

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS DEL CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA

CLIENTE:

CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA S.L.

CLAVE :

FP02313.001.16.PÑC.EHI.v1.m0

FECHA:

ENERO 2017

CONSULTOR:



**FERNÁNDEZ-PACHECO
INGENIEROS, S.L.**

C/ Plaza del Altozano, 9-Bis, 1º
Tfno. 967193738
02002 ALBACETE
e-mail: fpi@fpingenieros.com

AUTORES:

JAVIER CONTRERAS BUENO
ING. DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTONIO A. FERNÁNDEZ-PACHECO LÓPEZ
ING. DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS DEL CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO.....	3
2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL	3
2.1.1.- SITUACIÓN	3
2.1.2.- MEDIO FÍSICO	3
2.1.3.- INFRAESTRUCTURAS	7
2.1.4.- NÚCLEOS DE POBLACIÓN.....	8
2.2.- PUNTOS DE ESTUDIO.....	8
2.2.1.- CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA.....	9
3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO	15
3.1.- MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.....	15
3.1.1.- METODOLOGÍA UTILIZADA	15
3.1.2.- PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS.....	17
3.1.3.- CUENCAS	19
3.1.4.- PERIODO DE RETORNO.....	20
3.1.5.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	20
3.1.6.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	23
3.1.7.- INTENSIDAD MEDIA HORARIA DE PRECIPITACIÓN	23
3.1.8.- COEFICIENTE CORRECTOR – NO UNIFORMIDAD DE LA LLUVIA.....	24
3.1.9.- CAUDALES DE ESCORRENTÍA.....	25
3.2.- MAPA DE CAUDALES MÁXIMOS	29
3.3.- CAUDALES PARA EL ESTUDIO	34
4.- ESTUDIO HIDRÁULICO	35
4.1.- METODOLOGÍA.....	35
4.1.1.- HIPÓTESIS CONSIDERADAS	35
4.1.2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS	35
4.1.3.- PARÁMETROS DE DISEÑO	38
4.1.4.- CONDICIONES DE CONTORNO	38
4.2.- CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA	38
4.2.1.- MODELO FORMULADO	38
4.2.2.- RESULTADOS	41
4.2.3.- ANÁLISIS	46

5.- CONCLUSIONES.....	48
ANEXO. MEMORIA DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.....	49
PLANOS.....	51

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS

1.- INTRODUCCIÓN

El Camping Sierra de Peñascosa se sitúa cercano al cauce del Río Arquillo, por lo que se realiza el presente “Estudio hidrológico y de riesgo de avenidas” (también conocido como “Estudio de Incidencia en el Régimen de Corrientes” o “Estudio de Inundabilidad”) para evaluar el riesgo de inundación de dicha zona. La determinación del riesgo es fundamental para establecer los usos permisibles en dicha zona, así como las acciones a realizar para evitar daños personales y materiales y garantizar la capacidad hidráulica de los cauces.

La normativa aplicable en materia de aguas es la siguiente:

- Real Decreto Legislativo 1/01, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas.

La normativa aplicable en materia de urbanismo es la siguiente:

- Decreto Legislativo 1/2004, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Decreto 242/2004, de 27 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Suelo Rústico de la Ley 2/1998, de 4 de junio, de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Decreto 248/2004, de 14 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento de la Ley 2/1998, de 4 de junio, de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.

Una vez delimitadas las áreas con riesgo de inundación, la administración competente en materia de ordenación del territorio y urbanismo, y la administración

competente en materia de protección del dominio público hidráulico, deberían considerar lo siguiente, a la hora de autorizar o no los usos pretendidos:

- En la “vía de intenso desagüe” de T=100 años se prohíben los usos residenciales, siendo los únicos permitidos aquellos que no obstruyan el flujo de avenidas y no requieran estructuras, terraplenes o almacenamiento permanente de bienes y equipos, y no afecten desfavorablemente la capacidad hidráulica de dicho cauce.
- En la “zona de inundación peligrosa” de T=500 años también se prohíben los usos residenciales.
- En el resto de “zona inundable” de T=500 años los usos deben condicionarse a que no se produzcan daños graves sobre los bienes y las personas, por lo que la Administración competente, en la resolución del expediente urbanístico, fijará las limitaciones a los usos y las condiciones sobre la edificación que se estimen oportunas.

Por último, ha de tenerse en cuenta que la precisión de este Estudio Hidrológico es la adecuada para el objetivo que se persigue, valorar el riesgo de inundación en el Camping Sierra de Peñascosa, situado en la parcela de referencia catastral 002300100WH58A, así como la prevista ampliación del mismo ocupando la parcela número 3 del polígono 14 (02059A01400003).

2.- ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO

2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL

2.1.1.- SITUACIÓN

El municipio de Peñascosa se encuentra situado dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla - La Mancha, en la provincia de Albacete, al suroeste de la capital.

El término municipal de Peñascosa se encuentra a una altitud media de 1169 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por tener el núcleo principal a mayor altitud de toda provincia de Albacete.

Se encuentra encuadrado en las Hojas 815-III (45-64) del Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1/25.000.

2.1.2.- MEDIO FÍSICO

2.1.2.1.- Topografía

Peñascosa se sitúa en la frontera noreste del sector montañoso que se forma en la parte sureste de la provincia de Albacete. A escasamente un kilómetro del municipio discurre el río Arquillo, que deriva de la Laguna del Arquillo, al noroeste del municipio de Peñascosa.

El camping Sierra de Peñascosa, objeto de este estudio, se ubica en la zona de policía del río Arquillo, en el paraje denominado El Soto, en el término municipal de Peñascosa (Albacete).

La sedimentación geológica presenta cambios facies, con pliegues que forman elementos estructurantes que definen la orografía del municipio.

En general, las formaciones montañosas son calizas que han sido tajadas por la erosión remontante, muy activa de los ríos. Hacia el oeste, se observa el crecimiento progresivo de las líneas de nivel del terreno.

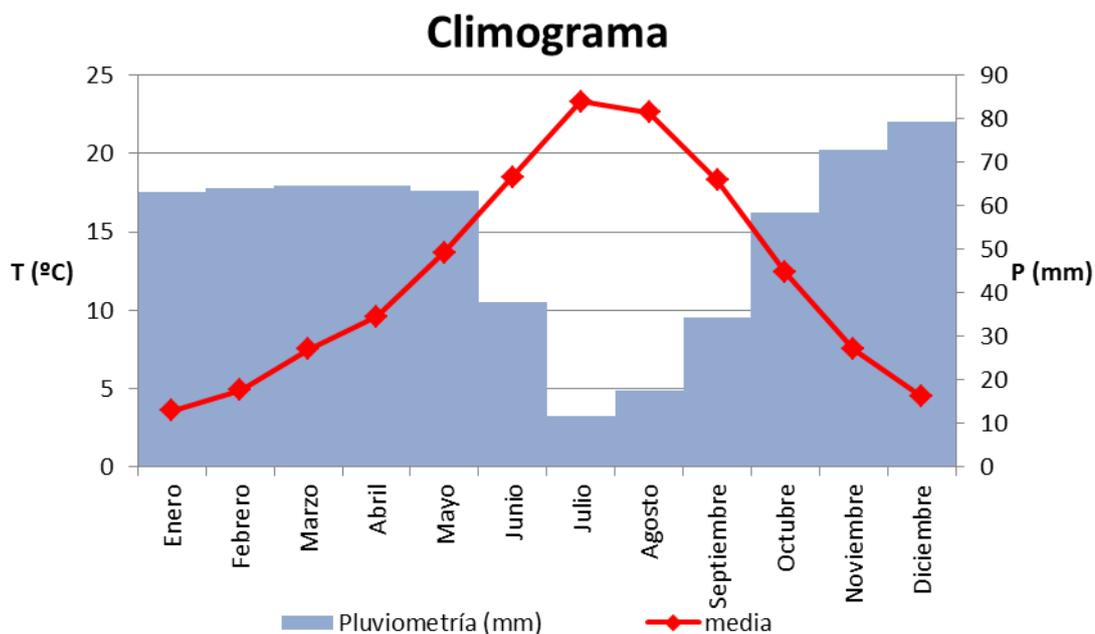
Destacan Vuelta del Carril de 1191 m, el paraje El Soto de 1193 m, el Cerro Manguillo de 1214 m de altura, la Solana de 1235 m, entre otros.



Figura 1. Cartografía de Instituto Geográfico Nacional (serie 1:25000)

2.1.2.2.- Climatología

Los datos de la climatología del término municipal de Peñascosa se han obtenido del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica (desarrollado por la UAB). Se representan en el siguiente climograma la temperatura media y la pluviometría correspondiente a cada mes.



Para el desarrollo de este estudio se contemplará la cuenca formada por el río Arquillo puesto que contiene el Camping de Peñascosa.

La red hidrográfica superficial está compuesta por una serie de arroyos y ramblas de escaso caudal.

Pertenecen a la Cuenca del Júcar: Rambla Fuente del Corcho de la Ventosa, Rambla de los Charcones, Rambla de Santa Ana, Rambla de los Saladicos y Arroyo del Pozo.

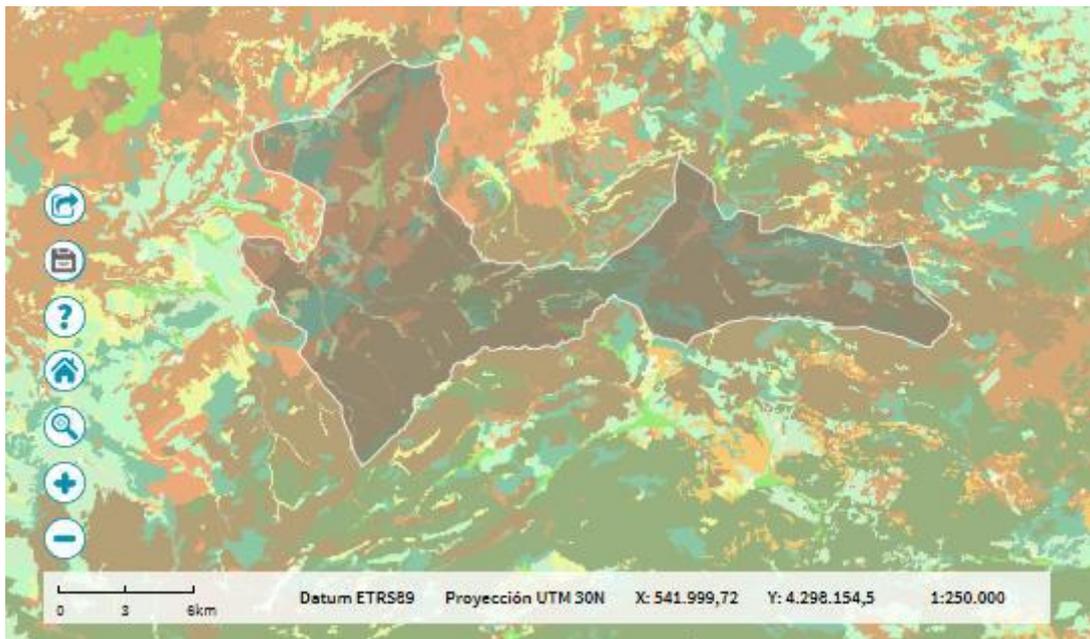
2.1.2.4.- Usos, aprovechamientos y vegetación existente

La distribución general de tierras del término municipal, según datos del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación son los siguientes:

Uso	Superficie (Ha)
Chopo y Álamo	206,68
Coníferas	1.387,70
Coníferas asociadas con otras frondosas	8.621,60
Cultivos herbáceos en regadío	108,97
Frutales en secano	8,08
Improductivo	28,99
Labor en secano	1.165,14
Matorral	362,60
Matorral asociado con coníferas	169,76
Matorral asociado con coníferas y frondosas	875,16
Matorral asociado con frondosas	1.107,22
Otras frondosas	3.139,58
Pastizal	856,11
Pastizal asociado con frondosas	202,31
Pastizal-Matorral	545,41
Pastizal-Matorral asociado con frondosas	121,17
SUPERFICIE TOTAL	18.906,49

Tabla 1. Distribución de usos en el Municipio de Peñascosa

Tal y como se refleja en la imagen siguiente:



Legenda

Sobrecarga	Uso	
<input type="checkbox"/> No codificado	<input type="checkbox"/> Regadío	<input type="checkbox"/> Chopo y álamo
<input type="checkbox"/> Arroz	<input type="checkbox"/> Labor secoano	<input type="checkbox"/> Eucalipto
<input type="checkbox"/> Huerta	<input type="checkbox"/> Frutales en secoano	<input type="checkbox"/> Otras frondosas
<input type="checkbox"/> Cítricos	<input type="checkbox"/> Olivar en secoano	<input type="checkbox"/> Asociación de coníferas y eucalipto
<input type="checkbox"/> Frutales en regadío	<input type="checkbox"/> Viñedo en secoano	<input type="checkbox"/> Asociación de coníferas y otras frondosas
<input type="checkbox"/> Olivar en regadío	<input type="checkbox"/> Asociación de viñedo y olivar	<input type="checkbox"/> Improductivo
<input type="checkbox"/> Viñedor en regadío	<input type="checkbox"/> Prados naturales	<input type="checkbox"/> Improductivo agua
<input type="checkbox"/> Espartizal	<input type="checkbox"/> Pastizal	<input type="checkbox"/> Asociación de viñedo y frutales
<input type="checkbox"/> Coníferas	<input type="checkbox"/> Matorral	
<input type="checkbox"/> Frondosas	<input type="checkbox"/> Pastizal-matorral	
<input type="checkbox"/> Coníferas y frondosas	<input type="checkbox"/> Coníferas	

El total de tierras de cultivo suponen el 17% del territorio, y el terreno forestal un 83%.

2.1.3.- INFRAESTRUCTURAS

2.1.3.1.- Transportes

Encontramos la carretera AB-519 (denominada anteriormente como CV-A-4) Masegosa – Cilleruelo – Pesebre – Peñascosa - La Hoz hasta la N-322 en sentido este.

Por otro lado, se encuentra la AB-515 (denominada anteriormente como CV-A-32), carretera de Albacete. Esta carretera nace de la CM-3216 hasta que llega a Peñascosa.

Tanto las carreteras AB-519 como AB-515 terminan en Peñascosa y desde este municipio se enlazan hasta la N-322.

Las carreteras que permiten entrada y salida a Peñascosa son carreteras autonómicas de tercer orden. Que terminan conectando con carreteras autonómicas de primer orden.

2.1.3.2.- Obras hidráulicas

No hay grandes infraestructuras hidráulicas que haya que tener en cuenta en este estudio.

2.1.4.- NÚCLEOS DE POBLACIÓN

El municipio de Peñascosa contaba en el año 2015 con 355 habitantes, según datos oficiales del INE.

Tiene como pedanías dependientes de su ayuntamiento a Zorío, Cerroblanco, Pesebre, Cañada Seca, Arteaga de Arriba, Arteaga de Abajo, Fuenlabrada y Burrueco, así como otros pequeños núcleos que como Carboneras, Cencerro, El Vidrio o Batanes.

2.2.- PUNTOS DE ESTUDIO

Ha de estudiarse la geomorfología de los puntos de estudio, que son aquellos puntos en los que un cauce público discurre por las inmediaciones del suelo urbano o urbanizable definido por el Plan.

En este estudio se considera como único punto de estudio el Camping Sierra de Peñascosa.

2.2.1.- CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA

El punto donde se centra este estudio es el Camping Sierra de Peñascosa, situado en las inmediaciones del cauce del río Arquillo. Se trata de un punto de ocio que se podría ver afectado por riesgo de inundación, lo que se pretende determinar en esta memoria.

Las coordenadas UTM del camping son (551.780; 4.280.410) en el Huso 30N (ETRS89).

El entorno del río cuenta con diversas parcelas que se caracterizan por ser de clase rústico y su uso principal es agrario.

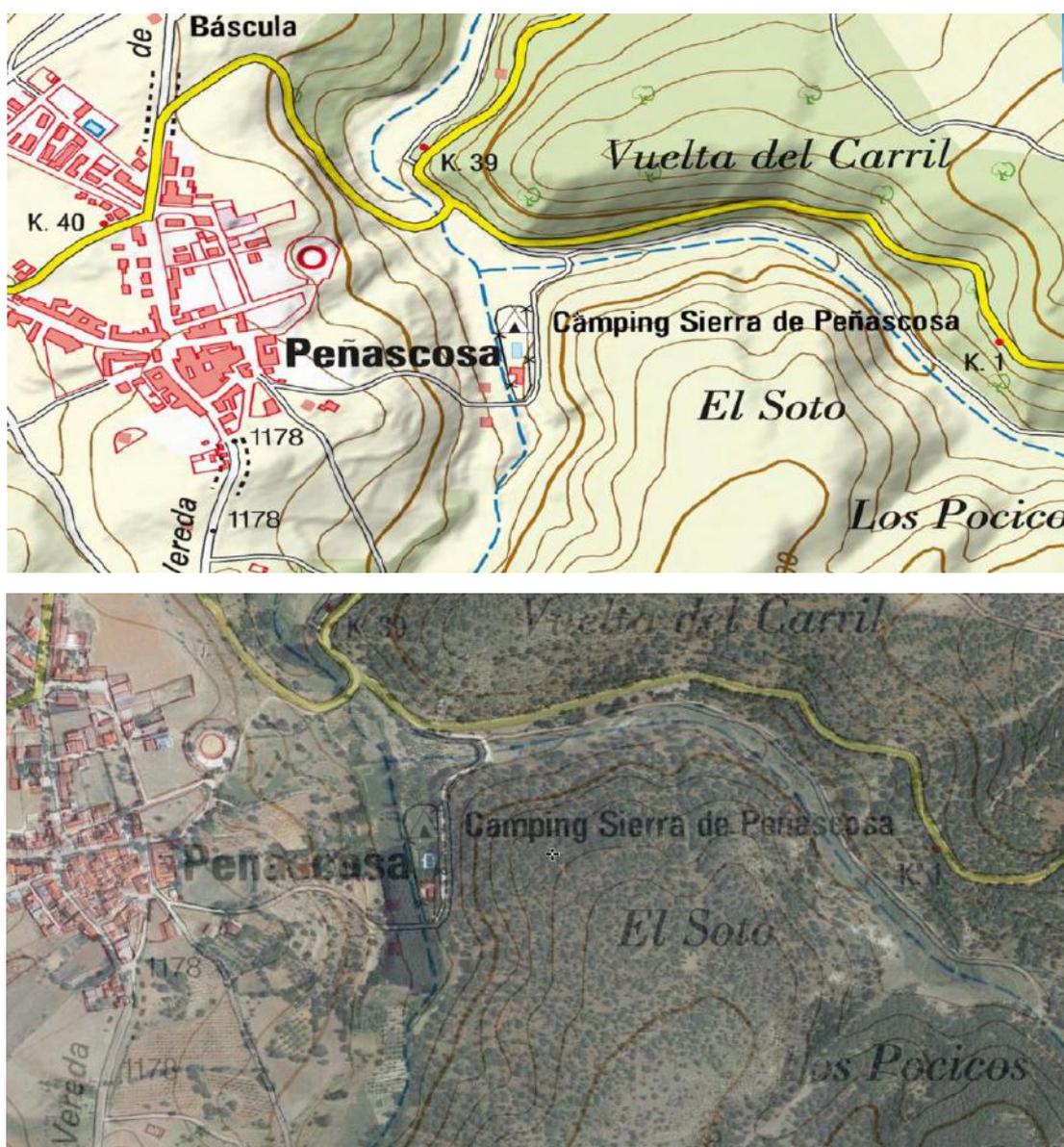


Figura 3. Ortofoto (PNOA)

Los ejes de flujo del río Arquillo discurren por el centro de terrenos de coníferas y otras especies, lo que no permite distinguir perfectamente el canal a simple vista con el visor de vista aérea. En la Figura 3 el cauce del río Arquillo viene marcado mediante una línea discontinua azul.

No obstante, dado que atraviesa el Camping Sierra de Peñascosa, muy cerca de sus instalaciones y cabañas destinadas al alojamiento de personas, existe un posible riesgo para los ocupantes que tendrá que ser identificado.

De la visita a campo realizada, se tomaron una serie de fotos que permiten describir el entorno del Camping.

