25 |
| 28 | 12.62 | 15.662 | 18.76 |

| | | | |
|----|-------|--------|-------|
| 29 | 12.3 | 15.274 | 18.3 |
| 30 | 12.01 | 14.908 | 17.86 |
| 31 | 11.73 | 14.561 | 17.44 |
| 32 | 11.46 | 14.231 | 17.05 |
| 33 | 11.21 | 13.918 | 16.67 |
| 34 | 10.97 | 13.62 | 16.31 |
| 35 | 10.74 | 13.335 | 15.97 |
| 36 | 10.52 | 13.064 | 15.65 |
| 37 | 10.31 | 12.805 | 15.34 |
| 38 | 10.11 | 12.557 | 15.04 |
| 39 | 9.923 | 12.319 | 14.76 |
| 40 | 9.74 | 12.091 | 14.48 |
| 41 | 9.564 | 11.872 | 14.22 |
| 42 | 9.394 | 11.662 | 13.97 |
| 43 | 9.231 | 11.46 | 13.73 |
| 44 | 9.075 | 11.265 | 13.49 |
| 45 | 8.924 | 11.078 | 13.27 |
| 46 | 8.778 | 10.897 | 13.05 |
| 47 | 8.638 | 10.723 | 12.84 |
| 48 | 8.502 | 10.555 | 12.64 |
| 49 | 8.371 | 10.392 | 12.45 |
| 50 | 8.245 | 10.235 | 12.26 |
| 51 | 8.122 | 10.083 | 12.08 |
| 52 | 8.004 | 9.9356 | 11.9 |
| 53 | 7.889 | 9.793 | 11.73 |
| 54 | 7.777 | 9.6548 | 11.56 |
| 55 | 7.669 | 9.5208 | 11.4 |
| 56 | 7.565 | 9.3908 | 11.25 |
| 57 | 7.463 | 9.2646 | 11.1 |
| 58 | 7.364 | 9.142 | 10.95 |
| 59 | 7.268 | 9.0229 | 10.81 |
| 60 | 7.175 | 8.9071 | 10.67 |
| 61 | 7.084 | 8.7945 | 10.53 |
| 62 | 6.996 | 8.6849 | 10.4 |
| 63 | 6.91 | 8.5783 | 10.28 |
| 64 | 6.827 | 8.4744 | 10.15 |
| 65 | 6.745 | 8.3732 | 10.03 |
| 66 | 6.666 | 8.2746 | 9.911 |
| 67 | 6.588 | 8.1785 | 9.796 |
| 68 | 6.513 | 8.0848 | 9.684 |
| 69 | 6.439 | 7.9933 | 9.574 |
| 70 | 6.367 | 7.904 | 9.467 |



| | | | |
|----|-------|--------|-------|
| 71 | 6.297 | 7.8169 | 9.363 |
| 72 | 6.228 | 7.7318 | 9.261 |

Tabla 2.1. con los valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuenca SCOA.

- Subcuenca SCOB

| | T25 | T100 | T500 |
|----|-------|-------|-------|
| n | iT(t) | iT(t) | iT(t) |
| 1 | 105 | 131 | 157 |
| 2 | 73 | 90.7 | 109 |
| 3 | 58 | 72.3 | 86.7 |
| 4 | 49 | 61.2 | 73.4 |
| 5 | 43 | 53.6 | 64.3 |
| 6 | 39 | 48 | 57.6 |
| 7 | 35 | 43.7 | 52.4 |
| 8 | 32 | 40.2 | 48.2 |
| 9 | 30 | 37.3 | 44.7 |
| 10 | 28 | 34.9 | 41.8 |
| 11 | 26 | 32.8 | 39.3 |
| 12 | 25 | 31 | 37.2 |
| 13 | 24 | 29.4 | 35.3 |
| 14 | 22 | 28 | 33.6 |
| 15 | 21 | 26.7 | 32.1 |
| 16 | 21 | 25.6 | 30.7 |
| 17 | 20 | 24.6 | 29.5 |
| 18 | 19 | 23.6 | 28.3 |
| 19 | 18 | 22.8 | 27.3 |
| 20 | 18 | 22 | 26.4 |
| 21 | 17 | 21.2 | 25.5 |
| 22 | 17 | 20.6 | 24.7 |
| 23 | 16 | 19.9 | 23.9 |
| 24 | 16 | 19.4 | 23.2 |
| 25 | 15 | 18.8 | 22.6 |
| 26 | 15 | 18.3 | 22 |
| 27 | 14 | 17.8 | 21.4 |
| 28 | 14 | 17.4 | 20.8 |
| 29 | 14 | 16.9 | 20.3 |
| 30 | 13 | 16.5 | 19.8 |
| 31 | 13 | 16.1 | 19.4 |

| | | | |
|----|-----|------|------|
| 32 | 13 | 15.8 | 18.9 |
| 33 | 12 | 15.4 | 18.5 |
| 34 | 12 | 15.1 | 18.1 |
| 35 | 12 | 14.8 | 17.7 |
| 36 | 12 | 14.5 | 17.4 |
| 37 | 11 | 14.2 | 17 |
| 38 | 11 | 13.9 | 16.7 |
| 39 | 11 | 13.7 | 16.4 |
| 40 | 11 | 13.4 | 16.1 |
| 41 | 11 | 13.2 | 15.8 |
| 42 | 10 | 12.9 | 15.5 |
| 43 | 10 | 12.7 | 15.2 |
| 44 | 10 | 12.5 | 15 |
| 45 | 9.9 | 12.3 | 14.7 |
| 46 | 9.7 | 12.1 | 14.5 |
| 47 | 9.5 | 11.9 | 14.3 |
| 48 | 9.4 | 11.7 | 14 |
| 49 | 9.3 | 11.5 | 13.8 |
| 50 | 9.1 | 11.3 | 13.6 |
| 51 | 9 | 11.2 | 13.4 |
| 52 | 8.8 | 11 | 13.2 |
| 53 | 8.7 | 10.9 | 13 |
| 54 | 8.6 | 10.7 | 12.8 |
| 55 | 8.5 | 10.6 | 12.7 |
| 56 | 8.4 | 10.4 | 12.5 |
| 57 | 8.2 | 10.3 | 12.3 |
| 58 | 8.1 | 10.1 | 12.2 |
| 59 | 8 | 10 | 12 |
| 60 | 7.9 | 9.87 | 11.8 |
| 61 | 7.8 | 9.75 | 11.7 |
| 62 | 7.7 | 9.63 | 11.5 |
| 63 | 7.6 | 9.51 | 11.4 |
| 64 | 7.5 | 9.39 | 11.3 |
| 65 | 7.5 | 9.28 | 11.1 |
| 66 | 7.4 | 9.17 | 11 |
| 67 | 7.3 | 9.07 | 10.9 |
| 68 | 7.2 | 8.96 | 10.8 |
| 69 | 7.1 | 8.86 | 10.6 |
| 70 | 7 | 8.76 | 10.5 |
| 71 | 7 | 8.67 | 10.4 |
| 72 | 6.9 | 8.57 | 10.3 |

Tabla 2.2. con los valores IDF para cada periodo de retorno en la subcuenca SCOB.



- Subcuenca SCEA

| n | T25 iT(t) | T100 iT(t) | T500 iT(t) |
|----|--------------|---------------|---------------|
| 1 | 97.57667 | 121.2187 | 145.2555 |
| 2 | 67.63248 | 84.01927 | 100.6797 |
| 3 | 53.92491 | 66.99047 | 80.27419 |
| 4 | 45.66033 | 56.72345 | 67.97128 |
| 5 | 39.99891 | 49.69032 | 59.54354 |
| 6 | 35.81897 | 44.49761 | 53.32115 |
| 7 | 32.57595 | 40.46883 | 48.4935 |
| 8 | 29.96933 | 37.23065 | 44.61321 |
| 9 | 27.81792 | 34.55797 | 41.41056 |
| 10 | 26.00518 | 32.30602 | 38.71206 |
| 11 | 24.4523 | 30.37689 | 36.4004 |
| 12 | 23.10385 | 28.70172 | 34.39305 |
| 13 | 21.91956 | 27.23049 | 32.63009 |
| 14 | 20.8694 | 25.92589 | 31.0668 |
| 15 | 19.93046 | 24.75945 | 29.66907 |
| 16 | 19.08492 | 23.70904 | 28.41036 |
| 17 | 18.31867 | 22.75713 | 27.2697 |
| 18 | 17.62041 | 21.88969 | 26.23025 |
| 19 | 16.98094 | 21.09528 | 25.27832 |
| 20 | 16.39271 | 20.36452 | 24.40266 |
| 21 | 15.84944 | 19.68962 | 23.59393 |
| 22 | 15.34586 | 19.06404 | 22.84429 |
| 23 | 14.87754 | 18.48224 | 22.14714 |
| 24 | 14.44068 | 17.93954 | 21.49682 |
| 25 | 14.03204 | 17.43189 | 20.8885 |
| 26 | 13.64882 | 16.95581 | 20.31803 |
| 27 | 13.28858 | 16.50829 | 19.78176 |
| 28 | 12.9492 | 16.08668 | 19.27655 |
| 29 | 12.62882 | 15.68868 | 18.79963 |
| 30 | 12.32581 | 15.31225 | 18.34855 |
| 31 | 12.0387 | 14.95558 | 17.92116 |
| 32 | 11.76622 | 14.61708 | 17.51554 |
| 33 | 11.50721 | 14.29531 | 17.12997 |
| 34 | 11.26065 | 13.98901 | 16.76292 |
| 35 | 11.0256 | 13.69701 | 16.41303 |
| 36 | 10.80125 | 13.4183 | 16.07905 |
| 37 | 10.58683 | 13.15193 | 15.75986 |

| | | | |
|----|----------|----------|----------|
| 38 | 10.38167 | 12.89707 | 15.45446 |
| 39 | 10.18516 | 12.65294 | 15.16192 |
| 40 | 9.996719 | 12.41884 | 14.8814 |
| 41 | 9.815844 | 12.19414 | 14.61215 |
| 42 | 9.642065 | 11.97826 | 14.35346 |
| 43 | 9.47495 | 11.77065 | 14.10468 |
| 44 | 9.314104 | 11.57083 | 13.86524 |
| 45 | 9.159164 | 11.37835 | 13.6346 |
| 46 | 9.009793 | 11.19279 | 13.41224 |
| 47 | 8.865683 | 11.01376 | 13.19771 |
| 48 | 8.726547 | 10.84092 | 12.99059 |
| 49 | 8.592119 | 10.67392 | 12.79048 |
| 50 | 8.462152 | 10.51246 | 12.597 |
| 51 | 8.336418 | 10.35626 | 12.40983 |
| 52 | 8.214703 | 10.20506 | 12.22864 |
| 53 | 8.096808 | 10.0586 | 12.05314 |
| 54 | 7.982548 | 9.916654 | 11.88305 |
| 55 | 7.87175 | 9.77901 | 11.71811 |
| 56 | 7.764251 | 9.645465 | 11.55809 |
| 57 | 7.659899 | 9.515829 | 11.40275 |
| 58 | 7.558552 | 9.389927 | 11.25188 |
| 59 | 7.460076 | 9.26759 | 11.10528 |
| 60 | 7.364344 | 9.148664 | 10.96278 |
| 61 | 7.27124 | 9.033001 | 10.82418 |
| 62 | 7.18065 | 8.920462 | 10.68932 |
| 63 | 7.09247 | 8.810917 | 10.55806 |
| 64 | 7.006601 | 8.704243 | 10.43023 |
| 65 | 6.922949 | 8.600323 | 10.3057 |
| 66 | 6.841426 | 8.499047 | 10.18435 |
| 67 | 6.761948 | 8.400312 | 10.06603 |
| 68 | 6.684435 | 8.304019 | 9.950644 |
| 69 | 6.608813 | 8.210073 | 9.83807 |
| 70 | 6.535009 | 8.118388 | 9.728204 |
| 71 | 6.462957 | 8.028878 | 9.620945 |
| 72 | 6.392592 | 7.941465 | 9.516198 |

Tabla 2.3. Valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuenca SCEA.



- Subcuenca SCEB

| | T25 | T100 | T500 |
|----------|--------------|--------------|--------------|
| n | iT(t) | iT(t) | iT(t) |
| 1 | 87.15327 | 145.7569 | 182.1374 |
| 2 | 60.4078 | 101.0272 | 126.2434 |
| 3 | 48.16451 | 80.5513 | 100.6567 |
| 4 | 40.78277 | 68.20593 | 85.22995 |
| 5 | 35.72612 | 59.74909 | 74.66231 |
| 6 | 31.99269 | 53.50522 | 66.85999 |
| 7 | 29.0961 | 48.6609 | 60.80654 |
| 8 | 26.76792 | 44.76721 | 55.941 |
| 9 | 24.84634 | 41.55351 | 51.92516 |
| 10 | 23.22724 | 38.8457 | 48.54148 |
| 11 | 21.84024 | 36.52605 | 45.64286 |
| 12 | 20.63583 | 34.51178 | 43.12583 |
| 13 | 19.57805 | 32.74273 | 40.91523 |
| 14 | 18.64008 | 31.17404 | 38.955 |
| 15 | 17.80144 | 29.77149 | 37.20237 |
| 16 | 17.04622 | 28.50844 | 35.62407 |
| 17 | 16.36182 | 27.36384 | 34.19378 |
| 18 | 15.73815 | 26.3208 | 32.8904 |
| 19 | 15.16699 | 25.36558 | 31.69676 |
| 20 | 14.6416 | 24.4869 | 30.59876 |
| 21 | 14.15636 | 23.67538 | 29.58469 |
| 22 | 13.70658 | 22.92315 | 28.64471 |
| 23 | 13.28828 | 22.22359 | 27.77054 |
| 24 | 12.89809 | 21.57103 | 26.9551 |
| 25 | 12.5331 | 20.96061 | 26.19233 |
| 26 | 12.19082 | 20.38816 | 25.477 |
| 27 | 11.86906 | 19.85005 | 24.80457 |
| 28 | 11.56593 | 19.3431 | 24.17109 |
| 29 | 11.27978 | 18.86453 | 23.57307 |
| 30 | 11.00913 | 18.41189 | 23.00746 |
| 31 | 10.7527 | 17.98303 | 22.47154 |
| 32 | 10.50932 | 17.576 | 21.96293 |
| 33 | 10.27798 | 17.1891 | 21.47946 |
| 34 | 10.05775 | 16.82079 | 21.01921 |
| 35 | 9.847818 | 16.46969 | 20.58048 |
| 36 | 9.647429 | 16.13456 | 20.1617 |
| 37 | 9.455918 | 15.81427 | 19.76147 |

| | | | |
|----|----------|----------|----------|
| 38 | 9.272677 | 15.50781 | 19.37852 |
| 39 | 9.097152 | 15.21426 | 19.0117 |
| 40 | 8.928843 | 14.93278 | 18.65996 |
| 41 | 8.76729 | 14.66259 | 18.32234 |
| 42 | 8.612074 | 14.40301 | 17.99796 |
| 43 | 8.46281 | 14.15337 | 17.68602 |
| 44 | 8.319147 | 13.91311 | 17.38578 |
| 45 | 8.180757 | 13.68166 | 17.09657 |
| 46 | 8.047343 | 13.45854 | 16.81776 |
| 47 | 7.918627 | 13.24327 | 16.54876 |
| 48 | 7.794354 | 13.03543 | 16.28905 |
| 49 | 7.674286 | 12.83463 | 16.03812 |
| 50 | 7.558202 | 12.64049 | 15.79552 |
| 51 | 7.445899 | 12.45267 | 15.56083 |
| 52 | 7.337186 | 12.27086 | 15.33363 |
| 53 | 7.231886 | 12.09475 | 15.11357 |
| 54 | 7.129831 | 11.92407 | 14.90029 |
| 55 | 7.030869 | 11.75857 | 14.69347 |
| 56 | 6.934853 | 11.59799 | 14.49282 |
| 57 | 6.841649 | 11.44211 | 14.29803 |
| 58 | 6.751128 | 11.29072 | 14.10886 |
| 59 | 6.663171 | 11.14362 | 13.92504 |
| 60 | 6.577666 | 11.00062 | 13.74635 |
| 61 | 6.494506 | 10.86154 | 13.57256 |
| 62 | 6.413594 | 10.72622 | 13.40346 |
| 63 | 6.334834 | 10.5945 | 13.23886 |
| 64 | 6.258137 | 10.46624 | 13.07858 |
| 65 | 6.183422 | 10.34128 | 12.92244 |
| 66 | 6.110607 | 10.2195 | 12.77026 |
| 67 | 6.039619 | 10.10078 | 12.62191 |
| 68 | 5.970386 | 9.984994 | 12.47722 |
| 69 | 5.902842 | 9.872032 | 12.33607 |
| 70 | 5.836922 | 9.761786 | 12.1983 |
| 71 | 5.772567 | 9.654157 | 12.06381 |
| 72 | 5.709719 | 9.549048 | 11.93247 |

Tabla 2.3. con valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuenca SCEB.



