

**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD**  
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CINCINATO**  
**EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)**

PETICIONARIO:  
**ENEL GREEN POWER ESPAÑA, S.L.**



AVDA. DE SEVILLA, Nº 2  
06400.- DON BENITO (BADAJOZ)  
Tlfno y Fax: 924 80 51 77  
Móvil: 679107097  
Email: [mnieto@innocampo.es](mailto:mnieto@innocampo.es)  
Web: [www.innocampo.es](http://www.innocampo.es)

**MANUEL NIETO LUQUE**  
*Ingeniero Técnico en Obras Públicas*  
*Colegiado Nº 16.578 del CITOPIC*

**ingenostrum.**



Planta Solar Fotovoltaica  
Puerta Palmas en el T.M. de  
Bodonal de la Sierra



Doc. No.:

**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE  
INUNDABILIDAD**

Rev:	02	Page	1	Of	81
------	----	------	---	----	----



---

**MEMORIA**

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	2	Of



## ÍNDICE MEMORIA.

	<b>ÍNDICE MEMORIA.</b>	<b>2</b>
	<b>ÍNDICE DE TABLAS.</b>	<b>3</b>
	<b>ÍNDICE DE FIGURAS.</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>AGENTES</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>PETICIONARIO</b>	<b>6</b>
<b>1.2</b>	<b>TÉCNICO REDACTOR</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO DEL INFORME</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>DEFINICIONES</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>HIDROLOGÍA</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA (IDF)</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>HIETOGRAMAS O TORMENTA DE PROYECTO</b>	<b>25</b>
<b>11</b>	<b>CÁLCULO DE LOS CAUDALES</b>	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>ESTUDIO DE INUNDABILIDAD</b>	<b>36</b>
<b>12.1</b>	<b>INUNDACIÓN PRODUCIDA POR LOS ARROYOS MARCADOS POR CHG</b>	<b>36</b>
12.1.1	OROGRAFÍA DEL TERRENO Y TOPOGRAFÍA EMPLEADA	36
12.1.2	CONDICIONES DE CONTORNO	37
12.1.3	CONDICIONES INICIALES	38
12.1.4	RUGOSIDAD	38
12.1.5	CÁLCULO HIDRÁULICO	40
12.1.6	RESULTADOS	41
12.1.7	CONCLUSIONES	52
<b>12.2</b>	<b>ESTUDIO DEL DRENAJE y ZONAS INUNDABLES EN EL INTERIOR DE LA PLANTA.</b>	<b>52</b>
12.2.1	OROGRAFÍA DEL TERRENO Y TOPOGRAFÍA EMPLEADA	52
12.2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES	53
12.2.3	CONDICIONES DE CONTORNO	55
12.2.4	CONDICIONES INICIALES	55
12.2.5	RUGOSIDAD	55
12.2.6	PÉRDIDAS	55
12.2.7	CÁLCULO HIDRÁULICO	55
12.2.8	RESULTADOS	56
12.2.9	CONCLUSIONES	62
	ANEXO I: MÉTODO RACIONAL MODIFICADO	65
	ANEXO II: PLANOS	39

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	3	Of



## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1. Parcelas que abarcan el proyecto</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 2. Precipitación asociada a cada periodo de retorno.</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 3. Características geométricas de las cuencas.</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 4. Curva IDF del Arroyo Grande.</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 5. Curva IDF del Arroyo Perdices.</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 6. Curva IDF del Arroyo Perdices 2.</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 7. Curva IDF del Arroyo Santa Bárbara.</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 8. Curva IDF del Arroyo S/N.</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 9. Tiempo de concentración de la cuenca del Arroyo Grande.</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 10. Cálculo del hietograma de bloques alternos para T = 10 años.</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 11. Cálculo del hietograma de bloques alternos para T = 100 años.</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 12. Grupo de suelo.</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 13. Valores iniciales del umbral de escorrentía.</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 14. Caudales de cada arroyo asociados a los distintos periodos de retorno en m<sup>3</sup>/s.</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 15. Caudales asignados en las condiciones de contorno.</b>	<b>38</b>



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	4	Of

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Figura 1. Parcelas del proyecto</i>	7
<i>Figura 2. Cauces que discurren por las inmediaciones de la planta. Fuente Confederación Hidrográfica del Guadiana.</i>	8
<i>Figura 3. Cauces que discurren por las inmediaciones de la planta. Fuente Confederación Hidrográfica del Guadiana.</i>	9
<i>Figura 4. Peligrosidad Zona de Flujo Preferente</i>	10
<i>Figura 5. Denominación de los arroyos objetos de cálculo. Fuente Confederación Hidrográfica del Guadiana.</i>	13
<i>Figura 6. Cuencas hidrográficas objeto de estudio. Obtenida mediante MDT.</i>	14
<i>Figura 7. Cuencas hidrográficas de los arroyos objeto de estudio.</i>	15
<i>Figura 8. Flujos de escorrentía del interior de la planta.</i>	16
<i>Figura 9. Mapa del índice de torrencialidad.</i>	19
<i>Figura 10. Curva IDF del Arroyo Grande.</i>	20
<i>Figura 11. Curva IDF del Arroyo Perdices.</i>	21
<i>Figura 12. Curva IDF del Arroyo Perdices 2.</i>	22
<i>Figura 13. Curva IDF del Arroyo Santa bárbara.</i>	23
<i>Figura 14. Curva IDF del Arroyo S/N.</i>	24
<i>Figura 15. Representación lluvia-tiempo para T = 10 años.</i>	27
<i>Figura 16. Hietograma de bloques alternos para T = 10 años.</i>	27
<i>Figura 17. Representación lluvia-tiempo para T = 100 años.</i>	29
<i>Figura 18. Hietograma de bloques alternos para T = 100 años.</i>	29
<i>Figura 19. Mapa de grupos hidrológicos de suelo.</i>	31
<i>Figura 20. Grupos hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía. Tabla 2.4 de la Instrucción 5.2-I.C.</i>	31
<i>Figura 21. Clasificación del suelo según el uso. Fuente SIOSE.</i>	33
<i>Figura 22. Mapa del índice de torrencialidad.</i>	34
<i>Figura 23. Regiones para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.</i>	35
<i>Figura 24. Orografía del terreno sobre ortofoto en ArcGis y delimitación del área utilizada en la modelización.</i>	36
<i>Figura 25. Asignación de las condiciones de contorno).</i>	37
<i>Figura 26. Coeficientes de Manning utilizados.</i>	38
<i>Figura 27. Valores del coeficiente de Manning. Fuente: Manual de usuario de HEC-RAS.</i>	39
<i>Figura 28. Malla generada para el cálculo de cada uno de los arroyos.</i>	40
<i>Figura 29. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 10 años</i>	41
<i>Figura 30. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 10 años</i>	42
<i>Figura 31. Delimitación de las distintas zonas de protección</i>	43
<i>Figura 32. Zona de Policía de los distintos arroyos.</i>	43

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	5	Of

<b>Figura 33. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 50 años.</b>	<b>44</b>
<b>Figura 34. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 50 años</b>	<b>45</b>
<b>Figura 35. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 100 años</b>	<b>46</b>
<b>Figura 36. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 100 años</b>	<b>47</b>
<b>Figura 37. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 200 años.</b>	<b>48</b>
<b>Figura 38. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 200 años</b>	<b>49</b>
<b>Figura 39. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 500 años</b>	<b>50</b>
<b>Figura 40. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 200 años</b>	<b>51</b>
<b>Figura 41. MDT de la zona de estudio. Composición MDT aportado y LIDAR.</b>	<b>53</b>
<b>Figura 42. Cuencas vertientes.</b>	<b>54</b>
<b>Figura 43. Drenaje interior de la planta. Calado para un periodo de retorno de 10 años.</b>	<b>56</b>
<b>Figura 44. Drenaje interior de la planta. Velocidad para un periodo de retorno de 10 años</b>	<b>57</b>
<b>Figura 45. Drenaje interior de la planta. Calado para un periodo de retorno de 100 años.</b>	<b>58</b>
<b>Figura 46. Drenaje interior de la planta. Velocidad para un periodo de retorno de 100 años.</b>	<b>59</b>
<b>Figura 47. Peligrosidad (Velocidad*Calado) para T10.</b>	<b>60</b>
<b>Figura 48. Peligrosidad (Velocidad*Calado) para T100</b>	<b>61</b>

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	6	Of

## 1 AGENTES

---

### 1.1 PETICIONARIO

Se redacta el presente documento a petición de:

- **ENEL GREEN POWER ESPAÑA, S.L.**, con C.I.F.- B-61234613 y dirección C/ Ribera del Loir, Nº60, 28.042 Madrid.

### 1.2 TÉCNICO REDACTOR

El presente Estudio Hidrológico y de Inundabilidad ha sido redactado y firmado por Manuel Nieto Luque, con D.N.I.-79309925-Z, Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad Construcciones Civiles y Colegiado Nº 16.578 del CITOPIC.

## 2 OBJETO DEL INFORME

---

El objetivo de este estudio hidrológico y de inundabilidad es:

- Determinar la zona de Dominio Público Hidráulico (de aquí en adelante DPH), Zona de Policía y la zona inundada por los caudales asociados a los distintos periodos de retorno estudiados, de los arroyos que discurren por las inmediaciones de la planta solar fotovoltaica para determinar la definición geométrica del Parque en los terrenos objeto del estudio.
- Comprobar que la planta no ocupa el DPH y la Zona de flujo preferente, y en caso de ocupar alguno de ellos que la implantación proyectada no afecta a las condiciones hidrológicas e hidráulicas del arroyo en situaciones de avenidas normales.
- Además, mediante este informe, se pretende evaluar los flujos de escorrentía generados que afectan al interior de la planta.

## 3 NORMATIVA

---

La normativa que rige este estudio es la siguiente:

- Norma 5.2-IC Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de Febrero)
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular
- Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Especificaciones técnicas de ENEL.
- REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero.

## 4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La planta solar fotovoltaica se encuentra en el término municipal de Bodonal de la Sierra, concretamente, se sitúan:

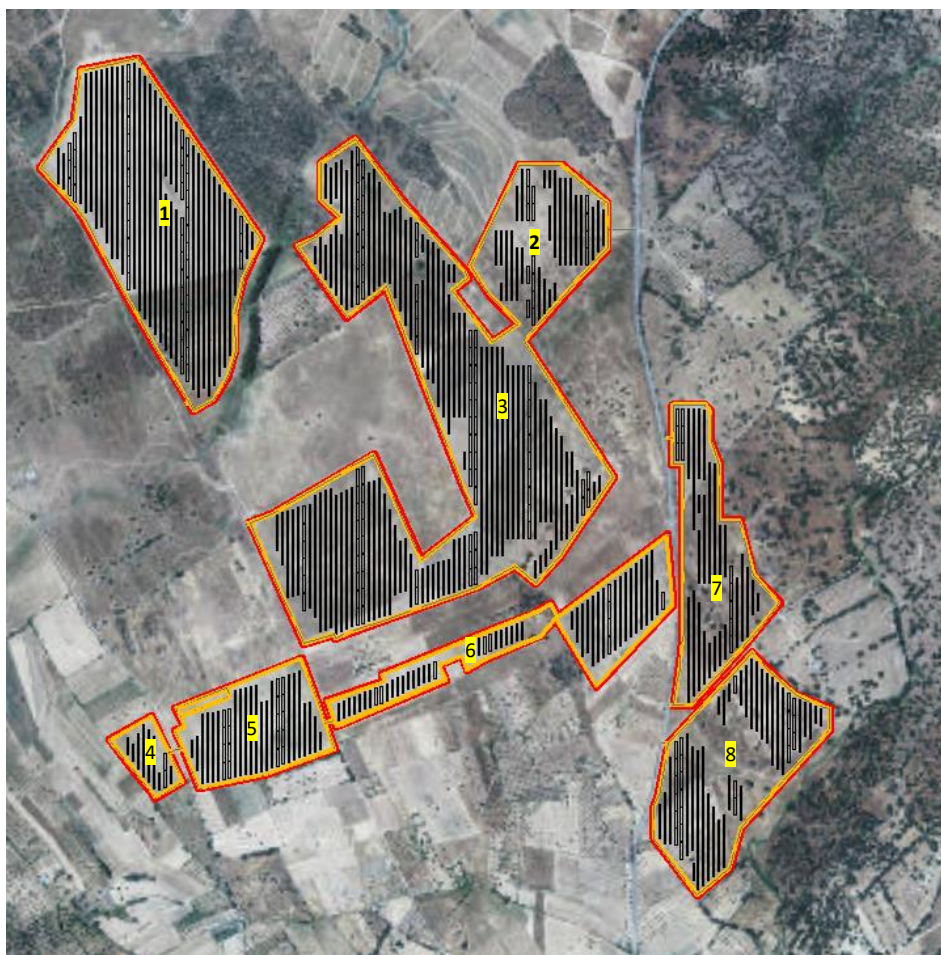


Figura 1. Parcelas del proyecto

Coordenadas Datum ETRS89, Huso UTM 29			
Polígono	Municipio	X	Y
1	BODONAL DE LA SIERRA	712.918,98	4.227.951,01
2	BODONAL DE LA SIERRA	713.987,18	4.227.981,05
3	BODONAL DE LA SIERRA	713.788,91	4.227.419,34
4	BODONAL DE LA SIERRA	712.903,64	4.226.455,53
5	BODONAL DE LA SIERRA	713.159,61	4.226.524,08
6	BODONAL DE LA SIERRA	713.879,20	4.226.777,21
7	BODONAL DE LA SIERRA	714.454,47	4.226.936,66
8	BODONAL DE LA SIERRA	714.463,38	4.226.386,03



Tabla 1. Parcelas que abarcan el proyecto

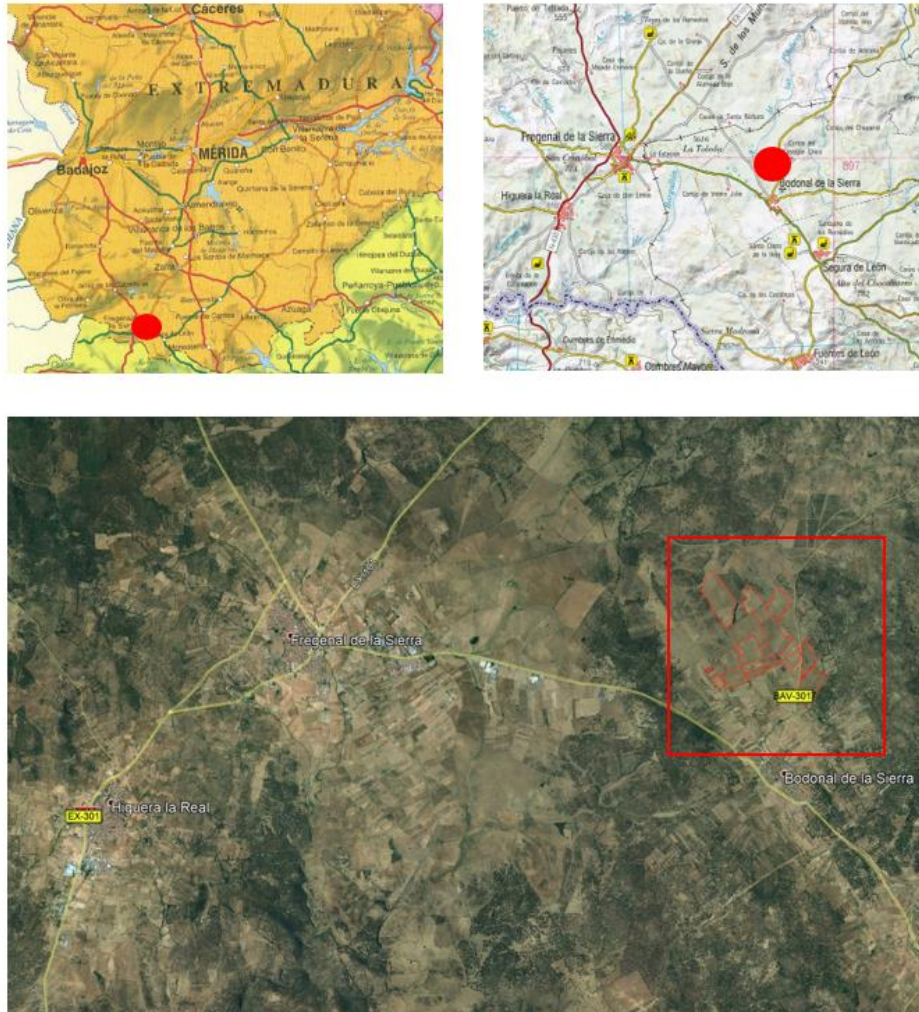



Figura 2. Cauces que discurren por las inmediaciones de la planta. Fuente Confederación Hidrográfica del Guadiana.