Se observa que el cauce del río está bien definido, y en la ribera del mismo, se puede ver la vegetación existente. La Figura 4, particularmente, fue tomada durante transcurso de aguas bajas.

Asimismo, de la toma de datos topográficos es posible saber que el ancho del lecho del río es de aproximadamente 3 m, que junto a las riberas forma un total de casi 10 m de dominio público hidráulico. Por otro lado, el calado mide 2 m.

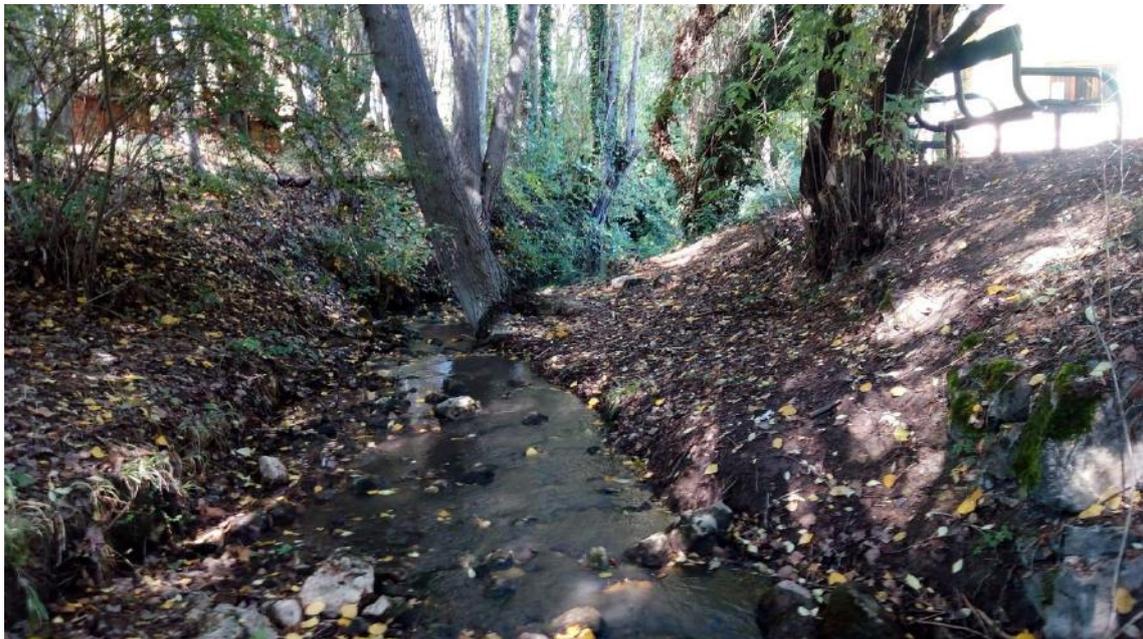


Figura 4. Foto del cauce del río

El cauce del río Arquillo avanza longitudinalmente formando pequeñas sinuosidades, sin llegar a formar meandros ni formas naturales llamativas.

A los márgenes del río, en la llanura de inundación existen parcelas de tierra vegetal. El valle formado, comprendido entre dos formaciones montañosas, La Dehesa de los Valentines y el Cerro de la Hoya, se caracteriza por ser un valle bajo que de manera natural discurre entre las elevaciones montañosas mencionadas.



Figura 5. Foto de los márgenes del río Arquillo



Figura 6. Fotos de la llanura de inundación

Por otro lado, destaca la presencia de las instalaciones del Camping Sierra de Peñascosa, que se pueden ver en la Figura 7 y 8.



Figura 7. Instalaciones del camping

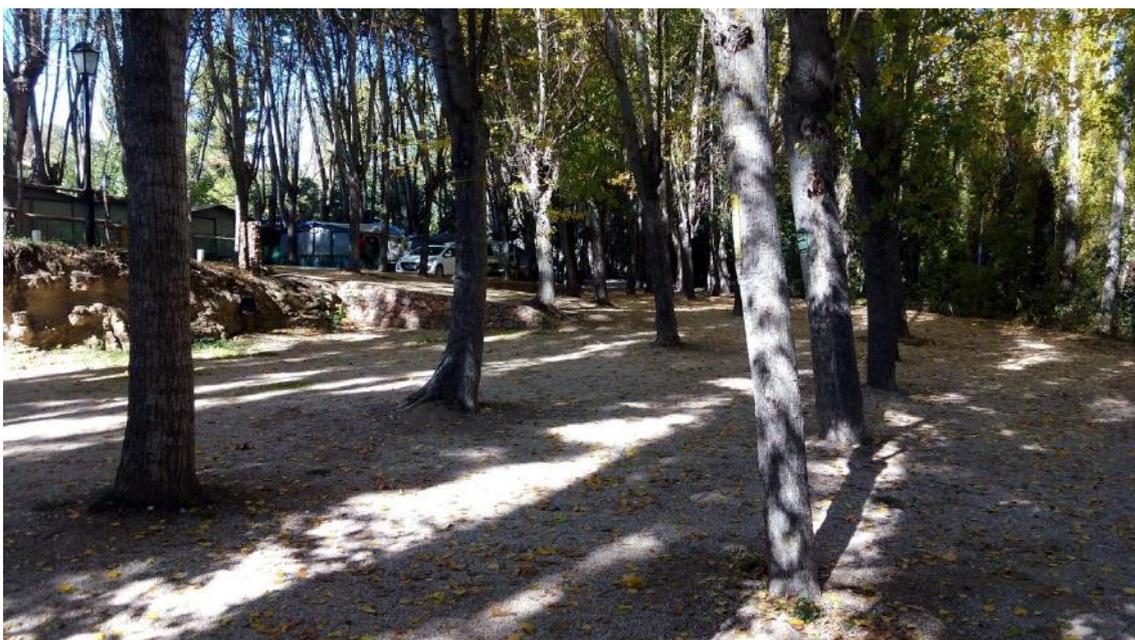


Figura 8. Vista de las cabañas del Camping Sierra de Peñascosa

De las Figuras 5, 6, 7 y 8 se observa que la pendiente de la llanura hasta el cauce del río no es muy pronunciada, de los datos tomados topográficamente se obtienen pendientes del valle hacia el cauce de entre 2-4%.

A continuación cabe mencionar la presencia de puentes y obras de drenaje transversal existentes a lo largo del avance del río.

A la entrada del camping existe un puente construido de hormigón, con arco de forma cuadrada, coordenadas UTM (551786; 4280403)



Figura 9. Puente de paso del Camping Sierra de Peñascosa



Figura 10. Vista interior del puente del Camping Sierra de Peñascosa

Al pasar por debajo de la AB-519 se ha salvado el paso mediante la colocación de una losa de hormigón armado, coordenadas UTM (551679; 4280033).



Figura 11. Paso de la AB-519 sobre el cauce del río Arquillo

También existe una obra de drenaje transversal en las coordenadas UTM (551681; 4280742) que se observa en la siguiente figura:



Figura 12. Obra de drenaje transversal existente

En la Figura 12 se observa la obra de drenaje transversal, hecha con piedra o mampostería, y formada por 6 tubos contiguos de 800 m de diámetro.

3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1.- MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

3.1.1.- METODOLOGÍA UTILIZADA

En primer lugar, como punto de partida, se calculará el caudal de avenida mediante el conocido como "método racional modificado". Se trata de un método sencillo, pero suficientemente sancionado por la práctica ingenieril en España, obteniendo resultados razonablemente buenos.

Los métodos hidrometeorológicos simulan el proceso lluvia-escorrentía mediante modelos determinísticos. Los datos requeridos son fundamentalmente pluviométricos, al resultar más abundantes y precisos que los datos foronómicos. La simulación hidrológica se realiza mediante modelos "de suceso", que sólo considera la parte de precipitación que provoca escorrentía superficial.

En la determinación de los caudales máximos de avenida en las sub-cuencas consideradas se ha aplicado el método racional modificado, propuesto por J.R. Témez y recogido en el volumen "Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas" editado por la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T. Este método es el adoptado por la Instrucción 5.2-IC. "Drenaje Superficial".

Por tanto, para el desarrollo del método de cálculo que a continuación se ejecuta, se ha partido de lo propuesto en la Instrucción 5.2-I.C.

- 1) El estudio hidráulico se desarrolla en las siguientes etapas:
- 2) Delimitación de la cuenca.
- 3) Determinación de las características físicas de la cuenca (área, longitud y desnivel).
- 4) Evaluación de las características morfológicas de la cuenca (tipo de terreno y uso del suelo).
- 5) Selección del periodo de retorno.
- 6) Estimación del umbral de escorrentía y factores de corrección.
- 7) Determinación de la máxima precipitación diaria.

-
- 8) Obtención del coeficiente de escorrentía.
 - 9) Determinación del valor de la intensidad de la lluvia.
 - 10) Caudales de cálculo de cada cuenca.

El método propuesto parte de las siguientes hipótesis:

- a) La intensidad de la precipitación se supone constante durante el tiempo de lluvia.
- b) Se generaliza el método a los aguaceros reales incorporando un coeficiente que refleja la influencia de las distribuciones habituales de la lluvia.
- c) Se limita la aplicación del método a cuencas menores de 3.000 km². La aplicación del coeficiente de uniformidad K permite aumentar el límite de 75 km² contenido en la Norma.
- d) Sólo se consideran las aguas de escorrentía superficial.
- e) El tiempo de concentración estará comprendido entre 0,25 y 24 horas. El límite mínimo de 0,25 h excluye aquellas cuencas minúsculas donde el tiempo de recorrido del flujo difuso tiene relevancia frente al recorrido por la red de drenaje. En tales casos el tiempo de concentración sólo puede estimarse de una forma aproximada por la fórmula propuesta.

Este método obtiene como caudal máximo el valor:

$$Q_{m\acute{a}x} = K \cdot \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Dónde:

- $Q_{m\acute{a}x}$: es el caudal máximo en la sección de cálculo en m³/s.
- C: es el coeficiente de escorrentía medio ponderado de la cuenca (adimensional, con valores entre 0 y 1).
- I: es la intensidad media máxima horaria de precipitación correspondiente a un chaparrón de duración el tiempo de

concentración para el periodo de retorno considerado (expresada en mm/h) en la sección de cálculo.

- A : es la superficie total de la cuenca vertiente en la sección de cálculo en km^2 .
- K : coeficiente que tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal del aguacero.

En ocasiones se utiliza en el denominador de la ecuación un 3,0 en lugar de 3,6, de modo que se aplica implícitamente un coeficiente de mayoración (para quedar del lado de la seguridad) de 1,2.

En los apartados siguientes se explica el modo de obtención cada uno de los parámetros de cálculo anteriores.

3.1.2.- PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Consultando el documento “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” publicado por el Ministerio de Fomento, obtenemos:

- Del mapa contenido en el Anejo 1 de dicho documento, la estimación mediante isolíneas de los valores del coeficiente de variación C_v y del valor promedio P de la máxima precipitación diaria anual. Para una mayor precisión, se ha utilizado el programa informático MaxPluWin que realiza una interpolación numérica, y se han utilizado las coordenadas del centroide geométrico de la cuenca.
- De la figura 3.3 Relación entre los cuantiles regionales, el periodo de retorno en años T , la probabilidad (%) de no superar el cuantil de un año, y el coeficiente de variación C_v , del mismo documento, el valor del cuantil regional o factor de amplificación K_t . Multiplicando este factor K_t por P_m se obtiene la precipitación máxima diaria (P_d) para el periodo de retorno considerado.

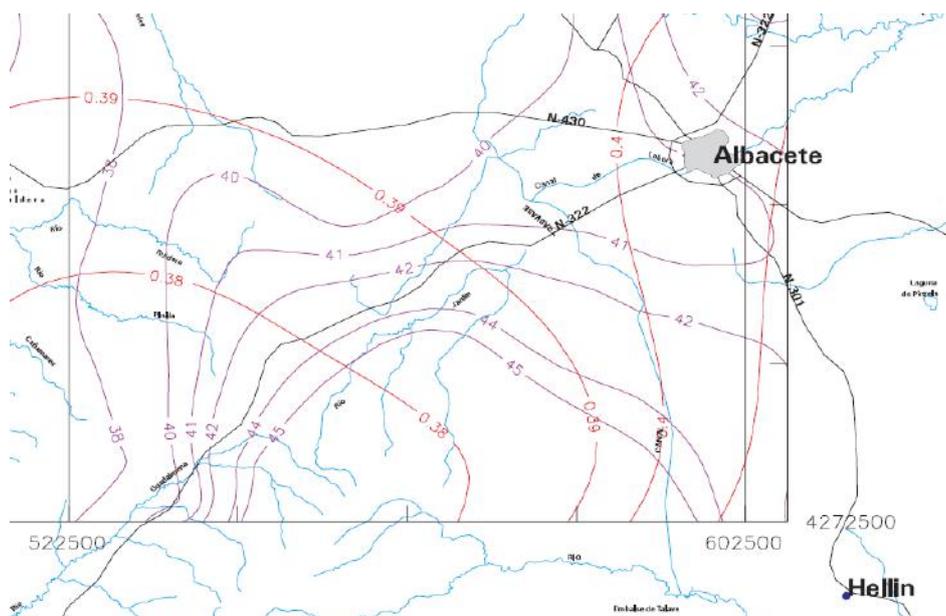


Figura 13. Extracto para obtener Pd y Cv

El procedimiento anterior se ha realizado para comparar los resultados obtenidos con los datos resultantes de consultar el catálogo de CauMax que permite consultar el ráster de las precipitaciones para cada periodo de retorno. Finalmente, para este estudio se ha empleado la media ponderada de las precipitaciones de la superficie de estudio, considerando la precipitación correspondiente a la cuenca del río Arquillo y a la Rambla del Gamonal.

Una vez obtenida la precipitación máxima diaria (Pd), hay que conseguir definir la precipitación máxima diaria real sobre la cuenca. De esta manera se tiene en cuenta la no simultaneidad de las lluvias máximas de un mismo periodo de retorno en toda la superficie. Para ello se utiliza el coeficiente de reducción areal (K_A) propuesto por Témez.

$$Pd^* = Pd \cdot \left[1 - \frac{\log A}{15} \right] \quad \text{Para } A > 1 \text{ km}^2$$

$$Pd^* = Pd \quad \text{Para } A < 1 \text{ km}^2$$

3.1.3.- CUENCAS

La delimitación de la superficie vertiente permite determinar el parámetro A (km^2) de la fórmula general.

Por otro lado, en apartados sucesivos será necesario obtener otros parámetros topográficos de la cuenca (pendiente media, longitud del flujo más desfavorable, máxima diferencia de cota, etc.) y geomorfológicos (tipos de suelo, usos del territorio, etc.).

Los parámetros topográficos se han obtenido con la ayuda de la extensión ArcHydro Tools para ESRI ArcMap, junto con HEC-GeoHMS de USACE, operando sobre un modelo digital de elevaciones o modelo digital del terreno (MDT).

Inicialmente se ha utilizado una cobertura ráster de MDT facilitada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, a través del CEDES, con tamaño de cuadrícula de 500 m, y posteriormente se ha refinado a partir de un MDT facilitado por el Instituto Geográfico Nacional, con paso de malla de 25 m.

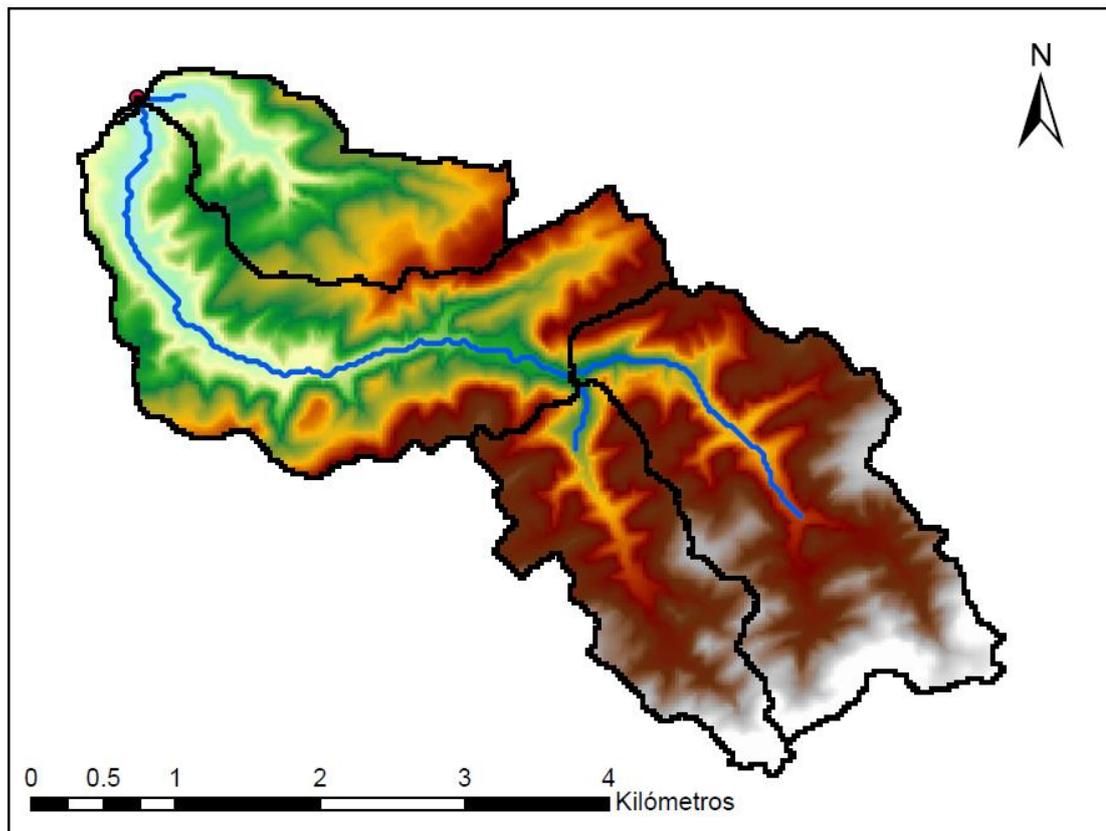


Figura 14. Representación gráfica del MDT utilizado

3.1.4.- PERIODO DE RETORNO

Sea un suceso X con probabilidad p de presentarse al menos una vez en un año. El periodo de retorno, T, del suceso, X, es la esperanza matemática del tiempo transcurrido entre la presentación de dos sucesos iguales o mayores que X.

$$T = \sum (t) = 1p + 2p (1-p) + 3p (1-p)^2 + \dots + np (1-p)^{n-1}$$

$$T = \sum np (1-p)^{n-1} = 1 / p$$

T es el número medio de años que transcurre entre la presentación de dos sucesos iguales o mayores a X.

En este caso, estudiaremos las avenidas correspondientes a los periodos de retorno de 100 y 500 años.

3.1.5.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

3.1.5.1.- DEFINICIÓN

Del agua de lluvia que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se evapora, otra discurre por la superficie (escorrentía) y otra penetra en el terreno (infiltración).

Se define como coeficiente de escorrentía, C, de una superficie, S, al cociente del caudal que discurre por dicha superficie, Qe, en relación con el caudal total precipitado, Qt.

El coeficiente de escorrentía varía a lo largo del tiempo y es función de las características del terreno (naturaleza, vegetación, permeabilidad, inclinación, humedad inicial del suelo, etc.) y de la zona (temperatura, intensidad y duración de la precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, horas de soleamiento, dimensiones de la cuenca vertiente, etc.).

Los factores indicados se influyen mutuamente, siendo complicado el análisis aislado de cada uno de ellos. No obstante, y teniendo en cuenta que el objetivo perseguido es la determinación de zonas inundables, se analiza su influencia únicamente desde este aspecto.

El coeficiente de escorrentía crece con la Intensidad y con la duración de la precipitación. Para un periodo de retorno dado, el aumento de la duración de la

precipitación implica una disminución de la Intensidad Media Máxima, por lo que es bastante complicado el estudio de la influencia de los factores intensidad y duración de la precipitación sobre el valor del coeficiente de escorrentía.

A falta de datos más precisos, se considera constante, durante el tiempo de duración de la precipitación, el coeficiente instantáneo de escorrentía, que se convierte, de este modo, en coeficiente medio de escorrentía. Éste se obtiene mediante el método de la Instrucción 5.2 de Carreteras.