• Subcuenca SS

| n | T25 iT(t) | T100 iT(t) | T500 iT(t) |
|----|--------------|---------------|---------------|
| 1 | 142.0975 | 250.3323 | 358.5457 |
| 2 | 98.49082 | 173.5107 | 248.5157 |
| 3 | 78.52897 | 138.344 | 198.1472 |
| 4 | 66.49354 | 117.1413 | 167.779 |
| 5 | 58.24902 | 102.6169 | 146.9761 |
| 6 | 52.16191 | 91.89332 | 131.6169 |
| 7 | 47.43922 | 83.57337 | 119.7004 |
| 8 | 43.64328 | 76.8861 | 110.1224 |
| 9 | 40.51026 | 71.36668 | 102.217 |
| 10 | 37.87043 | 66.71611 | 95.5561 |
| 11 | 35.60903 | 62.7322 | 89.85003 |
| 12 | 33.64532 | 59.27276 | 84.89514 |
| 13 | 31.92069 | 56.23448 | 80.54347 |
| 14 | 30.39138 | 53.54031 | 76.68468 |
| 15 | 29.02404 | 51.13147 | 73.23454 |
| 16 | 27.7927 | 48.96223 | 70.12758 |
| 17 | 26.67684 | 46.99642 | 67.312 |
| 18 | 25.65998 | 45.20503 | 64.74623 |
| 19 | 24.72875 | 43.56448 | 62.3965 |
| 20 | 23.87213 | 42.05538 | 60.23505 |
| 21 | 23.08098 | 40.66162 | 58.23879 |
| 22 | 22.34764 | 39.3697 | 56.38841 |
| 23 | 21.66564 | 38.16823 | 54.66756 |
| 24 | 21.02946 | 37.04747 | 53.06232 |
| 25 | 20.43437 | 35.99911 | 51.56077 |
| 26 | 19.8763 | 35.01595 | 50.15262 |
| 27 | 19.35169 | 34.09176 | 48.82891 |
| 28 | 18.85747 | 33.22108 | 47.58187 |
| 29 | 18.39091 | 32.39916 | 46.40464 |
| 30 | 17.94964 | 31.62177 | 45.29121 |
| 31 | 17.53154 | 30.88521 | 44.23624 |
| 32 | 17.13474 | 30.18616 | 43.23501 |
| 33 | 16.75755 | 29.52167 | 42.28327 |
| 34 | 16.39848 | 28.88911 | 41.37727 |
| 35 | 16.0562 | 28.2861 | 40.5136 |
| 36 | 15.72948 | 27.71053 | 39.68921 |
| 37 | 15.41723 | 27.16044 | 38.90134 |

| | | | |
|----|----------|----------|----------|
| 38 | 15.11847 | 26.63411 | 38.14749 |
| 39 | 14.83229 | 26.12995 | 37.42539 |
| 40 | 14.55787 | 25.64651 | 36.73297 |
| 41 | 14.29447 | 25.18248 | 36.06834 |
| 42 | 14.0414 | 24.73665 | 35.42979 |
| 43 | 13.79804 | 24.30792 | 34.81573 |
| 44 | 13.5638 | 23.89527 | 34.2247 |
| 45 | 13.33817 | 23.49777 | 33.65537 |
| 46 | 13.12065 | 23.11456 | 33.10651 |
| 47 | 12.91078 | 22.74485 | 32.57698 |
| 48 | 12.70817 | 22.3879 | 32.06572 |
| 49 | 12.5124 | 22.04302 | 31.57176 |
| 50 | 12.32314 | 21.70959 | 31.0942 |
| 51 | 12.14003 | 21.38702 | 30.63219 |
| 52 | 11.96278 | 21.07476 | 30.18495 |
| 53 | 11.7911 | 20.77231 | 29.75174 |
| 54 | 11.62471 | 20.47917 | 29.33189 |
| 55 | 11.46335 | 20.19492 | 28.92477 |
| 56 | 11.30681 | 19.91913 | 28.52976 |
| 57 | 11.15484 | 19.65142 | 28.14632 |
| 58 | 11.00726 | 19.39141 | 27.77392 |
| 59 | 10.86385 | 19.13877 | 27.41207 |
| 60 | 10.72444 | 18.89317 | 27.0603 |
| 61 | 10.58885 | 18.65431 | 26.71819 |
| 62 | 10.45693 | 18.42191 | 26.38532 |
| 63 | 10.32852 | 18.19568 | 26.0613 |
| 64 | 10.20347 | 17.97539 | 25.74577 |
| 65 | 10.08165 | 17.76078 | 25.4384 |
| 66 | 9.96293 | 17.55163 | 25.13884 |
| 67 | 9.847189 | 17.34773 | 24.8468 |
| 68 | 9.734309 | 17.14887 | 24.56197 |
| 69 | 9.624183 | 16.95486 | 24.2841 |
| 70 | 9.516706 | 16.76552 | 24.01291 |
| 71 | 9.411779 | 16.58067 | 23.74815 |
| 72 | 9.309309 | 16.40015 | 23.4896 |

Tbbla 2.4. con valores IDF para cada periodo de retorno de la subcuenca SS.



- Resto de cuencas

| | T25 | T100 | T500 |
|----------|--------------|--------------|--------------|
| n | iT(t) | iT(t) | iT(t) |
| 1 | 151.3433 | 280.1998 | 408.9452 |
| 2 | 104.8993 | 194.2125 | 283.4487 |
| 3 | 83.63858 | 154.85 | 226.0001 |
| 4 | 70.82005 | 131.1176 | 191.3631 |
| 5 | 62.03908 | 114.8603 | 167.636 |
| 6 | 55.55591 | 102.8572 | 150.1178 |
| 7 | 50.52592 | 93.54464 | 136.5263 |
| 8 | 46.483 | 86.05949 | 125.6019 |
| 9 | 43.14613 | 79.88155 | 116.5853 |
| 10 | 40.33453 | 74.6761 | 108.9881 |
| 11 | 37.92598 | 70.21687 | 102.4799 |
| 12 | 35.83451 | 66.34467 | 96.82854 |
| 13 | 33.99766 | 62.9439 | 91.86518 |
| 14 | 32.36885 | 59.92829 | 87.46396 |
| 15 | 30.91253 | 57.23204 | 83.52886 |
| 16 | 29.60107 | 54.80398 | 79.98516 |
| 17 | 28.41261 | 52.60363 | 76.7738 |
| 18 | 27.32959 | 50.59851 | 73.84737 |
| 19 | 26.33776 | 48.76222 | 71.16735 |
| 20 | 25.4254 | 47.07307 | 68.70207 |
| 21 | 24.58278 | 45.51301 | 66.42521 |
| 22 | 23.80173 | 44.06696 | 64.31472 |
| 23 | 23.07535 | 42.72213 | 62.35198 |
| 24 | 22.39778 | 41.46766 | 60.5211 |
| 25 | 21.76397 | 40.29421 | 58.80848 |
| 26 | 21.16958 | 39.19375 | 57.20239 |
| 27 | 20.61084 | 38.15929 | 55.69262 |
| 28 | 20.08446 | 37.18474 | 54.27028 |
| 29 | 19.58755 | 36.26475 | 52.92757 |
| 30 | 19.11756 | 35.39462 | 51.65763 |
| 31 | 18.67226 | 34.57017 | 50.45437 |
| 32 | 18.24963 | 33.78771 | 49.31239 |
| 33 | 17.8479 | 33.04394 | 48.22688 |
| 34 | 17.46548 | 32.33591 | 47.19352 |
| 35 | 17.10092 | 31.66096 | 46.20845 |
| 36 | 16.75294 | 31.01671 | 45.26818 |
| 37 | 16.42038 | 30.401 | 44.36956 |

| | | | |
|----|----------|----------|----------|
| 38 | 16.10218 | 29.81187 | 43.50974 |
| 39 | 15.79738 | 29.24755 | 42.68614 |
| 40 | 15.5051 | 28.70644 | 41.89639 |
| 41 | 15.22456 | 28.18704 | 41.13834 |
| 42 | 14.95503 | 27.68802 | 40.41003 |
| 43 | 14.69583 | 27.20813 | 39.70965 |
| 44 | 14.44635 | 26.74625 | 39.03554 |
| 45 | 14.20604 | 26.30132 | 38.38618 |
| 46 | 13.97436 | 25.8724 | 37.76017 |
| 47 | 13.75085 | 25.45857 | 37.1562 |
| 48 | 13.53504 | 25.05903 | 36.57308 |
| 49 | 13.32654 | 24.67301 | 36.00969 |
| 50 | 13.12496 | 24.2998 | 35.465 |
| 51 | 12.92994 | 23.93874 | 34.93804 |
| 52 | 12.74116 | 23.58922 | 34.42793 |
| 53 | 12.55831 | 23.25068 | 33.93384 |
| 54 | 12.38109 | 22.92257 | 33.45497 |
| 55 | 12.20924 | 22.60441 | 32.99061 |
| 56 | 12.0425 | 22.29571 | 32.54008 |
| 57 | 11.88065 | 21.99606 | 32.10274 |
| 58 | 11.72346 | 21.70503 | 31.678 |
| 59 | 11.57072 | 21.42225 | 31.26528 |
| 60 | 11.42224 | 21.14735 | 30.86407 |
| 61 | 11.27783 | 20.87999 | 30.47387 |
| 62 | 11.13733 | 20.61985 | 30.0942 |
| 63 | 11.00056 | 20.36664 | 29.72464 |
| 64 | 10.86737 | 20.12006 | 29.36476 |
| 65 | 10.73763 | 19.87984 | 29.01418 |
| 66 | 10.61118 | 19.64574 | 28.67251 |
| 67 | 10.48791 | 19.41751 | 28.33942 |
| 68 | 10.36769 | 19.19493 | 28.01456 |
| 69 | 10.2504 | 18.97777 | 27.69763 |
| 70 | 10.13593 | 18.76584 | 27.38832 |
| 71 | 10.02417 | 18.55894 | 27.08634 |
| 72 | 9.915034 | 18.35688 | 26.79144 |

Tabla 2.5. con valores IDF para cada periodo de retorno del resto de cuencas.



A continuación, tenemos las tormentas de diseño para cada cuenca y cada periodo de retorno:

- Subcuenca SCOA

- T25

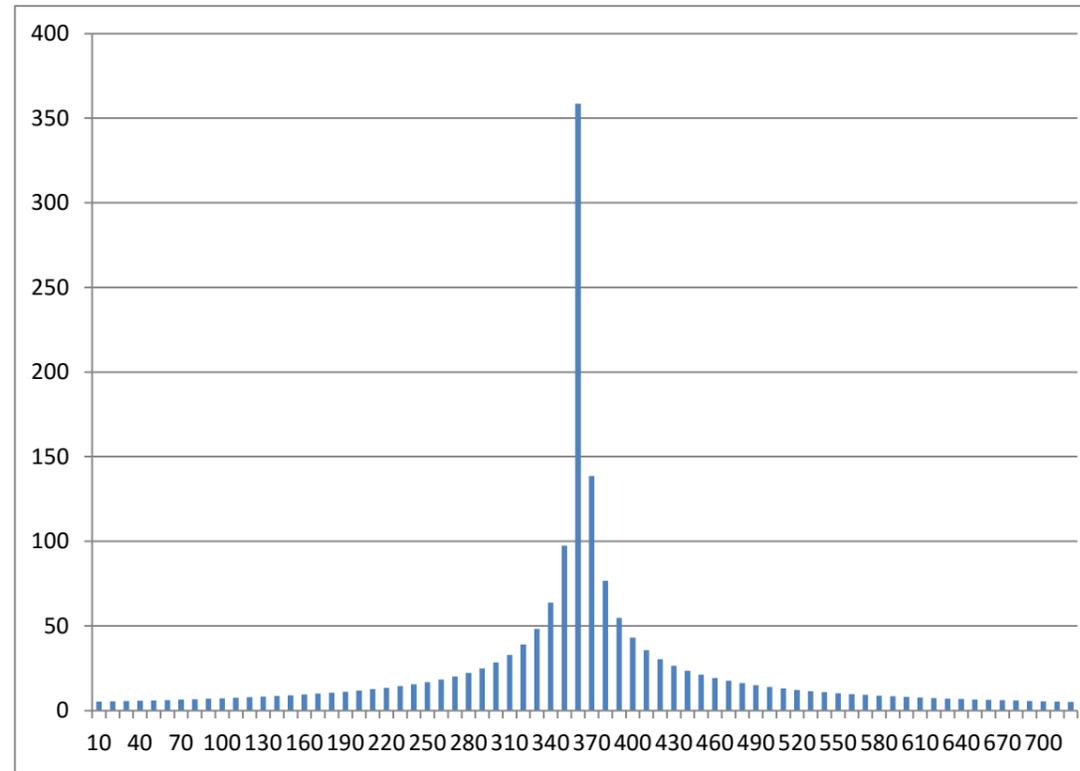


Figura 2.1. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCOA para un periodo de retorno de 25 años.

- T100

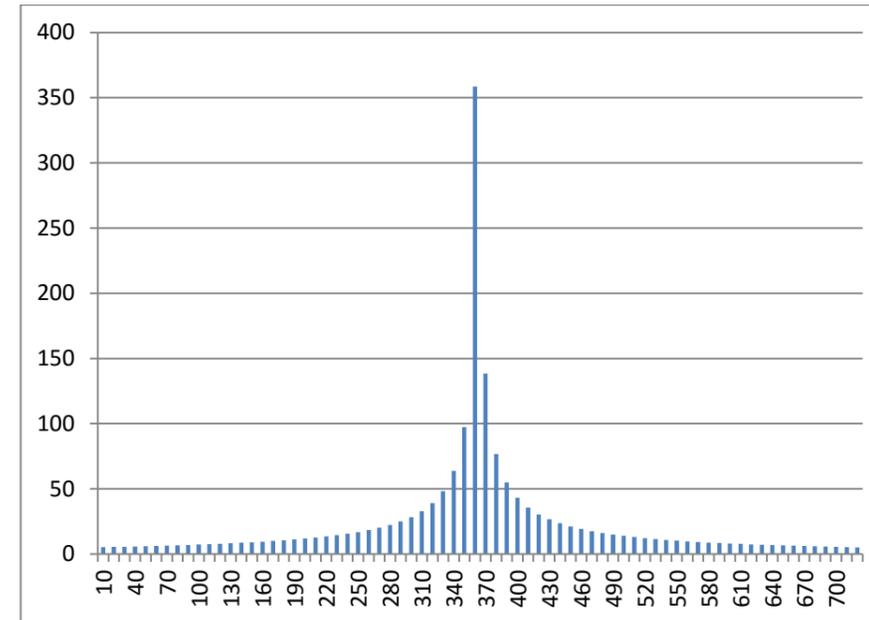


Fig.2.2. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCOA para un periodo de retorno de 100 años.

- T500

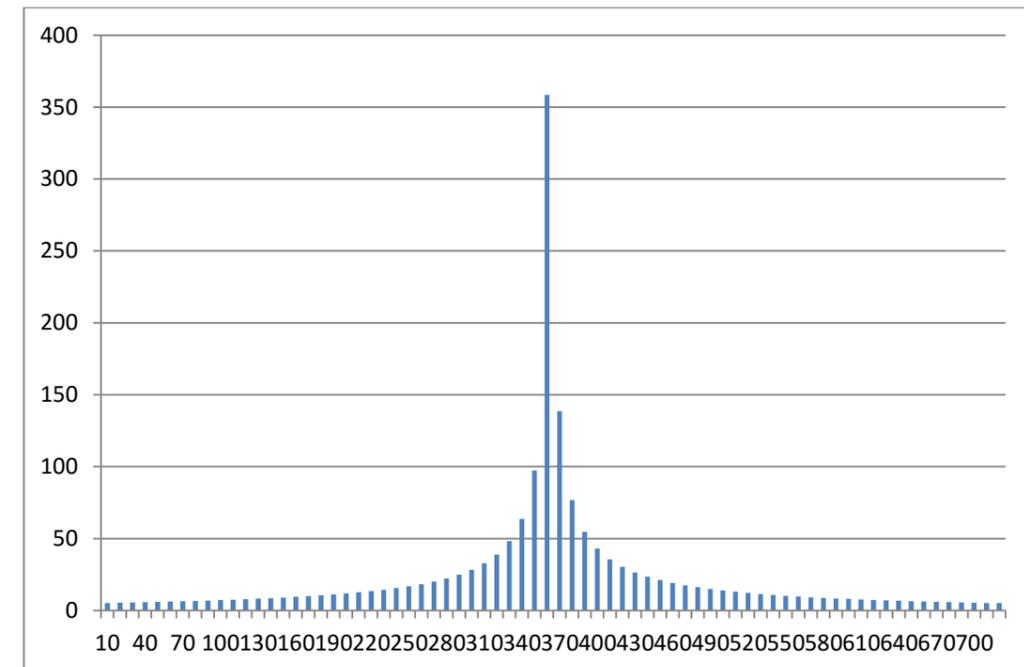


Fig.2.3. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCOA para un periodo de retorno de 500 años.



- Subcuenca SCOB
 - T25

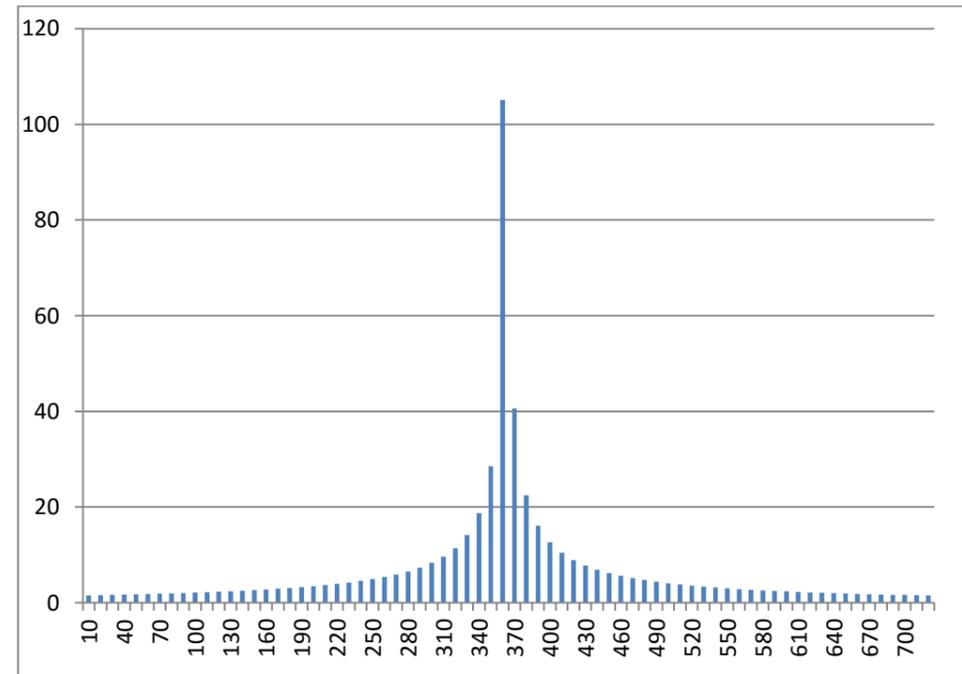


Fig.2.4. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCOB para un periodo de retorno de 25 años.

- T100

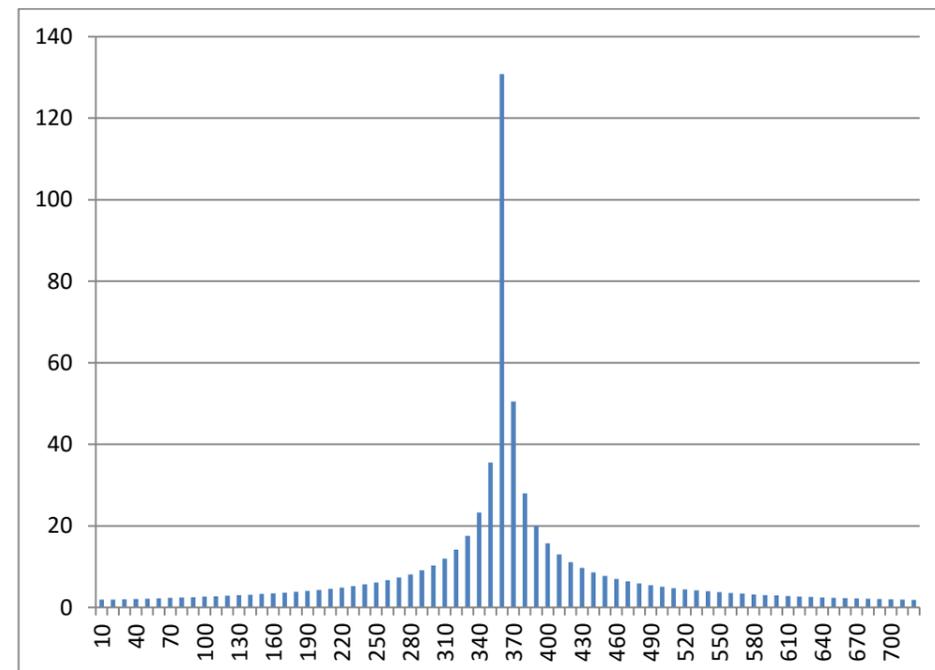


Fig.2.5. donde vemos la tormenta de la subcuenca SCOB para un periodo de retorno de 100 años.