	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	9	Of

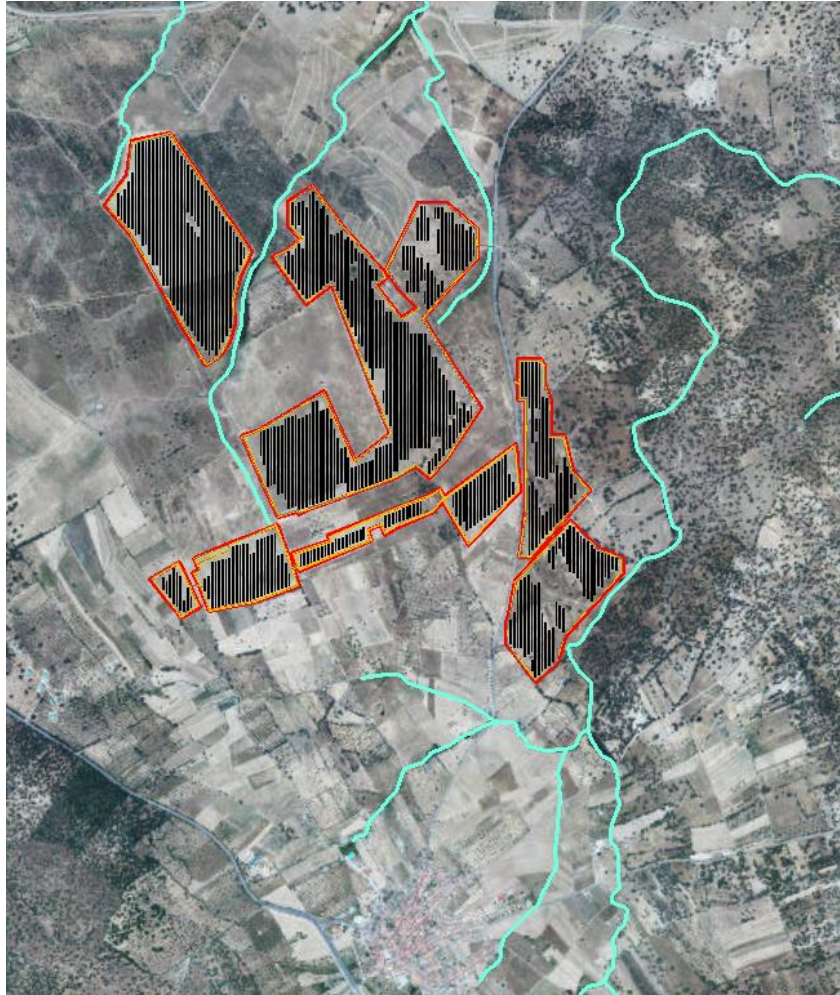


Figura 3. Cauces que discurren por las inmediaciones de la planta. Fuente Confederación Hidrográfica del Guadiana.



Tal y como se puede ver en la imagen anterior, discurren diversos cauces por el interior y los límites de la planta.

## 5 DEFINICIONES

Se considera **Dominio Público Hidráulico** la superficie afectada por la inundación producida por un caudal asociado a un periodo de retorno de 10 años correspondiente con la Máxima Crecida Ordinaria.

Se considerará **Máxima Crecida Ordinaria** terreno cubierto por las aguas para un caudal medio de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente

La **Zona de Flujo Preferente (ZFP)** es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 10	Of 81		

sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

Se considerarán que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- Que el calado sea superior a 1 m.
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.

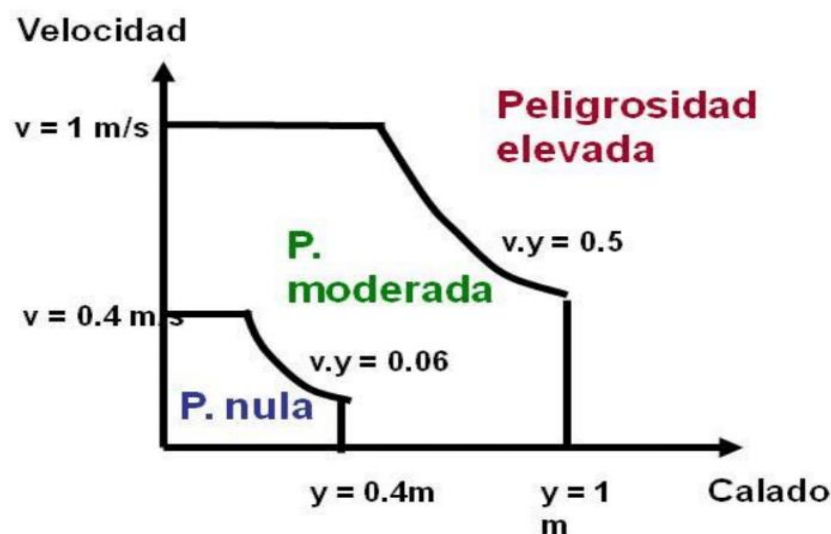




Figura 4. Peligrosidad Zona de Flujo Preferente

En cuanto a la **Vía de Intenso Desagüe**, se entiende como tal la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente.

**Flujo crítico**, este tipo de flujo presenta una combinación de fuerzas inerciales y gravitacionales que lo hacen inestable, convirtiéndolo en cierta manera en un estado intermedio y cambiante entre los dos tipos de flujo que se definen a continuación.

**Flujo supercrítico**, en este tipo de flujo las fuerzas inerciales presentan una influencia mucho mayor que las fuerzas gravitacionales. Además de esto, el flujo se presenta a velocidades y pendientes altas, y a profundidades más pequeñas.

**Flujo subcrítico**, este régimen de flujo las fuerzas inerciales son superadas en importancia por las gravitacionales; en el flujo se tienen velocidades y pendientes bajas, pero las profundidades de la lámina del agua, por el contrario, son mayores que las que se presentan en el flujo supercrítico. Para este tipo de flujo un aumento en la energía se traduce en un aumento en la profundidad de la lámina de agua.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	11	Of

## 6 METODOLOGÍA

La metodología que se ha utilizado para realizar el estudio hidrológico y de inundabilidad ha sido la siguiente:

Dado que los arroyos son de pequeña entidad, no se dispone de datos de caudales asociados a cada periodo de retorno, por lo que se ha realizado una recopilación de datos climatológicos de la zona. Estos datos han sido obtenidos por la Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura (REDAREX), obteniendo información de las estaciones meteorológicas más próximas a la zona de implantación de la central fotovoltaica. Con las estaciones se han realizado los polígonos de Thiessen, donde se puede apreciar que la zona de estudio se encuentra completamente dentro del área perteneciente a la estación meteorológica Jerez de los Caballeros (BA05).

Dado que la serie temporal de las estaciones cercanas es bastante corta, se ha descartado por no considerarla representativa. Por tanto, se ha decidido usar el documento de Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular y la aplicación informática Caumax con el fin de obtener la precipitación asociada a cada periodo de retorno.

También, se han dibujado las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia), así como varios hietogramas.

A continuación, se ha calculado cada una de las cuencas hidrográficas y se ha medido su área y la longitud del cauce mayor, datos necesarios para poder transformar la precipitación en caudal mediante el método racional modificado (según la norma 5.2 I.C).



Una vez llegado a este punto, se puede aplicar el método racional modificado para obtener un caudal asociado a cada periodo de retorno.

En cuanto a la modelización, se ha simulado de forma independiente la inundación producida por los arroyos marcados por CHG y la generada por los flujos internos de la planta, que no llegan a considerarse arroyos.

En el caso de la simulación de la inundación producida por los arroyos marcados por CHG, se emplean los caudales obtenidos mediante el método racional, aplicados al Modelo Digital del Terreno (con paso de malla de 5 metros), obtenido del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica.

En el caso de los flujos de escorrentía que circulan por el interior de la planta, se emplean los hietogramas obtenidos a partir de las curvas IDF, aplicados a un MDT proporcionado por Ingenostrum, completado con otro generado a partir de LIDAR, puesto que el primero no abarcaba la superficie necesaria.

Para llevar a cabo el estudio de inundabilidad, se ha empleado el programa *ArcGIS* para determinar la geometría del terreno a partir de los Modelos Digitales del Terreno. Tras procesar el modelo digital con el fin de ajustarlo a la zona de estudio, se ha exportado este en formato *ASCII* para poder ser utilizado en *Iber*, un software de modelización bidimensional de flujo agua, el cual permite realizar la simulación de la zona de inundación.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 12	Of 81		

En *Iber* se han introducido las condiciones de contorno, las condiciones iniciales y el Coeficiente de Manning para proceder al cálculo de la lámina de inundación asociada al periodo de retorno de 10 años (para posteriormente calcular la Zona de Policía), de 100 años (para determinar la Zona de Flujo Preferente) y la de 500 años.

Finalmente, se han exportado los resultados a *ArcGIS* para una mayor interpretación de los resultados.

## 7 ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES

Como ya se ha mencionado en la metodología, el primer paso para realizar el estudio hidrológico y de inundabilidad fue la recopilación de datos de ámbito climatológico. Para ello, se consultó con la Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura.

Tras analizar la localización de cada una de las estaciones se han realizado los polígonos de Thiessen, comprobándose que la zona de estudio se encuentra completamente dentro del área perteneciente a la estación meteorológica de Jerez de los Caballeros (BA05).



Los datos de los que se dispone para esta estación, comprenden desde agosto del año 1999 a octubre del año 2019, por lo que no se considera válida para obtener los datos de precipitación estadísticos ya que no son representativos.

Por este motivo, y siguiendo las indicaciones de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, se ha decidido utilizar la aplicación *Caumax* que se basa en el mapa de Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular.

Los valores de precipitación obtenidos y asociados a cada periodo de retorno son los siguientes:

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PRECIPITACIÓN (mm)
T2	47
T5	61
T10	71
T25	85
T50	96
T100	106
T200	119
T500	135

Tabla 2. Precipitación asociada a cada periodo de retorno.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	13	Of

## 8 HIDROLOGÍA

Una vez obtenida la precipitación asociada a cada periodo de retorno, es necesario determinar las características hidrológicas de cada cauce. Tal y como se ha mencionado en el apartado 5 de Metodología, se ha procedido al cálculo de las cuencas hidrográficas. La identificación de los arroyos se ha realizado a través de una cobertura lineal proporcionada por Oficina de Planificación Hidrológica, que representa la red hidrográfica completa que abarca el Ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana. Los nombres de cada uno de los arroyos estudiados son los siguientes:

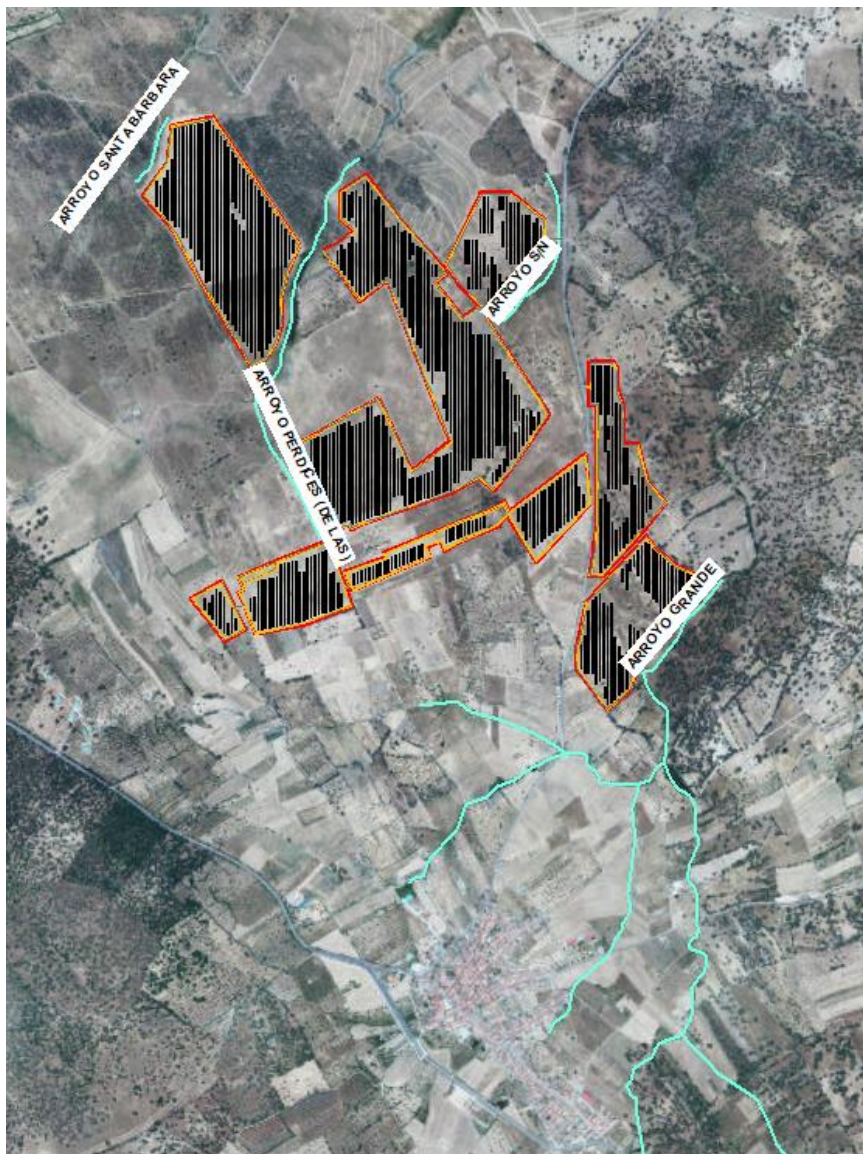


Figura 5. Denominación de los arroyos objetos de cálculo. Fuente Confederación Hidrográfica del Guadiana.

Las cuencas hidrográficas han sido obtenidas mediante un modelo digital del terreno de la zona de estudio, con paso de malla de 5 m.

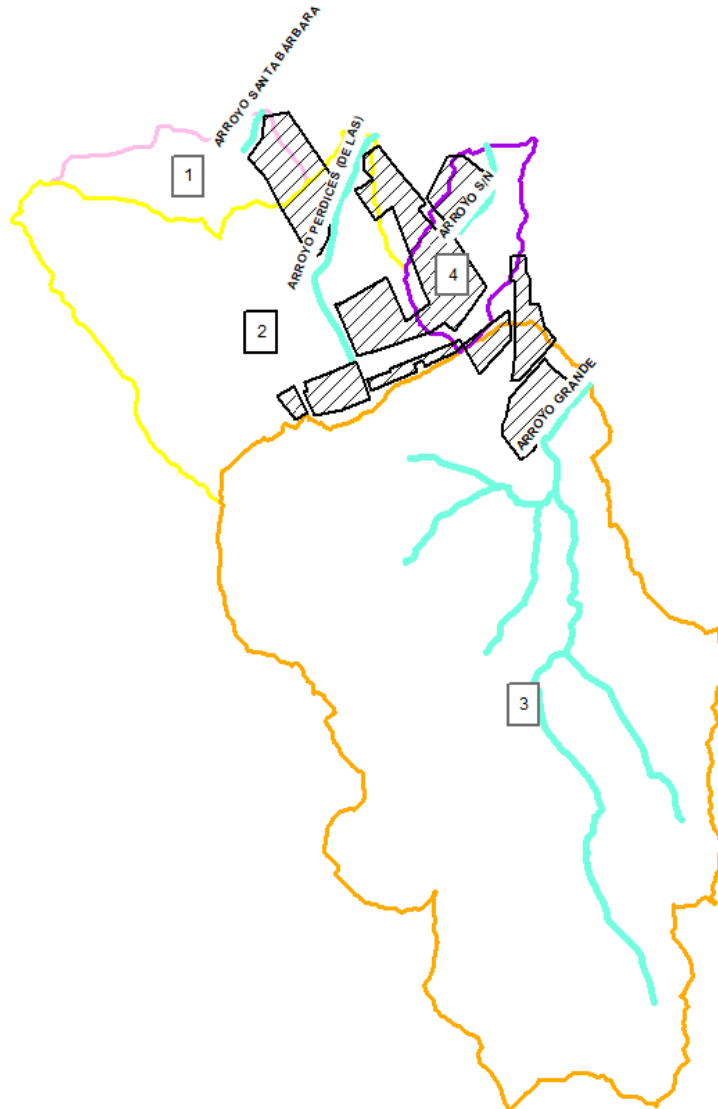


Figura 6. Cuencas hidrográficas objeto de estudio. Obtenida mediante MDT.

Para realizar una simulación del área de inundación más precisa se ha realizado la división de la cuenca del Arroyo de las Perdices, de tal forma que se pueda realizar un reparto del caudal a cada uno de los arroyos que conforman esta cuenca (Arroyo de las Perdices y Arroyo de las Perdices 2).