Para la determinación del coeficiente de escorrentía se puede considerar el área total o dividir la misma en diferentes subcuencas con diferentes características, dado que puede estar formado por terreno de diferente tipo, diferentes densidades de edificación, etc., se calcula el coeficiente de escorrentía medio realizando una media ponderada de los diferentes coeficientes de escorrentía de cada una de las subzonas en las que se puede dividir el área considerada.

De esta forma se llega a la expresión del coeficiente de escorrentía medio C para una zona formada por diferentes subáreas A_i con diferentes coeficientes de escorrentía C_i :

$$C = \frac{\sum (C_i \times A_i)}{\sum A_i}$$

3.1.5.2.- CÁLCULO A PARTIR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I , y depende de la razón entre la precipitación diaria P_d correspondiente al periodo de retorno y el umbral de escorrentía P_0 a partir del cual se inicia ésta.

$$C = \text{Escorrentía} / \text{Precipitación} = f [P_d (t) / P_0]$$

$$\text{Si } P_d / P_0 < 1 \implies C = 0$$

$$\text{Si } P_d / P_0 \geq 1 \implies C = \frac{[(P_d/P_0) - 1] \cdot [(P_d/P_0) + 23]}{[(P_d/P_0) + 11]^2}$$

Como dato de partida se dispone de una cobertura ráster del valor del parámetro “umbral de escorrentía” (P_0 , en mm) que cubre la zona de estudio. Esta información forma parte del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, en concreto, es la capa SIG del umbral de escorrentía en condiciones de humedad media

del suelo para el método racional modificado, obtenido a partir de los usos del suelo del Corine Land Cover 2000 y de acuerdo con la metodología expuesta en la publicación “Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva: perfiles de suelos y teledetección” (CEDEX, 2003).

Mediante cálculos SIG (estadísticas zonales) es posible extraer el valor promedio del parámetro P_0 en cada cuenca.

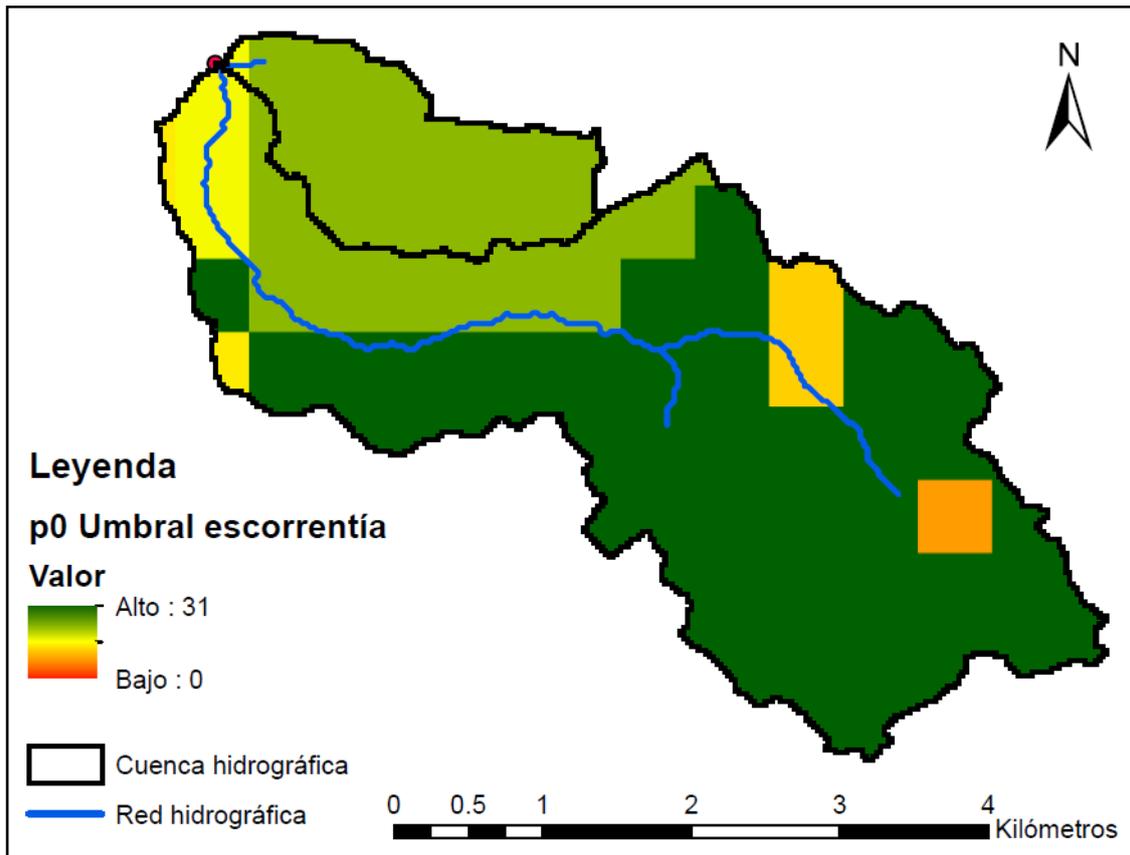


Figura 15. Distribución del valor del umbral de escorrentía en la cuenca

Este valor P_0 hallado, hay que multiplicarlo por el coeficiente corrector del umbral de escorrentía, que se muestra en la Figura 2.5, de la Norma 5.2-IC:

$$P'_0 = P_0 \cdot f = P_0 \cdot \beta_{10} \cdot F_T$$

Este coeficiente refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos, e incluye una mayoración (del orden del 100 %) para evitar sobrevaloraciones del caudal de referencia a causa de ciertas

simplificaciones del tratamiento estadístico del método hidrometeorológico, el cual ha sido contrastado en distintos ambientes de la geografía española.

Según el documento del CEDEX “Mapa de Caudales Máximos”, el coeficiente corrector β_{10} de la región 83 a la que pertenece la zona de estudio es 2,30.

A su vez, de este mismo estudio del CEDEX se desprende la necesidad de aplicar un coeficiente corrector F_T al coeficiente β_{10} que tiene en cuenta el periodo de retorno. Para la región 83 $F_{500}=1,85$ y $F_{100}=1,51$.

Una vez hallado este P_0' , lo introduciremos en la fórmula del coeficiente de escorrentía obteniendo los coeficientes de escorrentía promedios de cada cuenca, para cada periodo de retorno.

3.1.6.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se supone que tanto el tiempo de escorrentía como el tiempo de recorrido, el tiempo total y el tiempo de concentración son independientes del instante considerado.

El tiempo de escorrentía, T_e , depende, en general, de la pendiente del suelo, de la distancia a recorrer, y de la naturaleza del terreno. La fórmula empírica a utilizar es la siguiente:

$$T_c = 0,3 \cdot \left[\left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76} \right]$$

En la que “L” es la longitud del curso de agua principal de la cuenca (medido en km), e “J” es la pendiente media (en tanto por uno), y T_c está medido en horas.

3.1.7.- INTENSIDAD MEDIA HORARIA DE PRECIPITACIÓN

La intensidad media I (mm/h) de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se podrá obtener por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{I}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1^{0,1}}}$$

Siendo:

- I_d (mm/h): la intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al periodo de retorno considerado. Es igual a $P_d/24$.
- P_d (mm/día): la precipitación total diaria correspondiente a dicho periodo de retorno, calculada anteriormente.
- I_1 (mm/h): la intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho periodo de retorno.
- t (h): la duración del intervalo al que se refiere I , que se tomará igual al tiempo de concentración (T_c).
- $\frac{I_1}{I_d}$ la relación entre la intensidad horaria y diaria que puede obtenerse del gráfico de la instrucción 5.2 – IC.

Esta fórmula permite calcular la intensidad de la lluvia para cada duración considerada. Las lluvias más cortas son más intensas, mientras que las de mayor duración son más débiles. Si añadimos el periodo de retorno o frecuencia, obtenemos las familias de curvas denominadas IDF (intensidad-duración-frecuencia).

3.1.8.- COEFICIENTE CORRECTOR – NO UNIFORMIDAD DE LA LLUVIA

Las hipótesis asumidas en la formulación del método racional corresponden a una simplificación de la realidad, que, evidentemente, habrá de evaluarse.

En primer lugar, se asume que la lluvia del chubasco de cálculo tiene una intensidad constante durante el tiempo en que dicho fenómeno meteorológico tiene lugar.

Puesto que en realidad el hietograma intensidad-tiempo no es constante, se ha planteado la necesidad de corregir los datos obtenidos por el método racional, especialmente en el caso de lluvias de gran duración. El coeficiente corrector propuesto por Témez es el siguiente:

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

T_c es el tiempo de concentración, en horas.

La utilización de este coeficiente permite aumentar el ámbito de aplicación del método racional a cuencas de hasta 3.000 km².

3.1.9.- CAUDALES DE ESCORRENTÍA

Finalmente, obtenemos los caudales correspondientes a cada situación de cálculo, por aplicación de la fórmula expuesta anteriormente:

$$Q_{\max} = K \cdot \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

En ocasiones se suele aplicar un coeficiente de mayoración de 1,2 al resultado, especialmente si hay demasiada incertidumbre sobre la bondad del modelo hidrometeorológico utilizado.

A continuación se muestra un cuadro en el que, siguiendo la metodología expuesta anteriormente, se recoge el valor de cada uno de los parámetros obtenidos para la cuenca estudiada. En este cuadro se reflejan los datos resultantes del cálculo de caudales.

	Peñascosa Río Arquillo		Peñascosa Rambla de Gamonal	
Área (km ²)	12,226	12,226	2,268	2,268
T (años)	500	100	500	100
Pd (mm)	141,35	109,24	138,60	107,40
KA	0,928	0,928	0,976	0,976
Pd' (mm)	131,11	101,32	135,31	104,85
L (m)	9.452	9.452	3.297	3.297
J (m/m)	0,0339	0,0339	0,0537	0,0537
Tc (h)	3,15	3,15	1,29	1,29
Kt	1,230	1,230	1,090	1,090
Tretardo(min)	113	113	47	47
Id (mm/h)	5,46	4,22	5,64	4,37
Factor I1/Id	10	10	10	10
I1 (mm/h)	54,63	42,22	56,38	43,69
It (mm/h)	26,94	20,82	48,41	37,51
P0 medio	27,32	27,32	21,91	21,91
f	4,26	3,47	4,26	3,47
P0'	116,26	94,90	93,21	76,08
CN medio	30,41	34,87	35,28	40,04
C medio	0,021	0,011	0,071	0,060
Q (m ³ /s)	2,357	0,973	2,368	1,550

Tabla 2. Cálculos y resultados del método racional modificado

En el cuadro anterior se reflejan los caudales salientes de cada cuenca, cada uno llega en diferente tiempo al punto de vertido, primero llega el de la Rambla del Gamonal y posteriormente el de la cuenca del río Arquillo.

Ante la variabilidad de las precipitaciones, se ha de considerar que un cierto caudal residual procedente de la cuenca de la Rambla del Gamonal se acumulará al caudal de la cuenca del Río Arquillo a su llegada.

Por lo tanto, se ha calculado el caudal para la situación en la que el tiempo de concentración para ambos casos es de 3,15h, es decir, el caudal de ambas subcuencas llega a la vez al punto de vertido.

En el cuadro siguiente se recogen los datos cambiando el tiempo de concentración para la Rambla de Gamonal a 3,15h, un mayor tiempo de concentración disminuirá el caudal de llegada de la Rambla del Gamonal al punto de vertido.

	Peñascosa		Peñascosa	
	Río Arquillo		Rambla de Gamonal	
Área (km ²)	12,226	12,226	2,268	2,268
T (años)	500	100	500	100
Pd (mm)	141,35	109,24	138,60	107,40
KA	0,928	0,928	0,976	0,976
Pd' (mm)	131,11	101,32	135,31	104,85
L (m)	9.452	9.452	3.297	3.297
J (m/m)	0,0339	0,0339	0,0537	0,0537
Tc (h)	3,15	3,15	3,15	3,15
Kt	1,230	1,230	1,230	1,230
Tretardo(min)	113	113	113	113
ld (mm/h)	5,46	4,22	5,64	4,37
Factor I1/ld	10	10	10	10
I1 (mm/h)	54,63	42,22	56,38	43,69
It (mm/h)	26,94	20,82	27,80	21,54
P0 medio	27,32	27,32	21,91	21,91
f	4,26	3,47	4,26	3,47
P0'	116,26	94,90	93,21	76,08
CN medio	30,41	34,87	35,28	40,04
C medio	0,021	0,011	0,071	0,060
Q (m ³ /s)	2,357	0,973	1,535	1,005

Tabla 3. Cálculos y resultados del método racional modificado

A continuación, se ha calculado el conjunto, considerando una cuenca que contemple el área de las subcuencas presentadas en las tablas anteriores y el resto de parámetros se han calculado realizando la media ponderada de cada una. En el

cálculo conjunto no se han diferenciado las precipitaciones de cada superficie de cuenca sino que se han tomado los datos correspondientes a la cuenca del río Arquillo.

	Peñascosa	
	Conjunto	
Área (km ²)	14,494	14,494
T (años)	500	100
Pd (mm)	141,35	109,24
KA	0,923	0,923
Pd' (mm)	130,41	100,78
L (m)	9.452	9.452
J (m/m)	0,0339	0,0339
Tc (h)	3,15	3,15
Kt	1,230	1,230
Tretardo(min)	113	113
ld (mm/h)	5,43	4,20
Factor I1/ld	10	10
I1 (mm/h)	54,34	41,99
It (mm/h)	26,79	20,70
P0 medio	26,48	26,48
f	4,26	3,47
P0'	112,66	91,95
CN medio	65,74	65,74
C medio	0,026	0,016
Q (m ³ /s)	3,418	1,621

Tabla 4. Cálculos y resultados del método racional modificado

A partir de esta última tabla es posible plantear un modelo hidrológico uniforme y estacionario. De modo que el caudal de entrada al punto de vertido fuese del orden de 3,4 m³/s; suma del caudal resultante de la cuenca del río Arquillo y de la Rambla de Gamonal, 2,4 m³/s más 1 m³/s aproximadamente, para periodo de retorno de 500 años.

Para llevar al cabo el cálculo hidrológico se ha empleado la metodología del método racional junto la extensión HechHMS, donde es posible crear el modelo del sistema de subcuencas a estudiar. Se puede observar en la siguiente imagen un esquema de los caudales resultantes de cada cuenca y su llegada al punto de vertido.

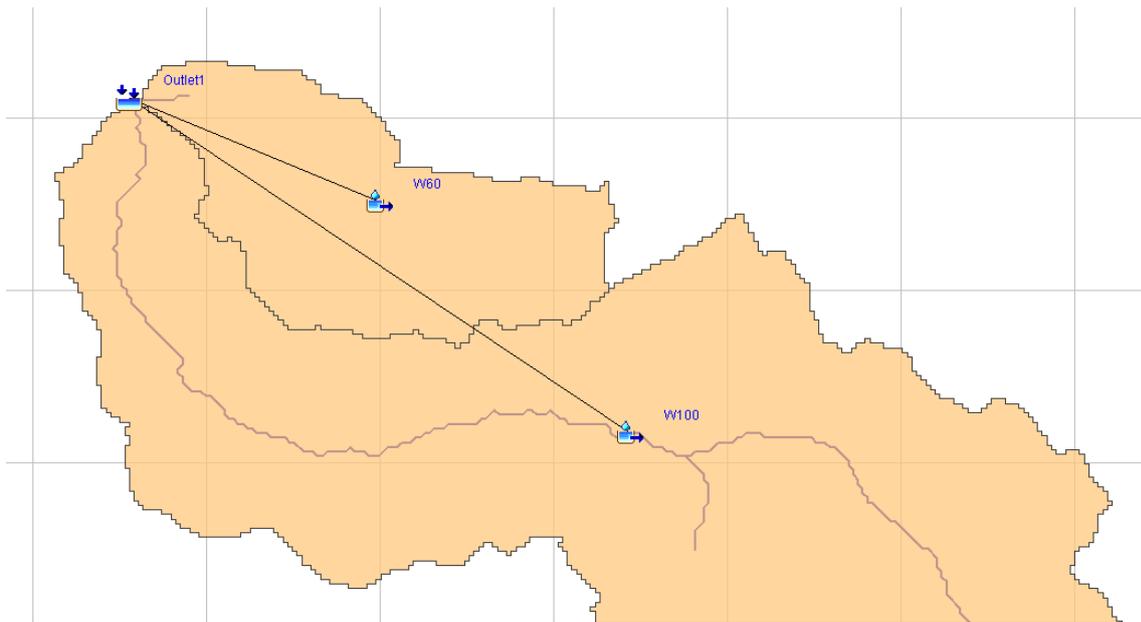


Figura 16. Extracto del modelo generado en HechMS del sistema de subcuencas y punto de vertido

Cabe señalar que en el esquema de la Figura 16 se identifican como:

- W100 a la cuenca del Río Arquillo
- W60 a la cuenca de la Rambla de Gamonal

Los resultados del modelo creado se representan en la Figura 17, donde se reflejan resultados de caudal frente al tiempo de concentración. Se aprecian a simple vista distintos tipos de línea que se corresponden a las tres situaciones de las Tablas de datos 1,2 y 3 y periodo de retorno de 500 años puesto que es la situación en la que el caudal de salida es mayor.

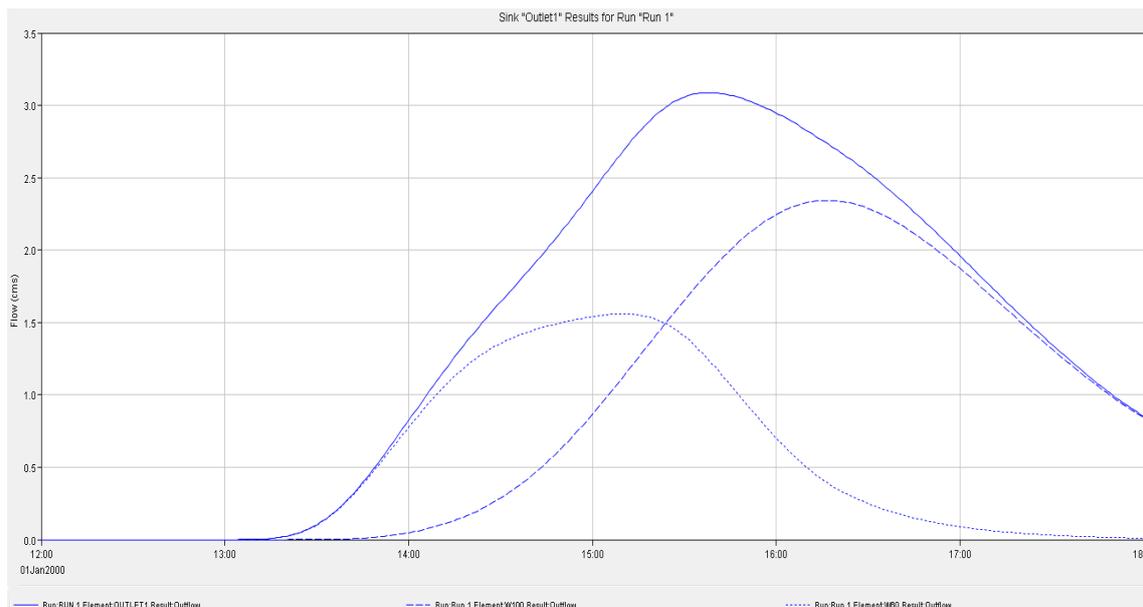


Figura 17. Extracto de resultados de la extensión HechMS

Se observa que los resultados obtenidos mediante el modelo creado y la aplicación del método racional modificado son prácticamente iguales.

3.2.- MAPA DE CAUDALES MÁXIMOS

Recientemente el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, ha publicado un exhaustivo estudio elaborado por el CEDEX, que tiene por objetivo proporcionar los valores de caudal de escorrentía para diferentes periodos de retorno, en los cauces principales a escala nacional.

Estos mapas de caudales máximos han sido elaborados por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, por encargo de la Dirección General del Agua, dentro del Convenio “Asistencia técnica, investigación y desarrollo en materia de Gestión del Dominio Público Hidráulico y explotación de obras” firmado entre ambas entidades.