- T500

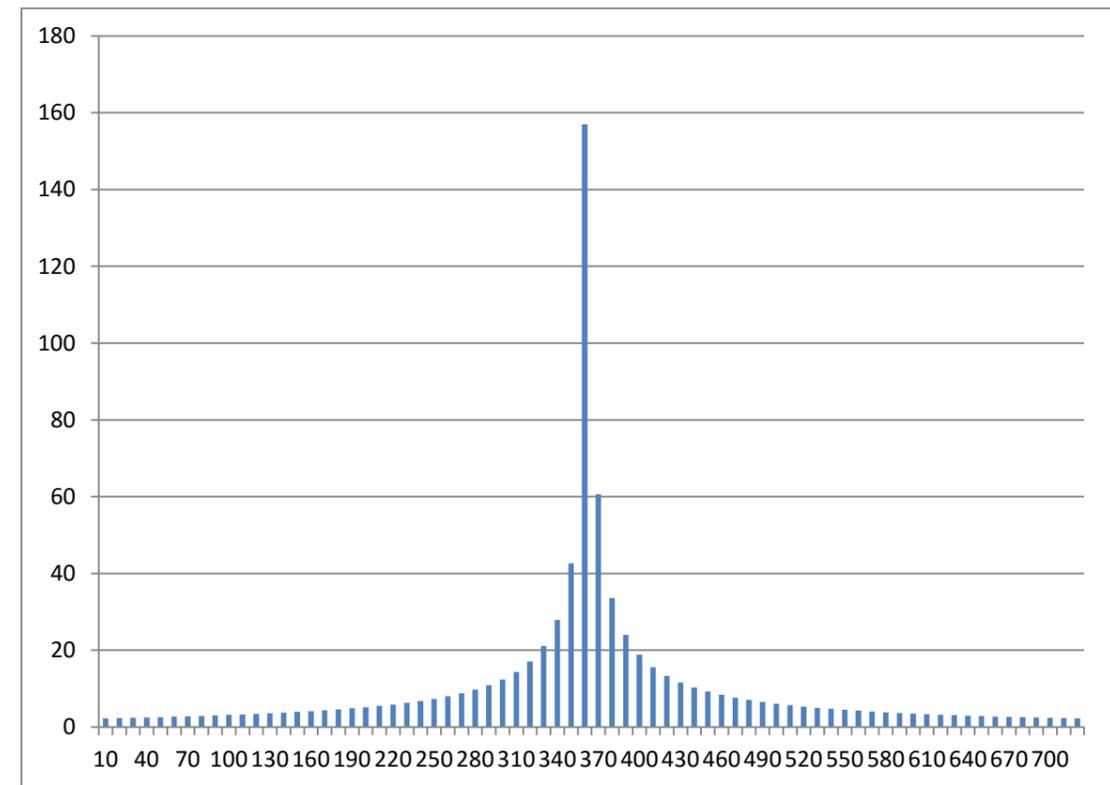


Figura 2.6. Donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCOB para un periodo de retorno de 500 años.



- Subcuenca SCEA

- T25

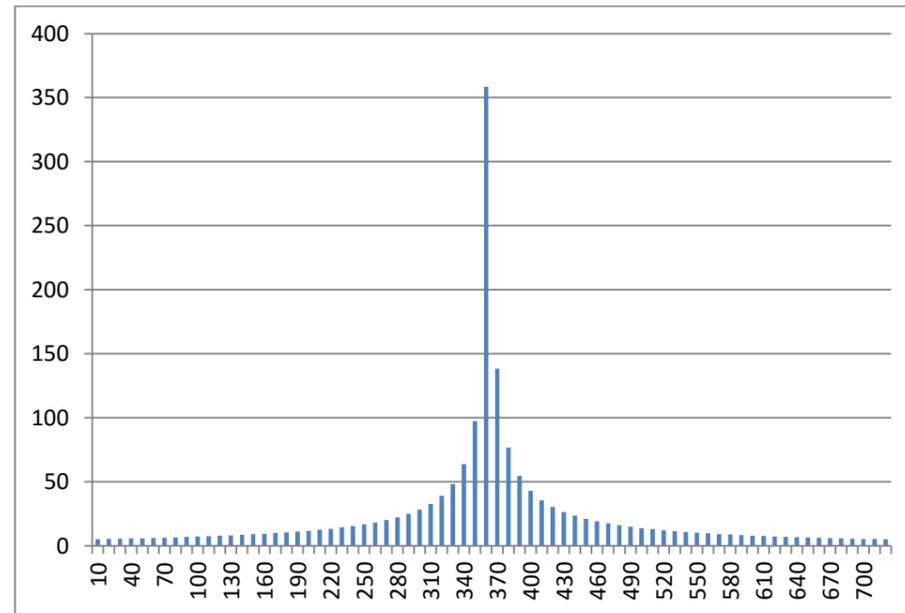


Fig. 2.7. donde vemos la tormenta de diseño en nuestra subcuenca SCEA para un periodo de retorno 25.

- T100

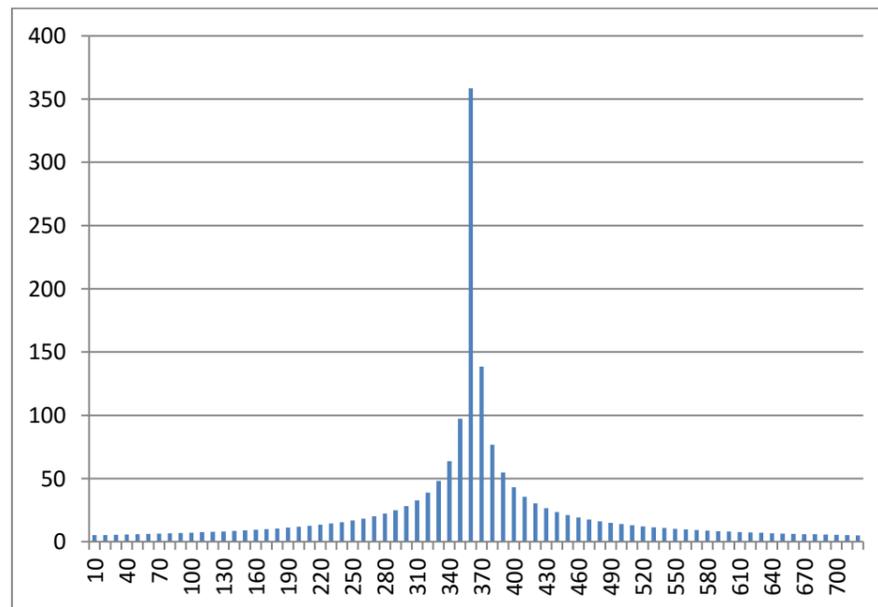


Figura 2.8. donde vemos la tormenta de diseño en nuestra subcuenca SCEA para un periodo de retorno de 100.

- T500

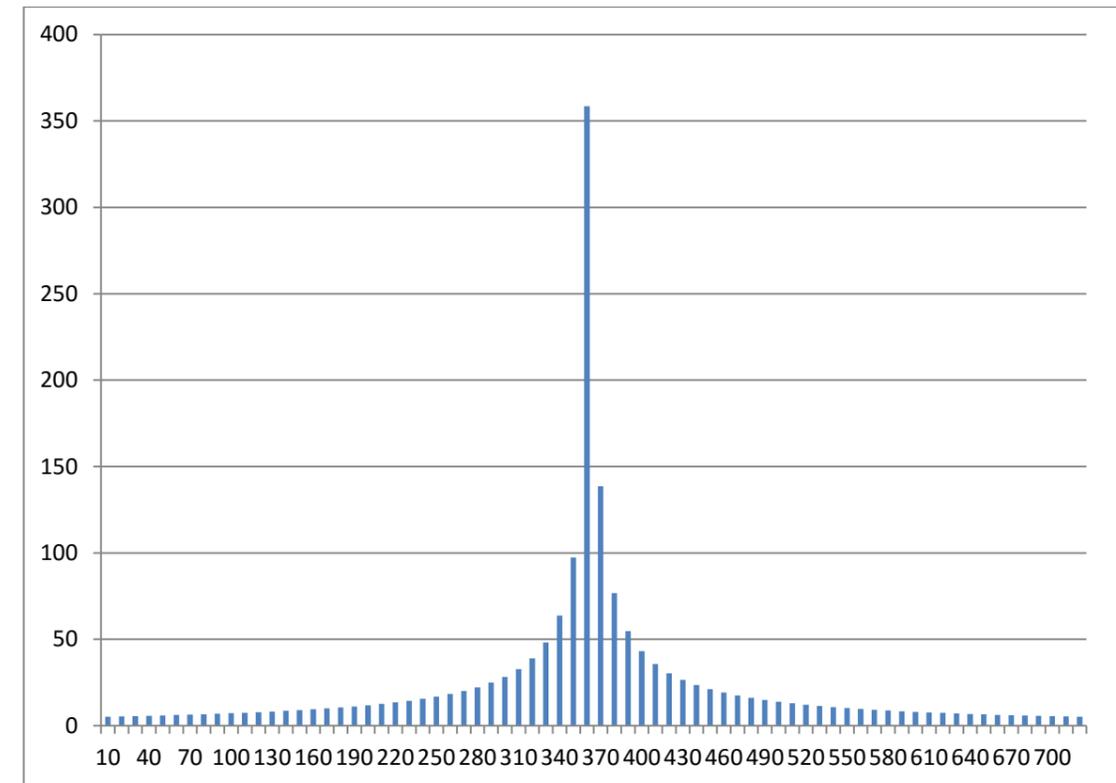


Fig. 2.9. donde vemos la tormenta de diseño en nuestra cuenca SCEA para un periodo de retorno de 500 años.



- Subcuenca SCEB
 - Para **T=25**

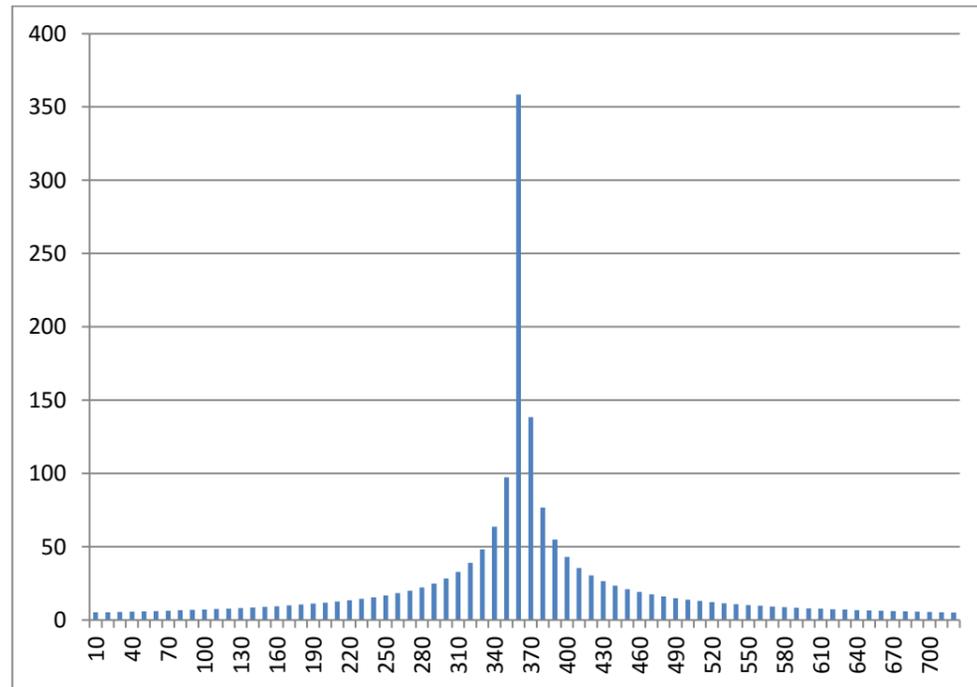


Fig.2.9. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCEB para un periodo de retorno de 25 años.

- **T100**

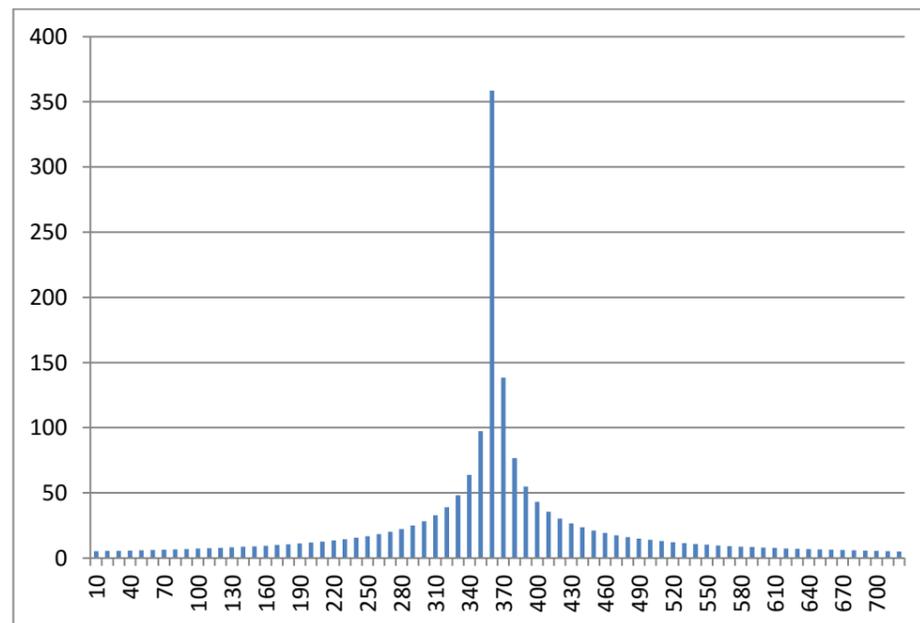


Fig 2.10 donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCEB para un periodo de retorno de 100 años.

- **T500**

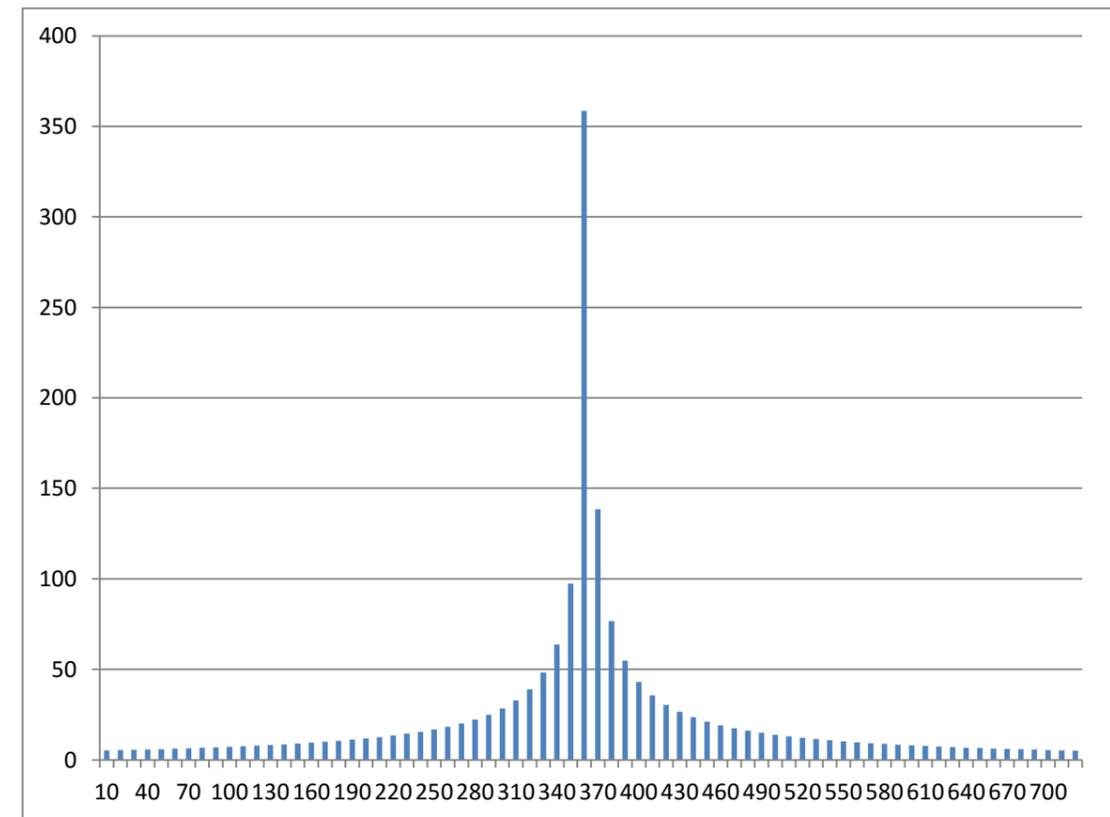


Figura2.11 donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SCEB para un periodo de retorno de 500 años.