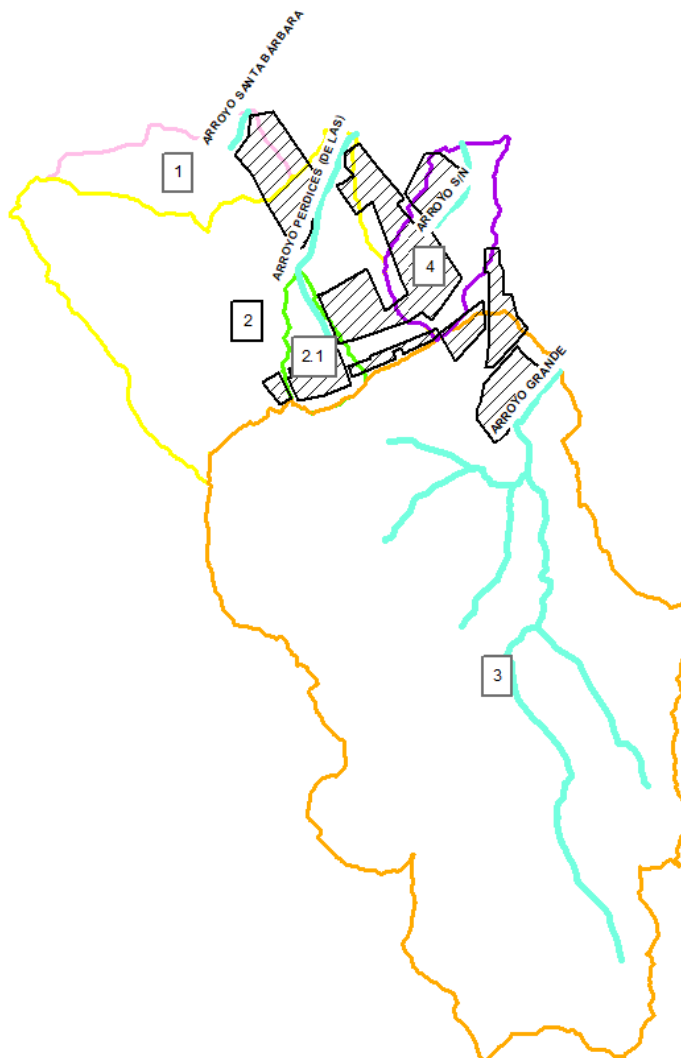


Figura 7. Cuencas hidrográficas de los arroyos objeto de estudio.


Las características asociadas a cada arroyo y, por tanto, a cada una de sus cuencas son las siguientes:

Río	Cuenca	Zmax	Zmin	Long (m)	Long (km)	Area (Km <sup>2</sup> )	Area (m <sup>2</sup> )
Arroyo Grande	1	638,233	569,849	4761,889	4,762	10,536	10536000
Arroyo Perdices	2	599,172	566,513	1648,623	1,648623	3,125	3125000
Arroyo Perdices 2	2.1	599,172	587,36	583,405	0,583405	0,322	322000
Arroyo Santa Bárbara	3	575,756	568,112	282,651	0,282651	0,690	690000
Arroyo S/N	4	586,242	567,915	659,184	0,659184	0,700	700000

Tabla 3. Características geométricas de las cuencas.

Asimismo, y de manera independiente, se han delimitado los flujos internos, mediante ArcGIS, por acumulación de flujo, a partir de un MDT proporcionado por Ingenostrum completado con otro



	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	16	Of

generado a través del LIDAR, puesto que no abarcaba toda la superficie necesaria. Se han obtenido las siguientes corrientes.





Figura 8. Flujos de escorrentía del interior de la planta.

## 9 CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA (IDF)

Un primer proceso de análisis de la información de lluvia en forma de hietogramas existentes es el establecimiento de las curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF). Una curva IDF supone una relación entre las intensidades medias máximas esperables, para cada duración de precipitación, con un periodo de retorno considerado.

Debido a la complejidad del proceso y, en mayor medida, a que generalmente no es posible disponer en muchos observatorios de la cantidad de datos en forma de hietogramas que son necesarios para la obtención de la familia de curvas IDF de dichos observatorios, diversos autores han buscado relaciones algebraicas que permiten expresar, de manera general, la Intensidad Media Máxima en función del intervalo de referencia y del periodo de retorno, a partir de unos datos de pluviometría accesibles como es la precipitación caída en 24 horas o precipitación máxima diaria (Pd).

Siguiendo la recomendación de la norma 5.2 - IC de drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero) se propone una curva IDF sintética.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 17	Of 81		

La intensidad de precipitación  $I(T, tc)$  correspondiente a un periodo de retorno  $T$ , y a una duración de aguacero  $t$ , a emplear en la estimación de caudales por el Método Racional, se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, tc) = Id * Fint$$

Donde:

- **$I(T, tc)$  (mm/h):** Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno  $T$  y a una duración de aguacero  $tc$ .
- **$Id$  (mm/h):** Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T$ .
- **$Fint$ :** Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T$ .

Por tanto, para determinar la intensidad de precipitación  $I(T, tc)$ , es necesario determinar la intensidad media diaria de precipitación corregida ( $Id$ ).

Siendo  $Id$  la Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T$ . Se calcula con la siguiente formulación:

$$Id = \frac{Pd * KA}{24}$$

Dónde:

- **$Id$  (mm/h):** Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T$ .
- **$Pd$  (mm):** Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno  $T$ .
- **$KA$**  Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca, que tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda la superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:



- Si  $A < 1 \text{ km}^2$   $KA = 1$
- Si  $A \geq 1 \text{ km}^2$   $KA = 1 - \log_{10} A/15$

Siendo **A**, el área total de la cuenca en  $\text{km}^2$ .

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero  $t$
- El periodo de retorno  $T$ , si se dispone de curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	18	Of

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

Donde:

- **F<sub>a</sub>** (*adimensional*) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id). Se representa en la figura 2.3 de la Instrucción 5.2-IC.
- **I1/Id** (*adimensional*) Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4 de la Instrucción 5.2-IC. En nuestro caso (I1/Id) = 10.
- **t** (*horas*) Duración del aguacero.

a) Obtención de F<sub>a</sub>

El factor de intensidad F<sub>a</sub> se obtiene según la siguiente expresión:

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3.5287 - 2.5287 \cdot t^{0.1}}$$

Donde:

- **F<sub>a</sub>** (*adimensional*) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id). Se representa en la figura 2.3 de la Instrucción 5.2-IC.
- **I1/Id** (*adimensional*) Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4 de la Instrucción 5.2-IC.
- **t** (*horas*) Duración del aguacero, para la obtención del factor F<sub>a</sub> se particulariza la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t = t<sub>c</sub>).

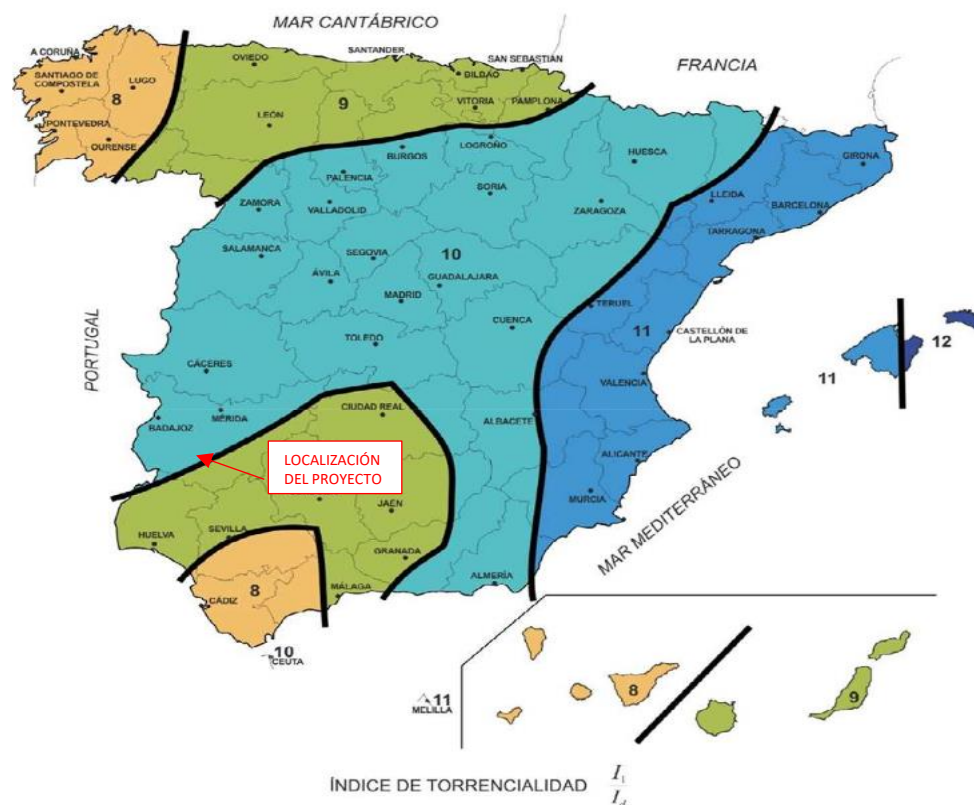


Figura 9. Mapa del índice de torrencialidad.

La zona de estudio se sitúa en la región de índice de torrencialidad  $(I_1/I_2) = 10$ .

#### b) Obtención de $F_b$

El factor de intensidad  $F_b$  se obtiene a partir de las curvas IDF del pluviógrafo y se calcula según la siguiente expresión:

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

Donde:

- $F_b$  (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.
- $I_{IDF}(T, t_c)$  (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno  $T$  y al tiempo de concentración  $t_c$ , obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.
- $I_{IDF}(T, 24)$  (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno  $T$  y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas ( $t = 24$  h), obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.
- $K_b$  (adimensional) Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar  $K_b = 1,13$ .

Para este estudio se ha obtenido una curva IDF para cada una de las cinco cuencas estudiadas, haciendo uso del coeficiente  $F_b$  en los Arroyos Grande, Perdices, Santa Bárbara y S/N y,  $F_a$  en el Arroyo Perdices 2.

**a) Arroyo Grande**

Frecuencia Años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
T2	55,77	40,86	33,71	29,28	26,17	23,83	21,98	20,48	19,23	18,16	17,23	16,42
T5	72,38	53,03	43,76	38,00	33,96	30,92	28,53	26,58	24,95	23,57	22,37	21,32
T10	84,24	61,72	50,93	44,23	39,53	35,99	33,21	30,94	29,04	27,43	26,03	24,81
T25	100,85	73,89	60,97	52,95	47,32	43,09	39,76	37,04	34,77	32,84	31,17	29,70
T50	113,61	83,24	68,69	59,64	53,31	48,54	44,78	41,72	39,17	36,99	35,11	33,46
T100	125,77	92,15	76,04	66,03	59,01	53,74	49,58	46,19	43,36	40,95	38,87	37,04
T200	141,67	103,80	85,65	74,37	66,47	60,53	55,85	52,03	48,84	46,13	43,78	41,72
T500	160,18	117,36	96,84	84,09	75,16	68,44	63,14	58,83	55,22	52,15	49,50	47,17

Tabla 4. Curva IDF del Arroyo Grande.

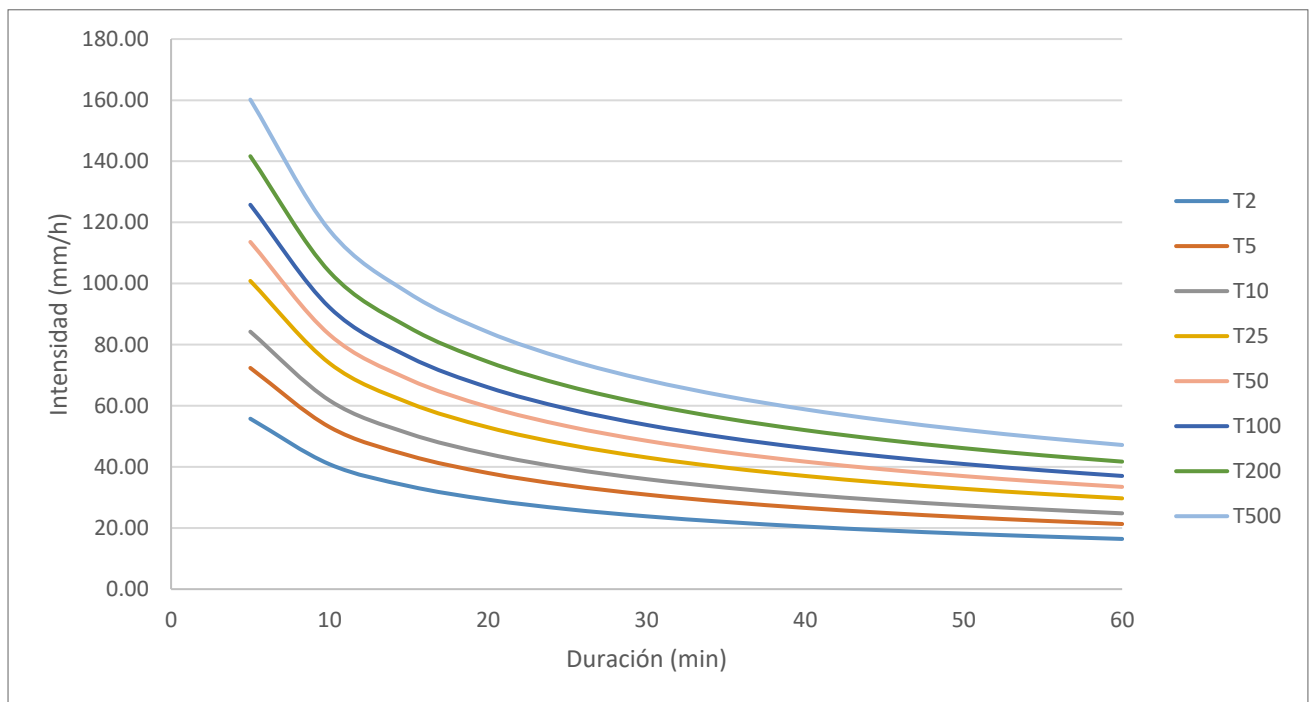


Figura 10. Curva IDF del Arroyo Grande.

**b) Arroyo Perdices**

Frecuencia Años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
T2	57,87	42,40	34,99	30,38	27,15	24,73	22,81	21,25	19,95	18,84	17,88	17,04
T5	75,11	55,03	45,41	39,43	35,24	32,09	29,61	27,59	25,90	24,46	23,21	22,12
T10	87,42	64,05	52,85	45,90	41,02	37,35	34,46	32,11	30,14	28,47	27,02	25,75
T25	104,66	76,69	63,28	54,95	49,11	44,72	41,26	38,44	36,08	34,08	32,34	30,82
T50	117,90	86,38	71,28	61,89	55,32	50,37	46,47	43,30	40,65	38,39	36,43	34,72
T100	130,52	95,63	78,91	68,52	61,24	55,76	51,45	47,93	45,00	42,50	40,33	38,44
T200	147,02	107,72	88,88	77,18	68,98	62,81	57,95	53,99	50,69	47,87	45,43	43,30
T500	166,23	121,79	100,50	87,27	77,99	71,02	65,53	61,05	57,31	54,12	51,37	48,95

Tabla 5. Curva IDF del Arroyo Perdices.

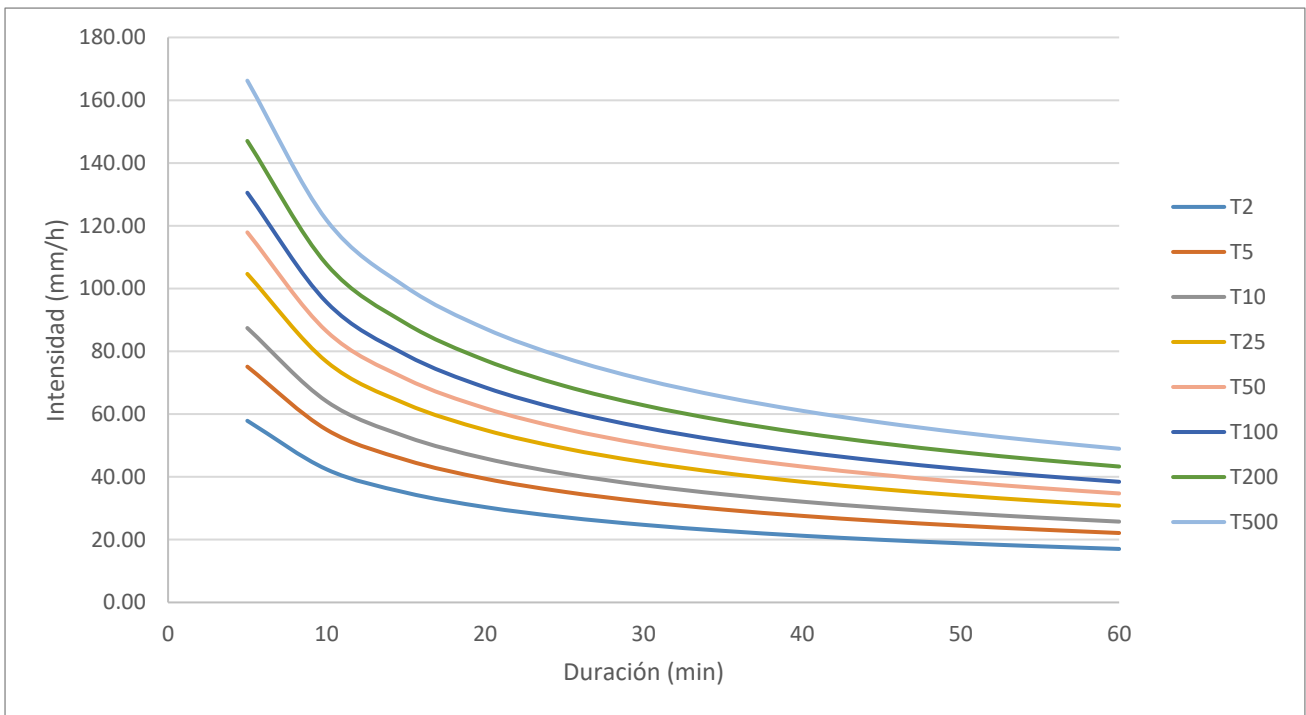


Figura 11. Curva IDF del Arroyo Perdices.