La metodología aplicada en el estudio, tal y como se explica en su memoria técnica, ha partido de la selección de estaciones de aforos y embalses con suficiente información sobre caudales máximos como para realizar una estimación suficientemente fiable de los valores correspondientes a distintas probabilidades o periodos de retorno (cuantiles). A las series de datos seleccionadas se les han aplicado diversas técnicas estadísticas para verificar la calidad de la información, así

como la coherencia en la información de las distintas estaciones entre sí, y se les ha ajustado una función de distribución con la finalidad de determinar sus cuantiles, es decir, su ley de frecuencia, habiéndose seleccionado los siguientes periodos de retorno para el trabajo: 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.

El análisis estadístico de los datos foronómicos permite conocer los cuantiles en aquellos puntos en los que existen medidas de caudal, pero no puede aplicarse en aquellos puntos donde no están disponibles dichas medidas. Puesto que el objetivo del trabajo es elaborar un mapa que dé información sobre los caudales máximos de forma casi continua a lo largo de la red fluvial, es necesario estimar también los cuantiles en aquellos puntos no aforados. Dicha estimación debe realizarse forzosamente mediante extrapolación de los resultados obtenidos previamente para los puntos aforados.

La extrapolación de resultados puede realizarse básicamente mediante dos procedimientos. Por una parte, pueden emplearse modelos hidrometeorológicos calibrados de tal forma que reproduzcan adecuadamente los resultados, desde un punto de vista estadístico, en los puntos aforados, es decir, que para las hipótesis de cálculo adoptadas den como resultado los cuantiles previamente calculados mediante el análisis estadístico, asumiendo que el modelo así calibrado da resultados correctos en los puntos no aforados.

Se ha recurrido a adoptar determinadas hipótesis de cálculo (precipitación uniforme sobre la cuenca, distribución temporal según hietogramas sintéticos, etc.) y a calibrar determinados parámetros de la modelación (habitualmente los parámetros del modelo de infiltración) para forzar el ajuste de los resultados del modelo hidrometeorológico a los del análisis estadístico en las estaciones de aforo. Esto conlleva que estos modelos sólo puedan aplicarse a cuencas de tamaño no muy grande en las que puedan asumirse las hipótesis realizadas.

Otra posibilidad es el empleo de modelos estadísticos basados en relacionar mediante ecuaciones de regresión múltiple, bien los propios cuantiles calculados a partir de las series temporales de las estaciones de aforo, bien determinados estadísticos de dichas series temporales, con determinadas características fisiográficas y climáticas de las cuencas, lo que permite realizar estimaciones de los cuantiles en aquellos puntos no aforados simplemente conociendo el valor en sus cuencas de las características fisiográficas y climáticas empleadas en la regresión.

El esquema de cálculo adoptado para calcular el mapa ha sido una combinación de ambos procedimientos. Modelos hidrometeorológicos en las cuencas de menor tamaño (hasta unos 500 km² de cuenca) y modelos estadísticos en aquellos puntos con mayor cuenca vertiente.

Se hace notar que para obtener estimaciones correctas es imprescindible calibrar los parámetros del método, en especial el parámetro del umbral de escorrentía (P_0). El valor que proporciona para este parámetro la cobertura incluida en la aplicación corresponde a las denominadas condiciones medias de humedad antecedente, que no tienen por qué coincidir con las condiciones de humedad antecedente críticas para la generación de las crecidas en el punto de cálculo, y su única utilidad consiste en servir de base para su posterior calibración. Dicha calibración debe realizarse a partir del contraste de los resultados del modelo con los obtenidos a partir de las medidas realizadas en las estaciones de aforo cercanas al punto de cálculo, en el propio río o en ríos próximos.

Se ha utilizado la aplicación CauMax (que funciona sobre GvSIG) para facilitar la extracción de datos, obteniéndose los siguientes resultados:

Demarcación hidrográfica del Júcar



INFORME CÁLCULO CON MÉTODO RACIONAL

PARÁMETROS GENERALES

X utm : 551730.5	Y utm : 4280552.1	Factor de torrencialidad (I1/I0) : 10.0
Área (km ²) : 14.75		Intensidad (I) (mm/h) : 18.18
Distancia al punto mas alejado (m) : 10621.0		P0 (mm) : 26.64
Cota del punto mas alejado (msnm) : 1344.0		Coefficiente corrector del P0 : 2.3
Cota del punto de cálculo (msnm) : 1134.0		Corrección P0 en funcion del periodo de retorno : 1.51
Tiempo de concentración (h) : 3.81		P0 corregido (mm) : 92.52
Precipitación (mm) : 108.86		Coefficiente de escorrentía (C) : 0.01
Factor corrector del área : 0.92		Coefficiente de uniformidad (K) : 1.28
Precipitación corregida (mm) : 100.38		

LEYENDA

	punto
	cuenca
	Demarcación
	Rios
	Red 10 km
	Caudales 500 años
	cartografia.ecw

RESULTADO

Periodo de retorno (años): 100
Caudal (m³/s) : 1



Fecha : 07.12.2016



GOBIERNO DE ESPAÑA

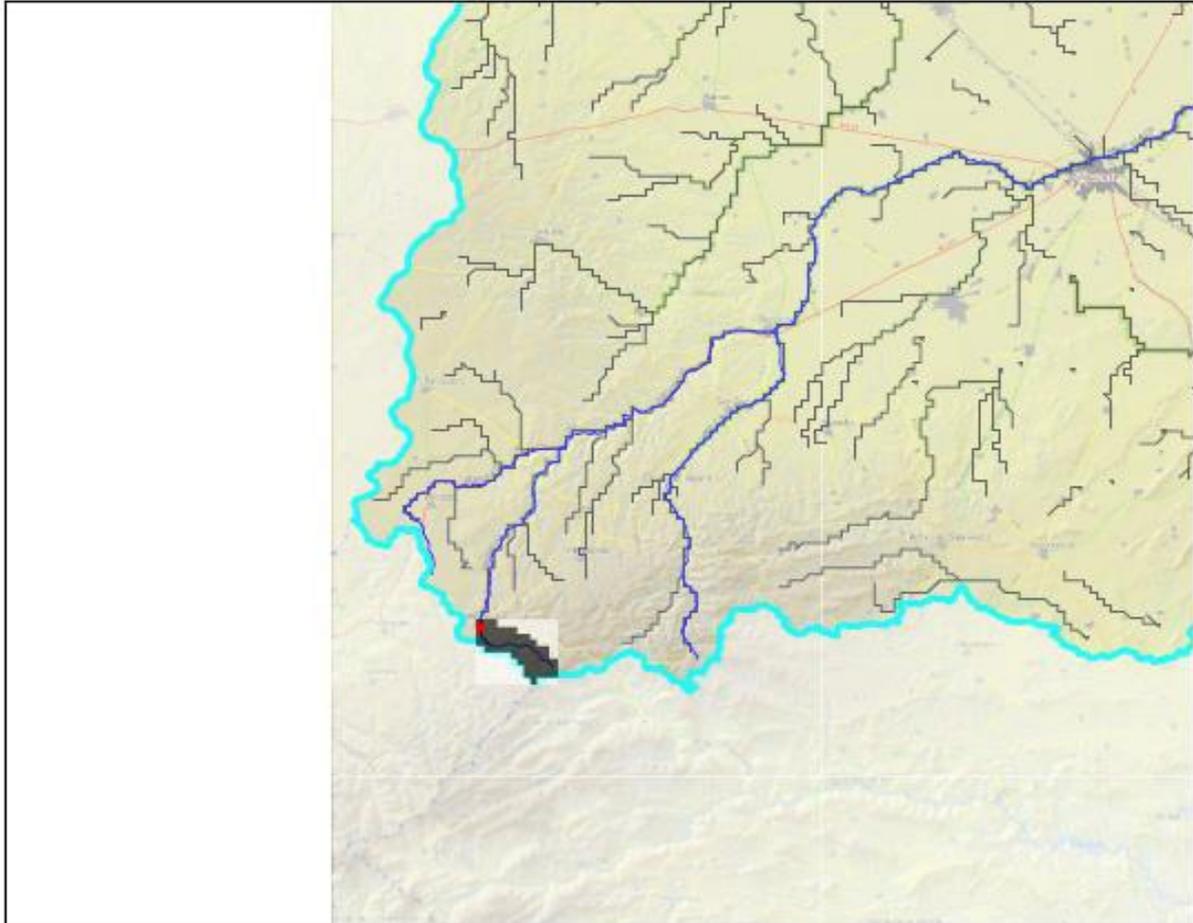
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

Demarcación hidrográfica del Júcar



INFORME CÁLCULO CON MÉTODO RACIONAL

PARÁMETROS GENERALES

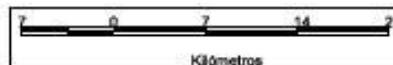
X utm : 551730.5	Y utm : 4280552.1	Factor de torrencialidad (I1/I0) : 10.0
Área (km ²) : 14.75	Intensidad (I) (mm/h) : 23.51	P0 (mm) : 26.64
Distancia al punto mas alejado (m) : 10621.0	P0 (mm) : 26.64	Coefficiente corrector del P0 : 2.3
Cota del punto mas alejado (msnm) : 1344.0	Corrección P0 en funcion del periodo de retorno : 1.85	P0 corregido (mm) : 113.35
Cota del punto de cálculo (msnm) : 1134.0	P0 corregido (mm) : 113.35	Coefficiente de escorrentía (C) : 0.02
Tiempo de concentración (h) : 3.81	Coefficiente de escorrentía (C) : 0.02	Coefficiente de uniformidad (K) : 1.28
Precipitación (mm) : 140.79	Coefficiente de uniformidad (K) : 1.28	
Factor corrector del área : 0.92		
Precipitación corregida (mm) : 129.82		

LEYENDA

- punto
- cuenca
- Demarcación
- ~ Rios
- ~ Red 10 km
- Caudales 500 años
- cartografia.ecw

RESULTADO

Periodo de retorno (años) : 500
Caudal (m³/s) : 3



Fecha : 07.12.2016

3.3.- CAUDALES PARA EL ESTUDIO

Si comparamos los resultados del Método Racional Modificado y los facilitados por el Mapa de Caudales Máximos para la cuenca del río Arquillo, vemos que son del mismo orden de magnitud, pero los primeros son algo superiores.

Aunque no hay datos en CauMax para las subcuencas en las que se ha dividido la zona de estudio, se toman los datos del conjunto, además se adopta como caudal para el cálculo hidráulico el obtenido del método racional para quedar del lado de la seguridad.

Núcleo	Peñascosa	
Cauce	Conjunto	
Periodo retorno (años)	500	100
Método Racional Mod. (m ³ /s)	3,418	1,621
CAUMAX (m ³ /s)	3,000	1,000

Tabla 5. Comparativa de resultados mediante el método racional modificado y el CauMax

4.- ESTUDIO HIDRÁULICO

4.1.- METODOLOGÍA

4.1.1.- HIPÓTESIS CONSIDERADAS

Para estimar el comportamiento del flujo de agua a lo largo de los cauces en la zona de estudio, se adopta la hipótesis de flujo no uniforme unidimensional estacionario.

Es decir, se adopta la hipótesis de que el flujo sigue la dirección marcada por el eje del cauce, todas las líneas de flujo son paralelas entre sí, y perpendiculares a la sección transversal.

Por otra parte, se considera que las variaciones a lo largo del eje del cauce son suaves, sin cambios bruscos de geometría, dirección, o rugosidad hidráulica. Así pues, sí se tendrá en cuenta el efecto de segundo orden que pueda ejercer una sección de flujo sobre las más próximas, tanto aguas arriba como aguas abajo, mediante el cálculo de las curvas de remanso correspondientes, que analizan la variación del flujo no uniforme a lo largo del canal.

El software utilizado será HEC RAS (U.S. Army Corps of Engineers).

Los datos de entrada de la geometría del modelo se han extraído de los trabajos topográficos realizados por técnico competente, cuya descripción se adjunta en un anexo a este Estudio.

4.1.2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

El perfil hidráulico o curva de remanso de una sección transversal a la siguiente se obtiene resolviendo la ecuación de energía:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dónde:

- Z_1, Z_2 : cota del fondo del canal en cada sección

-
- Y_1, Y_2 : calado hidráulico o altura de la lámina de agua.
 - V_1, V_2 : velocidad media
 - a_1, a_2 : coeficientes ponderadores del término de velocidad.
 - h_e : pérdida de energía, que tiene en cuenta tanto las pérdidas por fricción como las pérdidas por contracción o expansión del flujo.

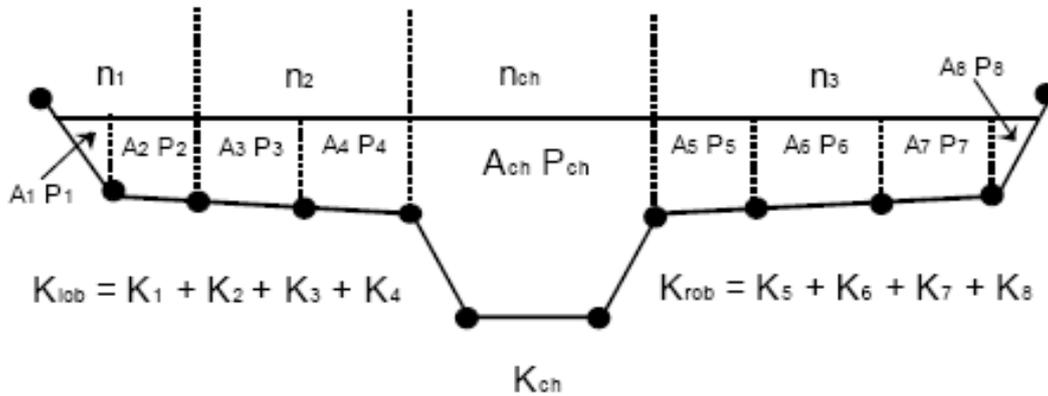
Para modelar la capacidad hidráulica de cada sección del cauce se utilizará la fórmula de Manning-Strickler, válida para los casos en los que la pérdida de energía potencial del flujo es debida al rozamiento del flujo turbulento contra las paredes rugosas del cauce.

$$Q = v \cdot A = \frac{U}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A = K \cdot i^{1/2}$$

Siendo:

- Q = caudal desaguado
- v = velocidad media de la corriente
- A = área de la sección
- R = radio hidráulico = A / P
- P = perímetro mojado (superficie de contacto entre el fluido y el canal).
- i = pendiente de la línea de energía. Donde el régimen pueda considerarse uniforme, se tomará igual a la pendiente longitudinal del terreno.
- n = coeficiente de rugosidad, que depende del material del terreno y la vegetación presente en el cauce.
- U = coeficiente de conversión, que depende de las unidades en que se midan Q , S y R . En este caso, al utilizarse el SI, será igual a 1.
- K = función hidráulica de la sección, que depende únicamente de las características físicas y geométricas de la misma, y que varía no linealmente con el calado hidráulico (h).

Como simplificación adicional, se ha asumido que la geometría de cada sección del cauce puede asimilarse a una sucesión finita de lados rectos, con el número suficiente de vértices como para que la geometría de cálculo sea similar a la real, en relación al grado de precisión requerido.



De esta manera, se calcula K (la función hidráulica de la sección) a partir de los datos de cada tramo.

$$A_{tot} = \sum A_i$$

$$P_{tot} = \sum P_i$$

$$R_{tot} = \frac{A_{tot}}{P_{tot}}$$

La rugosidad total de la sección se obtiene como el promedio ponderado de las rugosidades existentes.

$$n_{tot} = \frac{\sum n_i \cdot P_i}{P_{tot}}$$

La velocidad media del flujo en la sección se obtiene directamente:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Pero la velocidad en cada tramo se estima proporcional a la función hidráulica del tramo:

$$v_i = \frac{Q_i}{A_i} = \frac{1}{A_i} \cdot \left(K_i \cdot \frac{Q_{tot}}{K_{tot}} \right)$$

De esta manera podemos estimar la distribución de velocidades en la sección, a pesar de estar manejando un modelo unidimensional.

4.1.3.- PARÁMETROS DE DISEÑO

El cauce se ha modelizado introduciendo los datos correspondientes a su geometría, obtenida a partir de una serie de perfiles transversales extraídos de la topografía realizada, y posteriormente interpolados.

La rugosidad del terreno se modeliza mediante el número de Manning (n, adimensional). Los valores adoptados dependen del uso del suelo, obtenido tras una visita al terreno y de la propia fotografía aérea de la zona:

Uso	n Manning
Cauces	0,05
Margen izquierdo	0,06
Margen derecho	0,05

4.1.4.- CONDICIONES DE CONTORNO

En los extremos se ha introducido la condición de contorno para simular régimen normal uniforme. Están suficientemente alejados de la zona de estudio y de cualquier cambio brusco en la geometría, por lo que dicha elección parece razonable.

4.2.- CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA

4.2.1.- MODELO FORMULADO

La geometría del suelo se ha construido a partir de los datos de topografía tomados en campo para la redacción de este estudio.

En aquellos puntos en los que no se disponía de topografía se ha interpolado en el software informático HEC-Ras.

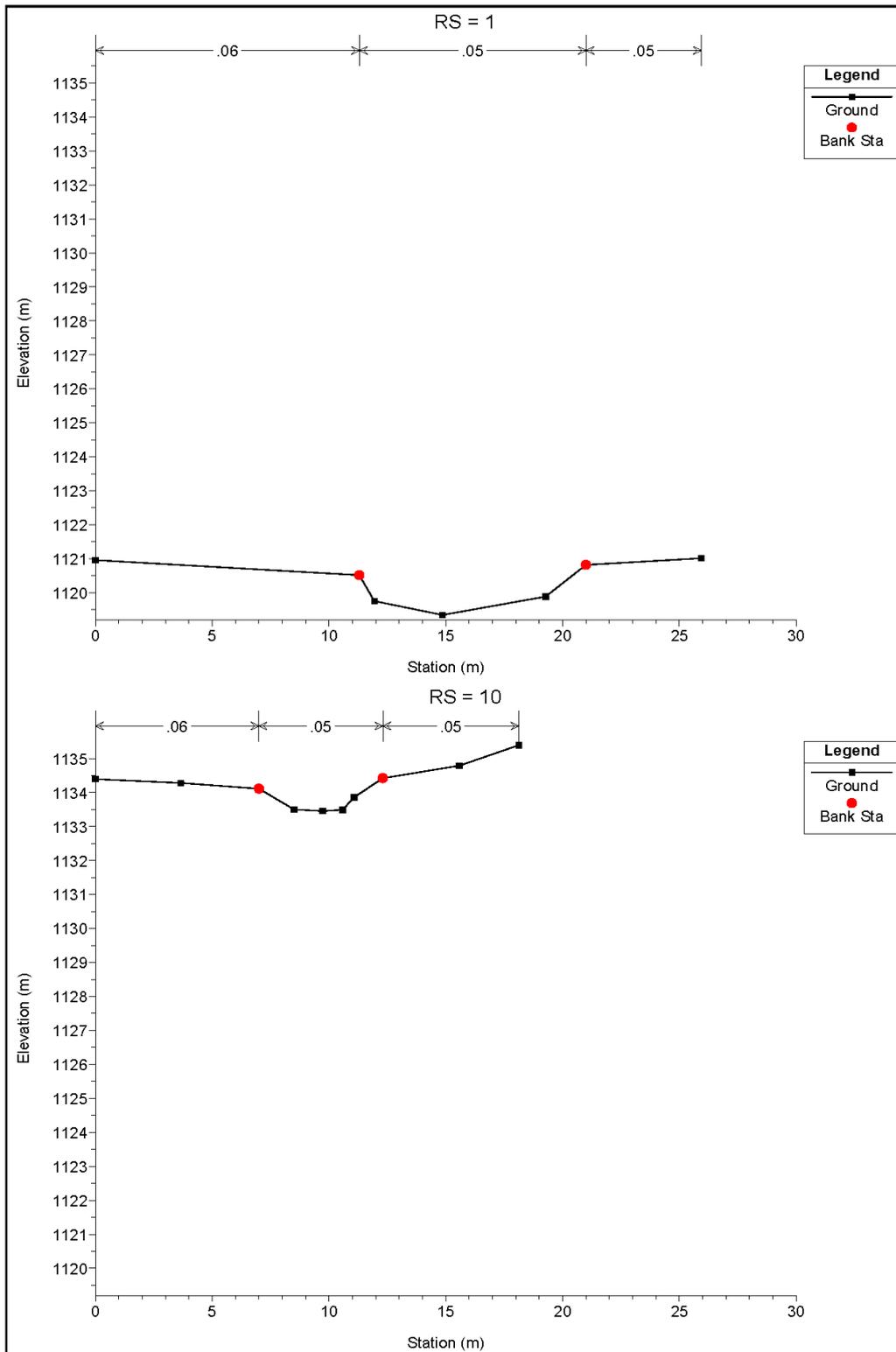


Figura 18. Ejemplo sección transversal aguas arriba (Estación 1) y aguas abajo (Estación 10) del Río Arquillo

En cuanto a las estructuras correspondientes a la obra de drenaje transversal en el tramo de estudio, se ha modelizado simplificada, como tuberías. El marco de hormigón y la obra de paso se han introducido mediante la herramienta puente del HEC-RAS.