- Subcuenca SS

- T25

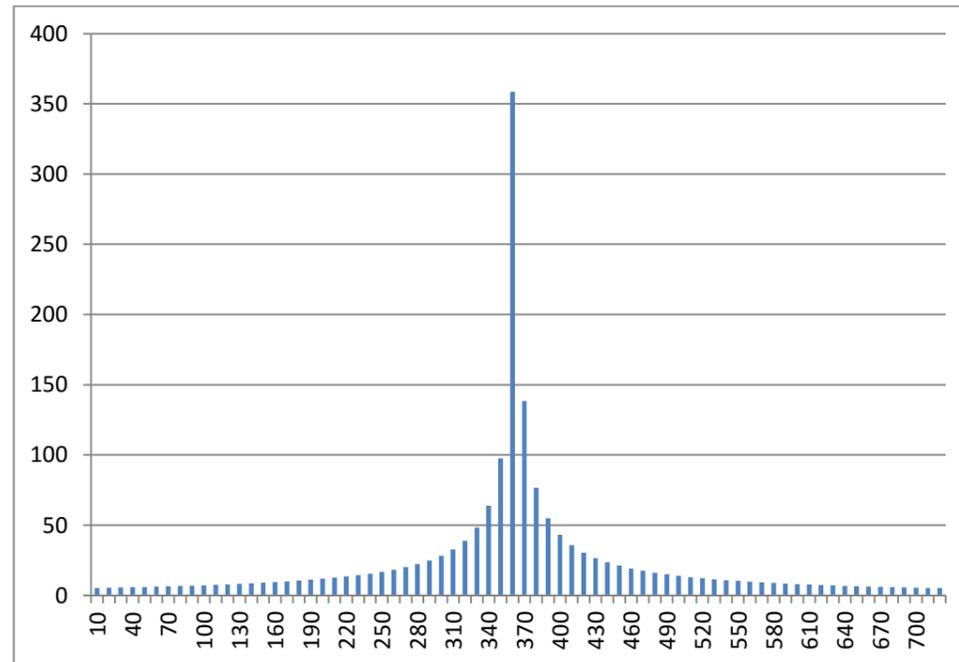


Fig. 2.12. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SS para un periodo de retorno de 25 años.

- T100

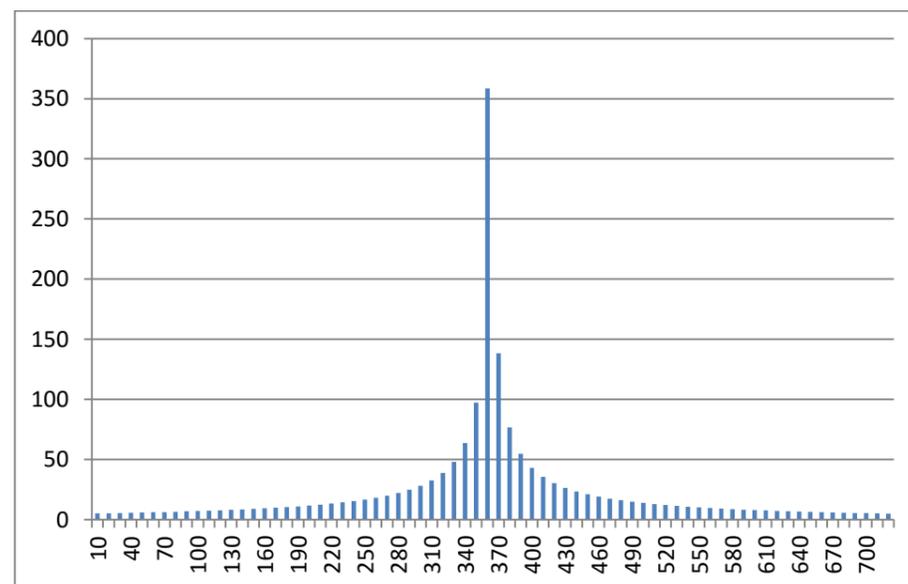


Fig. 2.13. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SS para un periodo de retorno de 100 años.

- T500

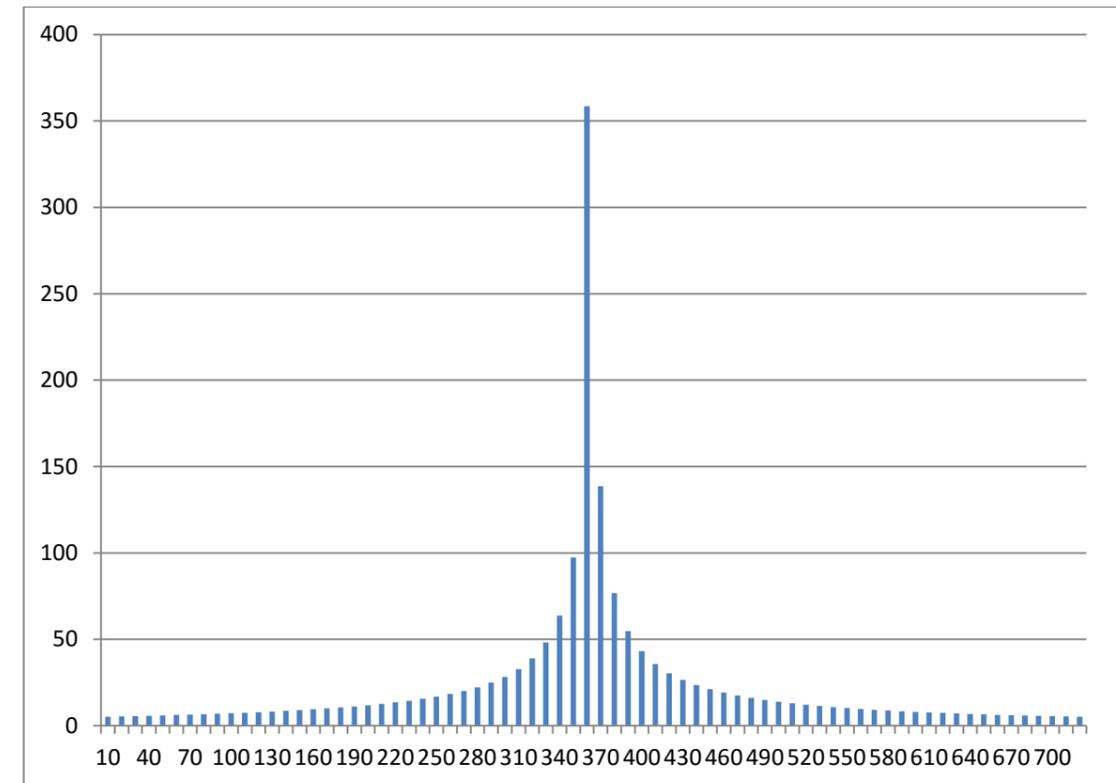


Fig. 2.14. donde vemos la tormenta de diseño de la subcuenca SS para un periodo de retorno de 500 años.



- Resto de cuencas

- T25

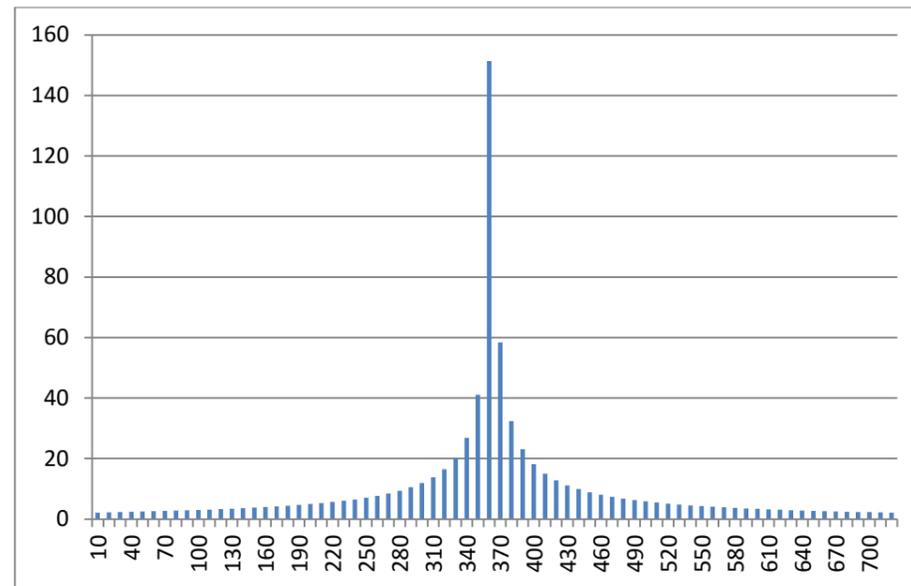


Fig. 2.15. donde vemos la tormenta de diseño del resto de las cuencas para un periodo de retorno de 25 años.

- T100

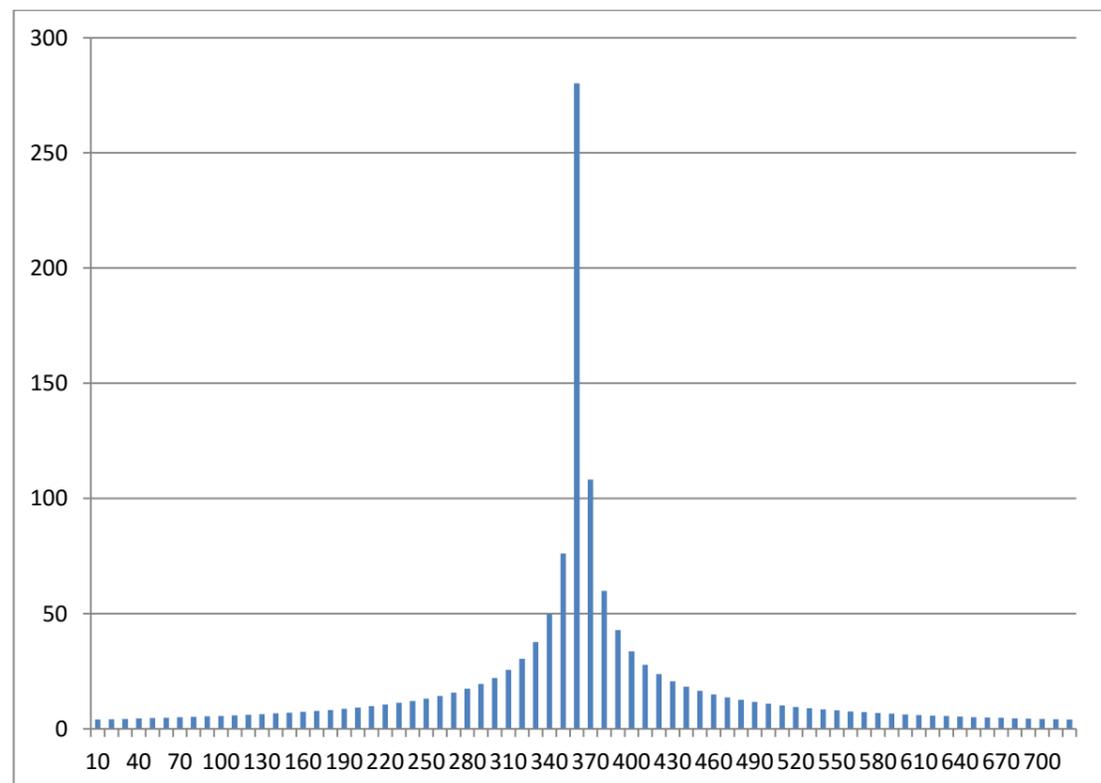


Fig. 2.16. donde vemos la tormenta de diseño del resto de las cuencas para un periodo de retorno de 100 años.

- T500

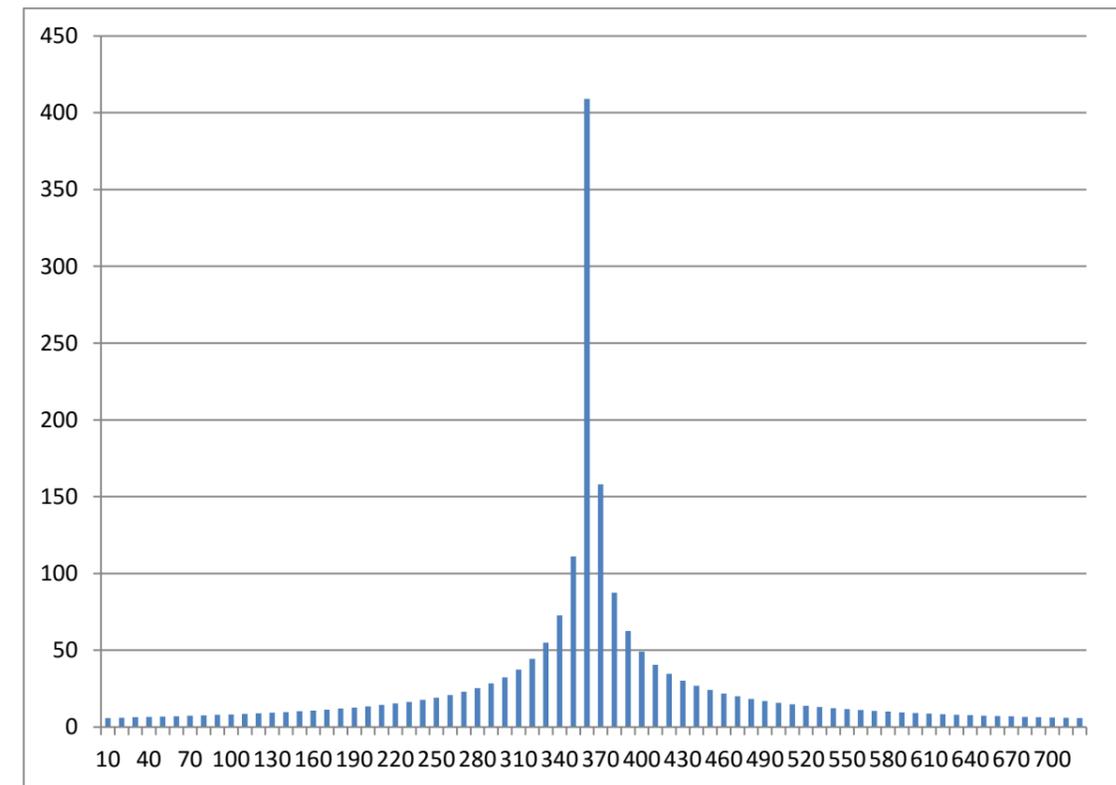


Fig. 2.17. donde ve mos la tormenta de diseño del resto de las cuencas para un periodo de retorno de 500 años.



APÉNDICE III: Listados numéricos de los hidrogramas de crecida de las cuencas del sistema

En este apéndice mostramos los listados numéricos de los hidrogramas de crecida obtenidos para cada cuenca y periodo de retorno que hemos analizado:

- Para T=25 años:

| Fecha | Hora | SCOA | SCOB | SCEA | SCEB | SS | Sc1 | Sc2 | Sc3 | Sc4 | Tuéjar2 |
|-----------|----------|------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-------|---------|
| 24 Jan 11 | 24:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 4:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 4:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 4:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 4:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 4:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 4:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| 25 Jan 11 | 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7E-04 | 0.03 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 25 Jan 11 | 5:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1E-04 | 0.007 | 0.06 |
| 25 Jan 11 | 5:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0.001 | 0.007 | 0.024 | 0.11 |
| 25 Jan 11 | 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.028 | 0.022 | 0.033 | 0.052 | 0.29 |
| 25 Jan 11 | 5:40:00 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0.122 | 0.092 | 0.091 | 0.102 | 0.71 |
| 25 Jan 11 | 5:50:00 | 0.007 | 0 | 0.019 | 0 | 0.008 | 0.403 | 0.271 | 0.22 | 0.208 | 1.75 |
| 25 Jan 11 | 6:00 | 0.329 | 0.149 | 0.303 | 0.037 | 0.328 | 1.667 | 1.443 | 1.035 | 0.914 | 10.36 |
| 25 Jan 11 | 6:10 | 1.046 | 0.624 | 0.941 | 0.159 | 0.938 | 4.307 | 2.65 | 1.786 | 1.295 | 12.98 |
| 25 Jan 11 | 6:20:00 | 2.28 | 1.47 | 1.974 | 0.388 | 2.088 | 8.543 | 2.388 | 1.544 | 0.984 | 12.1 |
| 25 Jan 11 | 6:30 | 4.05 | 2.735 | 3.433 | 0.733 | 3.69 | 13.956 | 1.813 | 1.15 | 0.695 | 13.94 |
| 25 Jan 11 | 6:40 | 6.317 | 4.518 | 5.342 | 1.216 | 5.758 | 18.753 | 1.371 | 0.862 | 0.514 | 19.33 |
| 25 Jan 11 | 6:50:00 | 9.208 | 6.885 | 7.731 | 1.86 | 8.319 | 21.987 | 1.078 | 0.674 | 0.403 | 27.91 |
| 25 Jan 11 | 7:00:00 | 12.83 | 9.708 | 10.76 | 2.682 | 11.43 | 23.487 | 0.883 | 0.551 | 0.331 | 36.65 |
| 25 Jan 11 | 7:10 | 17.16 | 12.7 | 14.39 | 3.701 | 15.21 | 23.459 | 0.748 | 0.466 | 0.281 | 43.15 |
| 25 Jan 11 | 7:20 | 22.35 | 15.6 | 18.49 | 4.873 | 19.67 | 22.166 | 0.647 | 0.404 | 0.246 | 48.31 |
| 25 Jan 11 | 7:30:00 | 28.06 | 18.2 | 22.73 | 6.125 | 24.87 | 20.002 | 0.574 | 0.358 | 0.22 | 53 |
| 25 Jan 11 | 7:40 | 34.01 | 20.39 | 26.82 | 7.395 | 30.72 | 17.936 | 0.517 | 0.323 | 0.199 | 57.98 |
| 25 Jan 11 | 7:50 | 39.79 | 22.16 | 30.66 | 8.609 | 36.82 | 16.082 | 0.471 | 0.294 | 0.182 | 63.98 |
| 25 Jan 11 | 8:00:00 | 45.31 | 23.41 | 34.07 | 9.718 | 43.09 | 14.448 | 0.433 | 0.27 | 0.167 | 71.94 |
| 25 Jan 11 | 8:10:00 | 50.31 | 24.18 | 36.92 | 10.7 | 49.07 | 12.979 | 0.401 | 0.25 | 0.155 | 82.2 |
| 25 Jan 11 | 8:20 | 54.68 | 24.55 | 39.28 | 11.57 | 54.82 | 11.702 | 0.373 | 0.232 | 0.144 | 94.69 |
| 25 Jan 11 | 8:30 | 58.45 | 24.49 | 41.22 | 12.27 | 60.05 | 10.589 | 0.348 | 0.217 | 0.135 | 109.54 |
| 25 Jan 11 | 8:40:00 | 61.6 | 23.98 | 42.49 | 12.8 | 64.78 | 9.615 | 0.327 | 0.204 | 0.126 | 126.15 |
| 25 Jan 11 | 8:50 | 64.09 | 23.16 | 43.24 | 13.19 | 68.85 | 8.766 | 0.308 | 0.192 | 0.119 | 143.4 |
| 25 Jan 11 | 9:00 | 65.81 | 22.22 | 43.56 | 13.43 | 72.38 | 8.032 | 0.291 | 0.181 | 0.112 | 162.15 |
| 25 Jan 11 | 9:10:00 | 66.87 | 21.26 | 43.49 | 13.54 | 75.41 | 7.394 | 0.276 | 0.172 | 0.106 | 181.41 |
| 25 Jan 11 | 9:20:00 | 67.4 | 20.29 | 43.01 | 13.5 | 77.76 | 6.838 | 0.262 | 0.163 | 0.101 | 198.37 |
| 25 Jan 11 | 9:30 | 67.42 | 19.36 | 42.12 | 13.32 | 79.4 | 6.35 | 0.249 | 0.155 | 0.096 | 211.46 |
| 25 Jan 11 | 9:40 | 66.91 | 18.46 | 40.77 | 13.02 | 80.45 | 5.92 | 0.237 | 0.148 | 0.092 | 220.73 |
| 25 Jan 11 | 9:50:00 | 65.87 | 17.59 | 39.17 | 12.67 | 81.02 | 5.542 | 0.227 | 0.141 | 0.088 | 227.05 |
| 25 Jan 11 | 10:00 | 64.22 | 16.75 | 37.45 | 12.29 | 81.11 | 5.208 | 0.217 | 0.135 | 0.084 | 230.99 |
| 25 Jan 11 | 10:10 | 62.16 | 15.92 | 35.83 | 11.9 | 80.79 | 4.905 | 0.208 | 0.129 | 0.08 | 232.84 |
| 25 Jan 11 | 10:20:00 | 59.89 | 15.15 | 34.26 | 11.5 | 79.92 | 4.628 | 0.2 | 0.124 | 0.077 | 232.87 |
| 25 Jan 11 | 10:30:00 | 57.65 | 14.42 | 32.73 | 11.11 | 78.58 | 4.374 | 0.192 | 0.119 | 0.074 | 231.26 |
| 25 Jan 11 | 10:40 | 55.46 | 13.74 | 31.26 | 10.73 | 76.7 | 4.139 | 0.185 | 0.115 | 0.071 | 228.23 |
| 25 Jan 11 | 10:50 | 53.32 | 13.09 | 29.89 | 10.35 | 74.44 | 3.929 | 0.178 | 0.111 | 0.069 | 223.89 |
| 25 Jan 11 | 11:00:00 | 51.23 | 12.48 | 28.6 | 9.981 | 72.02 | 3.745 | 0.171 | 0.107 | 0.066 | 218.41 |
| 25 Jan 11 | 11:10 | 49.19 | 11.9 | 27.34 | 9.618 | 69.57 | 3.579 | 0.165 | 0.103 | 0.064 | 212.12 |
| 25 Jan 11 | 11:20 | 47.29 | 11.37 | 26.14 | 9.259 | 67.18 | 3.427 | 0.16 | 0.099 | 0.062 | 205.33 |
| 25 Jan 11 | 11:30:00 | 45.48 | 10.86 | 24.97 | 8.913 | 64.86 | 3.288 | 0.155 | 0.096 | 0.06 | 198.35 |
| 25 Jan 11 | 11:40:00 | 43.7 | 10.39 | 23.84 | 8.583 | 62.58 | 3.159 | 0.15 | 0.093 | 0.058 | 191.39 |
| 25 Jan 11 | 11:50 | 41.99 | 9.952 | 22.79 | 8.265 | 60.36 | 3.039 | 0.145 | 0.09 | 0.056 | 184.54 |
| 25 Jan 11 | 12:00 | 40.33 | 9.538 | 21.8 | 7.961 | 58.19 | 2.927 | 0.14 | 0.087 | 0.054 | 177.88 |



| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 25 Jan 11 | 12:10:00 | 38.69 | 9.139 | 20.83 | 7.664 | 56.15 | 2.801 | 0.104 | 0.063 | 0.034 | 171.17 |
| 25 Jan 11 | 12:20 | 37.11 | 8.741 | 19.92 | 7.37 | 54.18 | 2.636 | 0.047 | 0.027 | 0.012 | 164.74 |
| 25 Jan 11 | 12:30 | 35.59 | 8.335 | 19.03 | 7.077 | 52.22 | 2.408 | 0.019 | 0.011 | 0.004 | 158.65 |
| 25 Jan 11 | 12:40:00 | 34.09 | 7.91 | 18.14 | 6.782 | 50.27 | 2.105 | 0.007 | 0.004 | 0.001 | 152.76 |
| 25 Jan 11 | 12:50:00 | 32.6 | 7.456 | 17.28 | 6.481 | 48.35 | 1.763 | 0.003 | 0.002 | 4E-04 | 146.97 |
| 25 Jan 11 | 13:00 | 31.14 | 6.961 | 16.41 | 6.172 | 46.43 | 1.422 | 0.001 | 5E-04 | 1E-04 | 141.27 |
| 25 Jan 11 | 13:10 | 29.66 | 6.429 | 15.53 | 5.849 | 44.49 | 1.109 | 3E-04 | 1E-04 | 0 | 135.61 |
| 25 Jan 11 | 13:20:00 | 28.16 | 5.872 | 14.65 | 5.51 | 42.56 | 0.841 | 0 | 0 | 0 | 130.03 |
| 25 Jan 11 | 13:30 | 26.64 | 5.306 | 13.75 | 5.158 | 40.66 | 0.629 | 0 | 0 | 0 | 124.57 |
| 25 Jan 11 | 13:40 | 25.1 | 4.744 | 12.84 | 4.796 | 38.75 | 0.477 | 0 | 0 | 0 | 119.22 |
| 25 Jan 11 | 13:50:00 | 23.53 | 4.199 | 11.93 | 4.431 | 36.8 | 0.362 | 0 | 0 | 0 | 113.98 |
| 25 Jan 11 | 14:00:00 | 21.99 | 3.68 | 11.03 | 4.069 | 34.86 | 0.274 | 0 | 0 | 0 | 108.83 |
| 25 Jan 11 | 14:10 | 20.46 | 3.199 | 10.14 | 3.716 | 32.92 | 0.206 | 0 | 0 | 0 | 103.71 |
| 25 Jan 11 | 14:20 | 18.95 | 2.759 | 9.288 | 3.374 | 30.99 | 0.156 | 0 | 0 | 0 | 98.59 |
| 25 Jan 11 | 14:30:00 | 17.5 | 2.36 | 8.468 | 3.045 | 29.07 | 0.117 | 0 | 0 | 0 | 93.51 |
| 25 Jan 11 | 14:40 | 16.1 | 2.008 | 7.681 | 2.736 | 27.21 | 0.088 | 0 | 0 | 0 | 88.47 |
| 25 Jan 11 | 14:50 | 14.75 | 1.709 | 6.944 | 2.448 | 25.4 | 0.066 | 0 | 0 | 0 | 83.5 |
| 25 Jan 11 | 15:00:00 | 13.47 | 1.459 | 6.254 | 2.181 | 23.63 | 0.049 | 0 | 0 | 0 | 78.6 |
| 25 Jan 11 | 15:10:00 | 12.26 | 1.249 | 5.613 | 1.937 | 21.93 | 0.036 | 0 | 0 | 0 | 73.68 |
| 25 Jan 11 | 15:20 | 11.13 | 1.069 | 5.024 | 1.716 | 20.3 | 0.027 | 0 | 0 | 0 | 68.83 |
| 25 Jan 11 | 15:30 | 10.07 | 0.916 | 4.485 | 1.519 | 18.76 | 0.019 | 0 | 0 | 0 | 64.1 |
| 25 Jan 11 | 15:40:00 | 9.096 | 0.784 | 4 | 1.348 | 17.29 | 0.014 | 0 | 0 | 0 | 59.54 |
| 25 Jan 11 | 15:50 | 8.197 | 0.669 | 3.575 | 1.198 | 15.9 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 55.15 |
| 25 Jan 11 | 16:00 | 7.375 | 0.571 | 3.201 | 1.065 | 14.61 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 50.96 |
| 25 Jan 11 | 16:10:00 | 6.645 | 0.487 | 2.871 | 0.947 | 13.39 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 46.98 |
| 25 Jan 11 | 16:20:00 | 5.996 | 0.416 | 2.575 | 0.842 | 12.24 | 0.002 | 0 | 0 | 0 | 43.22 |
| 25 Jan 11 | 16:30 | 5.416 | 0.355 | 2.308 | 0.748 | 11.19 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 39.66 |
| 25 Jan 11 | 16:40 | 4.899 | 0.303 | 2.068 | 0.664 | 10.23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.33 |
| 25 Jan 11 | 16:50:00 | 4.436 | 0.258 | 1.851 | 0.587 | 9.349 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.23 |
| 25 Jan 11 | 17:00 | 4.018 | 0.219 | 1.654 | 0.518 | 8.552 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30.35 |
| 25 Jan 11 | 17:10 | 3.639 | 0.186 | 1.475 | 0.456 | 7.832 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27.7 |
| 25 Jan 11 | 17:20:00 | 3.297 | 0.158 | 1.313 | 0.401 | 7.176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.26 |
| 25 Jan 11 | 17:30:00 | 2.982 | 0.134 | 1.165 | 0.352 | 6.573 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23.02 |
| 25 Jan 11 | 17:40 | 2.694 | 0.114 | 1.03 | 0.31 | 6.022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.98 |
| 25 Jan 11 | 17:50 | 2.431 | 0.096 | 0.908 | 0.272 | 5.521 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.11 |
| 25 Jan 11 | 18:00:00 | 2.191 | 0.081 | 0.796 | 0.239 | 5.062 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.41 |
| 25 Jan 11 | 18:10 | 1.972 | 0.068 | 0.699 | 0.21 | 4.641 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.87 |
| 25 Jan 11 | 18:20 | 1.774 | 0.057 | 0.616 | 0.185 | 4.257 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.48 |
| 25 Jan 11 | 18:30:00 | 1.592 | 0.048 | 0.543 | 0.162 | 3.906 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.21 |
| 25 Jan 11 | 18:40:00 | 1.424 | 0.039 | 0.479 | 0.142 | 3.585 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.06 |
| 25 Jan 11 | 18:50 | 1.269 | 0.033 | 0.423 | 0.125 | 3.291 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.02 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|-------|
| 25 Jan 11 | 19:00 | 1.125 | 0.027 | 0.373 | 0.11 | 3.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.07 |
| 25 Jan 11 | 19:10:00 | 0.991 | 0.022 | 0.33 | 0.096 | 2.771 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.2 |
| 25 Jan 11 | 19:20 | 0.877 | 0.017 | 0.291 | 0.084 | 2.542 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.4 |
| 25 Jan 11 | 19:30 | 0.779 | 0.014 | 0.257 | 0.073 | 2.331 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.67 |
| 25 Jan 11 | 19:40:00 | 0.692 | 0.01 | 0.226 | 0.064 | 2.133 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 25 Jan 11 | 19:50:00 | 0.615 | 0.007 | 0.199 | 0.056 | 1.951 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.39 |
| 25 Jan 11 | 20:00 | 0.548 | 0.005 | 0.175 | 0.049 | 1.782 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.82 |
| 25 Jan 11 | 20:10 | 0.487 | 0.003 | 0.154 | 0.042 | 1.626 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.3 |
| 25 Jan 11 | 20:20:00 | 0.433 | 0.002 | 0.135 | 0.036 | 1.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.82 |
| 25 Jan 11 | 20:30 | 0.385 | 0.001 | 0.118 | 0.031 | 1.344 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.38 |
| 25 Jan 11 | 20:40 | 0.342 | 0 | 0.103 | 0.027 | 1.217 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.97 |
| 25 Jan 11 | 20:50:00 | 0.303 | 0 | 0.09 | 0.023 | 1.097 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.6 |
| 25 Jan 11 | 21:00:00 | 0.268 | 0 | 0.078 | 0.02 | 0.985 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.26 |
| 25 Jan 11 | 21:10 | 0.238 | 0 | 0.068 | 0.017 | 0.878 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.94 |
| 25 Jan 11 | 21:20 | 0.21 | 0 | 0.059 | 0.014 | 0.781 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.65 |
| 25 Jan 11 | 21:30:00 | 0.185 | 0 | 0.051 | 0.012 | 0.698 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.38 |
| 25 Jan 11 | 21:40 | 0.163 | 0 | 0.044 | 0.009 | 0.625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.13 |
| 25 Jan 11 | 21:50 | 0.143 | 0 | 0.037 | 0.008 | 0.561 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.91 |
| 25 Jan 11 | 22:00:00 | 0.126 | 0 | 0.031 | 0.006 | 0.503 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.72 |
| 25 Jan 11 | 22:10:00 | 0.11 | 0 | 0.026 | 0.004 | 0.451 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.55 |
| 25 Jan 11 | 22:20 | 0.096 | 0 | 0.021 | 0.003 | 0.405 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.39 |
| 25 Jan 11 | 22:30 | 0.084 | 0 | 0.017 | 0.002 | 0.363 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.25 |
| 25 Jan 11 | 22:40:00 | 0.072 | 0 | 0.014 | 0.001 | 0.326 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.12 |
| 25 Jan 11 | 22:50 | 0.062 | 0 | 0.011 | 0.001 | 0.292 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.01 |
| 25 Jan 11 | 23:00 | 0.053 | 0 | 0.008 | 0 | 0.261 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.91 |
| 25 Jan 11 | 23:10:00 | 0.044 | 0 | 0.006 | 0 | 0.233 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.82 |
| 25 Jan 11 | 23:20:00 | 0.037 | 0 | 0.004 | 0 | 0.208 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.73 |
| 25 Jan 11 | 23:30 | 0.03 | 0 | 0.002 | 0 | 0.186 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 |
| 25 Jan 11 | 23:40 | 0.024 | 0 | 0.001 | 0 | 0.165 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.59 |
| 25 Jan 11 | 23:50:00 | 0.019 | 0 | 0 | 0 | 0.147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.52 |
| 25 Jan 11 | 0:00 | 0.015 | 0 | 0 | 0 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.47 |
| 26 Jan 11 | 0:10 | 0.011 | 0 | 0 | 0 | 0.115 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.42 |
| 26 Jan 11 | 0:20:00 | 0.008 | 0 | 0 | 0 | 0.102 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.37 |
| 26 Jan 11 | 0:30:00 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 0.089 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 |
| 26 Jan 11 | 0:40 | 0.003 | 0 | 0 | 0 | 0.078 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.29 |
| 26 Jan 11 | 0:50 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0.067 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.26 |
| 26 Jan 11 | 1:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.057 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 |
| 26 Jan 11 | 1:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.049 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| 26 Jan 11 | 1:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.041 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 |
| 26 Jan 11 | 1:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.034 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 |
| 26 Jan 11 | 1:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.028 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.13 |
| 26 Jan 11 | 1:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.11 |



ALTERNATIVA SUR. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE DRENAJE

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|------|
| 26 Jan 11 | 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 |
| 26 Jan 11 | 2:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 |
| 26 Jan 11 | 2:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.06 |
| 26 Jan 11 | 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 |
| 26 Jan 11 | 2:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 |
| 26 Jan 11 | 2:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 |
| 26 Jan 11 | 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| 26 Jan 11 | 3:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 9:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 16:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 23:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 0:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



- Para T=100 años:

| Fecha | Hora | SCOA | SCOB | SCEA | SCEB | SS | Sc1 | Sc2 | Sc3 | Sc4 | Tuéjar2 |
|-----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 24 Jan 11 | 24:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| 25 Jan 11 | 3:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3E-04 | 0.02 |
| 25 Jan 11 | 3:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0.04 |
| 25 Jan 11 | 4:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0.013 | 0.07 |
| 25 Jan 11 | 4:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.006 | 0.003 | 0.011 | 0.027 | 0.12 |
| 25 Jan 11 | 4:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0.019 | 0.03 | 0.044 | 0.23 |
| 25 Jan 11 | 4:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.097 | 0.054 | 0.057 | 0.064 | 0.41 |
| 25 Jan 11 | 4:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.241 | 0.105 | 0.093 | 0.09 | 0.66 |
| 25 Jan 11 | 4:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.498 | 0.172 | 0.137 | 0.121 | 1.03 |
| 25 Jan 11 | 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.904 | 0.26 | 0.195 | 0.162 | 1.59 |
| 25 Jan 11 | 5:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 | 1.5 | 0.377 | 0.272 | 0.216 | 2.45 |
| 25 Jan 11 | 5:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 2.339 | 0.539 | 0.378 | 0.29 | 3.74 |
| 25 Jan 11 | 5:30 | 0 | 0 | 0.006 | 0 | 0.24 | 3.505 | 0.776 | 0.531 | 0.399 | 5.75 |
| 25 Jan 11 | 5:40:00 | 0.02 | 0 | 0.04 | 0 | 0.58 | 5.15 | 1.156 | 0.778 | 0.575 | 9.09 |
| 25 Jan 11 | 5:50:00 | 0.11 | 0.022 | 0.157 | 0.005 | 1.29 | 7.626 | 1.889 | 1.255 | 0.924 | 15.48 |
| 25 Jan 11 | 6:00 | 0.9 | 0.47 | 0.811 | 0.201 | 3.72 | 13.367 | 5.798 | 3.831 | 2.984 | 47.72 |
| 25 Jan 11 | 6:10 | 2.47 | 1.689 | 2.125 | 0.69 | 7.55 | 23.209 | 9.252 | 5.874 | 3.875 | 62.37 |
| 25 Jan 11 | 6:20:00 | 5.05 | 3.688 | 4.157 | 1.502 | 13.84 | 37.43 | 7.629 | 4.69 | 2.75 | 69.95 |
| 25 Jan 11 | 6:30 | 8.61 | 6.574 | 6.951 | 2.64 | 21.94 | 54.234 | 5.436 | 3.301 | 1.851 | 87.24 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 25 Jan 11 | 6:40 | 13.09 | 10.55 | 10.55 | 4.179 | 32 | 67.723 | 3.919 | 2.37 | 1.322 | 115.86 |
| 25 Jan 11 | 6:50:00 | 18.75 | 15.7 | 15.01 | 6.167 | 44.1 | 75.445 | 2.976 | 1.797 | 1.011 | 146.2 |
| 25 Jan 11 | 7:00:00 | 25.75 | 21.59 | 20.57 | 8.639 | 58.49 | 77.437 | 2.377 | 1.436 | 0.818 | 171.56 |
| 25 Jan 11 | 7:10 | 34.03 | 27.54 | 27.13 | 11.63 | 75.54 | 74.762 | 1.977 | 1.195 | 0.686 | 192.47 |
| 25 Jan 11 | 7:20 | 43.81 | 33.03 | 34.35 | 14.88 | 95.1 | 68.512 | 1.686 | 1.022 | 0.596 | 211.48 |
| 25 Jan 11 | 7:30:00 | 54.32 | 37.71 | 41.65 | 18.17 | 117.2 | 60.118 | 1.482 | 0.899 | 0.529 | 230.14 |
| 25 Jan 11 | 7:40 | 65.01 | 41.43 | 48.54 | 21.35 | 141.1 | 52.7 | 1.326 | 0.805 | 0.476 | 251.27 |
| 25 Jan 11 | 7:50 | 75.14 | 44.22 | 54.85 | 24.18 | 164.9 | 46.312 | 1.201 | 0.73 | 0.432 | 278.06 |
| 25 Jan 11 | 8:00:00 | 84.62 | 45.88 | 60.33 | 26.62 | 188.4 | 40.854 | 1.098 | 0.667 | 0.396 | 311.1 |
| 25 Jan 11 | 8:10:00 | 92.96 | 46.63 | 64.75 | 28.66 | 209.8 | 36.078 | 1.011 | 0.614 | 0.365 | 348.12 |
| 25 Jan 11 | 8:20 | 100 | 46.61 | 68.3 | 30.35 | 229.6 | 32.029 | 0.937 | 0.569 | 0.339 | 385.71 |
| 25 Jan 11 | 8:30 | 106 | 45.76 | 71.07 | 31.51 | 246.7 | 28.572 | 0.873 | 0.53 | 0.316 | 424.38 |
| 25 Jan 11 | 8:40:00 | 110.7 | 44.05 | 72.66 | 32.24 | 261.4 | 25.604 | 0.816 | 0.496 | 0.296 | 463.66 |
| 25 Jan 11 | 8:50 | 114.2 | 41.88 | 73.37 | 32.6 | 273.1 | 23.066 | 0.766 | 0.466 | 0.278 | 500.05 |
| 25 Jan 11 | 9:00 | 116.3 | 39.66 | 73.38 | 32.64 | 282.7 | 20.91 | 0.722 | 0.439 | 0.262 | 530.83 |
| 25 Jan 11 | 9:10:00 | 117.3 | 37.52 | 72.71 | 32.31 | 290.1 | 19.065 | 0.682 | 0.415 | 0.248 | 554.58 |
| 25 Jan 11 | 9:20:00 | 117.3 | 35.45 | 71.37 | 31.63 | 294.6 | 17.481 | 0.646 | 0.393 | 0.235 | 570.88 |
| 25 Jan 11 | 9:30 | 116.5 | 33.51 | 69.36 | 30.59 | 296.5 | 16.106 | 0.614 | 0.373 | 0.223 | 581 |
| 25 Jan 11 | 9:40 | 114.7 | 31.69 | 66.6 | 29.39 | 296.3 | 14.911 | 0.584 | 0.355 | 0.212 | 585.83 |
| 25 Jan 11 | 9:50:00 | 112.1 | 29.96 | 63.51 | 28.16 | 294.4 | 13.873 | 0.557 | 0.338 | 0.203 | 585.7 |
| 25 Jan 11 | 10:00 | 108.3 | 28.3 | 60.33 | 26.96 | 290.9 | 12.965 | 0.532 | 0.323 | 0.194 | 581.71 |
| 25 Jan 11 | 10:10 | 104 | 26.71 | 57.39 | 25.78 | 285.8 | 12.145 | 0.509 | 0.309 | 0.185 | 574.34 |
| 25 Jan 11 | 10:20:00 | 99.49 | 25.26 | 54.59 | 24.64 | 278.8 | 11.401 | 0.488 | 0.296 | 0.177 | 563.77 |
| 25 Jan 11 | 10:30:00 | 95.19 | 23.89 | 51.89 | 23.56 | 270.2 | 10.723 | 0.468 | 0.284 | 0.17 | 550.2 |
| 25 Jan 11 | 10:40 | 91.05 | 22.62 | 49.34 | 22.54 | 259.8 | 10.102 | 0.449 | 0.273 | 0.164 | 534.01 |
| 25 Jan 11 | 10:50 | 87.07 | 21.43 | 46.99 | 21.56 | 248.7 | 9.556 | 0.432 | 0.263 | 0.157 | 515.15 |
| 25 Jan 11 | 11:00:00 | 83.24 | 20.33 | 44.77 | 20.61 | 237.5 | 9.086 | 0.416 | 0.253 | 0.152 | 494.86 |
| 25 Jan 11 | 11:10 | 79.55 | 19.29 | 42.63 | 19.69 | 226.8 | 8.666 | 0.401 | 0.244 | 0.146 | 474.11 |
| 25 Jan 11 | 11:20 | 76.18 | 18.34 | 40.59 | 18.79 | 216.8 | 8.283 | 0.387 | 0.235 | 0.141 | 453.78 |
| 25 Jan 11 | 11:30:00 | 72.96 | 17.45 | 38.64 | 17.96 | 207.3 | 7.933 | 0.374 | 0.227 | 0.136 | 434.31 |
| 25 Jan 11 | 11:40:00 | 69.82 | 16.63 | 36.74 | 17.17 | 198.1 | 7.609 | 0.361 | 0.219 | 0.132 | 415.7 |
| 25 Jan 11 | 11:50 | 66.82 | 15.87 | 35 | 16.42 | 189.4 | 7.31 | 0.35 | 0.212 | 0.127 | 397.94 |
| 25 Jan 11 | 12:00 | 63.93 | 15.15 | 33.37 | 15.72 | 181.1 | 7.031 | 0.338 | 0.205 | 0.123 | 381.03 |
| 25 Jan 11 | 12:10:00 | 61.09 | 14.48 | 31.8 | 15.04 | 173.5 | 6.718 | 0.25 | 0.148 | 0.078 | 364.25 |
| 25 Jan 11 | 12:20 | 58.39 | 13.8 | 30.31 | 14.38 | 166.2 | 6.317 | 0.112 | 0.064 | 0.027 | 348.48 |
| 25 Jan 11 | 12:30 | 55.82 | 13.13 | 28.87 | 13.74 | 159 | 5.766 | 0.045 | 0.025 | 0.01 | 333.67 |
| 25 Jan 11 | 12:40:00 | 53.3 | 12.43 | 27.45 | 13.09 | 152 | 5.037 | 0.018 | 0.01 | 0.003 | 319.3 |
| 25 Jan 11 | 12:50:00 | 50.83 | 11.69 | 26.08 | 12.46 | 145.2 | 4.217 | 0.007 | 0.004 | 0.001 | 305.16 |
| 25 Jan 11 | 13:00 | 48.41 | 10.9 | 24.72 | 11.82 | 138.5 | 3.399 | 0.003 | 0.001 | 3E-04 | 291.27 |
| 25 Jan 11 | 13:10 | 46 | 10.05 | 23.34 | 11.16 | 131.9 | 2.651 | 7E-04 | 0 | 0 | 277.62 |
| 25 Jan 11 | 13:20:00 | 43.57 | 9.172 | 21.98 | 10.48 | 125.4 | 2.011 | 0 | 0 | 0 | 264.25 |
| 25 Jan 11 | 13:30 | 41.14 | 8.281 | 20.59 | 9.786 | 119.2 | 1.504 | 0 | 0 | 0 | 251.22 |



ALTERNATIVA SUR. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE DRENAJE

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|--------|
| 25 Jan 11 | 13:40 | 38.69 | 7.399 | 19.2 | 9.08 | 113.1 | 1.14 | 0 | 0 | 0 | 238.6 |
| 25 Jan 11 | 13:50:00 | 36.21 | 6.545 | 17.82 | 8.374 | 106.9 | 0.864 | 0 | 0 | 0 | 226.33 |
| 25 Jan 11 | 14:00:00 | 33.79 | 5.732 | 16.46 | 7.678 | 100.9 | 0.654 | 0 | 0 | 0 | 214.32 |
| 25 Jan 11 | 14:10 | 31.4 | 4.98 | 15.12 | 7.002 | 94.99 | 0.493 | 0 | 0 | 0 | 202.62 |
| 25 Jan 11 | 14:20 | 29.07 | 4.29 | 13.85 | 6.352 | 89.14 | 0.372 | 0 | 0 | 0 | 191.21 |
| 25 Jan 11 | 14:30:00 | 26.82 | 3.665 | 12.62 | 5.728 | 83.37 | 0.28 | 0 | 0 | 0 | 179.99 |
| 25 Jan 11 | 14:40 | 24.65 | 3.112 | 11.44 | 5.144 | 77.86 | 0.209 | 0 | 0 | 0 | 168.79 |
| 25 Jan 11 | 14:50 | 22.57 | 2.643 | 10.34 | 4.602 | 72.52 | 0.156 | 0 | 0 | 0 | 157.88 |
| 25 Jan 11 | 15:00:00 | 20.6 | 2.256 | 9.309 | 4.1 | 67.35 | 0.117 | 0 | 0 | 0 | 147.29 |
| 25 Jan 11 | 15:10:00 | 18.76 | 1.929 | 8.353 | 3.642 | 62.4 | 0.087 | 0 | 0 | 0 | 136.97 |
| 25 Jan 11 | 15:20 | 17.02 | 1.651 | 7.477 | 3.229 | 57.73 | 0.064 | 0 | 0 | 0 | 127.04 |
| 25 Jan 11 | 15:30 | 15.41 | 1.414 | 6.677 | 2.861 | 53.29 | 0.046 | 0 | 0 | 0 | 117.56 |
| 25 Jan 11 | 15:40:00 | 13.91 | 1.209 | 5.957 | 2.54 | 49.07 | 0.033 | 0 | 0 | 0 | 108.51 |
| 25 Jan 11 | 15:50 | 12.54 | 1.033 | 5.326 | 2.258 | 45.13 | 0.024 | 0 | 0 | 0 | 99.95 |
| 25 Jan 11 | 16:00 | 11.28 | 0.881 | 4.77 | 2.007 | 41.45 | 0.016 | 0 | 0 | 0 | 91.9 |
| 25 Jan 11 | 16:10:00 | 10.17 | 0.752 | 4.28 | 1.783 | 37.99 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 84.3 |
| 25 Jan 11 | 16:20:00 | 9.17 | 0.642 | 3.838 | 1.584 | 34.74 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 77.2 |
| 25 Jan 11 | 16:30 | 8.29 | 0.547 | 3.44 | 1.405 | 31.77 | 0.002 | 0 | 0 | 0 | 70.58 |
| 25 Jan 11 | 16:40 | 7.5 | 0.466 | 3.081 | 1.244 | 29.05 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 64.4 |
| 25 Jan 11 | 16:50:00 | 6.79 | 0.397 | 2.756 | 1.097 | 26.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58.73 |
| 25 Jan 11 | 17:00 | 6.16 | 0.338 | 2.461 | 0.965 | 24.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53.53 |
| 25 Jan 11 | 17:10 | 5.58 | 0.287 | 2.193 | 0.845 | 22.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.75 |
| 25 Jan 11 | 17:20:00 | 5.05 | 0.244 | 1.949 | 0.737 | 20.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44.41 |
| 25 Jan 11 | 17:30:00 | 4.57 | 0.207 | 1.725 | 0.647 | 18.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40.48 |
| 25 Jan 11 | 17:40 | 4.13 | 0.175 | 1.521 | 0.568 | 17.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.88 |
| 25 Jan 11 | 17:50 | 3.72 | 0.148 | 1.336 | 0.498 | 15.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.63 |
| 25 Jan 11 | 18:00:00 | 3.35 | 0.124 | 1.166 | 0.438 | 14.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30.69 |
| 25 Jan 11 | 18:10 | 3.01 | 0.105 | 1.022 | 0.384 | 13.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.01 |
| 25 Jan 11 | 18:20 | 2.71 | 0.087 | 0.899 | 0.337 | 12.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.58 |
| 25 Jan 11 | 18:30:00 | 2.42 | 0.073 | 0.793 | 0.296 | 11.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23.38 |
| 25 Jan 11 | 18:40:00 | 2.16 | 0.061 | 0.699 | 0.259 | 10.22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.37 |
| 25 Jan 11 | 18:50 | 1.92 | 0.05 | 0.617 | 0.228 | 9.39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.54 |
| 25 Jan 11 | 19:00 | 1.69 | 0.041 | 0.544 | 0.2 | 8.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.87 |
| 25 Jan 11 | 19:10:00 | 1.48 | 0.033 | 0.48 | 0.175 | 7.91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.33 |
| 25 Jan 11 | 19:20 | 1.31 | 0.027 | 0.424 | 0.153 | 7.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.91 |
| 25 Jan 11 | 19:30 | 1.16 | 0.021 | 0.374 | 0.133 | 6.64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.61 |
| 25 Jan 11 | 19:40:00 | 1.03 | 0.016 | 0.329 | 0.116 | 6.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.4 |
| 25 Jan 11 | 19:50:00 | 0.92 | 0.011 | 0.29 | 0.101 | 5.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.29 |
| 25 Jan 11 | 20:00 | 0.82 | 0.008 | 0.255 | 0.088 | 5.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.26 |
| 25 Jan 11 | 20:10 | 0.72 | 0.005 | 0.224 | 0.076 | 4.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.32 |
| 25 Jan 11 | 20:20:00 | 0.64 | 0.003 | 0.196 | 0.066 | 4.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.45 |
| 25 Jan 11 | 20:30 | 0.57 | 0.001 | 0.172 | 0.057 | 3.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.65 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|------|---|-------|-------|------|---|---|---|---|------|
| 25 Jan 11 | 20:40 | 0.51 | 0 | 0.15 | 0.049 | 3.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.9 |
| 25 Jan 11 | 20:50:00 | 0.45 | 0 | 0.131 | 0.042 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.21 |
| 25 Jan 11 | 21:00:00 | 0.4 | 0 | 0.114 | 0.036 | 2.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.57 |
| 25 Jan 11 | 21:10 | 0.35 | 0 | 0.099 | 0.03 | 2.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.98 |
| 25 Jan 11 | 21:20 | 0.31 | 0 | 0.086 | 0.025 | 2.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.43 |
| 25 Jan 11 | 21:30:00 | 0.27 | 0 | 0.074 | 0.021 | 1.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.94 |
| 25 Jan 11 | 21:40 | 0.24 | 0 | 0.063 | 0.017 | 1.64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.5 |
| 25 Jan 11 | 21:50 | 0.21 | 0 | 0.054 | 0.014 | 1.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.13 |
| 25 Jan 11 | 22:00:00 | 0.19 | 0 | 0.046 | 0.011 | 1.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.8 |
| 25 Jan 11 | 22:10:00 | 0.16 | 0 | 0.038 | 0.008 | 1.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.51 |
| 25 Jan 11 | 22:20 | 0.14 | 0 | 0.031 | 0.006 | 1.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.25 |
| 25 Jan 11 | 22:30 | 0.12 | 0 | 0.025 | 0.004 | 0.95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.02 |
| 25 Jan 11 | 22:40:00 | 0.11 | 0 | 0.02 | 0.003 | 0.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.81 |
| 25 Jan 11 | 22:50 | 0.09 | 0 | 0.015 | 0.002 | 0.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.62 |
| 25 Jan 11 | 23:00 | 0.08 | 0 | 0.011 | 0.001 | 0.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 |
| 25 Jan 11 | 23:10:00 | 0.07 | 0 | 0.008 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3 |
| 25 Jan 11 | 23:20:00 | 0.05 | 0 | 0.006 | 0 | 0.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.16 |
| 25 Jan 11 | 23:30 | 0.04 | 0 | 0.003 | 0 | 0.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.03 |
| 25 Jan 11 | 23:40 | 0.04 | 0 | 0.002 | 0 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.92 |
| 25 Jan 11 | 23:50:00 | 0.03 | 0 | 0.001 | 0 | 0.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.82 |
| 25 Jan 11 | 0:00 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0.34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.73 |
| 26 Jan 11 | 0:10 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.64 |
| 26 Jan 11 | 0:20:00 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.57 |
| 26 Jan 11 | 0:30:00 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 26 Jan 11 | 0:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.44 |
| 26 Jan 11 | 0:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.39 |
| 26 Jan 11 | 1:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.34 |
| 26 Jan 11 | 1:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.29 |
| 26 Jan 11 | 1:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 |
| 26 Jan 11 | 1:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 |
| 26 Jan 11 | 1:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.18 |
| 26 Jan 11 | 1:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 |
| 26 Jan 11 | 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |
| 26 Jan 11 | 2:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| 26 Jan 11 | 2:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 |
| 26 Jan 11 | 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 |
| 26 Jan 11 | 2:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 |
| 26 Jan 11 | 2:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 |
| 26 Jan 11 | 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| 26 Jan 11 | 3:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| 26 Jan 11 | 3:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



ALTERNATIVA SUR. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE DRENAJE

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 3:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 10:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 17:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 0:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