**c) Arroyo Perdices 2**

Frecuencia Años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
T2	59,85	43,85	36,18	31,42	28,08	25,57	23,59	21,98	20,63	19,49	18,49	17,63
T5	77,67	56,91	46,96	40,78	36,44	33,19	30,62	28,53	26,78	25,29	24,00	22,88
T10	90,41	66,24	54,66	47,46	42,42	38,63	35,64	33,20	31,17	29,44	27,94	26,63
T25	108,23	79,30	65,44	56,82	50,78	46,24	42,66	39,75	37,31	35,24	33,45	31,88
T50	121,92	89,33	73,71	64,01	57,21	52,09	48,06	44,78	42,03	39,70	37,68	35,91
T100	134,97	98,89	81,60	70,86	63,33	57,67	53,21	49,57	46,53	43,95	41,71	39,75
T200	152,04	111,40	91,92	79,82	71,33	64,96	59,93	55,84	52,42	49,50	46,98	44,78
T500	171,90	125,95	103,93	90,24	80,66	73,44	67,76	63,13	59,26	55,97	53,12	50,63

Tabla 6. Curva IDF del Arroyo Perdices 2.

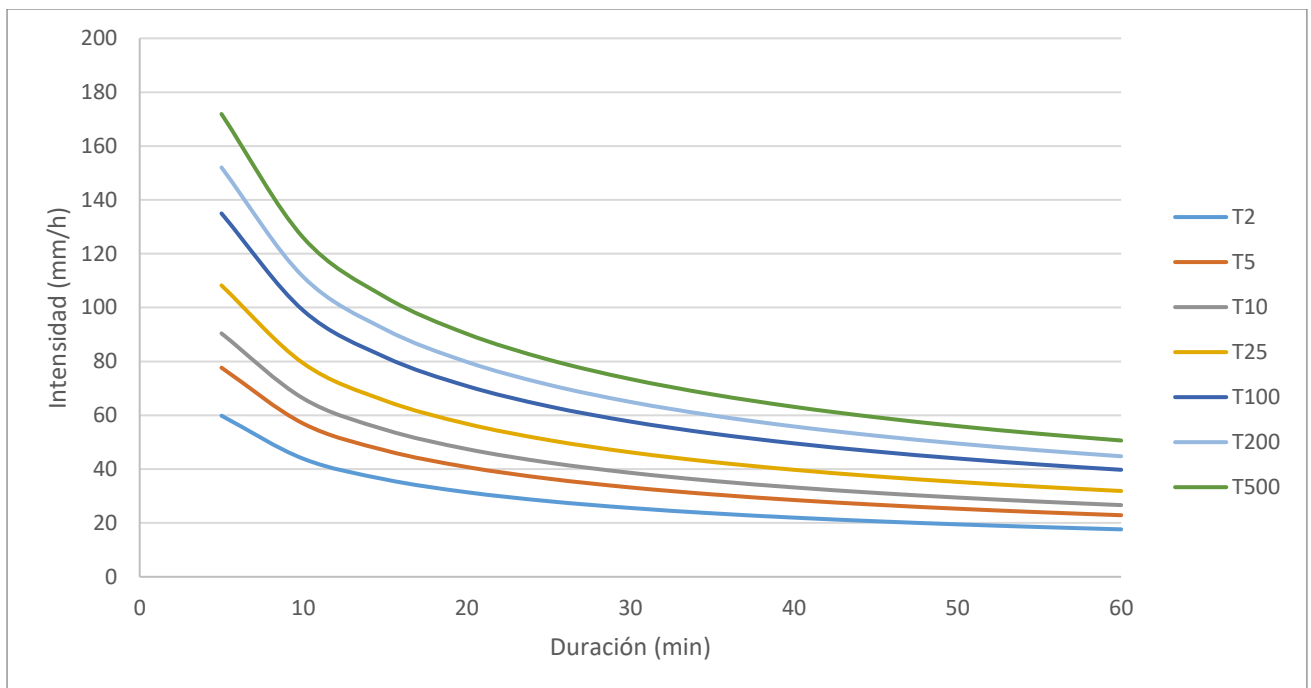


Figura 12. Curva IDF del Arroyo Perdices 2.

**a) Arroyo Santa Bárbara**

Frecuencia Años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
T2	59,85	43,85	36,18	31,42	28,08	25,57	23,59	21,98	20,63	19,49	18,49	17,63
T5	77,67	56,91	46,96	40,78	36,44	33,19	30,62	28,53	26,78	25,29	24,00	22,88
T10	90,41	66,24	54,66	47,46	42,42	38,63	35,64	33,20	31,17	29,44	27,94	26,63
T25	108,23	79,30	65,44	56,82	50,78	46,24	42,66	39,75	37,31	35,24	33,45	31,88
T50	121,92	89,33	73,71	64,01	57,21	52,09	48,06	44,78	42,03	39,70	37,68	35,91
T100	134,97	98,89	81,60	70,86	63,33	57,67	53,21	49,57	46,53	43,95	41,71	39,75
T200	152,04	111,40	91,92	79,82	71,33	64,96	59,93	55,84	52,42	49,50	46,98	44,78
T500	171,90	125,95	103,93	90,24	80,66	73,44	67,76	63,13	59,26	55,97	53,12	50,63

Tabla 7. Curva IDF del Arroyo Santa Bárbara.

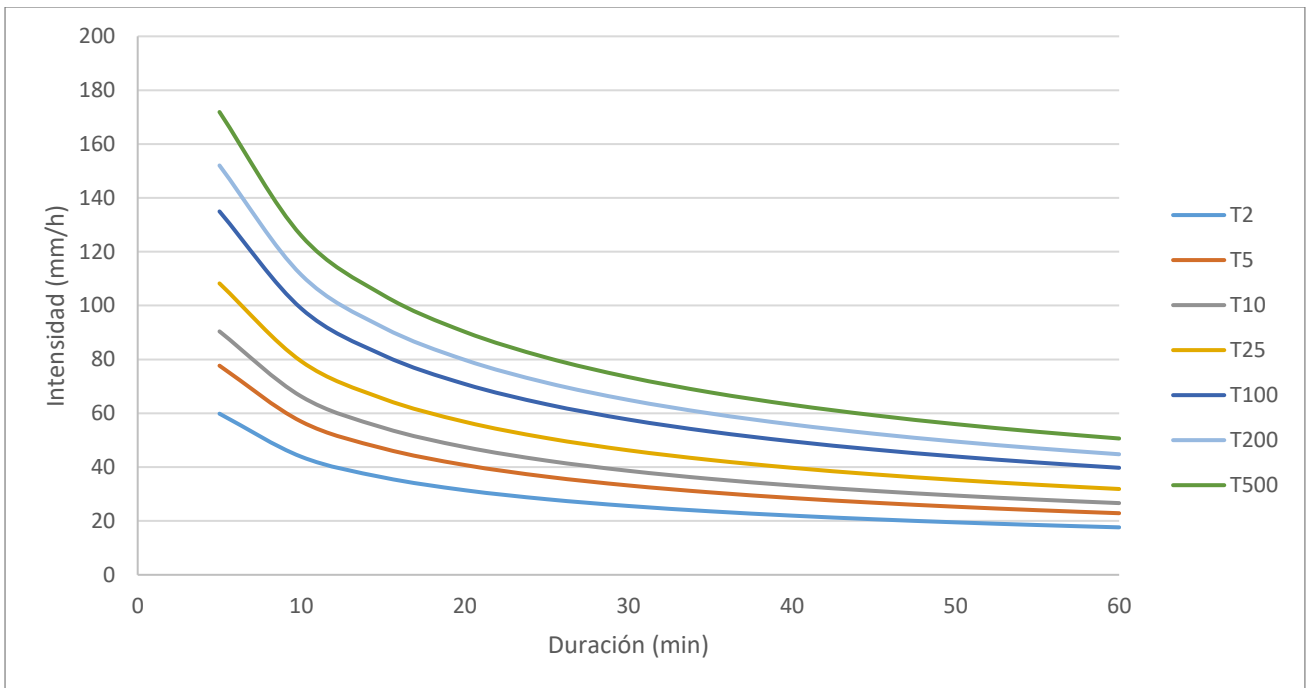




Figura 13. Curva IDF del Arroyo Santa Bárbara.



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 24	Of 81		

➤ **Arroyo S/N**

Frecuencia Años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
T2	59,85	43,85	36,18	31,42	28,08	25,57	23,59	21,98	20,63	19,49	18,49	17,63
T5	77,67	56,91	46,96	40,78	36,44	33,19	30,62	28,53	26,78	25,29	24,00	22,88
T10	90,41	66,24	54,66	47,46	42,42	38,63	35,64	33,20	31,17	29,44	27,94	26,63
T25	108,23	79,30	65,44	56,82	50,78	46,24	42,66	39,75	37,31	35,24	33,45	31,88
T50	121,92	89,33	73,71	64,01	57,21	52,09	48,06	44,78	42,03	39,70	37,68	35,91
T100	134,97	98,89	81,60	70,86	63,33	57,67	53,21	49,57	46,53	43,95	41,71	39,75
T200	152,04	111,40	91,92	79,82	71,33	64,96	59,93	55,84	52,42	49,50	46,98	44,78
T500	171,90	125,95	103,93	90,24	80,66	73,44	67,76	63,13	59,26	55,97	53,12	50,63

Tabla 8. Curva IDF del Arroyo S/N.

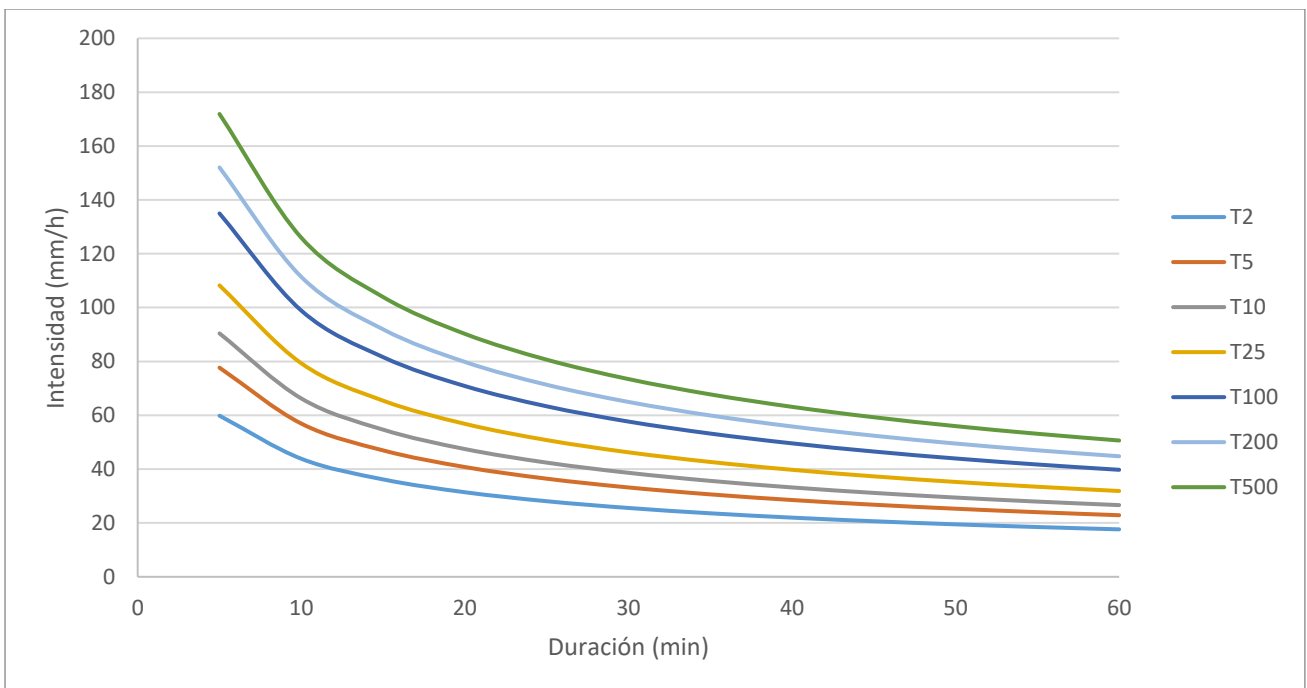




Figura 14. Curva IDF del Arroyo S/N.

Comparando las curvas IDF de las cinco cuencas, la que mayor intensidad presenta es la correspondiente a las cuencas de los Arroyos Perdices 2, Santa Bárbara y S/N. No obstante, las curvas utilizadas para el posterior cálculo, serán las correspondientes al Arroyo Grande, debido a que la variación de intensidad con las curvas IDF de las demás cuencas es pequeña y el área es superior, por lo que es la que mayor representación tiene.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 25	Of 81		

## 10 HIETOGRAMAS O TORMENTA DE PROYECTO

Para la obtención de los hietogramas o tormenta de proyecto es necesario fijar la duración (D) de la lluvia y el incremento de tiempo ( $\Delta t$ ) utilizado para la discretización del hietograma.

La duración de la lluvia podría obtenerse a partir de un análisis estadístico de las tormentas de la zona y reflejar un valor característico para un aguacero completo, condicionado por el clima de la zona, y no por el tamaño de la cuenca objeto de estudio. En este caso, al no disponer de estos datos, se ha establecido la duración de la tormenta igual al tiempo de concentración, incrementando éste en un determinado porcentaje por motivos de seguridad.

Por otra parte, el incremento de tiempo a considerar en la discretización de las lluvias está relacionado con el tiempo de respuesta de la cuenca y suelen ser suficientes valores inferiores al 20% del tiempo de concentración ( $T_c$ ).

Para el cálculo de los hietogramas se ha tomado la cuenca del Arroyo Grande, debido a que representa una mayor área. El tiempo de concentración para esta cuenca es de 2,20 horas tal como se muestra en la siguiente tabla:

Cauce	Cuenca	Cota máx	Cota min	Long (km)	Área (Km <sup>2</sup> )	Tiempo de Concentración (T <sub>c</sub> ) (Horas)
Arroyo Grande	1	638,233	569,849	4,761	10,536	2,20

Tabla 9. Tiempo de concentración de la cuenca del Arroyo Grande.

Se ha optado por utilizar una discretización del hietograma de 5 minutos que cumple el requerimiento de ser inferior a  $0,20 \times T_c$  y por tratarse de una discretización temporal adecuada para su empleo en el modelo hidrológico distribuido que se ha realizado.

Haciendo uso de los valores de la precipitación máxima diaria para cada periodo de retorno, del factor regional de torrencialidad, del intervalo de discretización temporal y de la duración, justificados anteriormente, y haciendo uso de la metodología de obtención del hietograma sintético o tormenta de proyecto denominado método de los bloques alternados, se procede a confeccionar las tormentas de proyecto que alimentarán el modelo hidrológico distribuido utilizado, para cada periodo de retorno.

El valor que se obtiene de precipitación mediante los hietogramas no es la precipitación neta, este valor obtenido es el valor total sin descontar las pérdidas por infiltración, evapotranspiración, etc.

De cara a la caracterización de la tormenta de proyecto, se ha establecido que su duración es igual al tiempo de concentración mayorado un 20% para estar del lado de la seguridad.

TORMENTA DE PROYECTO 10 AÑOS				
Duración de la tormenta (h)		2,67	160 min	
Intensidad de lluvia (mm/h)		13,99		
Precipitación en 24 horas (mm)		37,32		
Intervalos de tiempo (min)		5		
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)
5	84,24	7,02	7,02	84,24
10	61,72	10,29	3,27	39,20
15	50,93	12,73	2,45	29,35
20	44,23	14,74	2,01	24,11
25	39,53	16,47	1,73	20,73
30	35,99	18,00	1,53	18,32
35	33,21	19,37	1,37	16,50
40	30,94	20,63	1,25	15,06
45	29,04	21,78	1,16	13,88
50	27,43	22,86	1,08	12,90
55	26,03	23,86	1,01	12,07
60	24,81	24,81	0,95	11,35
65	23,73	25,70	0,89	10,73
70	22,76	26,55	0,85	10,17
75	21,89	27,36	0,81	9,68
80	21,10	28,13	0,77	9,24
85	20,37	28,86	0,74	8,84
90	19,71	29,57	0,71	8,48
95	19,11	30,25	0,68	8,15
100	18,54	30,90	0,65	7,84
105	18,02	31,53	0,63	7,56
110	17,53	32,14	0,61	7,31
115	17,08	32,73	0,59	7,07
120	16,65	33,30	0,57	6,84
125	16,25	33,85	0,55	6,63
130	15,87	34,39	0,54	6,44
135	15,52	34,91	0,52	6,25
140	15,18	35,42	0,51	6,08
145	14,86	35,91	0,49	5,92
150	14,56	36,39	0,48	5,77
155	14,27	36,86	0,47	5,62
160	13,99	37,32	0,46	5,48

Tabla 10. Cálculo del hietograma de bloques alternos para T = 10 años.