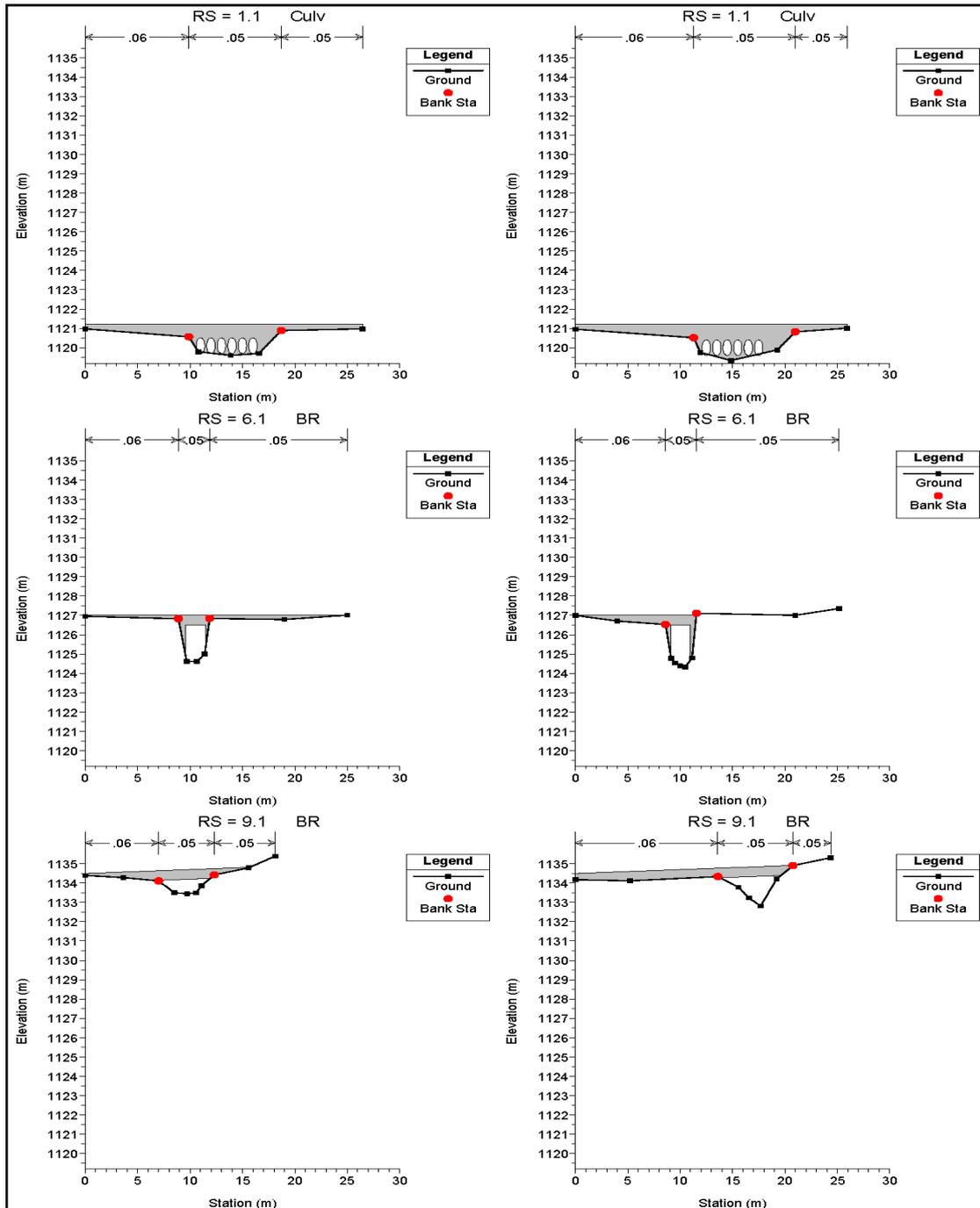


Figura 19. Ejemplo de secciones con ODT, marco de hormigón y obra de paso mediante losa de hormigón, en orden descendente

4.2.2.- RESULTADOS

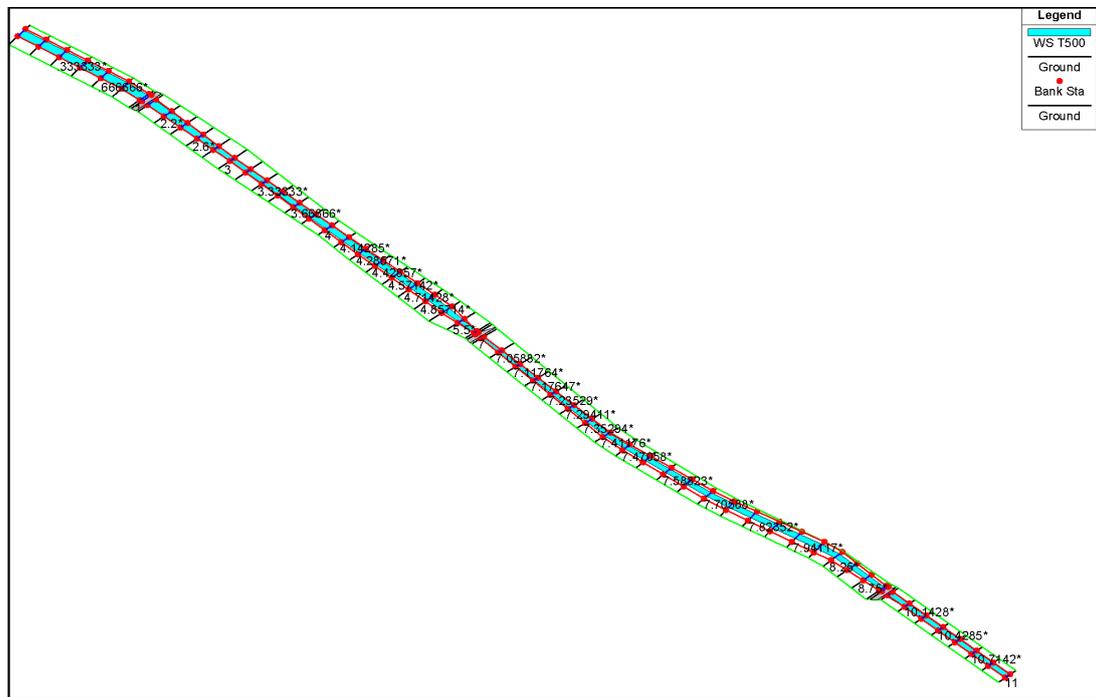


Figura 20. Planta general Río Arquillo X-Y-Z

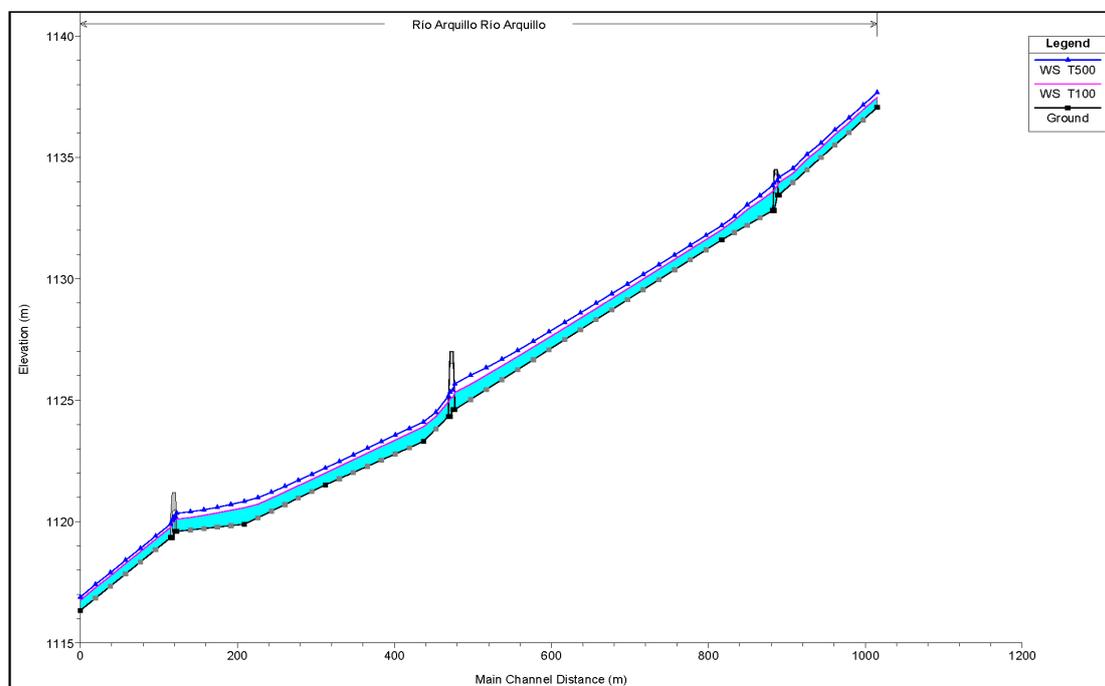


Figura 21. Perfil longitudinal cauce del Río Arquillo

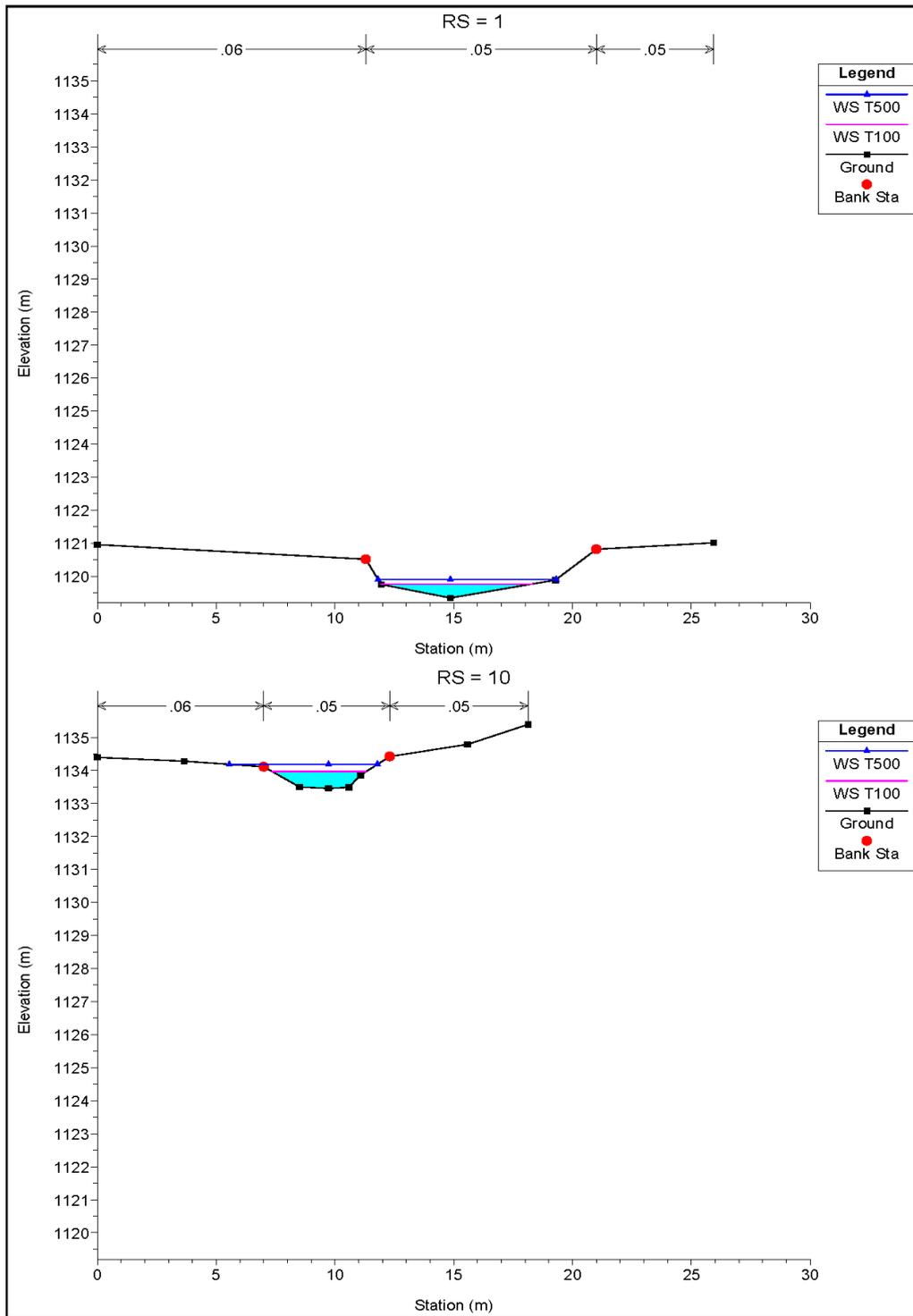


Figura 22. Ejemplo sección transversal aguas arriba (Estación 1) y aguas abajo (Estación 10) del Río Arquillo