- Para T=500 años

| Fecha | Hora | SCOA | SCOB | SCEA | SCEB | SS | Sc1 | Sc2 | Sc3 | Sc4 | Tuéjar2 |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 24 Jan 11 | 24:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 0:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 1:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 2:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0 |
| 25 Jan 11 | 3:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0.012 | 0.1 |
| 25 Jan 11 | 3:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0.01 | 0.026 | 0.1 |
| 25 Jan 11 | 3:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0.018 | 0.029 | 0.043 | 0.2 |
| 25 Jan 11 | 3:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0.051 | 0.055 | 0.062 | 0.4 |
| 25 Jan 11 | 3:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.22 | 0.098 | 0.087 | 0.085 | 0.6 |
| 25 Jan 11 | 4:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.46 | 0.155 | 0.125 | 0.111 | 1 |
| 25 Jan 11 | 4:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 0.224 | 0.169 | 0.141 | 1.4 |
| 25 Jan 11 | 4:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 1.34 | 0.305 | 0.222 | 0.176 | 2.1 |
| 25 Jan 11 | 4:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 2.02 | 0.403 | 0.284 | 0.218 | 3 |
| 25 Jan 11 | 4:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 2.87 | 0.521 | 0.36 | 0.269 | 4.2 |
| 25 Jan 11 | 4:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 3.94 | 0.667 | 0.453 | 0.331 | 5.9 |
| 25 Jan 11 | 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.51 | 5.24 | 0.851 | 0.57 | 0.41 | 8.1 |
| 25 Jan 11 | 5:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.96 | 6.86 | 1.09 | 0.722 | 0.512 | 11.2 |
| 25 Jan 11 | 5:20 | 0.01 | 0 | 0.02 | 0 | 1.68 | 8.88 | 1.413 | 0.927 | 0.65 | 15.3 |
| 25 Jan 11 | 5:30 | 0.04 | 0.002 | 0.08 | 0 | 2.82 | 11.46 | 1.876 | 1.22 | 0.849 | 21.3 |
| 25 Jan 11 | 5:40:00 | 0.15 | 0.029 | 0.22 | 0.012 | 4.59 | 14.9 | 2.602 | 1.68 | 1.166 | 30.3 |
| 25 Jan 11 | 5:50:00 | 0.47 | 0.169 | 0.55 | 0.076 | 7.44 | 19.85 | 3.972 | 2.552 | 1.782 | 45.6 |
| 25 Jan 11 | 6:00 | 1.97 | 1.131 | 1.75 | 0.577 | 13.98 | 30.57 | 10.92 | 7.055 | 5.288 | 108.2 |
| 25 Jan 11 | 6:10 | 4.75 | 3.44 | 3.99 | 1.667 | 23.52 | 48.33 | 16.75 | 10.43 | 6.671 | 141 |
| 25 Jan 11 | 6:20:00 | 9.11 | 7.067 | 7.34 | 3.383 | 38.04 | 73.39 | 13.43 | 8.115 | 4.62 | 160.9 |
| 25 Jan 11 | 6:30 | 15.03 | 12.19 | 11.86 | 5.719 | 56.13 | 102.34 | 9.363 | 5.6 | 3.057 | 199.5 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 25 Jan 11 | 6:40 | 22.39 | 19.12 | 17.6 | 8.828 | 78.06 | 124.74 | 6.637 | 3.959 | 2.155 | 255.4 |
| 25 Jan 11 | 6:50:00 | 31.61 | 27.85 | 24.62 | 12.78 | 103.9 | 136.6 | 4.976 | 2.967 | 1.634 | 311.4 |
| 25 Jan 11 | 7:00:00 | 42.89 | 37.56 | 33.24 | 17.62 | 134.1 | 138.32 | 3.937 | 2.351 | 1.313 | 360.3 |
| 25 Jan 11 | 7:10 | 56.09 | 47.1 | 43.25 | 23.35 | 169.1 | 132 | 3.253 | 1.944 | 1.096 | 401.8 |
| 25 Jan 11 | 7:20 | 71.42 | 55.63 | 54.11 | 29.38 | 208.5 | 119.7 | 2.757 | 1.654 | 0.95 | 440.5 |
| 25 Jan 11 | 7:30:00 | 87.66 | 62.66 | 64.92 | 35.34 | 252.2 | 104.02 | 2.416 | 1.451 | 0.84 | 481.6 |
| 25 Jan 11 | 7:40 | 103.9 | 68.01 | 74.96 | 40.92 | 298.6 | 90.46 | 2.156 | 1.296 | 0.754 | 532 |
| 25 Jan 11 | 7:50 | 119.1 | 71.8 | 84.02 | 45.72 | 344.1 | 78.91 | 1.949 | 1.172 | 0.684 | 590.8 |
| 25 Jan 11 | 8:00:00 | 133.1 | 73.69 | 91.73 | 49.72 | 388.4 | 69.15 | 1.778 | 1.07 | 0.626 | 652.4 |
| 25 Jan 11 | 8:10:00 | 145.1 | 74.17 | 97.8 | 52.95 | 427.7 | 60.67 | 1.635 | 0.984 | 0.577 | 716.8 |
| 25 Jan 11 | 8:20 | 155.2 | 73.42 | 102.6 | 55.48 | 463.6 | 53.55 | 1.513 | 0.911 | 0.535 | 782.3 |
| 25 Jan 11 | 8:30 | 163.4 | 71.35 | 106.1 | 57.01 | 493.8 | 47.51 | 1.407 | 0.847 | 0.498 | 846.5 |
| 25 Jan 11 | 8:40:00 | 169.7 | 67.98 | 107.9 | 57.75 | 519.1 | 42.35 | 1.315 | 0.791 | 0.466 | 903.8 |
| 25 Jan 11 | 8:50 | 174.1 | 64.04 | 108.4 | 57.87 | 538.5 | 37.98 | 1.233 | 0.742 | 0.437 | 951.2 |
| 25 Jan 11 | 9:00 | 176.4 | 60.19 | 107.8 | 57.4 | 553.6 | 34.28 | 1.16 | 0.699 | 0.412 | 986.4 |
| 25 Jan 11 | 9:10:00 | 176.9 | 56.55 | 106.3 | 56.29 | 564.4 | 31.14 | 1.095 | 0.66 | 0.389 | 1010.6 |
| 25 Jan 11 | 9:20:00 | 176.1 | 53.1 | 103.8 | 54.55 | 569.7 | 28.45 | 1.037 | 0.624 | 0.369 | 1025.1 |
| 25 Jan 11 | 9:30 | 174 | 49.92 | 100.4 | 52.23 | 569.9 | 26.13 | 0.984 | 0.592 | 0.35 | 1030.2 |
| 25 Jan 11 | 9:40 | 170.5 | 46.97 | 95.91 | 49.74 | 566.1 | 24.12 | 0.935 | 0.563 | 0.333 | 1027 |
| 25 Jan 11 | 9:50:00 | 165.7 | 44.17 | 91.04 | 47.3 | 559.4 | 22.39 | 0.891 | 0.537 | 0.317 | 1016.9 |
| 25 Jan 11 | 10:00 | 159.3 | 41.53 | 86.12 | 44.97 | 549.5 | 20.88 | 0.851 | 0.512 | 0.303 | 1000.9 |
| 25 Jan 11 | 10:10 | 152.2 | 39.01 | 81.63 | 42.72 | 537 | 19.52 | 0.813 | 0.49 | 0.29 | 979.9 |
| 25 Jan 11 | 10:20:00 | 144.9 | 36.73 | 77.38 | 40.6 | 520.9 | 18.28 | 0.779 | 0.469 | 0.278 | 954.4 |
| 25 Jan 11 | 10:30:00 | 138.1 | 34.6 | 73.32 | 38.62 | 502 | 17.16 | 0.747 | 0.45 | 0.266 | 924.3 |
| 25 Jan 11 | 10:40 | 131.6 | 32.64 | 69.51 | 36.76 | 480.2 | 16.14 | 0.717 | 0.432 | 0.256 | 890.1 |
| 25 Jan 11 | 10:50 | 125.4 | 30.81 | 66.01 | 34.98 | 457.3 | 15.25 | 0.689 | 0.415 | 0.246 | 852.5 |
| 25 Jan 11 | 11:00:00 | 119.5 | 29.12 | 62.73 | 33.28 | 434.8 | 14.48 | 0.664 | 0.4 | 0.237 | 813.5 |
| 25 Jan 11 | 11:10 | 113.9 | 27.55 | 59.56 | 31.64 | 413.5 | 13.8 | 0.639 | 0.385 | 0.228 | 775 |
| 25 Jan 11 | 11:20 | 108.8 | 26.11 | 56.57 | 30.06 | 393.7 | 13.18 | 0.617 | 0.371 | 0.22 | 738.3 |
| 25 Jan 11 | 11:30:00 | 103.9 | 24.78 | 53.71 | 28.61 | 375.1 | 12.62 | 0.595 | 0.358 | 0.212 | 703.8 |
| 25 Jan 11 | 11:40:00 | 99.15 | 23.55 | 50.94 | 27.25 | 357.2 | 12.1 | 0.575 | 0.346 | 0.205 | 671.3 |
| 25 Jan 11 | 11:50 | 94.65 | 22.41 | 48.41 | 25.96 | 340.4 | 11.62 | 0.556 | 0.335 | 0.199 | 640.3 |
| 25 Jan 11 | 12:00 | 90.32 | 21.36 | 46.05 | 24.76 | 324.4 | 11.17 | 0.538 | 0.324 | 0.192 | 611.1 |
| 25 Jan 11 | 12:10:00 | 86.08 | 20.35 | 43.78 | 23.6 | 309.8 | 10.66 | 0.397 | 0.234 | 0.121 | 582.4 |
| 25 Jan 11 | 12:20 | 82.08 | 19.37 | 41.65 | 22.49 | 295.9 | 10.02 | 0.178 | 0.101 | 0.043 | 555.6 |
| 25 Jan 11 | 12:30 | 78.29 | 18.39 | 39.6 | 21.41 | 282.3 | 9.15 | 0.071 | 0.04 | 0.015 | 530.4 |
| 25 Jan 11 | 12:40:00 | 74.6 | 17.38 | 37.57 | 20.35 | 269 | 7.99 | 0.028 | 0.015 | 0.005 | 505.9 |
| 25 Jan 11 | 12:50:00 | 71 | 16.33 | 35.63 | 19.32 | 256.3 | 6.69 | 0.011 | 0.006 | 0.002 | 481.8 |
| 25 Jan 11 | 13:00 | 67.5 | 15.2 | 33.72 | 18.28 | 243.8 | 5.39 | 0.004 | 0.002 | 4E-04 | 458.3 |
| 25 Jan 11 | 13:10 | 64.02 | 14.01 | 31.8 | 17.22 | 231.5 | 4.2 | 0.001 | 0.001 | 0 | 435.1 |
| 25 Jan 11 | 13:20:00 | 60.54 | 12.78 | 29.9 | 16.15 | 219.7 | 3.19 | 0 | 0 | 0 | 412.4 |
| 25 Jan 11 | 13:30 | 57.09 | 11.53 | 27.99 | 15.06 | 208.4 | 2.39 | 0 | 0 | 0 | 390.6 |



ALTERNATIVA SUR. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE DRENAJE

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|---|---|-------|
| 25 Jan 11 | 13:40 | 53.62 | 10.3 | 26.07 | 13.95 | 197.3 | 1.81 | 0 | 0 | 0 | 369.7 |
| 25 Jan 11 | 13:50:00 | 50.12 | 9.104 | 24.18 | 12.85 | 186.2 | 1.37 | 0 | 0 | 0 | 349.5 |
| 25 Jan 11 | 14:00:00 | 46.73 | 7.969 | 22.32 | 11.77 | 175.4 | 1.04 | 0 | 0 | 0 | 329.8 |
| 25 Jan 11 | 14:10 | 43.41 | 6.919 | 20.5 | 10.73 | 164.9 | 0.78 | 0 | 0 | 0 | 310.8 |
| 25 Jan 11 | 14:20 | 40.15 | 5.955 | 18.75 | 9.727 | 154.5 | 0.59 | 0 | 0 | 0 | 292.3 |
| 25 Jan 11 | 14:30:00 | 37.02 | 5.082 | 17.08 | 8.766 | 144.3 | 0.44 | 0 | 0 | 0 | 274.2 |
| 25 Jan 11 | 14:40 | 34.02 | 4.31 | 15.48 | 7.871 | 134.7 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 256.3 |
| 25 Jan 11 | 14:50 | 31.14 | 3.656 | 13.99 | 7.041 | 125.3 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 238.9 |
| 25 Jan 11 | 15:00:00 | 28.41 | 3.118 | 12.6 | 6.273 | 116.3 | 0.19 | 0 | 0 | 0 | 222.1 |
| 25 Jan 11 | 15:10:00 | 25.86 | 2.666 | 11.3 | 5.574 | 107.7 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 205.9 |
| 25 Jan 11 | 15:20 | 23.47 | 2.281 | 10.12 | 4.944 | 99.58 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 190.4 |
| 25 Jan 11 | 15:30 | 21.24 | 1.953 | 9.04 | 4.383 | 91.89 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 175.8 |
| 25 Jan 11 | 15:40:00 | 19.18 | 1.67 | 8.06 | 3.892 | 84.6 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 161.9 |
| 25 Jan 11 | 15:50 | 17.28 | 1.426 | 7.21 | 3.459 | 77.79 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 148.8 |
| 25 Jan 11 | 16:00 | 15.55 | 1.216 | 6.46 | 3.074 | 71.44 | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 136.5 |
| 25 Jan 11 | 16:10:00 | 14.02 | 1.037 | 5.8 | 2.729 | 65.47 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 125 |
| 25 Jan 11 | 16:20:00 | 12.65 | 0.886 | 5.2 | 2.422 | 59.87 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 114.3 |
| 25 Jan 11 | 16:30 | 11.43 | 0.755 | 4.66 | 2.147 | 54.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 104.3 |
| 25 Jan 11 | 16:40 | 10.35 | 0.643 | 4.17 | 1.897 | 50.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 95.1 |
| 25 Jan 11 | 16:50:00 | 9.38 | 0.547 | 3.73 | 1.67 | 45.78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86.6 |
| 25 Jan 11 | 17:00 | 8.5 | 0.466 | 3.33 | 1.464 | 41.88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 78.9 |
| 25 Jan 11 | 17:10 | 7.7 | 0.395 | 2.96 | 1.277 | 38.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 71.8 |
| 25 Jan 11 | 17:20:00 | 6.98 | 0.336 | 2.63 | 1.111 | 35.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65.5 |
| 25 Jan 11 | 17:30:00 | 6.31 | 0.285 | 2.32 | 0.973 | 32.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59.7 |
| 25 Jan 11 | 17:40 | 5.69 | 0.241 | 2.04 | 0.853 | 29.49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54.4 |
| 25 Jan 11 | 17:50 | 5.13 | 0.204 | 1.79 | 0.749 | 27.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49.6 |
| 25 Jan 11 | 18:00:00 | 4.62 | 0.171 | 1.56 | 0.657 | 24.81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45.3 |
| 25 Jan 11 | 18:10 | 4.15 | 0.144 | 1.36 | 0.576 | 22.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41.4 |
| 25 Jan 11 | 18:20 | 3.72 | 0.12 | 1.2 | 0.506 | 20.91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37.8 |
| 25 Jan 11 | 18:30:00 | 3.33 | 0.1 | 1.06 | 0.444 | 19.22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34.5 |
| 25 Jan 11 | 18:40:00 | 2.96 | 0.083 | 0.93 | 0.389 | 17.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31.6 |
| 25 Jan 11 | 18:50 | 2.62 | 0.069 | 0.82 | 0.341 | 16.23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.9 |
| 25 Jan 11 | 19:00 | 2.3 | 0.057 | 0.73 | 0.299 | 14.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.4 |
| 25 Jan 11 | 19:10:00 | 2.01 | 0.046 | 0.64 | 0.262 | 13.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24.1 |
| 25 Jan 11 | 19:20 | 1.78 | 0.037 | 0.56 | 0.229 | 12.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| 25 Jan 11 | 19:30 | 1.57 | 0.029 | 0.5 | 0.2 | 11.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.1 |
| 25 Jan 11 | 19:40:00 | 1.4 | 0.022 | 0.44 | 0.174 | 10.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18.3 |
| 25 Jan 11 | 19:50:00 | 1.24 | 0.016 | 0.39 | 0.152 | 9.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.6 |
| 25 Jan 11 | 20:00 | 1.1 | 0.011 | 0.34 | 0.132 | 8.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.1 |
| 25 Jan 11 | 20:10 | 0.98 | 0.007 | 0.3 | 0.114 | 7.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.7 |
| 25 Jan 11 | 20:20:00 | 0.87 | 0.004 | 0.26 | 0.099 | 7.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.4 |
| 25 Jan 11 | 20:30 | 0.77 | 0.002 | 0.23 | 0.085 | 6.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.1 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|------|-------|------|-------|------|---|---|---|---|-----|
| 25 Jan 11 | 20:40 | 0.69 | 0.001 | 0.2 | 0.073 | 5.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 25 Jan 11 | 20:50:00 | 0.61 | 0 | 0.17 | 0.063 | 5.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 25 Jan 11 | 21:00:00 | 0.54 | 0 | 0.15 | 0.053 | 4.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 25 Jan 11 | 21:10 | 0.48 | 0 | 0.13 | 0.045 | 3.92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.1 |
| 25 Jan 11 | 21:20 | 0.42 | 0 | 0.11 | 0.038 | 3.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.3 |
| 25 Jan 11 | 21:30:00 | 0.37 | 0 | 0.1 | 0.031 | 3.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.6 |
| 25 Jan 11 | 21:40 | 0.33 | 0 | 0.08 | 0.025 | 2.72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.9 |
| 25 Jan 11 | 21:50 | 0.29 | 0 | 0.07 | 0.02 | 2.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.4 |
| 25 Jan 11 | 22:00:00 | 0.25 | 0 | 0.06 | 0.016 | 2.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.9 |
| 25 Jan 11 | 22:10:00 | 0.22 | 0 | 0.05 | 0.012 | 1.95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.5 |
| 25 Jan 11 | 22:20 | 0.19 | 0 | 0.04 | 0.009 | 1.74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.2 |
| 25 Jan 11 | 22:30 | 0.17 | 0 | 0.03 | 0.006 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.8 |
| 25 Jan 11 | 22:40:00 | 0.14 | 0 | 0.03 | 0.004 | 1.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.5 |
| 25 Jan 11 | 22:50 | 0.12 | 0 | 0.02 | 0.002 | 1.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.3 |
| 25 Jan 11 | 23:00 | 0.11 | 0 | 0.02 | 0.001 | 1.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 25 Jan 11 | 23:10:00 | 0.09 | 0 | 0.01 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.8 |
| 25 Jan 11 | 23:20:00 | 0.07 | 0 | 0.01 | 0 | 0.89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6 |
| 25 Jan 11 | 23:30 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.4 |
| 25 Jan 11 | 23:40 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3 |
| 25 Jan 11 | 23:50:00 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.1 |
| 25 Jan 11 | 0:00 | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 0.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 26 Jan 11 | 0:10 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0.49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.9 |
| 26 Jan 11 | 0:20:00 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 |
| 26 Jan 11 | 0:30:00 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.7 |
| 26 Jan 11 | 0:40 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 |
| 26 Jan 11 | 0:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 26 Jan 11 | 1:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| 26 Jan 11 | 1:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4 |
| 26 Jan 11 | 1:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 |
| 26 Jan 11 | 1:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 |
| 26 Jan 11 | 1:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| 26 Jan 11 | 1:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| 26 Jan 11 | 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| 26 Jan 11 | 2:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| 26 Jan 11 | 2:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| 26 Jan 11 | 2:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| 26 Jan 11 | 2:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 2:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



ALTERNATIVA SUR. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE DRENAJE

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 3:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 3:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 4:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 5:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 6:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 7:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 8:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 9:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 10:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 10:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 11:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 12:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 13:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 14:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 15:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 16:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 Jan 11 | 17:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 17:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 18:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 19:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 20:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 21:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:30:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 22:50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:40:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 23:50:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 Jan 11 | 0:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°4

VALORACIÓN ECONÓMICA

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).
ALTERNATIVA SUR



ALTERNATIVA SUR

VALORACIÓN DE LAS OBRAS

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración de la obra se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

Se muestran las mediciones valoradas sobre la alternativa Sur.