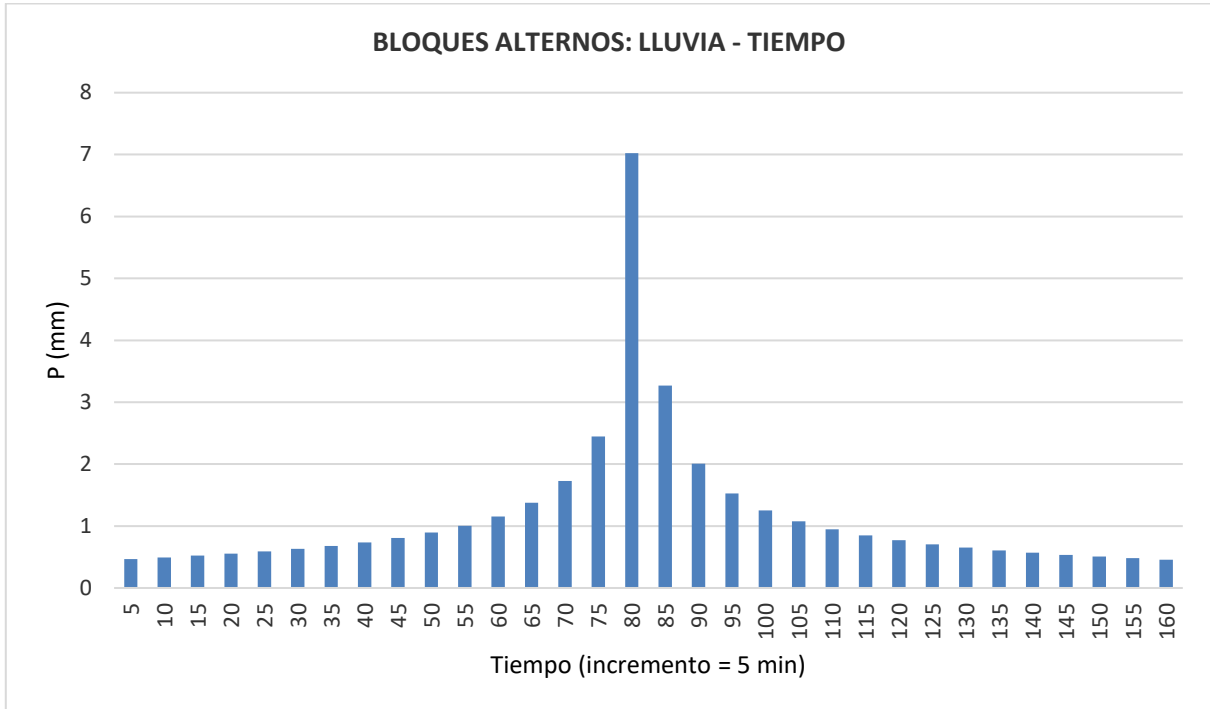


Figura 15. Representación lluvia-tiempo para T = 10 años.

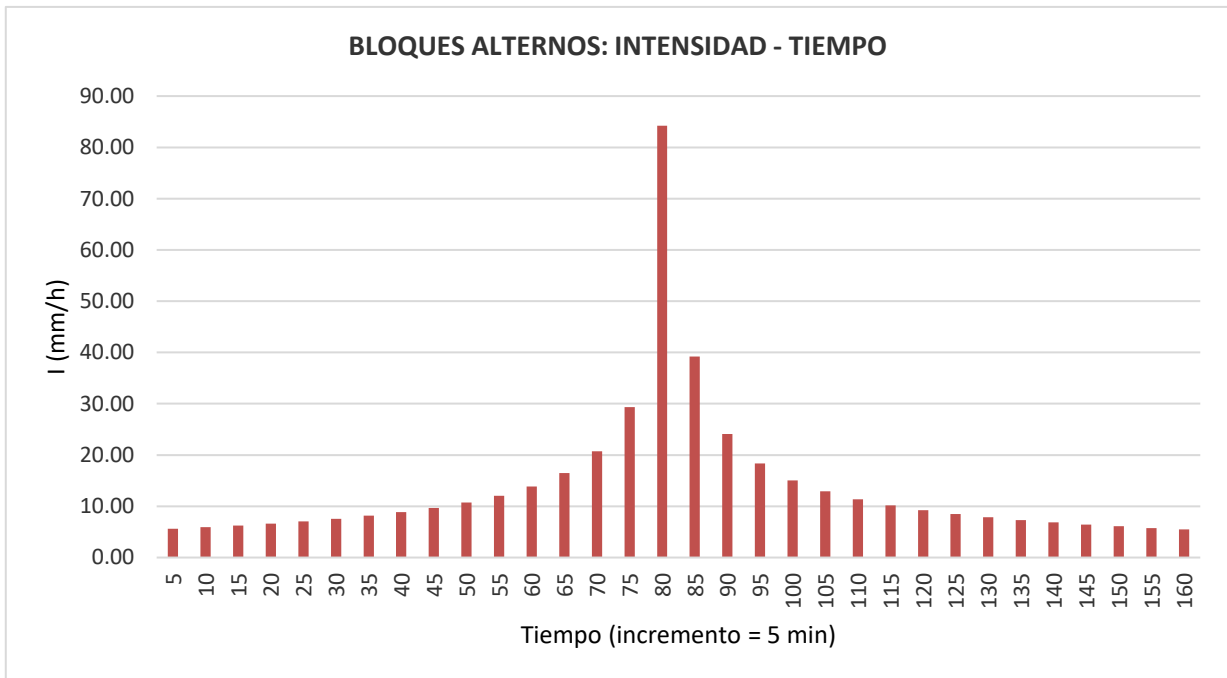


Figura 16. Hietograma de bloques alternos para T = 10 años.

TORMENTA DE PROYECTO 100 AÑOS				
Duración de la tormenta (h)		2,67	160 min	
Intensidad de lluvia (mm/h)		20,89		
Precipitación en 24 horas (mm)		55,71		
Intervalos de tiempo (min)		5		
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)
5	125,77	10,48	10,48	125,77
10	92,15	15,36	4,88	58,53
15	76,04	19,01	3,65	43,81
20	66,03	22,01	3,00	35,99
25	59,01	24,59	2,58	30,95
30	53,74	26,87	2,28	27,36
35	49,58	28,92	2,05	24,63
40	46,19	30,79	1,87	22,48
45	43,36	32,52	1,73	20,73
50	40,95	34,13	1,61	19,26
55	38,87	35,63	1,50	18,02
60	37,04	37,04	1,41	16,95
65	35,42	38,37	1,33	16,01
70	33,98	39,64	1,27	15,19
75	32,68	40,84	1,20	14,45
80	31,50	41,99	1,15	13,79
85	30,42	43,09	1,10	13,20
90	29,43	44,15	1,05	12,66
95	28,52	45,16	1,01	12,16
100	27,68	46,14	0,98	11,71
105	26,90	47,08	0,94	11,29
110	26,17	47,99	0,91	10,91
115	25,50	48,87	0,88	10,55
120	24,86	49,72	0,85	10,21
125	24,26	50,54	0,83	9,90
130	23,70	51,34	0,80	9,61
135	23,17	52,12	0,78	9,34
140	22,66	52,88	0,76	9,08
145	22,19	53,62	0,74	8,84
150	21,73	54,33	0,72	8,61
155	21,30	55,03	0,70	8,39
160	20,89	55,71	0,68	8,19

Tabla 11. Cálculo del hietograma de bloques alternos para T = 100 años.

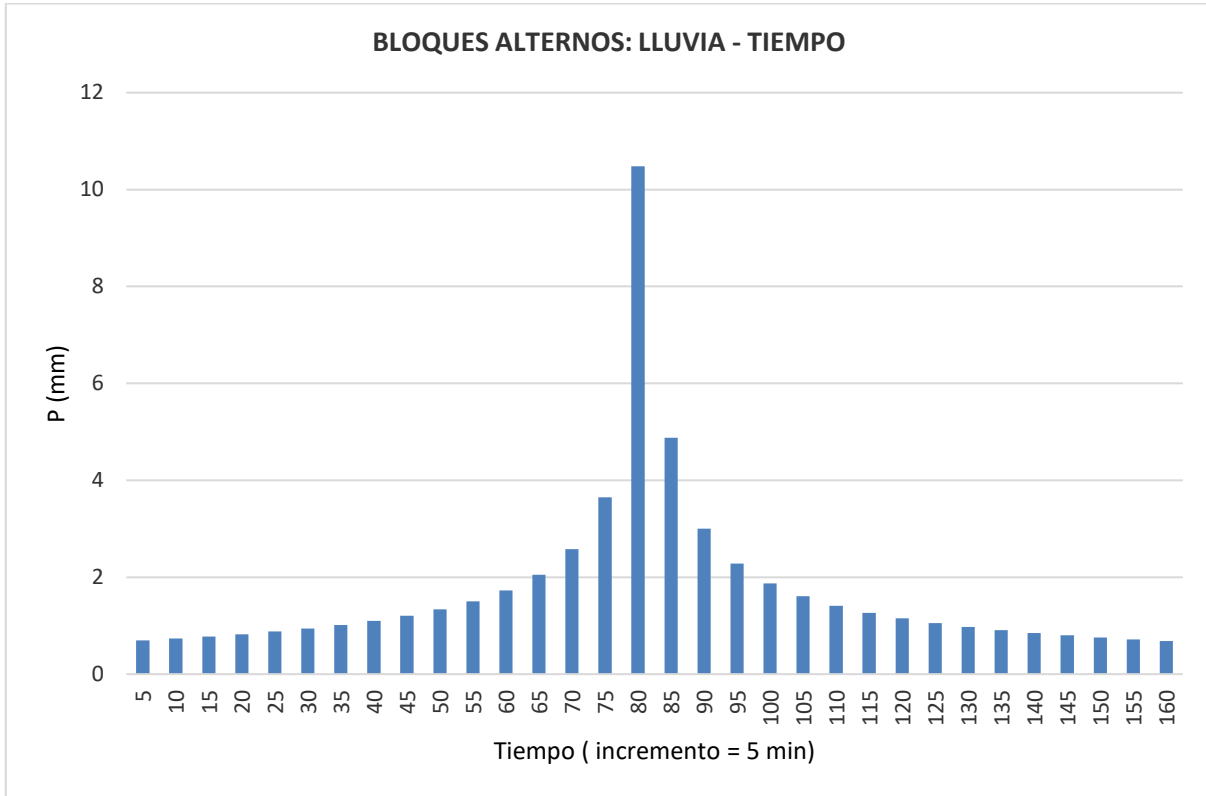


Figura 17. Representación lluvia-tiempo para T = 100 años.

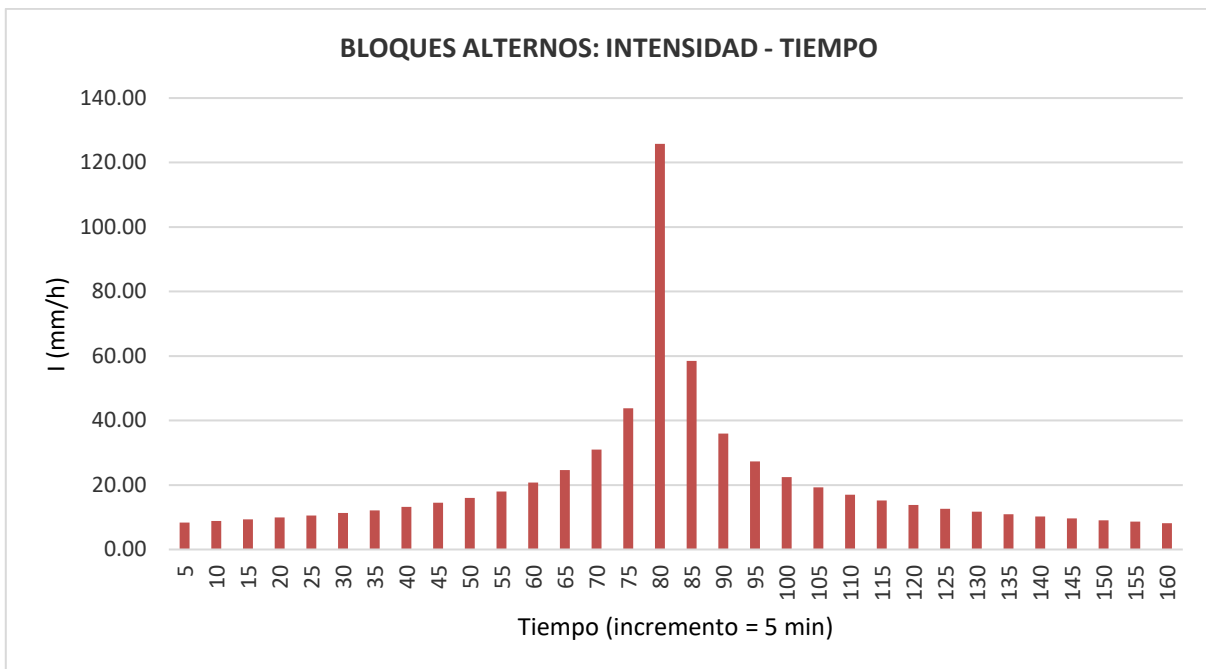




Figura 18. Hietograma de bloques alternos para T = 100 años.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	30	Of

## 11 CÁLCULO DE LOS CAUDALES

Con los datos geométricos de cada arroyo y con la precipitación asociada a cada periodo de retorno se ha aplicado el Método Racional Modificado para transformar la lluvia en caudal.

El Método Racional Modificado se encuentra regulado en la *Norma 5.2 IC de Drenaje Superficial*. De acuerdo a este método, el caudal máximo anual correspondiente a un periodo de retorno  $T$ , se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

- $Q_T$  ( $m^3/s$ ): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$  ( $mm/h$ ): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado  $T$ , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca.
- $A$  ( $km^2$ ): Área de la cuenca o superficie considerada.
- $K_t$  (*adimensional*): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
- $C$  (*adimensional*): Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

$$\circ \text{ Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\circ \text{ Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

- $P_d \rightarrow$  (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno  $T$  considerado.
- $K_A \rightarrow$  (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
- $P_0 \rightarrow$  (mm): Umbral de escorrentía.

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

$P_0 \rightarrow$  (mm): Umbral de escorrentía

$P_0^i \rightarrow$  (mm): Valor inicial del umbral de escorrentía.

$\beta \rightarrow$  (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

- **Valor inicial del umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )** → El valor inicial del umbral de escorrentía  $P_0^i$ , se determinará como se refiere a continuación, a partir de las tablas 2.3 de la Instrucción 5.2-IC dadas las características de las cuencas del presente proyecto.

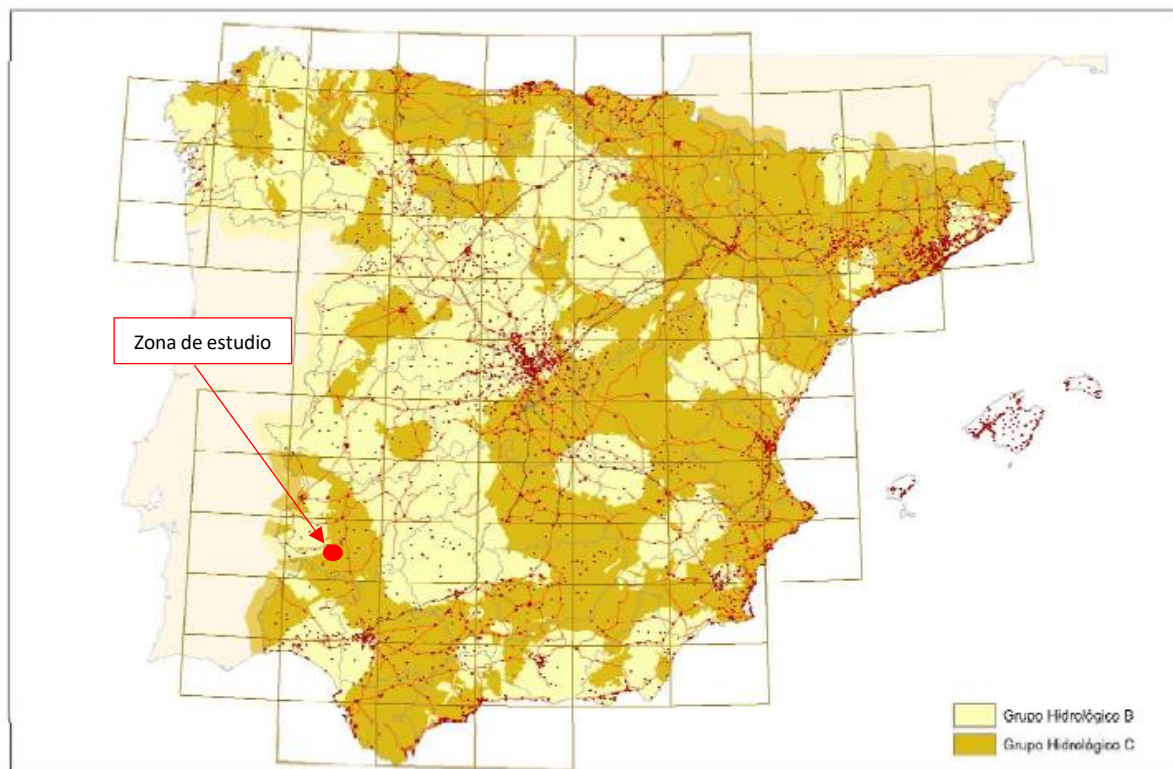




Figura 19. Mapa de grupos hidrológicos de suelo.