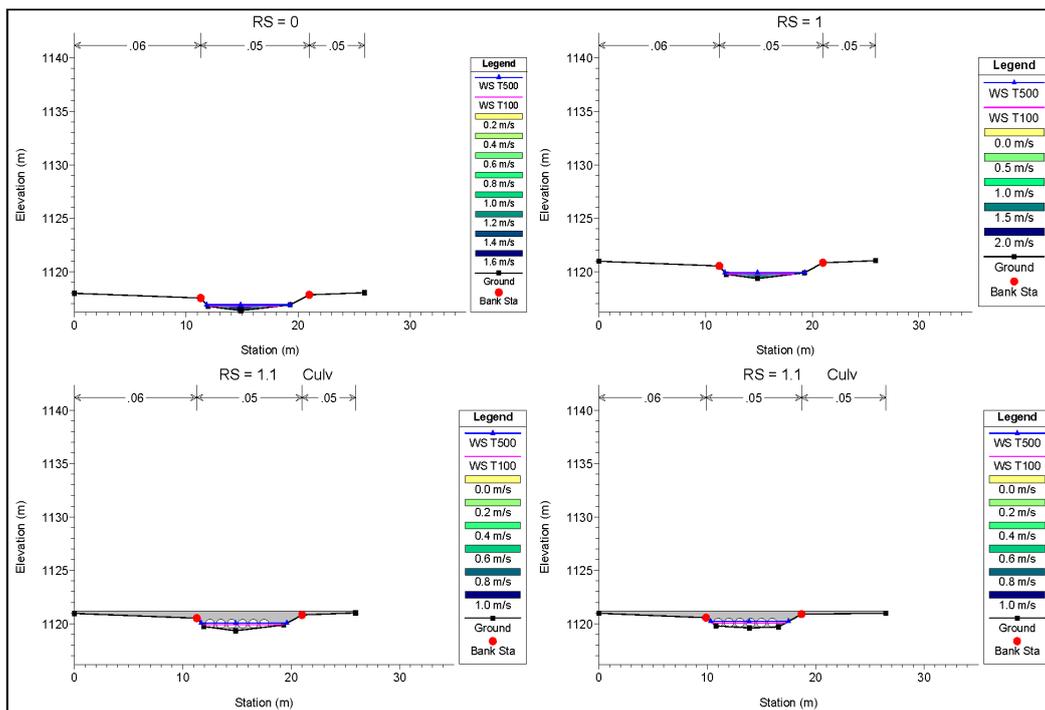


Figura 23. Figura distribución de velocidades en el cauce

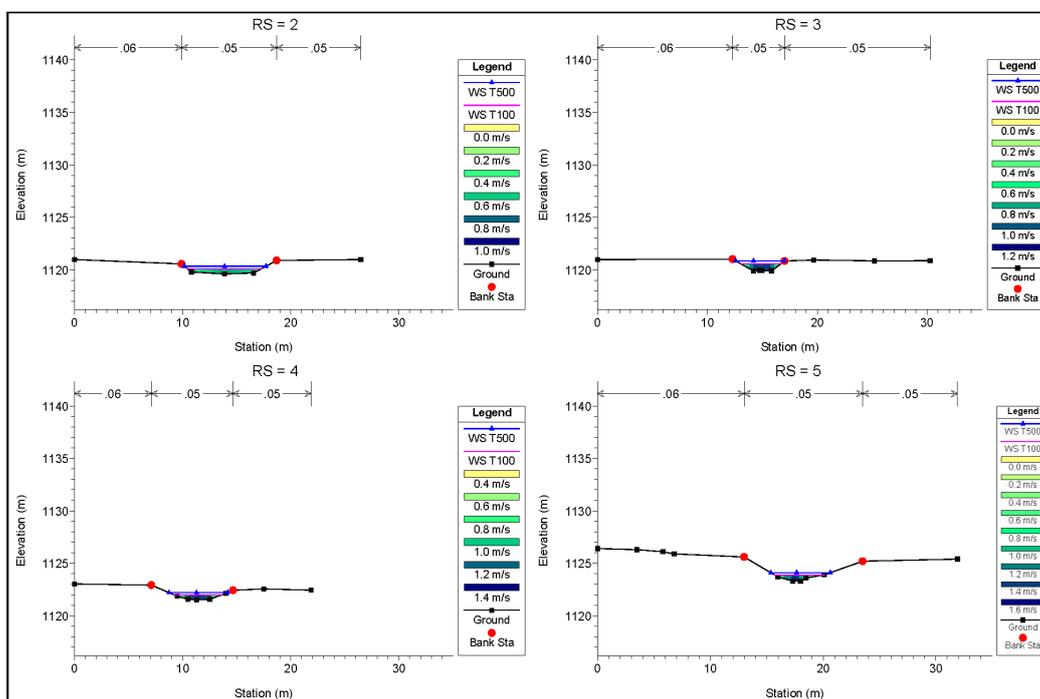


Figura 24. Figura distribución de velocidades en el cauce

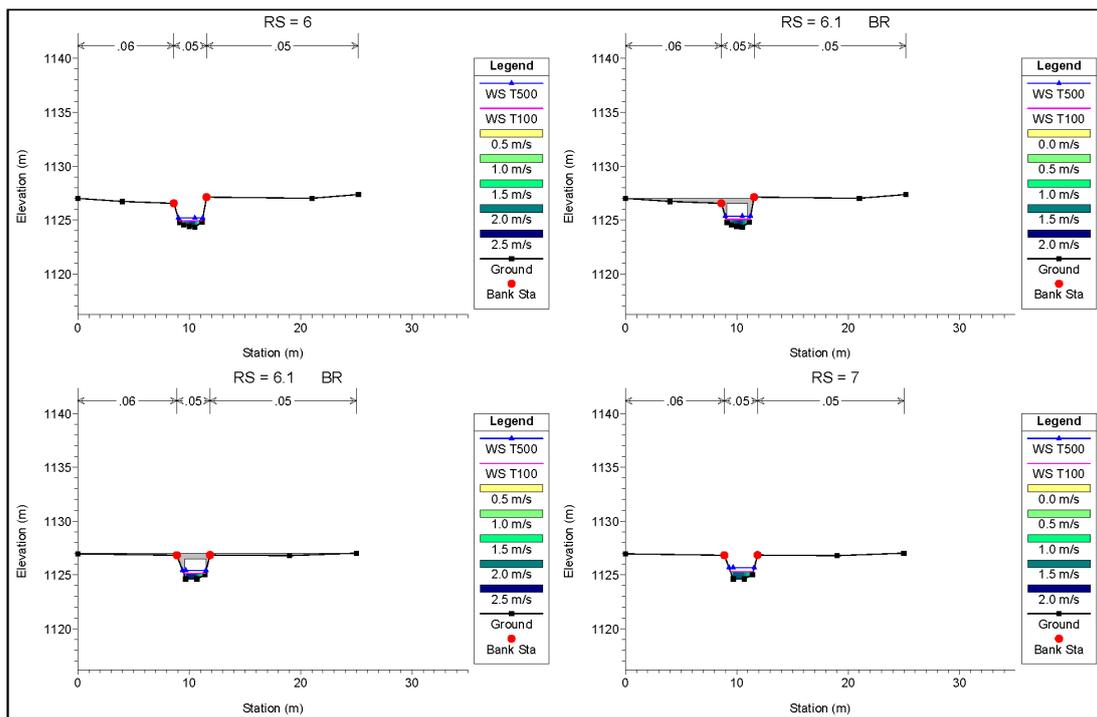


Figura 25. Figura distribución de velocidades en el cauce

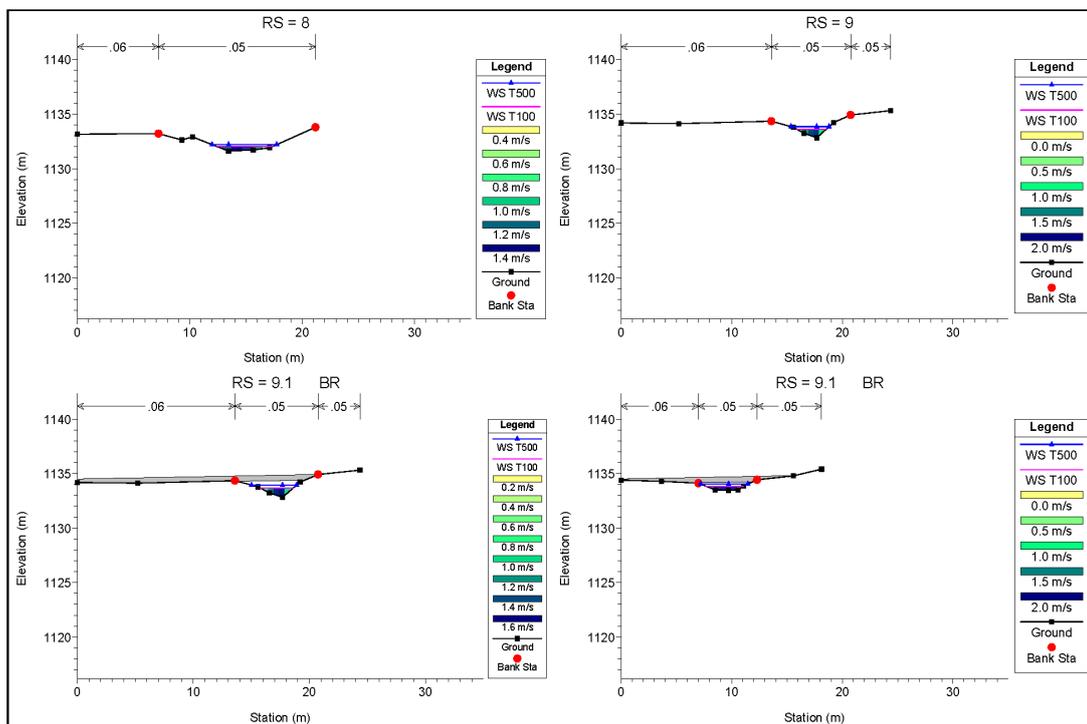


Figura 26. Figura distribución de velocidades en el cauce

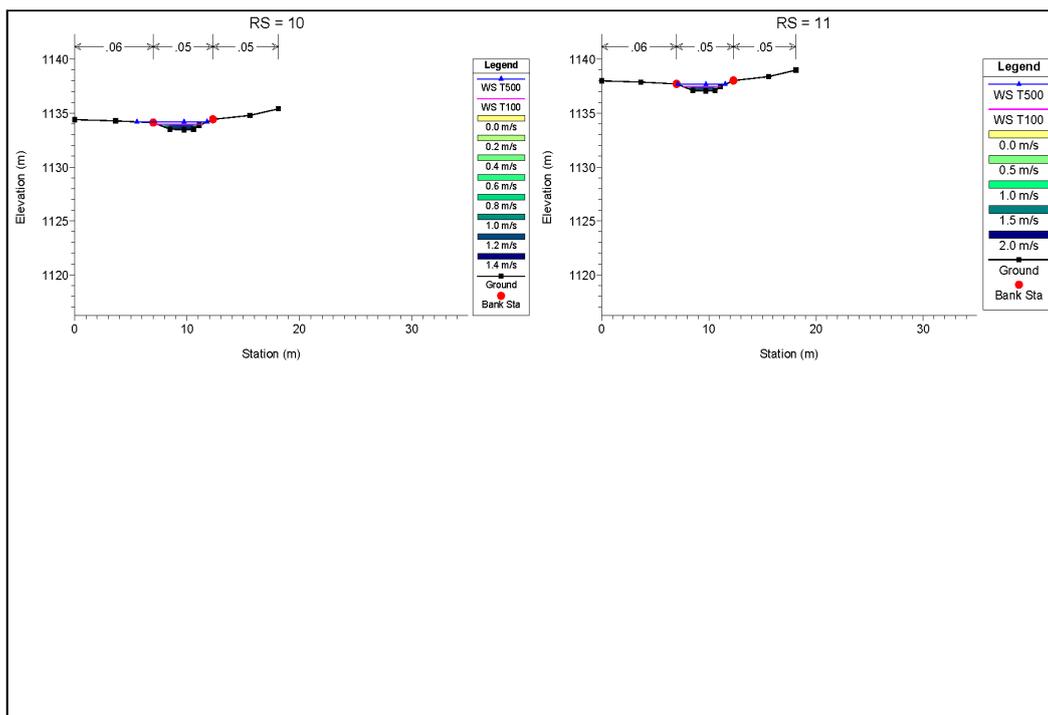


Figura 27. Figura distribución de velocidades en el cauce

Además de los resultados gráficos representados, se muestra la tabla siguiente donde se recogen los valores obtenidos:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Río Arquillo	11	T100	1.62	1137.05	1137.46	1137.43	1137.58	0.030961	1.54	1.06	3.47	0.89
Río Arquillo	11	T500	3.42	1137.05	1137.67	1137.63	1137.84	0.028282	1.82	1.88	4.44	0.89
Río Arquillo	10	T100	1.62	1133.45	1133.97	1133.83	1134.03	0.012911	1.12	1.45	3.96	0.59
Río Arquillo	10	T500	3.42	1133.45	1134.18	1134.03	1134.29	0.013600	1.41	2.46	6.24	0.64
Río Arquillo	9.1		Bridge									
Río Arquillo	9	T100	1.62	1132.82	1133.59		1133.70	0.021817	1.48	1.10	2.62	0.73
Río Arquillo	9	T500	3.42	1132.82	1133.84		1134.02	0.024727	1.85	1.84	3.44	0.81
Río Arquillo	8	T100	1.62	1131.60	1132.02		1132.09	0.020717	1.20	1.36	4.94	0.73
Río Arquillo	8	T500	3.42	1131.60	1132.19		1132.31	0.019864	1.49	2.29	5.75	0.75
Río Arquillo	7	T100	1.62	1124.61	1125.32	1125.13	1125.42	0.016235	1.39	1.17	2.05	0.59
Río Arquillo	7	T500	3.42	1124.61	1125.68	1125.41	1125.84	0.017774	1.76	1.95	2.27	0.61
Río Arquillo	6.1		Bridge									
Río Arquillo	6	T100	1.62	1124.34	1124.94	1124.92	1125.12	0.037582	1.88	0.86	2.08	0.93
Río Arquillo	6	T500	3.42	1124.34	1125.17	1125.17	1125.49	0.045160	2.49	1.37	2.19	1.01
Río Arquillo	5	T100	1.62	1123.30	1123.90	1123.79	1123.97	0.014717	1.12	1.45	4.43	0.62
Río Arquillo	5	T500	3.42	1123.30	1124.11	1123.97	1124.21	0.014995	1.40	2.43	5.28	0.66
Río Arquillo	4	T100	1.62	1121.51	1122.00		1122.06	0.014732	1.12	1.44	4.45	0.63
Río Arquillo	4	T500	3.42	1121.51	1122.20		1122.30	0.014600	1.39	2.46	5.44	0.66
Río Arquillo	3	T100	1.62	1119.89	1120.58		1120.62	0.006590	0.92	1.75	3.65	0.43
Río Arquillo	3	T500	3.42	1119.89	1120.84		1120.91	0.008036	1.22	2.81	4.43	0.49
Río Arquillo	2	T100	1.62	1119.60	1120.11	1119.87	1120.12	0.003323	0.60	2.68	6.85	0.31
Río Arquillo	2	T500	3.42	1119.60	1120.34	1120.00	1120.38	0.003293	0.78	4.41	7.57	0.32
Río Arquillo	1.1		Culvert									
Río Arquillo	1	T100	1.62	1119.34	1119.77		1119.84	0.027203	1.18	1.38	6.39	0.81
Río Arquillo	1	T500	3.42	1119.34	1119.90		1120.01	0.026821	1.48	2.31	7.49	0.85
Río Arquillo	0	T100	1.62	1116.34	1116.76	1116.73	1116.84	0.030002	1.22	1.33	6.33	0.85
Río Arquillo	0	T500	3.42	1116.34	1116.89	1116.86	1117.01	0.030033	1.53	2.23	7.46	0.89

4.2.3.- ANÁLISIS

Analizando los resultados anteriores, se puede comentar que se trata de una zona inundable, con una anchura media de 5 m. Esto es coherente con el estudio geomorfológico realizado, en el que hemos visto un estrecho valle delimitado por montañas y un cauce bien definido, que se corresponde con el curso alto de un río de montaña, con una elevada pendiente longitudinal.

El modelo creado en HEC-Ras se ha calculado para el caudal obtenido del cálculo hidrológico considerando el caso conjunto, de este modo, no es necesario simular la confluencia y se queda del lado de la seguridad.

Se trata de una inundación de poco calado (de unos 60-80 cm según las secciones de avance del río). La velocidad del agua (alrededor de 1,85 m/s) es superior a 1 m/s, lo que la caracterizaría como una inundación peligrosa, pero queda en todo momento dentro de los límites del cauce, sin desbordar.

En la Estación 9 del modelo creado en HEC-Ras se halla la obra de paso mediante losa de hormigón, en el perfil representado en la Figura 21 se observa que no obstaculiza el paso de las aguas gracias a la pendiente pronunciada que lleva el cauce del río, lo que permite que el flujo discurra sin hacer efecto barrera sobre él. Por otro lado, el marco de hormigón situado en Estación 6 del modelo, sí ejerce efecto barrera que conlleva a la formación de una curva de remanso. Debido a la obra de drenaje transversal existente, situada en la Estación 1 del modelo, se observa que se produce una pequeña curva de remanso menor a la que se genera en la Estación 6 pero que no llega a obstaculizar el paso de las aguas del río.

La zona inundable no alcanza el núcleo de población del pueblo de Peñascosa, ni tampoco la zona objeto de este estudio: las edificaciones e instalaciones del Camping Sierra de Peñascosa. Cabe mencionar que tampoco se vería afectada la zona prevista de ampliación del Camping en la parcela nº 3 del polígono 14.

Todas las instalaciones del Camping Sierra de Peñascosa se encuentran entre las secciones (o estaciones) 5, 6 y 7.

La zona inundable se delimita detalladamente en los planos para el periodo de retorno de 500 años considerado. El periodo de 100 años no se ha delimitado porque con T500 se quedaría del lado de la seguridad por tener una zona inundable mayor.

Puesto que no hay construcciones que puedan verse afectadas, no calcularemos ni delimitaremos la zona de flujo preferente, sino que, del lado de la seguridad, la asimilaremos a la zona inundable de T100, lo cual es suficiente para los objetivos de este Estudio.

5.- CONCLUSIONES.

Se ha estudiado, desde un punto de vista geomorfológico, hidrológico e hidráulico los cauces que discurren por las inmediaciones de la zona del Camping Sierra de Peñascosa. Concretamente el cauce del río Arquillo a su paso por el Camping y la denominada Rambla de Gamonal en este estudio.

El río Arquillo muestra un cauce bien definido a su paso por las inmediaciones del Camping Sierra de Peñascosa.

La rambla del río Arquillo tiene asociada una zona de inundación para T500 que afecta exclusivamente al cauce del mismo. Las construcciones existentes se sitúan a un lado o al otro del cauce, a suficiente distancia, por lo que no se ven afectadas ante las posibles avenidas. Así mismo, no hay construcciones que afecten a las corrientes de agua.

De los resultados analizados se verifica que el suelo estudiado carece de riesgo de inundación, puesto que el río Arquillo no llega a desbordar.

Se remite a las administraciones competentes para que evalúen el riesgo sobre las personas y los bienes y adopten las medidas pertinentes.

Albacete, enero de 2017
FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.

Fdo.: Antonio R. Fernández-Pacheco Sánchez
Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 30.058

Fdo.: Javier Contreras Bueno
Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 23.872

ANEXO. MEMORIA DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS



Luis A. García Solera

Ing. Téc. Topógrafo

Tlf. 616-994173

email:luisgarciasolera@hotmail.com

CAMPING EN PEÑASCOSA (ALBACETE)

INFORME TOPOGRÁFICO

OCTUBRE 2016

* PETICIONARIO:

Cliente:



**FERNÁNDEZ - PACHECO
INGENIEROS, S.L.**

FERNÁNDEZ - PACHECO INGENIEROS, S.L.

Pol. Ind. Campollano, C/ D - 40

02007 ALBACETE

Tlf: +34 967 521 061

Fax: +34 967 214 635

* OBRA:

CAMPING EN PEÑASCOSA (ALBACETE)

* OBJETO:

ESTUDIO DEL CAUCE DEL RIO ARQUILLO

* FECHA:

17 de octubre de 2016



Luis A. García Solera

Ing. Téc. Topógrafo

Tlf. 616-994173

email: luisgarciasolera@hotmail.com

ÍNDICE

GENERALIDADES

GEORREFERENCIACIÓN DE LOS TRABAJOS

LEVANTAMIENTO DE ESTADO ACTUAL

OBTENCIÓN DE SECCIONES EN PUNTOS SINGULARES DEL CAUCE

EQUIPOS UTILIZADOS



Luis A. García Solera
Ing. Téc. Topógrafo
Tlf. 616-994173
email:luisgarciasolera@hotmail.com

GENERALIDADES

A petición de Fernández Pacheco Ingenieros S.L.se redacta el presente informe, sobre operaciones topográficas para el estudio del cauce del río arquillo, a su paso por el camping de Peñascosa.

El alcance de las operaciones efectuadas comprende los siguientes aspectos:

- Georreferenciación del trabajo.
- Levantamiento de estado actual.
- Obtención de secciones en puntos singulares del cauce.
- Equipos utilizados.

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó visita el 15 de octubre de 2016, durante la cual se levantaron los datos y se realizaron los croquis y acotaciones oportunos.



Luis A. García Solera
Ing. Téc. Topógrafo
Tlf. 616-994173
email:luisgarciasolera@hotmail.com

Georreferenciación de los trabajos.

Para la georreferenciación del trabajo, este se apoya en el vértice N° 81520 de nombre NAVAJO perteneciente a la red geodésica nacional. Las coordenadas obtenidas se expresan en el sistema de referencia U.T.M ETRS-84 Huso 30 N.

Se aporta en este informe la reseña del vértice geodésico.

Levantamiento de estado actual

Una vez contrastada la validez del sistema de referencia , hemos procedido a levantar todos aquellos puntos de interés necesarios para las siguientes operaciones topográficas.

Los puntos se obtienen por radiación desde el vértice mediante técnicas GPS y por topografía clásica con teodolito electrónico.

Obtención de secciones en puntos singulares del cauce.

Primero se procede a la obtención del modelo digital con el software del programa MDT v6 y a continuación los perfiles de las distintas secciones del cauce. Todo ello se adjunta también en formato digital a la entrega de este informe.

Reseña Vértice Geodésico

8-oct-2016

Número.....: 81520
Nombre.....: Navajo
Municipios: Peñascosa
Provincias: Albacete
Fecha de Construcción.....: 13 de agosto de 1988
Pilar sin centrado forzado...: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.
Último cuerpo.....: 1,00 m de alto, 1,00 m de ancho.
Total cuerpos.....: 1 de 1,00 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 2° 25' 27,1915"	- 2° 25' 31,70722" ±0.065 m
Latitud.....:	38° 40' 17,2746"	38° 40' 12,89273" ±0.082 m
Alt. Elipsoidal...:		1237,849 m ±0.089 (BP)
Compensación...:	01 de junio de 1992	01 de noviembre de 2009 Elipse de error al 95% de confianza.

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	550089,99 m	549979,468 m
Y.....:	4280548,79 m	4280341,259 m
Factor escala....:	0,999630894	0,999630760
Convergencia...:	0° 21' 35"	0° 21' 32"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 1184,446 m. (BP)

Situación:

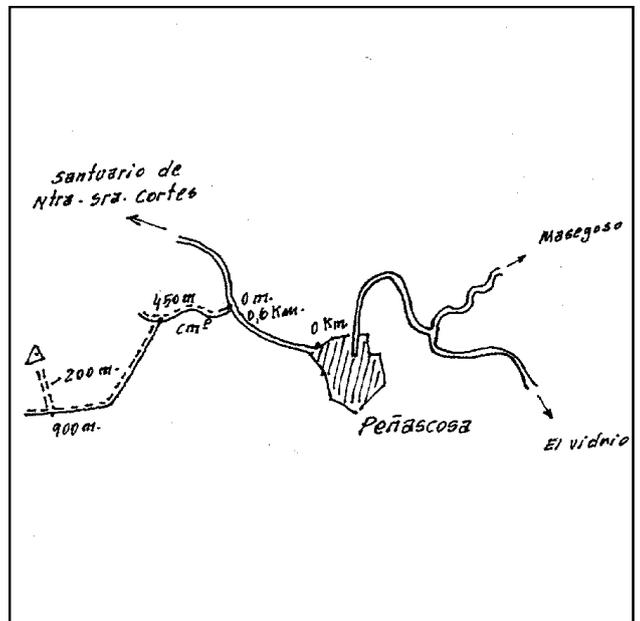
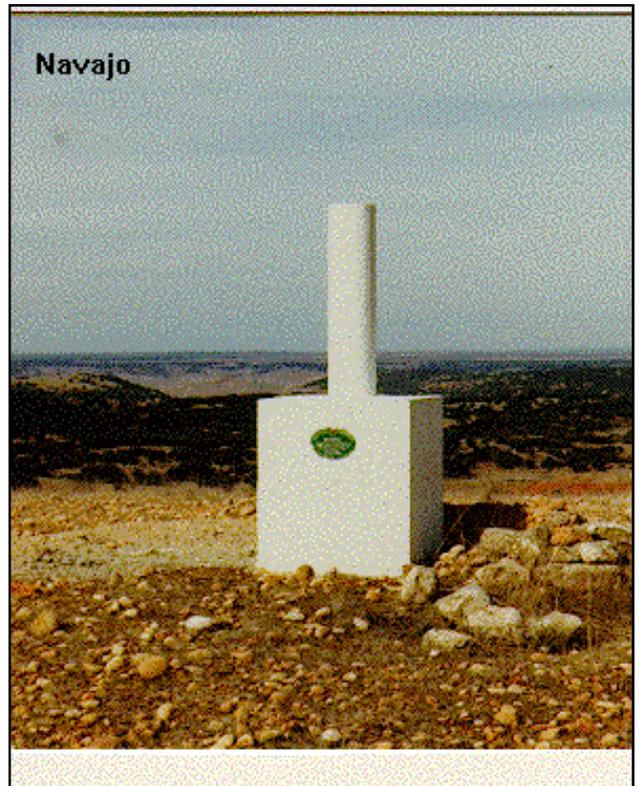
Situado en la cima de la loma Navajo, en terreno de pastos.