| Valoración económica | | | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|---|-------------|-------------------|
| Código | Naturaleza | Uds. | Resumen | Uds. | Importe € |
| 1 | Capítulo | | MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES | 1.00 | 1360156.72 |
| P001 | Partida | m ² | Despeje y desbroce del terreno | 15889.50 | 9215.91 |
| | | | M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, 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. | | |
| P002 | Partida | m ³ | Excavación tierra vegetal | 26482.50 | 52435.35 |
| | | | M3 Excavación de tierra vegetal i/ 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. | | |
| P003 | Partida | m ³ | Excavación desmonte en todo tipo de terreno incluso en roca | 92069.38 | 527557.55 |
| | | | M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, i/ agotamiento 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 precorte. | | |
| P005 | Partida | m ³ | Terraplen de suelo | 74403.00 | 496268.01 |
| | | | 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 i/ 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. | | |
| P006 | Partida | m ³ | Rellenos de explanada | 40997.00 | 274679.90 |
| | | | M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas. | | |

| | | | | | | |
|----------|-----------------|----------------|---|-------------|------------------|-------------------|
| | | | 1 | 1.00 | 1360156.72 | 1360156.72 |
| 2 | Capítulo | | FIRMES Y PAVIMENTOS | 1.00 | 661824.16 | 661824.16 |
| P007 | Partida | m ³ | Zahorra artificial | 19532.57 | 18.19 | 355297.45 |
| | | | M3 Zahorra artificial i/ transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico | | | |
| P008 | Partida | t | M.B.C tipo AC22 base G | 4287.68 | 26.47 | 113494.89 |
| | | | Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación. | | | |
| P009 | Partida | t | M.B.C tipo AC22 bin S | 2678.80 | 26.44 | 70827.47 |
| | | | Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación | | | |
| P010 | Partida | t | M.B.C tipo AC 16 surf S | 1607.88 | 26.52 | 42640.98 |
| | | | Tn Mezcla bituminosa en caliente AC16 surf S (D-12 rodadura) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación | | | |
| P011 | Partida | t | Betún asfáltico tipo B50/70 | 157.13 | 440.00 | 69137.20 |
| | | | Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70 | | | |
| P012 | Partida | t | Polvo mineral | 167.47 | 49.27 | 8251.25 |
| | | | Tn Polvo mineral o carbonato (triclase o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta. | | | |
| P013 | Partida | t | Riego de adherencia C60B3-ADH | 5.87 | 369.70 | 2170.14 |
| | | | Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. | | | |
| P014 | Partida | t | Despeje y desbroce del terreno | 8.24 | 0.58 | 4.78 |
| | | | Tn Emulsión C60BF5-IMP en riegos de imprimación i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. | | | |
| | | | 2 | 1.00 | 661824.16 | 661824.16 |
| 3 | Capítulo | | OBRAS HIDRÁULICAS | 1.00 | 251750.94 | 251750.94 |
| P015 | Partida | m ² | Despeje y desbroce del terreno | 7144.84 | 0.70 | 5001.39 |
| | | | Despeje y desbroce del terreno hasta una profundidad de 0.20 m por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, arrancando las raíces y destoconado en caso necesario, incluso la carga y transporte de la tierra vegetal a las zonas de acopio y carga de productos y transporte a vertedero. | | | |
| P016 | Partida | m ³ | Excavación a cielo abierto | 18722.00 | 5.81 | 108774.82 |
| | | | Excavación a cielo abierto, en tierras, con medios mecánicos, incluso compactación del fondo de la excavación, carga, transporte de tierras procedentes de la excavación a vertedero y/o acopio en obra. | | | |
| P017 | Partida | m ³ | Relleno, extendido y compactado de tierras, | 4968.36 | 6.42 | 31896.87 |
| | | | Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 16 cm de espesor, incluso aporte de las mismas. | | | |
| P18 | Partida | m ² | Geotextil tejido a base de polipropileno | 7210.78 | 4.76 | 34323.31 |



ALTERNATIVA SUR

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----|---|-------------|-------------------|-------------------|
| | | | Geotextil tejido a base de polipropileno para filtro, [con una resistencia a la tracción longitudinal de 55 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 55 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 10 mm, resistencia CBR a punzonamiento 5 kN y una masa superficial de 215 g/m². Según UNE-EN 13252.] | | | |
| P019 | Partida | m³ | Geomalla permanente con matriz plástica | 7144.00 | 9.02 | 64438.88 |
| | | | Geomalla permanente con matriz plástica, 100% propileno, con un peso de 687 gr/m² y una resistencia a la tensión tangencial de 672 Pa. | | | |
| P020 | Partida | m³ | Relleno de grava para zanjas de anclaje | 37.47 | 4.21 | 157.75 |
| | | | Relleno de grava para zanjas de anclaje | | | |
| P021 | Partida | m³ | Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m | 110.68 | 54.20 | 5998.86 |
| | | | Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte. | | | |
| P022 | Partida | m³ | Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.25 m | 16.99 | 68.24 | 1159.06 |
| | | | Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.25 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte. | | | |
| | | | 3 | 1.00 | 251750.94 | 251750.94 |
| 4 | Capítulo | | ESTRUCTURAS | 1.00 | 5997459.68 | 5997459.68 |
| 4.1 | Subcapítulo | | Primer puente sobre el río Chelva | 1.00 | | 3049168.85 |
| P023 | Partida | m³ | Hormigón de limpieza HL-150/P/25 | 62.30 | 52.06 | 3243.34 |
| | | | M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIB, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P024 | Partida | m3 | Hormigón armado tipo HP-40/B/20/Ila | 2194.68 | 72.00 | 158016.96 |
| | | | M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/Ila, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P025 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB | 717.85 | 67.00 | 48095.95 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P026 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb | 928.56 | 60.00 | 55713.60 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P027 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb | 556.60 | 57.00 | 31726.20 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P028 | Partida | kg | Acero corrugado B-500-S | 586714.15 | 0.72 | 422434.19 |
| | | | Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores. | | | |
| P029 | Partida | u | Neopreno zunchado | 4.00 | 2120.00 | 8480.00 |
| | | | u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado. | | | |
| P030 | Partida | ml | Pretel metálico | 540.00 | 250.00 | 135000.00 |

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----|---|-------------|------------|-------------------|
| | | | MI Pretel metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado | | | |
| P031 | Partida | ml | Junta de dilatación | 21.00 | 230.00 | 4830.00 |
| | | | MI Junta de dilatación de calzada entre 15 y 250 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada. | | | |
| P032 | Partida | kg | Acero activo y-1860-7 | 199969.79 | 7.21 | 1441782.15 |
| | | | Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. Incluso anclajes y elementos auxiliares | | | |
| P033 | Partida | m2 | Encofrado madera | 627.97 | 22.58 | 14179.56 |
| | | | Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento. | | | |
| P034 | Partida | ud | Carro de avance | 600000.00 | 1.00 | 600000.00 |
| | | | Alquiler durante la ejecución del tablero, incluido transporte, montaje, cimbrado y desmontaje | | | |
| P035 | Partida | m2 | Encofrado trepante | 2093.37 | 52.21 | 109294.85 |
| | | | Encofrado trepante para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante trepador incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento. | | | |
| P036 | Partida | m3 | Cimbra | 1063.12 | 15.40 | 16372.05 |
| | | | m3 de cimbra metálica, preparada para encofrado, incluido transporte, montaje, desmontaje y limpieza. | | | |
| | | | 4.1 | 1.00 | 3049168.85 | 3049168.85 |
| 4.2 | Subcapítulo | | Segundo puente sobre el río Chelva | 1.00 | | 2118471.57 |
| P023 | Partida | m³ | Hormigón de limpieza HL-150/P/25 | 53.60 | 52.06 | 2790.42 |
| | | | M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIB, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P024 | Partida | m3 | Hormigón armado tipo HP-40/B/20/Ila | 1853.69 | 72.00 | 133465.68 |
| | | | M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/Ila, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P025 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB | 901.49 | 67.00 | 60399.83 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P026 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb | 1177.80 | 60.00 | 70668.00 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P027 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb | 400.00 | 57.00 | 22800.00 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P028 | Partida | kg | Acero corrugado B-500-S | 278394.35 | 0.72 | 200443.93 |



ALTERNATIVA SUR

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----|---|-------------|------------|-------------------|
| | | | Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores. | | | |
| P029 | Partida | u | Neopreno zunchado | 4.00 | 1860.00 | 7440.00 |
| | | | u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado. | | | |
| P030 | Partida | ml | Pretil metálico | 489.20 | 250.00 | 122300.00 |
| | | | MI Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado | | | |
| P031 | Partida | ml | Junta de dilatación | 21.00 | 230.00 | 4830.00 |
| | | | MI Junta de dilatación de calzada entre 15 y 250 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada. | | | |
| P032 | Partida | kg | Acero activo y-1860-7 | 115859.00 | 7.21 | 835343.39 |
| | | | Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. Incluso anclajes y elementos auxiliares | | | |
| P033 | Partida | m2 | Encofrado madera | 648.35 | 22.58 | 14639.74 |
| | | | Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento. | | | |
| P034 | Partida | ud | Carro de avance | 500000.00 | 1.00 | 500000.00 |
| | | | Alquiler durante la ejecución del tablero, incluido transporte, montaje, encofrado y desmontaje | | | |
| P035 | Partida | m2 | Encofrado trepante | 2230.14 | 52.21 | 116435.61 |
| | | | Encofrado trepante para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante trepador incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento. | | | |
| P036 | Partida | m3 | Cimbra | 1747.73 | 15.40 | 26914.97 |
| | | | m3 de cimbra metálica, preparada para encofrado, incluido transporte, montaje, desmontaje y limpieza. | | | |
| | | | 4.2 | 1.00 | 2118471.57 | 2118471.57 |
| 4.3 | Subcapítulo | | Puente sobre el Barranco del Convento | 1.00 | | 829819.26 |
| P023 | Partida | m³ | Hormigón de limpieza HL-150/P/25 | 67.23 | 52.06 | 3499.99 |
| | | | M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIB, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P036 | Partida | m3 | Hormigón armado tipo HP-40/B/20/Ila | 1378.60 | 68.21 | 94034.31 |
| | | | M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/Ila, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P025 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB | 376.64 | 67.00 | 25234.88 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |

| | | | | | | |
|----------|-----------------|----|---|-------------|------------------|------------------|
| P026 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb | 1606.19 | 60.00 | 96371.40 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P027 | Partida | m³ | Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb | 605.44 | 57.00 | 34510.08 |
| | | | M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado. | | | |
| P028 | Partida | kg | Acero corrugado B-500-S | 254022.00 | 0.72 | 182895.84 |
| | | | Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores. | | | |
| P037 | Partida | u | Neopreno zunchado | 12.00 | 700.00 | 8400.00 |
| | | | u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado. | | | |
| P031 | Partida | ml | Pretil metálico | 250.00 | 250.00 | 62500.00 |
| | | | MI Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado | | | |
| P038 | Partida | ml | Junta de dilatación | 21.00 | 230.00 | 4830.00 |
| | | | MI 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. | | | |
| P039 | Partida | m2 | Encofrado madera | 5117.04 | 22.58 | 115542.76 |
| | | | Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento. | | | |
| P042 | Partida | ml | Cimbra autoportante. | 202.00 | 1000.00 | 202000.00 |
| | | | m3 de cimbra metálica, preparada para encofrado, incluido transporte, montaje, desmontaje y limpieza. | | | |
| | | | 4.3 | 1.00 | 829819.26 | 829819.26 |
| 5 | Capítulo | | ADECUACIÓN AMBIENTAL | 1.00 | 194179.02 | 194179.02 |
| MC01 | Partida | ud | Gavión de 1x1,50x2. | 180.00 | 85.20 | 15336.00 |
| | | | M2. Gavión formado por malla (de triple torsión) de alambre de acero de 2.7 mm al que se le dan tres capas de galvanizado, con 270 gramos de zinc, rellena en obra con material de zona, de dimensiones 1.00x1.50x2m. incluso construcción y colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución | | | |
| MC02 | Partida | m | Muro verde | 80.00 | 115.00 | 9200.00 |
| | | | MI. Muro verde. Muro de gravedad, mediante el sistema Deltalock . Compuesto por sacos de 0,55 x 0.13 m. de 100% de polipropileno y 2,2 l/s de permeabilidad | | | |
| MC03 | Partida | m2 | Entramado de madera viva | 70.00 | 164.50 | 11515.00 |



ALTERNATIVA SUR

| | | | | | | |
|------|---------|----|---|---------|--------|-----------------|
| | | | Estructura celular de troncos de madera combinado con inserción de plantas vivas. Los materiales a utilizar serán: Troncos de especies con madera duradera de 4 m. de longitud y 25 cm de diámetro. Se aconseja utilizar madera de castaño. Troncos de 2,5 m. de longitud y 0,25 m de diámetro. Clavos de acero con adherencia mejorada de diámetro 12-14 cm. Estaca vivas y plantas enraizadas de caducifolias. Fajinas vivas de sauce de 20 m. Piedra y material de relleno inerte. | | | |
| MC04 | Partida | m2 | Hidrosiembra | 140.00 | 226.69 | 31736.60 |
| | | | Aplicación de medidas de hidrosiembra sobre taludes finales de restauración, a fin de conseguir un rápido recubrimiento de los mismos. | | | |
| MC05 | Partida | m2 | Cartel lamas de acero reflexivos nivel 1 | 2.00 | 315.96 | 631.92 |
| | | | . Cartel en lamas de acero reflexivo nivel 1, con parte proporcional de IPN, i/p.p. poste galvanizado, tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada. | | | |
| MC06 | Partida | ud | Marco de hormigón armado para paso de fauna | 12.00 | 476.60 | 5719.20 |
| | | | Marcos De hormigón armado HA-35 con acero B-500 y machiembreado de 2,00x2,00x2,00 para paso de fauna incluso colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución. | | | |
| MC07 | Partida | m | Jalonamiento temporal de protección del perímetro de la obra. | 4400.00 | 0.43 | 1892.00 |
| | | | jalonamiento temporal de protección formado por soportes angulares metálicos de 30 mm y 1 m de longitud unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra y colocados cada 8 metros. | | | |
| MC08 | Partida | m | Jalonamiento temporal de protección de la vegetación. | 3300.00 | 0.43 | 1419.00 |
| | | | Constituido por soportes angulares metálicos de 30 mm y 1 m de longitud, estando los 20 cm superiores cubiertos por una pintura roja y los 30 cm inferiores clavados al terreno. Soportes colocados cada 8 metros y unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra. | | | |
| MC09 | Partida | m | Jalonamiento temporal de protección perímetro de elementos etnológicos. | 400.00 | 0.43 | 172.00 |
| | | | Jalonamiento temporal de protección formado por soportes angulares de 30 mm y 1m de longitud unidos entre si mediante una cinta de señalización de obra y colocados cada 8 metros. | | | |
| MC10 | Partida | ud | Señal zona de obras. | 2.00 | 380.63 | 761.26 |
| | | | Cartelería de aviso de zonas de obras. | | | |
| MC11 | Partida | ud | Señal vía pecuaria. | 2.00 | 171.60 | 343.20 |
| | | | Señal vertical homologada de vía pecuaria | | | |
| MC12 | Partida | ud | Análisis de la calidad de aguas. | 12.00 | 160.00 | 1920.00 |
| | | | Análisis de aguas concurrentes del río Chelva lo largo de la duración de las obras. | | | |
| MC13 | Partida | ud | Visita arqueológica de media jornada. | 12.00 | 713.00 | 8556.00 |
| | | | Visita arqueológica de media jornada durante la ejecución de obras, efectuada por un arqueólogo, incluso permisos, redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas. | | | |
| MC14 | Partida | ud | Visita inspección de afección natural pasos de fauna. | 25.00 | 350.00 | 8750.00 |

| | | | | | | |
|----------|-----------------|----|--|----------------|-------------------|-------------------|
| | | | Visita de media jornada durante la fase de explotación de la carretera, efectuada por un profesional, incluso redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas. | | | |
| PR1 | Partida | ud | MÓDULO DE ESPECIES HERBÁCEAS | 750.00 | 3.14 | 2355.00 |
| | | | Módulo de especies arbustivas, según las especies establecidas en el propio Plan de Restauración | | | |
| PR2 | Partida | ud | MÓDULO DE ESPECIES ARBÓREAS | 40.00 | 449.85 | 17994.00 |
| | | | Módulo de especies coníferas arbóreas, las especies establecidas por el propio Plan de Restauración. | | | |
| PR3 | Partida | ud | MÓDULO DE ESPECIES CONÍFERAS | 20.00 | 1748.02 | 34960.40 |
| | | | Módulo de especies de coníferas, según establecidas por el propio Plan de restauración | | | |
| PR4 | Partida | ud | MÓDULO DE ESPECIES FRONDOSAS | 75.00 | 440.24 | 33018.00 |
| | | | Módulo de especies frondosas, según establecidas por el propio Plan de restauración. | | | |
| PR5 | Partida | ud | MÓDULO DE ESPECIES GIPSÍCOLAS | 38.00 | 207.88 | 7899.44 |
| | | | Módulo de especies gipsícolas, según las especies establecidas por el propio Plan de restauración | | | |
| | | | 5 | 1.00 | 194179.02 | 194179.02 |
| 6 | Capítulo | | SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO | 1.00 | 6082.33 | 6082.33 |
| | Partida | u | Señalización horizontal | 4.8 | 4000 | 19600 |
| | | | Señalización horizontal por kilómetro lineal de carretera, incluso transporte y colocación | | | |
| | Partida | u | Señalización vertical | 4.8 | 10000 | 48000 |
| | | | Señalización vertical por kilómetro lineal de carretera, incluso transporte y colocación | | | |
| | Partida | u | Balizamiento y defensas | 4.8 | 10000 | 19600 |
| | | | Balizamiento y defensas por kilómetro lineal de carretera, incluso transporte y colocación | | | |
| | | | 6 | 1.00 | 72000 | 72000 |
| 7 | Capítulo | | Drenaje | 1.00 | 89100.00 | 89100.00 |
| UO-X | Partida | m3 | m³ de hormigón HM-20/P/20/IIB | 89.10 | 1000.00 | 89100.00 |
| | | | m³ de hormigón HM-20/P/20 (hormigón en masa de resistencia característica 20 Mpa, de consistencia plástica y tamaño máximo de árido de 20 mm) para formación de cunetas incluso encofrado, fratasado, acabados y juntas. | | | |
| | | | | 1.00 | 89100.00 | 89100.00 |
| 8 | Capítulo | | Seguridad y Salud | 1.00 | 171694.94 | 171694.94 |
| PA01 | Partida | ud | P.A a justificar para seguridad y salud | 1.00 | 171694.94 | 171694.94 |
| | | | u Partida alzada a justificar para presupuesto de seguridad y salud (estimado 2.5% actuación) | | | |
| 9 | Capítulo | | Gestión de residuos. | 1.00 | 171694.94 | 171694.94 |
| PA02 | Partida | ud | P.A a justificar para gestión residuos | 1.00 | 171694.94 | 171694.94 |
| | | | | 1.00 | | |
| | | | ALTERNATIVA SUR CHELVA | TOTAL € | 8916942.73 | 8916942.73 |