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Figura 20. Grupos hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía. Tabla 2.4 de la Instrucción 5.2-1.C.



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 32	Of 81		

Según la Figura 19 Mapa de grupos hidrológicos de suelos, la zona de estudio se encuadra en suelos del Grupo de suelo C.

<b>Suelo Grupo</b>	<b>C</b>
--------------------	----------

Tabla 12. Grupo de suelo.

En cuanto al uso del suelo, a efecto del cálculo del valor inicial del umbral de escorrentía  $P_0^i$  en la tabla 2.3 de la Instrucción 5.2-IC, la cuenca de la zona corresponde al siguiente grupo:

Poi		
Código	Tipo	Coef
12110	Zonas industriales	7
21100	Tierras de labor de secano	14
11100	Tejido urbano discontinuo	1
31100	Frondosas	31
22300	Olivares	19
24400	Sistemas agroforestales	17
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	13
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	13

Tabla 13. Valores iniciales del umbral de escorrentía.

Para la determinación del uso del suelo se ha utilizado la clasificación según SIOSE, como se muestra en la siguiente imagen:

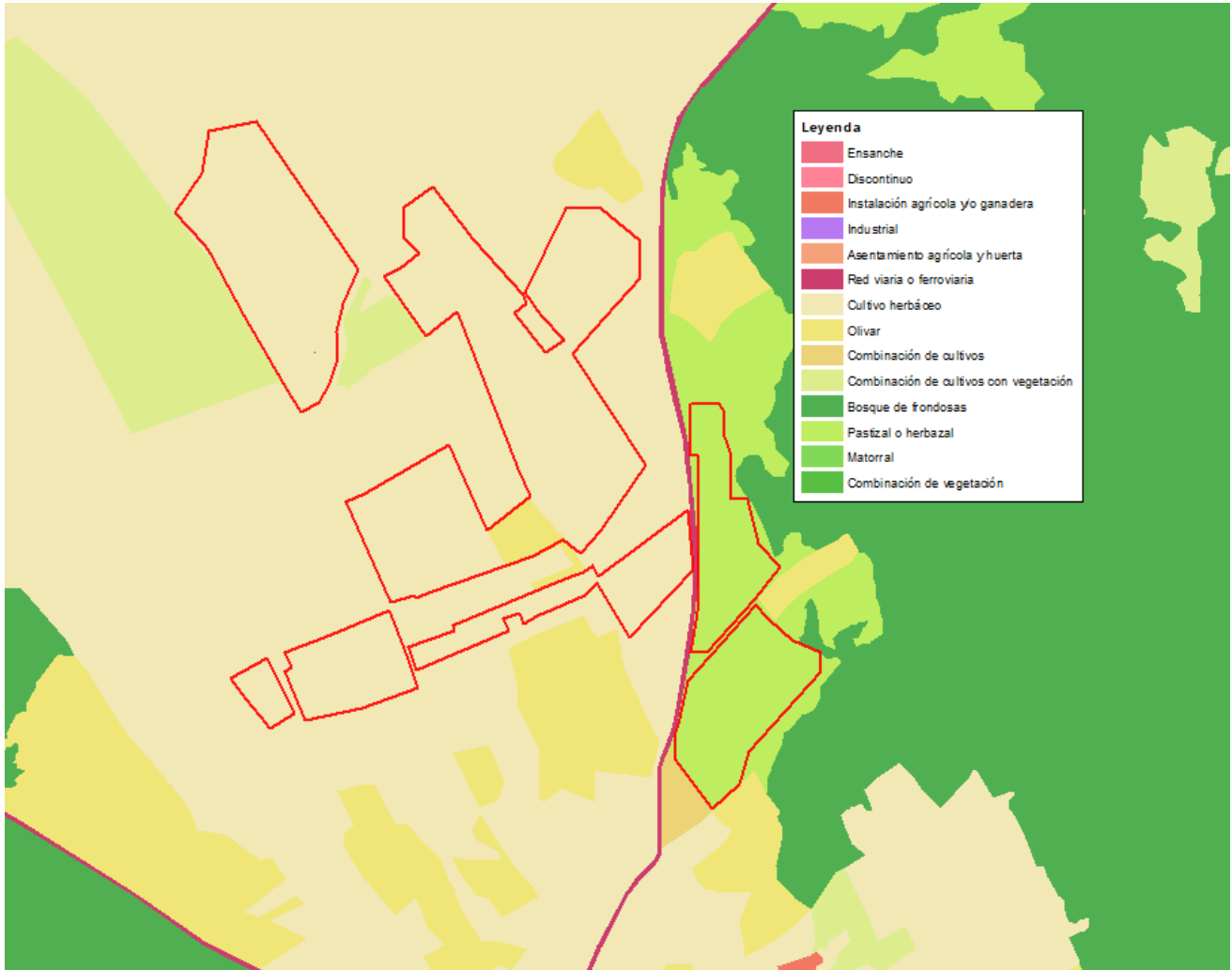


Figura 21. Clasificación del suelo según el uso. Fuente SIOSE.

- **Índice de torrencialidad ( $\frac{I_1}{I_d}$ )** → que expresa la relación entre la intensidad media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura siguiente:

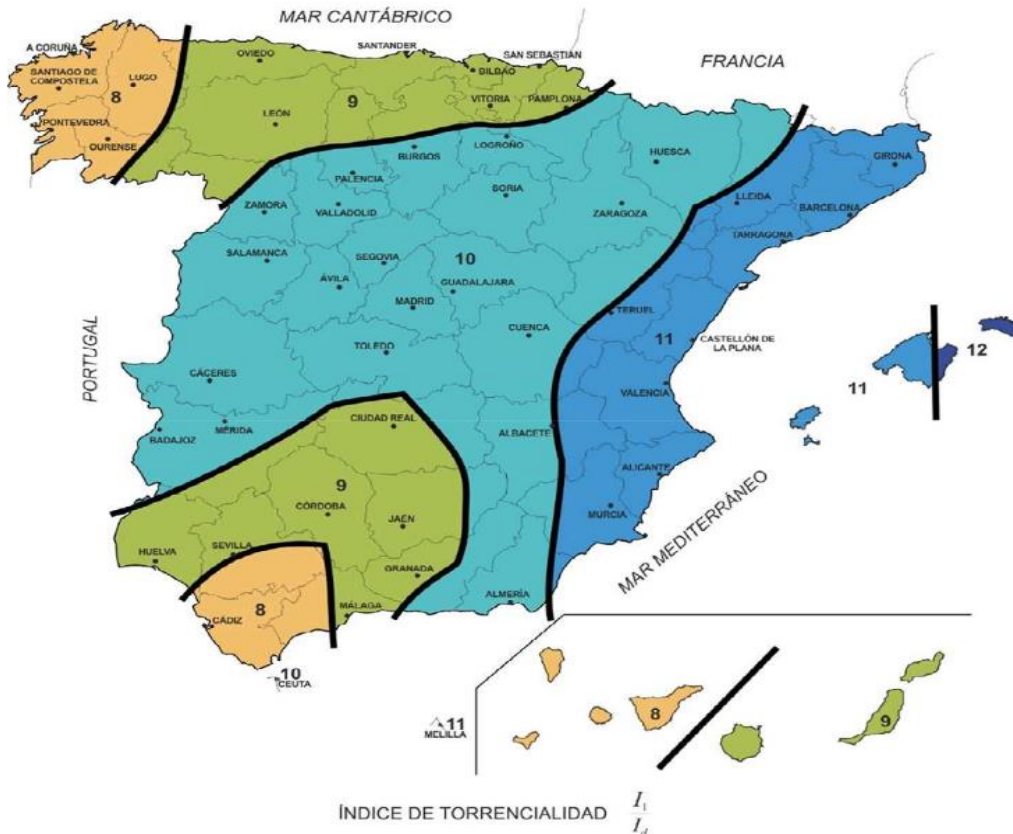


Figura 22. Mapa del índice de torrencialidad.

El índice de torrencialidad en este caso es:

$$\frac{I_1}{I_d} = 9$$

- **Región.** En la siguiente figura se representan las distintas regiones de la península, la cuales nos permitirán obtener el coeficiente corrector del umbral de escorrentía.



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	35	Of



Figura 23. Regiones para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

La región para según la localización de la planta solar fotovoltaica es:


**Región: 512**

Posteriormente, se obtiene el caudal asociado a cada periodo de retorno de cada uno de los arroyos, los cuales son los que se recogen en la siguiente tabla. En el *Anexo II* se recoge el cálculo con todos los parámetros intermedios para cada uno de los cauces.

Periodo de retorno	Arroyo Grande	Arroyo Perdices	Arroyo Perdices 2	Arroyo Santa Bárbara	Arroyo S/N
T2	12,45	6,16	1,37	3,41	2,93
T5	20,33	9,95	2,08	5,29	4,44
T10	26,53	12,91	2,61	6,73	5,57
T25	35,79	17,30	3,37	8,84	7,21
T50	43,26	20,83	3,97	10,51	8,49
T100	50,59	24,29	4,55	12,12	9,73
T200	60,42	28,90	5,30	14,26	9,29
T500	72,12	34,39	6,19	16,78	13,26

Tabla 14. Caudales de cada arroyo asociados a los distintos periodos de retorno en m<sup>3</sup>/s.

Estos caudales se han obtenido con la finalidad de modelizar la inundación que producen los arroyos de marcados por CHG sobre la planta en cuestión.

	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 36	Of 81		

## 12 ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

En este apartado, se han estudiado, de forma independiente, la inundación producida por los arroyos de CHG y por los flujos de escorrentía que se generan en el interior del área ocupada por la planta fotovoltaica.

### 12.1 INUNDACIÓN PRODUCIDA POR LOS ARROYOS MARCADOS POR CHG

Para poder realizar el estudio de inundabilidad se ha partido de un MDT obtenido del centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica.

Posteriormente, se ha procedido a introducir el MDT junto a los datos iniciales y las condiciones de contorno para proceder a la modelización hidráulica, realizada en este caso con Iber.

#### 12.1.1 OROGRAFÍA DEL TERRENO Y TOPOGRAFÍA EMPLEADA

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, la orografía del terreno se ha obtenido a partir del centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica. La zona objeto de este estudio se encuentra en las hojas N° 0875 y 0896.

Una vez descargado el MDT con paso de malla de 5m, se ha transformado en formato ASCII con el programa ArcGis para poder trabajar con este modelo en el software de modelización hidráulica (Iber).

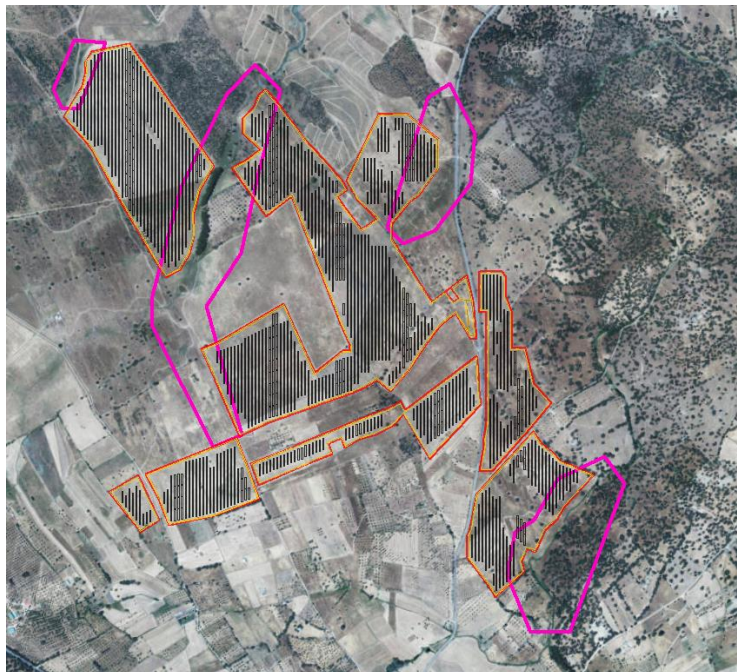



Figura 24. Orografía del terreno sobre ortofoto en ArcGis y delimitación del área utilizada en la modelización.

	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	37	Of

Una vez en formato *Ascii*, el MDT se ha utilizado para crear la geometría de estudio y, a partir de esta, se ha generado una malla regular con un elemento por superficie, la cual servirá como base del terreno para realizar el cálculo del flujo.

Con el objetivo de optimizar los tiempos del cálculo, se ha recortado el MDT ajustándose a la zona de estudio.

### 12.1.2 CONDICIONES DE CONTORNO

Una vez en el entorno de trabajo de *Iber*, se han definido las condiciones de contorno de entrada y de salida.

La condición de contorno de entrada establecida, en este caso, ha sido la del caudal asociado a cada periodo de retorno en régimen Crítico/subcrítico (Tabla 14). Para ello, se ha definido un hidrograma constante en el que el caudal no varía con el tiempo y su valor es asociado al periodo de retorno correspondiente. Estas condiciones han sido asignadas en la parte situada más aguas arriba de la zona de estudio.

En cuanto a las condiciones de contorno de salida, se ha establecido la condición del flujo supercrítico/crítico. Ésta se ha asignado a la parte situada más agua abajo de los cauces estudiados.

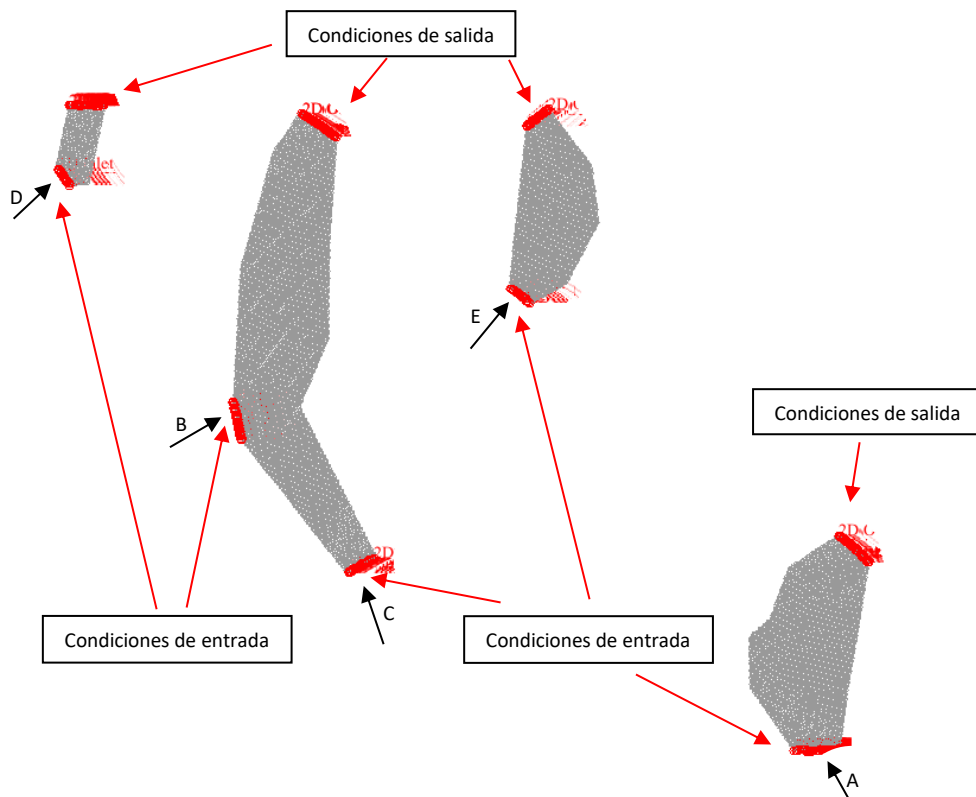




Figura 25. Asignación de las condiciones de contorno).

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 38	Of 81		

En la siguiente tabla se representan los caudales asociados a las condiciones de entradas para los distintos periodos de retorno simulados.

#### CONDICIONES DE CONTORNO (m<sup>3</sup>/s)

T (años)	A <sub>Arroyo Grande</sub>	B <sub>Arroyo Perdices</sub>	C <sub>Arroyo Perdices 2</sub>	D <sub>Arroyo Santa Bárbara</sub>	E <sub>Arroyo S/N</sub>
10	26,53	12,91	2,61	6,73	5,57
100	50,59	24,29	4,55	12,12	9,73
500	72,12	34,39	6,19	16,78	13,26

Tabla 15. Caudales asignados en las condiciones de contorno.

### 12.1.3 CONDICIONES INICIALES

Se ha asignado una condición inicial de calado igual a cero en toda la superficie de estudio.