Acceso:

Desde Peñascosa se toma la carretera que va al Santuario de Ntra. Sra. de Cortés; a 600 m., en una curva, sale un camino a la izquierda que se sigue, a 450 m. de la carretera sale otro camino a la izquierda por el que se continúa y a 900 m. se deja el camino. Recorriendo 400 m., sin camino, se llega al vértice.

Horizonte GPS:

Despejado



Observaciones:

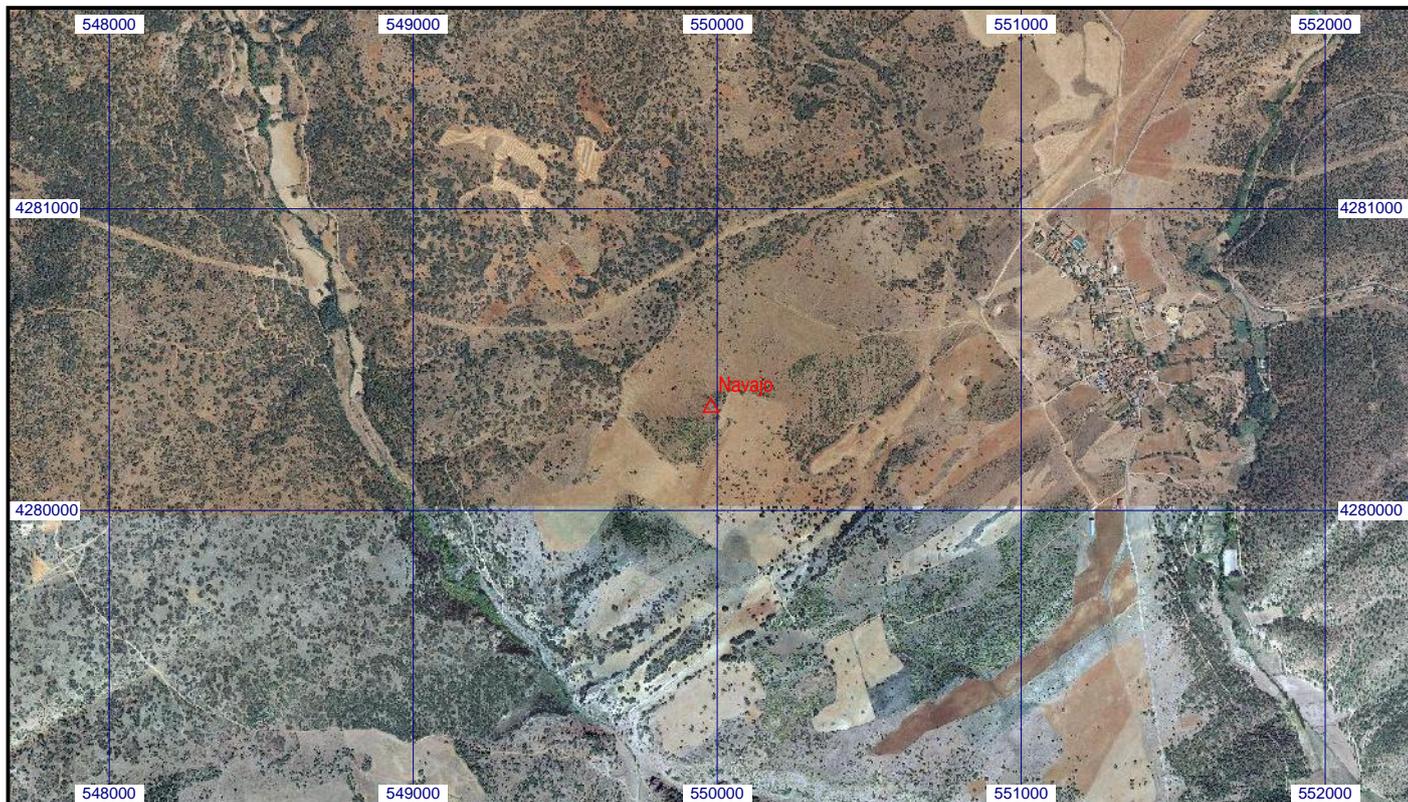
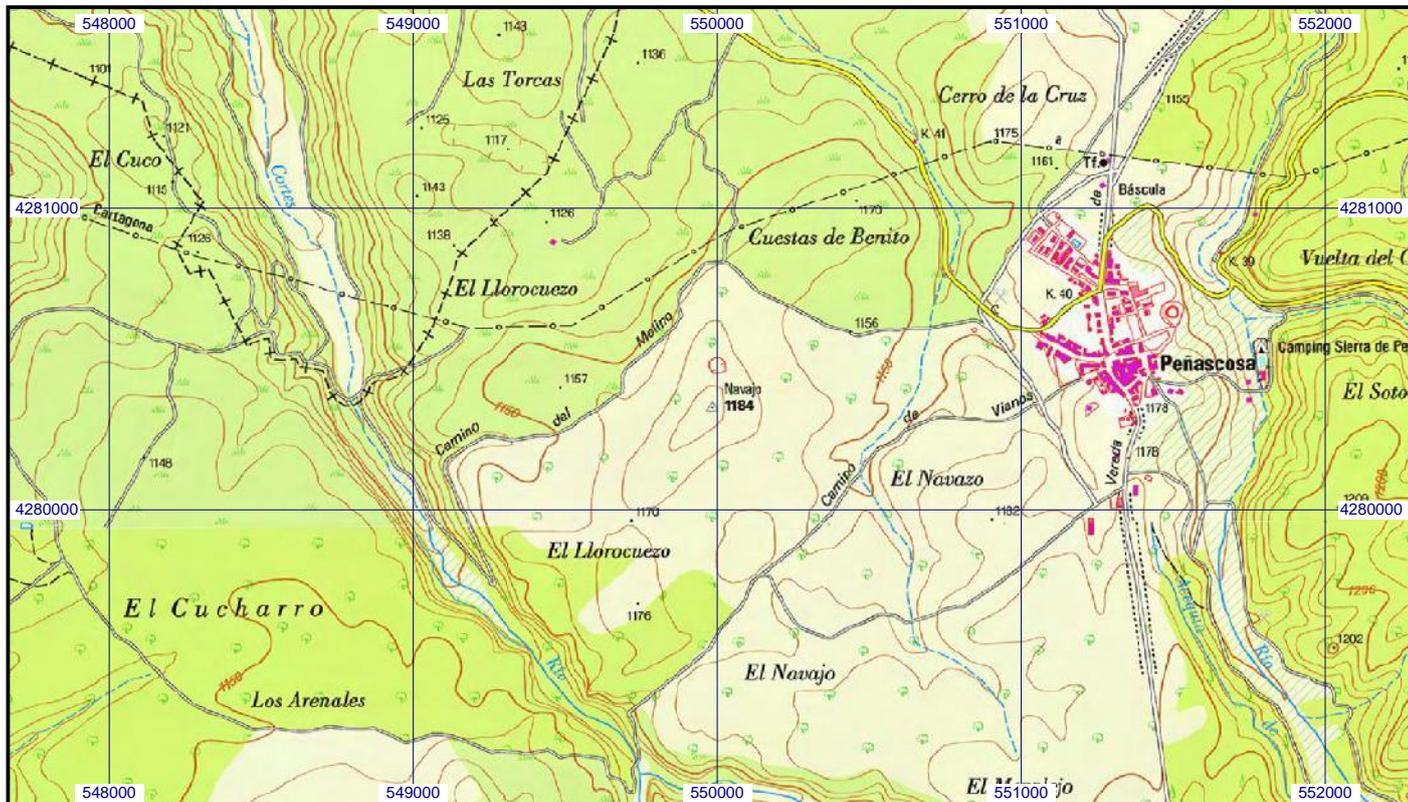
Cartografía de situación

8-oct-2016

Escala 1:25.000

081520 Navajo

Coordenadas ETRS89. Huso 30





Luis A. García Solera
 Ing. Téc. Topógrafo
 Tlf. 616-994173
 email:luisgarciasolera@hotmail.com

Equipos utilizados.

Para la realización de los trabajos se han utilizado los siguientes equipos de medición de los cuales se aportan sus certificados de calibración.



CERTIFICADO DE CALIBRACION

v1.3

Número de Certificado : 2016/T-2/20217

Cliente :	GARCIA SOLERA, LUIS		
Fabricante	TRIMBLE	Modelo	5503DR
		Nº de Serie	81720145
Tipo	ESTACIONES TOTALES		Nº Inventario
Precisión Angular	Horizontal : 1 mgon		
	Vertical : 1 mgon		
Precisión en Distancia :	+/- (2mm+2ppm)		

Patron Utilizo

Conjunto de cuatro colimadores opticos con número de serie 5099, 4158, 3198, 3197. Certificado por el C.E.M. y con numero de certificado 150445001. Base linea certificada por el C.E.M. y con numero de certificado 150445003

CALIBRACION

Proc. Norma ISO	IT1-PR-10	IT2-PR-10	IT3-PR-10	IT4-PR-10
Condiciones Ambientales	Temperatura (°C) + 21.50			
	Rango 21° ± 5 °C			
	Humedad Relativa (%) + 35.40			
	Rango >20 % < 65%			
Incertidumbres Resultantes	Angulo Horizontal (mgon)		0,5	
	Angulo Vertical (mgon)		0,5	
	Distancias (m)		0,001	

Fecha de Calibración 20/07/2016

Fecha Recomendada Próxima Calibración 20/07/2017

Nº de Págs. 2

TECNICO

Angel Rodriguez



Las unidades angulares se expresan en mgon o milésimas de grado centesimal. La equivalencia con la unidad angular del Sistema Internacional es la siguiente : 100000 mgon = 90° sexagesimales.

Las incertidumbres asignadas tanto al instrumento objeto del presente certificado como de los patrones, corresponden a un nivel de confianza del 95% (k=2).

Este certificado no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos.

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad a los patrones indicados, certificados por el C.E.M. (Centro Español de Metrología).

Topcon Positioning Spain,S.L.U. certifica que el equipo reseñado ha superado los procesos de control que se le han practicado, garantizando que en la fecha de emisión de este certificado, cumple con las especificaciones técnicas nominales. No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

Topcon Positioning Spain, S.L.U.

Avenida de la Industria, 35
 28760 Tres Cantos, Madrid
 Phone: (+34) 902 103 930
 Fax: (+34) 902 170 393

Delegaciones España: Barcelona: (+34) 933 794 747 • Guipúzcoa: (+34) 943 120 300 • Sevilla: (+34) 954 541 476
 Valencia: (+34) 961 366 094 • Tenerife: (+34) 922 228 905
 Delegaciones Portugal: Figueira da Foz. Phone: (+351) 233 900 020 • Forte da Casa. Phone: (+351) 219 104 630



ÁNGULO HORIZONTAL

MEDIDAS DE ENTRADA

	1D	1I	2D	2I	3D	3I	4D	4I	5D	5I
LECTURA	0.0000	200.0014	0.0000	200.0014	0.0000	200.0014	0.0000	200.0014	0.0000	200.0014
ERROR	0.0014		0.0014		0.0014		0.0014		0.0014	

MEDIA ARITMÉTICA DE LAS OBSERVACIONES	0.0007
ERROR MÁXIMO ENTRE POSICIONES D & I	0.0014
VALOR NOMINAL EN POSICIÓN D	0.0000
DESVIACION TÍPICA	0.0007

MEDIDAS DE SALIDA

	1D	1I	2D	2I	3D	3I	4D	4I	5D	5I
LECTURA	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000	0.0000	200.0000
ERROR	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	

MEDIA ARITMÉTICA DE LAS OBSERVACIONES	0.0000
ERROR MÁXIMO ENTRE POSICIONES D & I	0.0000
VALOR NOMINAL EN POSICIÓN D	200.0000
DESVIACION TÍPICA	0.0000
INCERTIDUMBRE	0.0000
INCERTIDUMBRE DEL PATRÓN	0.0000

ÁNGULO VERTICAL

MEDIDAS DE ENTRADA

	1D	1I	2D	2I	3D	3I	4D	4I	5D	5I
LECTURA	100.0007	299.9986	100.0007	299.9986	100.0007	299.9986	100.0007	299.9986	100.0007	299.9986
ERROR	0.0007		0.0007		0.0007		0.0007		0.0007	

MEDIA ARITMÉTICA DE LAS OBSERVACIONES	100.0011
ERROR MÁXIMO ENTRE POSICIONES D & I	0.0007
VALOR NOMINAL EN POSICIÓN D	100.0000
DESVIACION TÍPICA	0.0004

MEDIDAS DE SALIDA

	1D	1I	2D	2I	3D	3I	4D	4I	5D	5I
LECTURA	100.0000	300.0001	100.0000	300.0001	100.0000	300.0001	100.0000	300.0001	100.0000	300.0001
ERROR	0.0001		0.0001		0.0001		0.0001		0.0001	

MEDIA ARITMÉTICA DE LAS OBSERVACIONES	100.0000
ERROR MÁXIMO ENTRE POSICIONES D & I	0.0001
VALOR NOMINAL EN POSICIÓN D	100.0000
DESVIACION TÍPICA	0.0001
INCERTIDUMBRE	0.0000
INCERTIDUMBRE DEL PATRÓN	0.0000

DISTANCIAS

Valor Nominal = 5,9998 DISTANCIA REDUCIDA

MEDIDAS DE ENTRADA

	1	2	3	4	5
LECTURA	6.0010	6.0010	6.0010	6.0010	6.0010
ERROR	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012

MEDIA ARITMÉTICA	6.001
DESVIACION TÍPICA	0.0000
DISTANCIA NOMINAL	5.9998

MEDIDAS DE SALIDA

	1	2	3	4	5
LECTURA	6.0010	6.0010	6.0010	6.0010	6.0010
ERROR	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012

MEDIA ARITMÉTICA	6.001
DESVIACION TÍPICA	0.0000
DISTANCIA NOMINAL	5.9998
INCERTIDUMBRE	0.0010
INCERT. DEL PATRÓN	0.0005

Topcon Positioning Spain, S.L.U.

Avda. de la Industria, 35
 28760 Tres Cantos, Madrid
 Phone: (+34) 902 103 930
 Fax: (+34) 902 170 393

Delegaciones España: Barcelona: (+34) 933 794 747 • Guipúzcoa: (+34) 943 120 300 • Sevilla: (+34) 954 541 476
 Valencia: (+34) 961 366 094 • Tenerife: (+34) 922 228 905
 Delegaciones Portugal: Figueira da Foz. Phone: (+351) 233 900 020 • Forte da Casa. Phone: (+351) 219 104 630

CERTIFICADO DE VERIFICACION v1.1

Nº Certificado : 26402

Fecha Expedición : 20/07/2016

Proveedor :

Nombre: Topcon Positioning Spain,S.L.U.

Dirección: Avenida de la Industria 35

Código Postal: 28760 Población: Tres Cantos

Teléfono: 902 103 930 Fax: 902152795

Cliente :

Nombre: LOPEZ GAITANO, MIGUEL ANGEL

Nº Control:

Descripción del instrumento :

Marca : Topcon

Modelo : Hiper PRO

Núm de serie : 358-0317

Patrón :

BASE Tres Cantos: Base perteneciente a Topcon Positioning Spain,S.L.U., calculada mediante observaciones GPS Glonass, procesada y calculada a la red de estaciones EUREF. Coordenadas expresadas en el sistema de referencia ETRS89.

Lat. : 40° 36´ 48,83159 N

Lon. : 3° 42´ 5,90115 W

Ell. Ht. : 765,6980 m

Desviación estándar :

Lat. : 0,0015 m

Lon. : 0,0020 m

Ell. Ht. : 0,0040 m

Certificamos que el equipo revisado ha superado las pruebas de control de funcionamiento que se realizan en Topcon Positioning Spain,S.L.U. y que el instrumento cumple con las especificaciones técnicas.

Firma del Técnico



Técnico: Daniel Hormigos

Topcon Positioning Spain, S.L.U.

Avda. de la Industria, 35

28760 Tres Cantos, Madrid

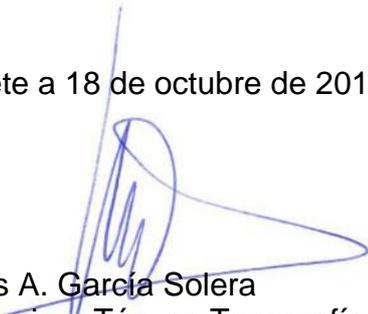
Phone: (+34) 902 103 930



Luis A. García Solera
Ing. Téc. Topógrafo
Tlf. 616-994173
email:luisgarciasolera@hotmail.com

Lo que informo según mi leal saber y entender.

En Albacete a 18 de octubre de 2016

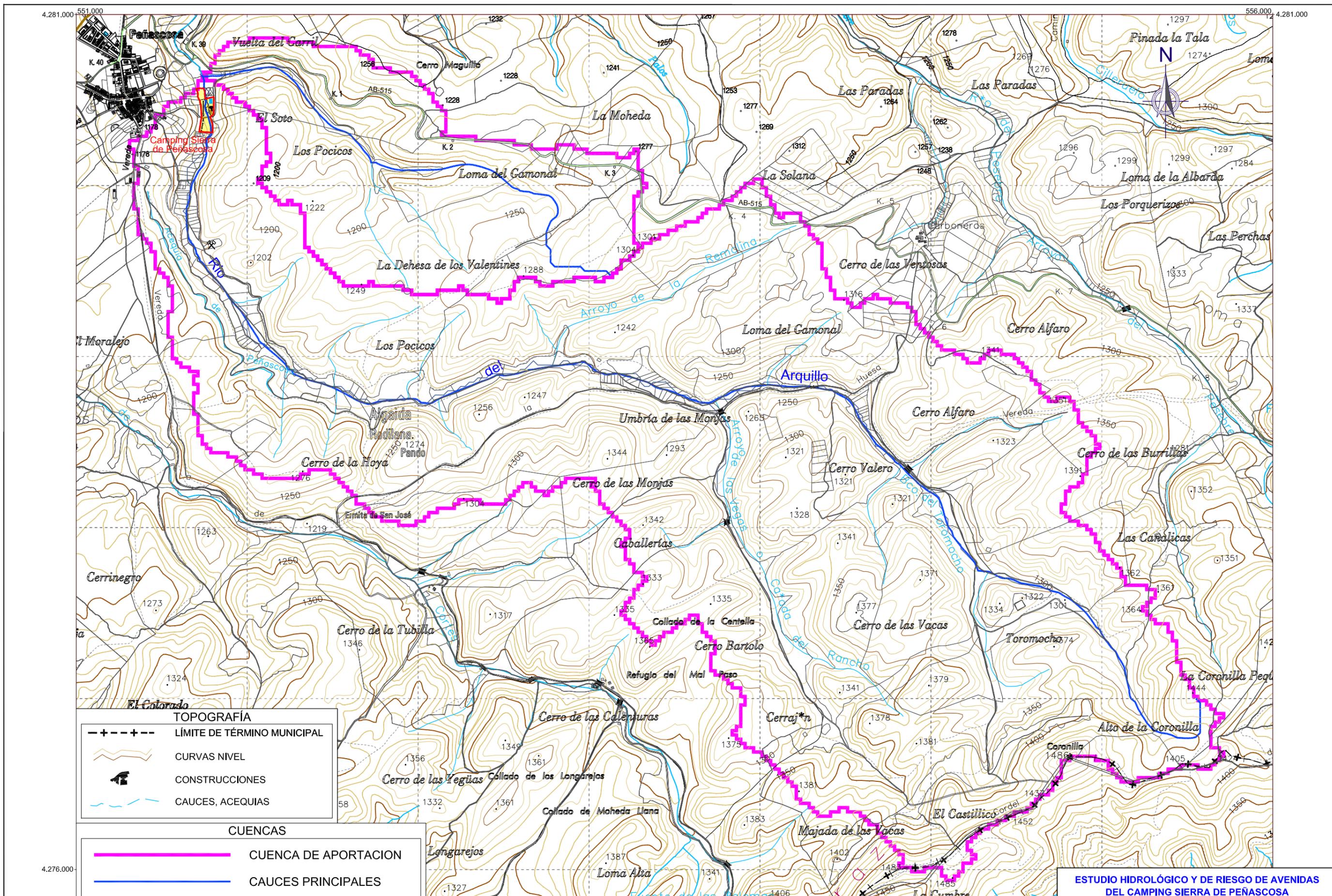


Luis A. García Solera
Ingeniero Téc. en Topografía
Colegiado nº 2636

PLANOS

ÍNDICE

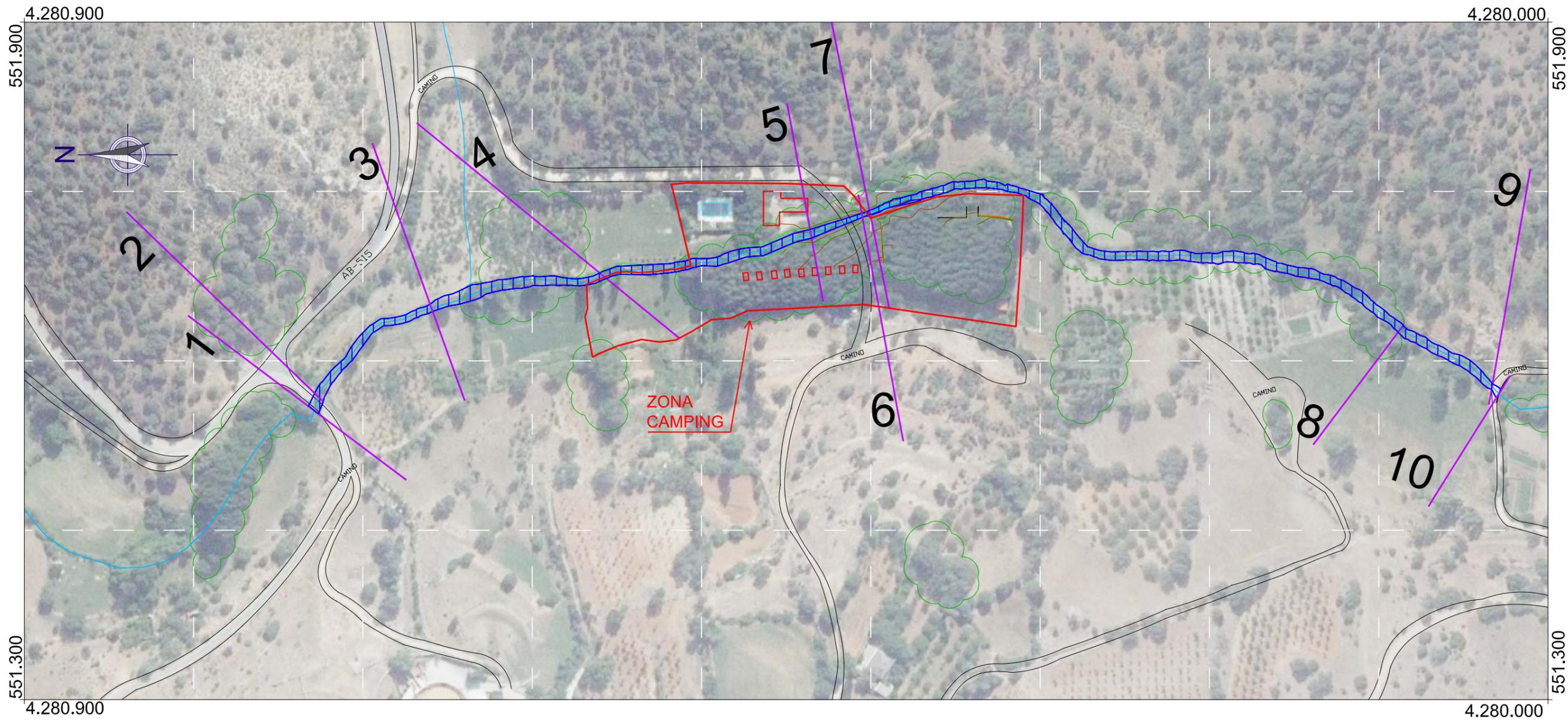
<i>PLANO</i>	<i>ESCALA</i> <i>(FORMATO)</i>	<i>HOJAS</i>
1.- Situación y emplazamiento. Cuencas de aportación.	1:20.000 (A-3)	1
2.- Morfología del cauce. Zonas inundables.		
Zona inundable. Planta general	1:2.500 (A-3)	1
Zona inundable. Perfiles	10:1 (A-3)	3
3.- Topografía	1:400 (A-3)	1



TOPOGRAFÍA	
---+---+---	LÍMITE DE TÉRMINO MUNICIPAL
	CURVAS NIVEL
	CONSTRUCCIONES
	CAUCES, ACEQUIAS

CUENCAS	
	CUENCA DE APORTACION
	CAUCES PRINCIPALES

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS DEL CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA



LEYENDA

	LÁMINA DE AGUA T500
	PERFILES

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS DEL CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA	
DESIGNACIÓN: ZONAS INUNDABLES. PLANTA GENERAL.	Nº 2
HOJA: 1 DE 4	

CLIENTE:
CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA S.L.

CONSULTOR:
FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.
Plaza del Alfozano, 9-Bis. 1º
02001 Alfoz de la Sagra
E-mail: fpi@fpingenieros.com
Tel: 967 193 738
Fax: 967 193 739
www.fpingenieros.com

EXPEDIENTE:
FP02313.001.16.PÑC.EHI.v1.m0

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS:

ANTONIO R. FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ
Colegiado nº 30.058

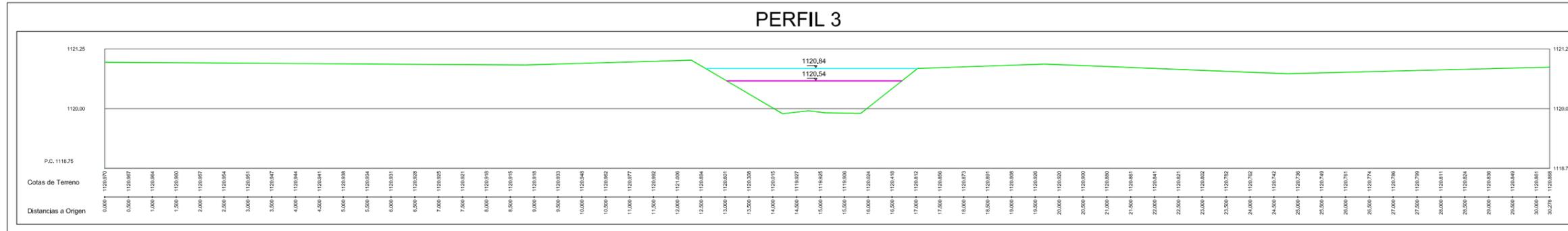
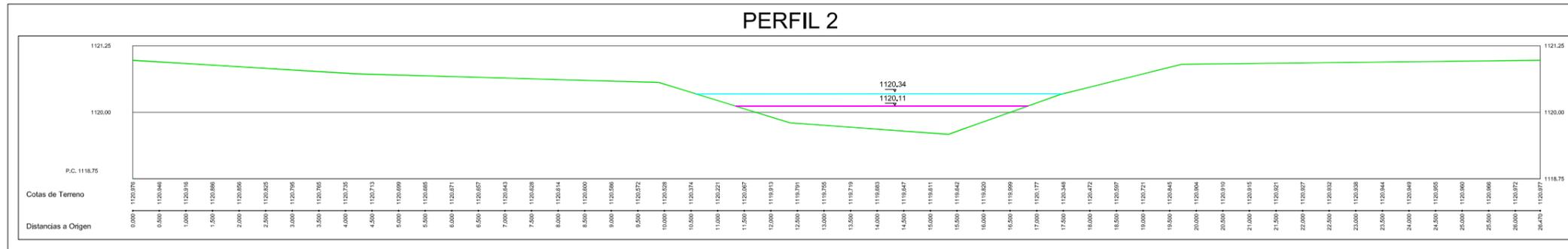
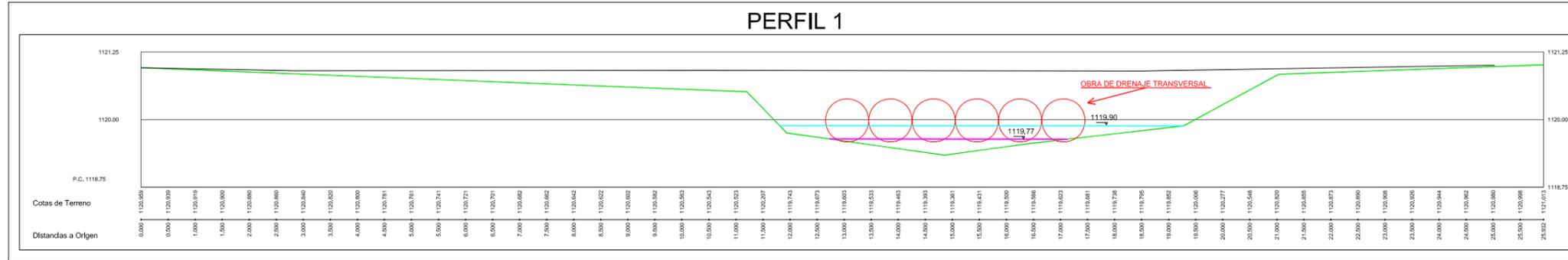
JAVIER CONTRERAS BUENO
Colegiado nº 23.872

SISTEMA GEODÉSICO:
ETRS 89

ESCALA:
1:2.500

(ORIGINAL A-3)

FECHA:
ENERO 2017



LEYENDA PERFILES

- LÁMINA DE AGUA T100
- LÁMINA DE AGUA T500
- TERRENO

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS DEL CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA

DESIGNACIÓN: **ZONAS INUNDABLES. PERFILES.**

Nº **2**
HOJA: **2 DE 4**

CLIENTE: **CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA S.L.**

CONSULTOR: **FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.**
 Plaza del Atozano, 9-Bis. 1º
 02001 Albaladea
 E-mail: fpi@fpingenieros.com www.fpingenieros.com
 Tel: 967 193 738 Fax: 967 193 739

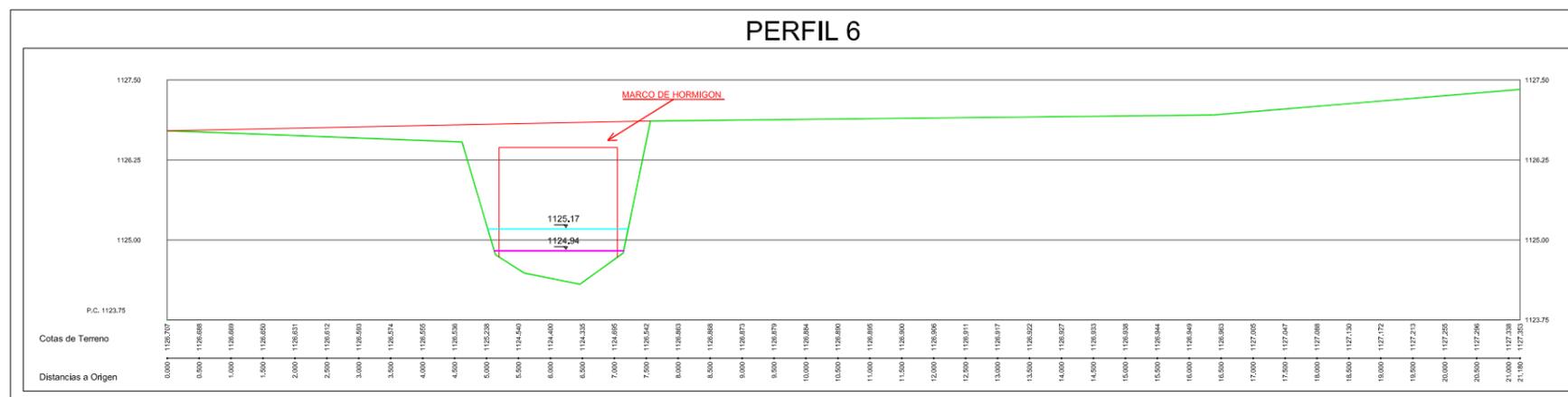
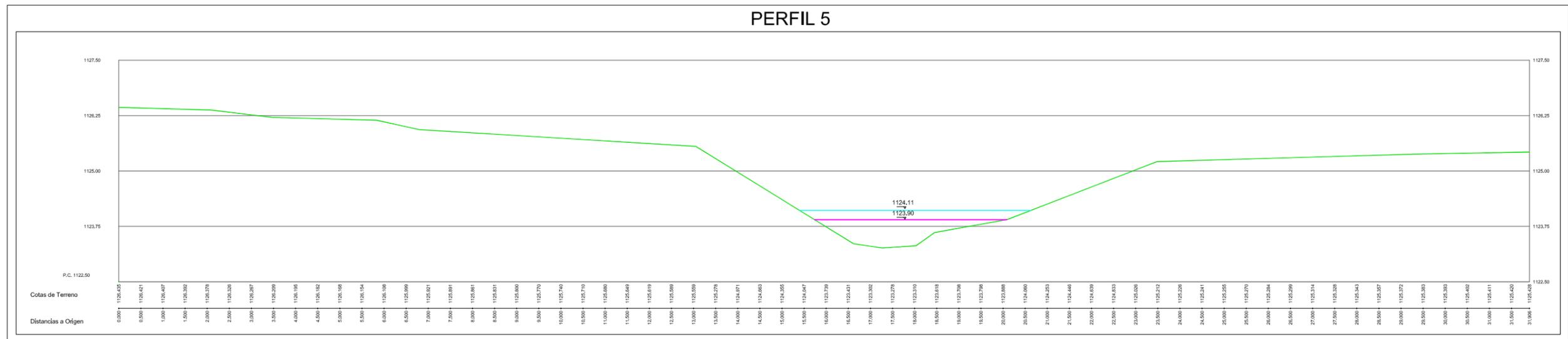
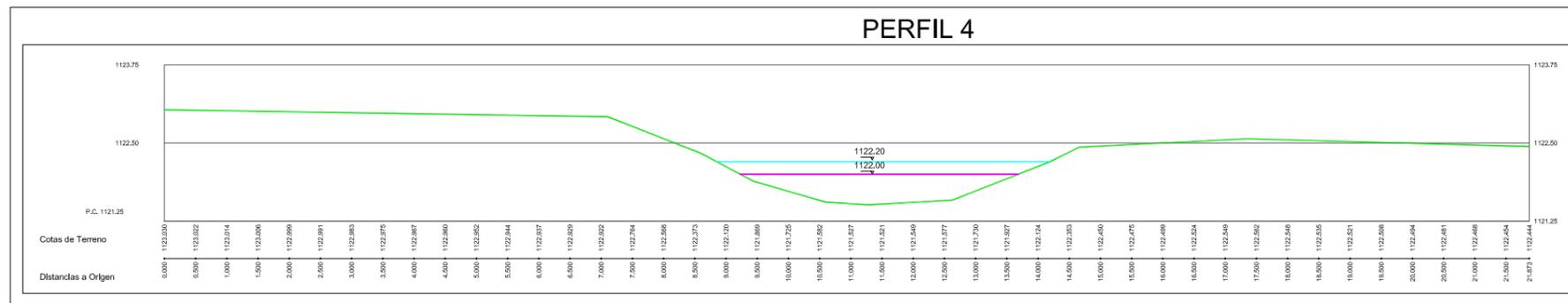
EXPEDIENTE: **FP02313.001.16.PÑC.EHI.v1.m0**

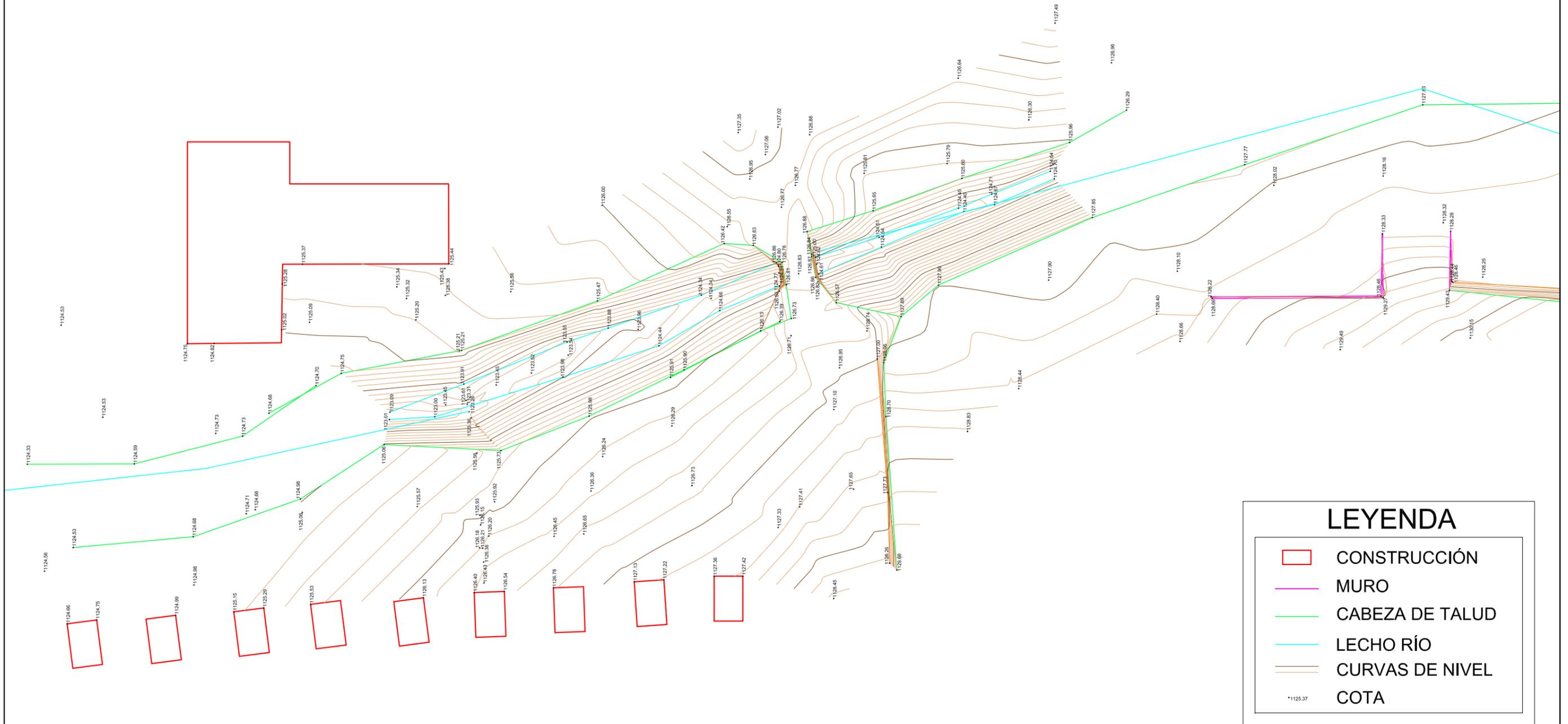
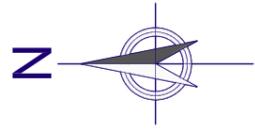
LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS:
ANTONIO R. FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ
 Colegiado nº 30.058
JAVIER CONTRERAS BUENO
 Colegiado nº 23.872

SISTEMA GEODÉSICO: **ETRS 89**

ESCALA: **10:1**

FECHA: **ENERO 2017**





LEYENDA

□	CONSTRUCCIÓN
—	MURO
—	CABEZA DE TALUD
—	LECHO RÍO
—	CURVAS DE NIVEL
*1125.37	COTA

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE RIESGO DE AVENIDAS DEL CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA

DESIGNACIÓN: TOPOGRAFÍA	Nº 3
	HOJA: 01 DE 01

CLIENTE:
CAMPING SIERRA DE PEÑASCOSA S.L.

CONSULTOR:
FERNÁNDEZ-PACHECO INGENIEROS, S.L.
 Plaza del Atzoano, 9-Bis, 1º
 02001 Albacete
 E-mail: fp@fpingenieros.com www.fpingenieros.com
 Tel: 967 193 738 Fax: 967 193 739

EXPEDIENTE:
FP02313.001.16.PÑC.EHI.v1.m0

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS:

 ANTONIO R. FERNÁNDEZ-PACHECO SÁNCHEZ JAVIER CONTRERAS BUENO
 Colegiado nº 30.058 Colegiado nº 23.872

SISTEMA GEODÉSICO:
ETRS 89

ESCALA:
1:400

 (ORIGINAL A-3)

FECHA:
ENERO 2017