### 12.1.4 RUGOSIDAD

Los coeficientes de Manning que se han asignado para realizar la simulación en el área de estudio han sido de 0,025 en la zona de los cauces y 0,04 en el área restante.

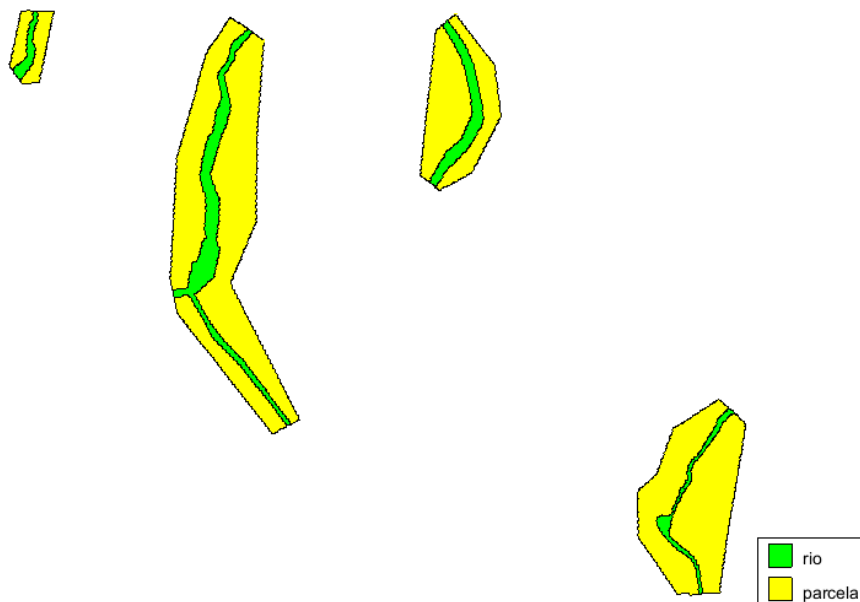


Figura 26. Coeficientes de Manning utilizados.



Los valores asignados para el coeficiente de Manning (rugosidad) se han obtenido de la siguiente tabla.

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<b>A. Natural Streams</b>			
<b>1. Main Channels</b>			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
<b>2. Flood Plains</b>			
a. Pasture no brush	0.025	0.030	0.035
1. Short grass	0.030	0.035	0.050
2. High grass			
b. Cultivated areas	0.020	0.030	0.040
1. No crop	0.025	0.035	0.045
2. Mature row crops	0.030	0.040	0.050
3. Mature field crops			
c. Brush	0.035	0.050	0.070
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.060
2. Light brush and trees, in winter	0.040	0.060	0.080
3. Light brush and trees, in summer	0.045	0.070	0.110
4. Medium to dense brush, in winter	0.070	0.100	0.160
5. Medium to dense brush, in summer			
d. Trees	0.030	0.040	0.050
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.050	0.060	0.080
2. Same as above, but heavy sprouts	0.080	0.100	0.120
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.100	0.120	0.160
4. Same as above, but with flow into branches			
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200

Figura 27. Valores del coeficiente de Manning. Fuente: Manual de usuario de HEC-RAS.

- Zonas de cauce: se han caracterizado como flujo principal limpio, recto, sin piscinas o bancos de arena, cuyo coeficiente de Manning se encuentra entre 0,025 y 0,033, adoptando, para la simulación, 0,025.
- Superficie de la planta solar: caracterizada como llanura de inundación con áreas de cultivo sin cosecha, cuyo coeficiente de Manning oscila entre 0,020 y 0,040, adoptando, para la simulación, 0,040.



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	40	Of

### 12.1.5 CÁLCULO HIDRÁULICO

Para llevar a cabo la simulación, y una vez asignados todos los valores, es necesario mallar la superficie. Como ya se ha mencionado anteriormente, se ha optado por generar una malla estructurada con un elemento por superficie.

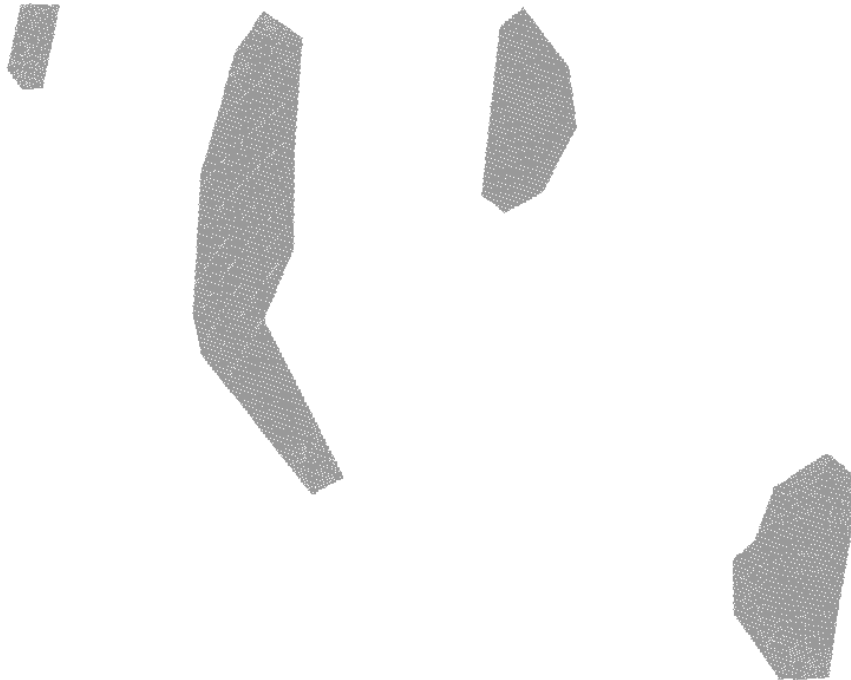




Figura 28. Malla generada para el cálculo de cada uno de los arroyos.

Con la malla generada, se han establecido las condiciones de la simulación con un intervalo de resultados de 60 segundos y un tiempo total de la simulación de 3000 segundos (50 minutos), tiempo más que suficiente para que el caudal asignado a cada periodo de retorno, recurra todo el cauce de la zona de estudio.

La mayoría de los arroyos del presente estudio tienen un tiempo de concentración menor de 50 minutos, excepto el Arroyo Grande con 132 minutos y el Arroyo de las Perdices con 55; pero, puesto que, solamente se ha simulado un tramo de estos cauces y no su longitud al completo, se ha decidido establecer 50 minutos como tiempo de simulación para todos los cauces con el fin de simplificar el cálculo.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	41	Of

## 12.1.6 RESULTADOS

### 12.1.6.1 INUNDACIÓN ASOCIADA A UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

La inundación producida en la zona de estudio cuando discurre por los cauces un caudal asociado a un periodo de retorno de 10 años es la siguiente:

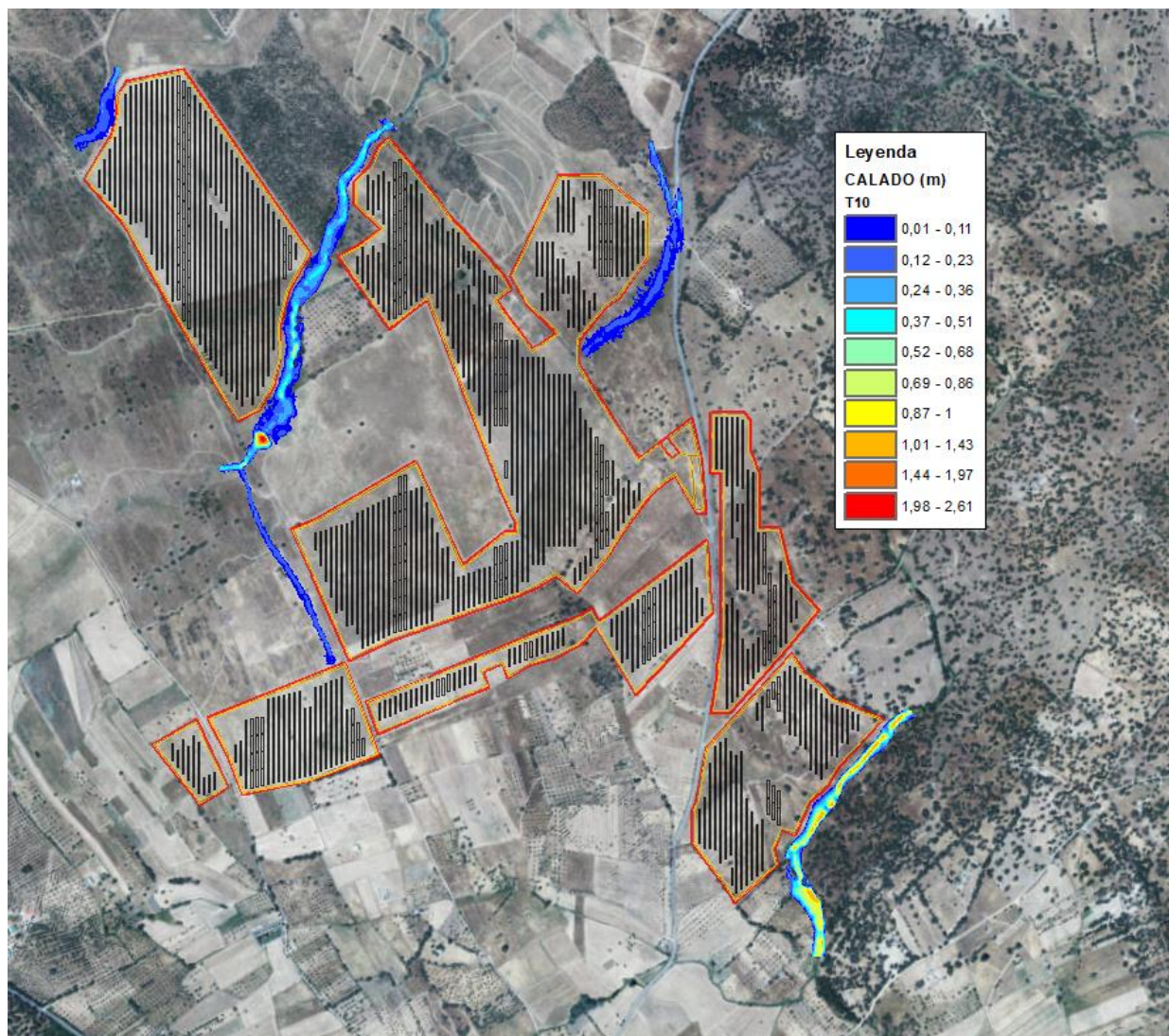


Figura 29. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 10 años

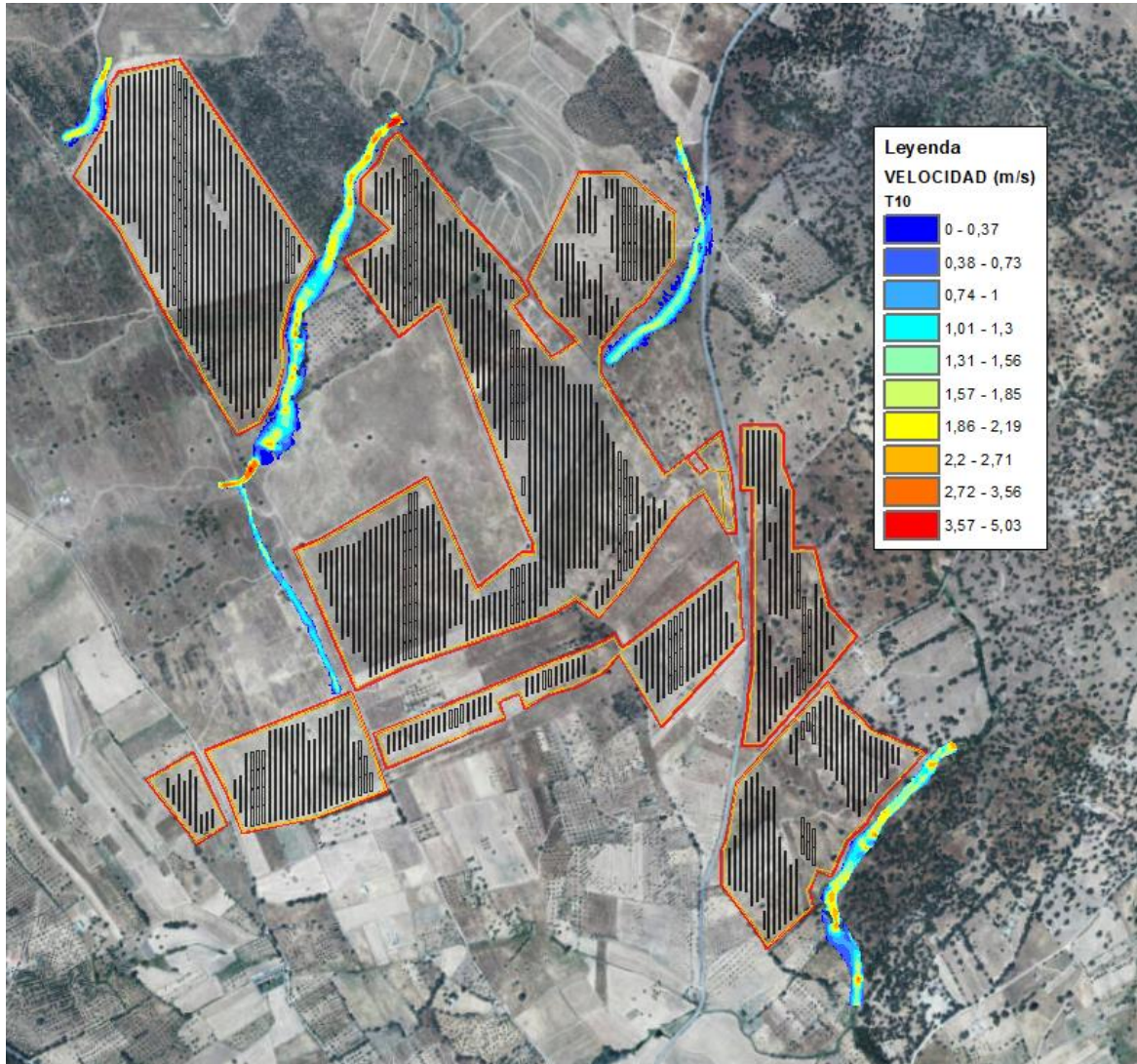



Figura 30. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 10 años

La superficie afectada por la inundación producida por un caudal asociado a un periodo de retorno de 10 años corresponde con la Máxima Crecida Ordinaria, que es la que delimita el Dominio Público Hidráulico, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen:

	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	43	Of

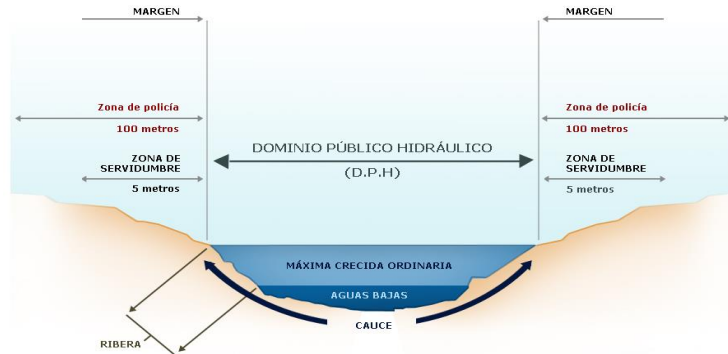


Figura 31. Delimitación de las distintas zonas de protección

Como se puede apreciar en la Figura 29, el recinto de la planta solar fotovoltaica no se encuentre afectado por la Zona de Dominio Público Hidráulico de los arroyos estudiados. Por tanto, ninguno de los seguidores se encuentra dentro del área definida como DPH.

En cuanto a la zona de policía, se ha delimitado la zona que se encuentra desde el límite del DPH hasta 100 metros de distancia. Esta zona es la siguiente:

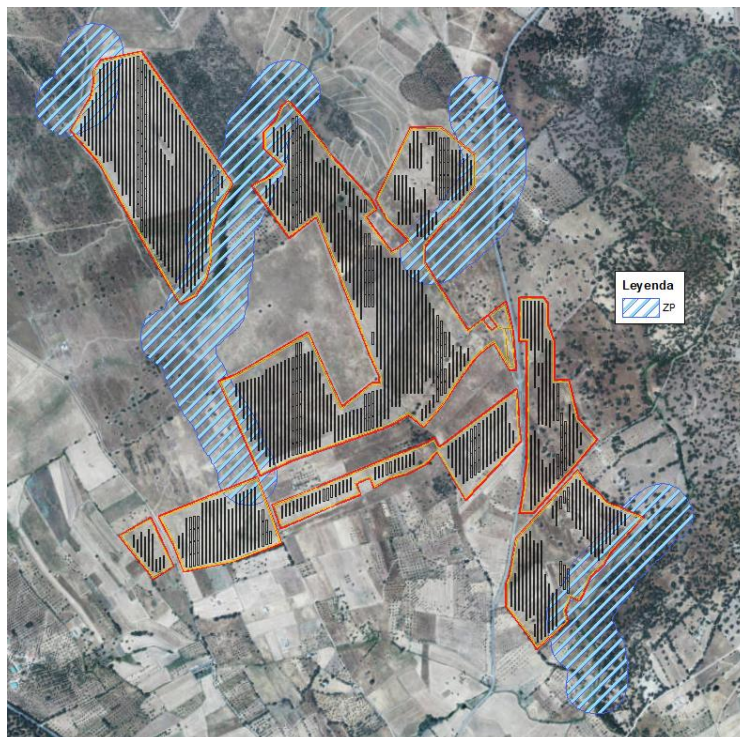




Figura 32. Zona de Policía de los distintos arroyos.

Como se puede observar, tanto el recinto que conforma la planta como alguno de los seguidores se encuentran dentro de la **Zona de Policía de los Arroyos estudiados, incluyendo seguidores**

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 44	Of 81		

### 12.1.6.2 INUNDACIÓN ASOCIADA A UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS

La inundación producida en la zona de estudio cuando discurre por los cauces un caudal asociado a un periodo de retorno de 50 años es el siguiente:

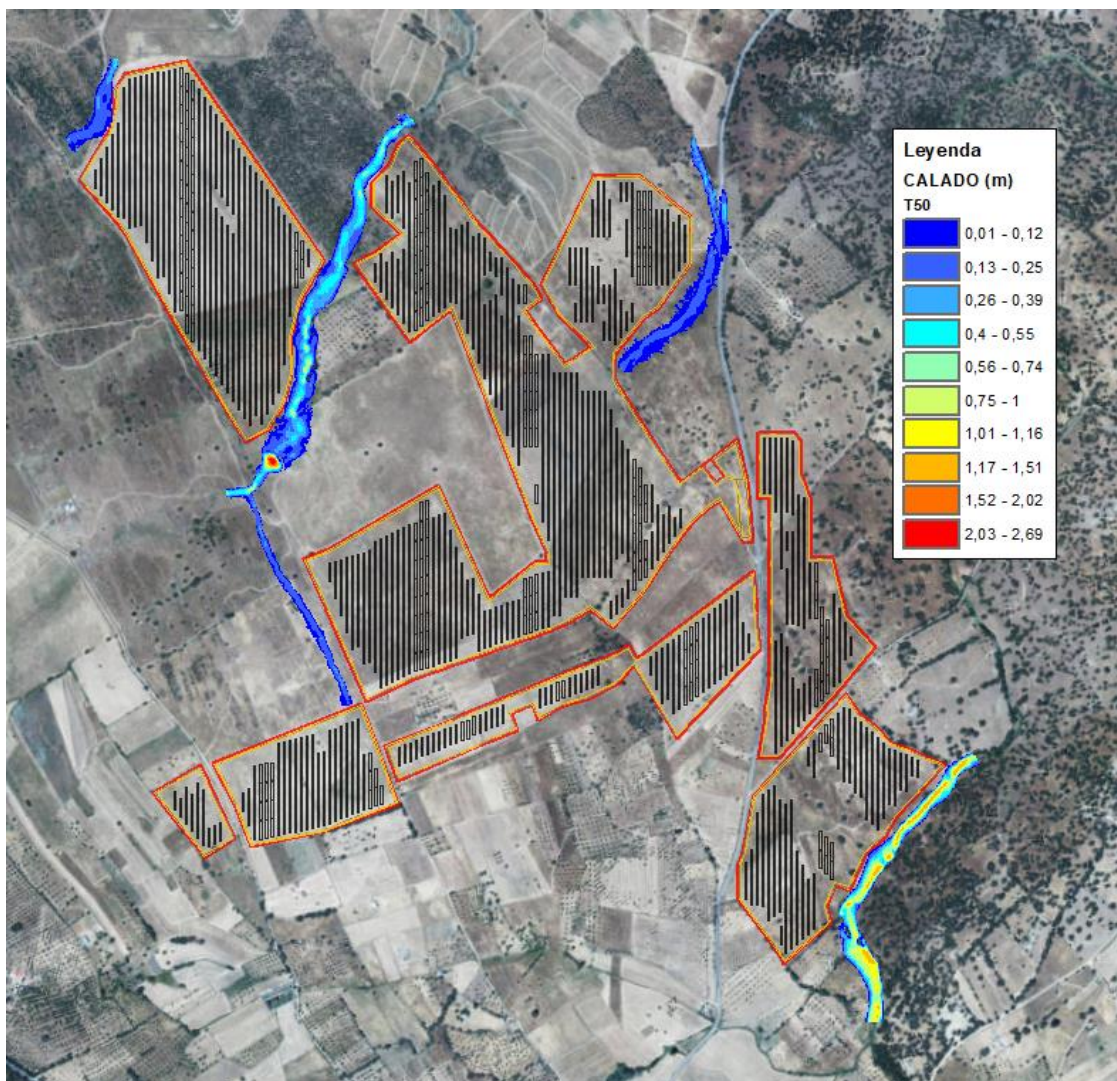


Figura 33. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 50 años.

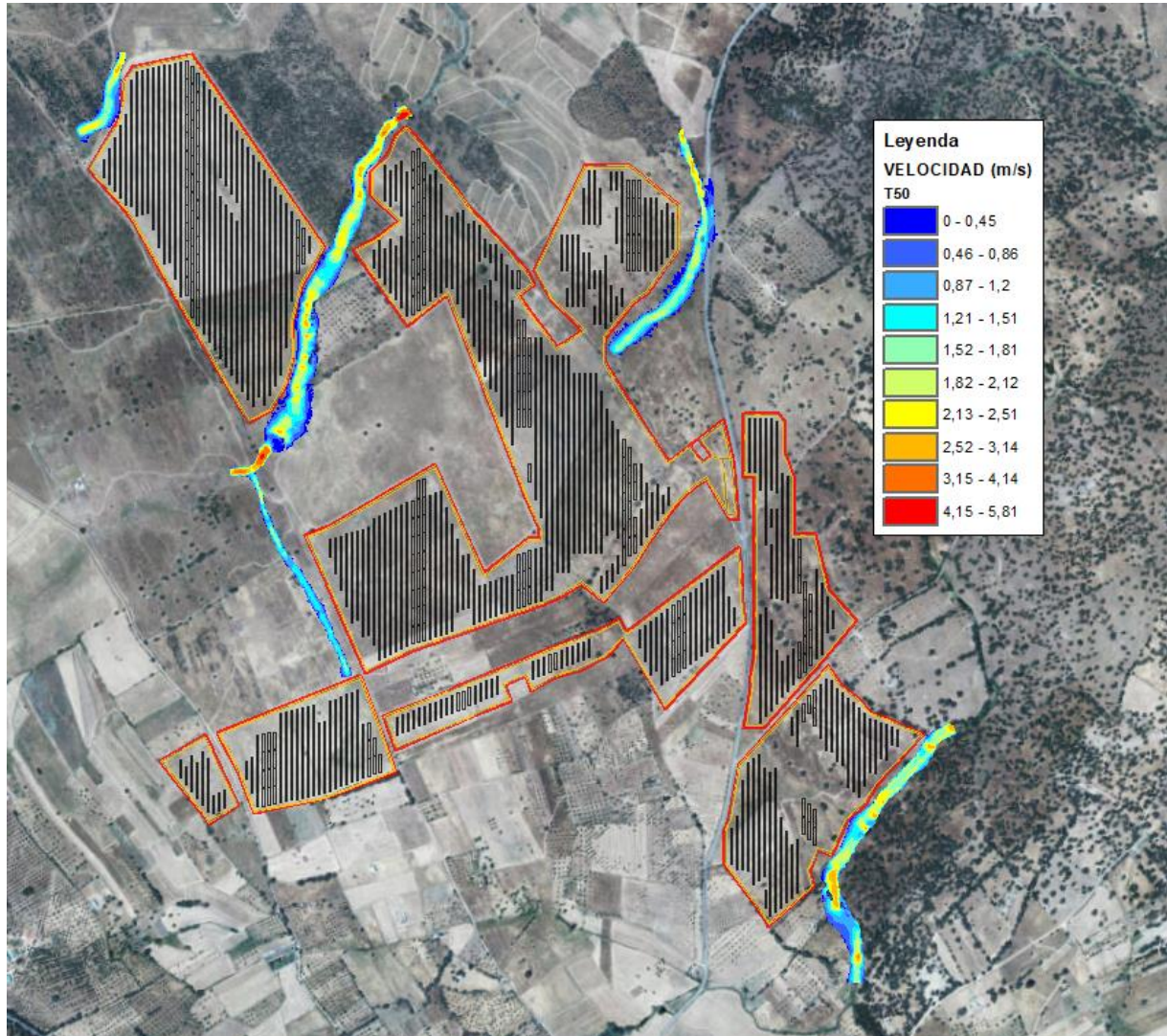


Figura 34. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 50 años

Como se puede apreciar, la planta fotovoltaica se encuentra fuera de la superficie inundada por el caudal calculado para un periodo de retorno de 50 años. **No encontrándose afectado ninguno de los seguidores.**

### 12.1.6.3 INUNDACIÓN ASOCIADA A UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

La inundación producida en la zona de estudio cuando discurre por los cauces un caudal asociado a un periodo de retorno de 100 años es la siguiente:

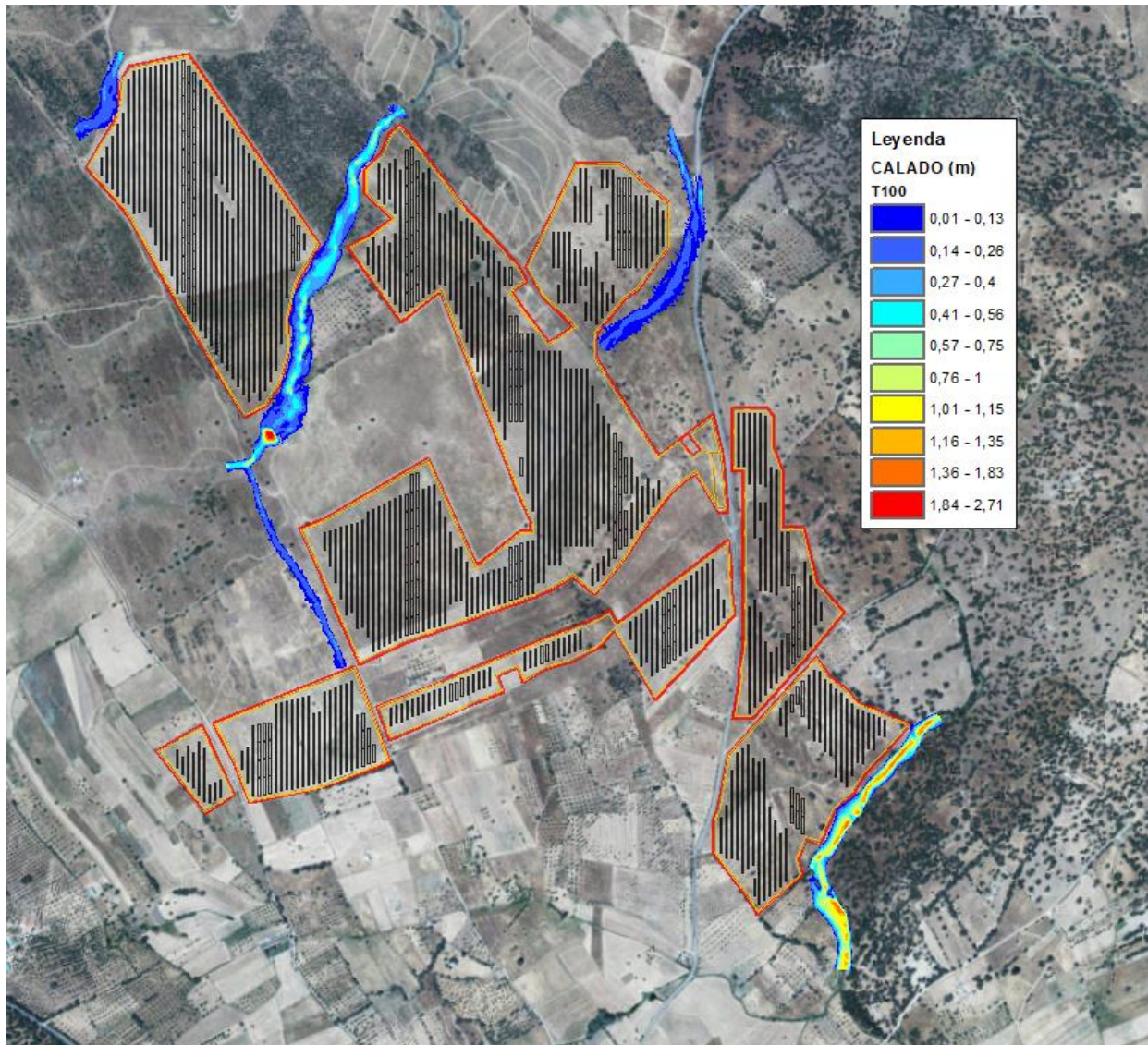


Figura 35. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 100 años

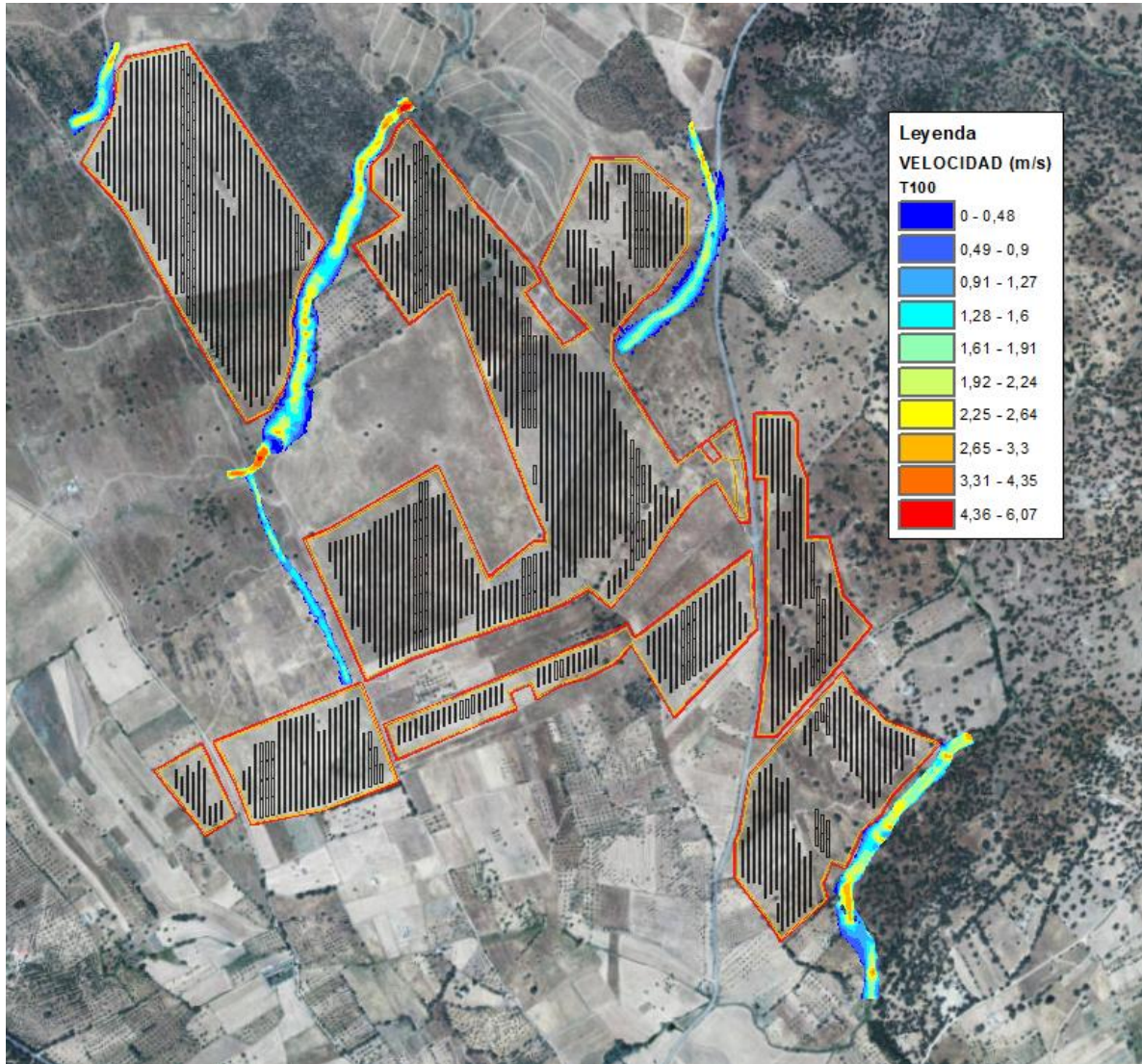




Figura 36. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 100 años

Como se puede apreciar, la planta fotovoltaica se encuentra fuera de la superficie inundada por el caudal calculado para un periodo de retorno de 100 años. **No encontrándose afectado ninguno de los seguidores.**



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:			
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 48	Of 81	

#### 12.1.6.4 INUNDACIÓN ASOCIADA A UN PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS

La inundación producida en la zona de estudio cuando discurre por los cauces un caudal asociado a un periodo de retorno de 200 años es la siguiente:

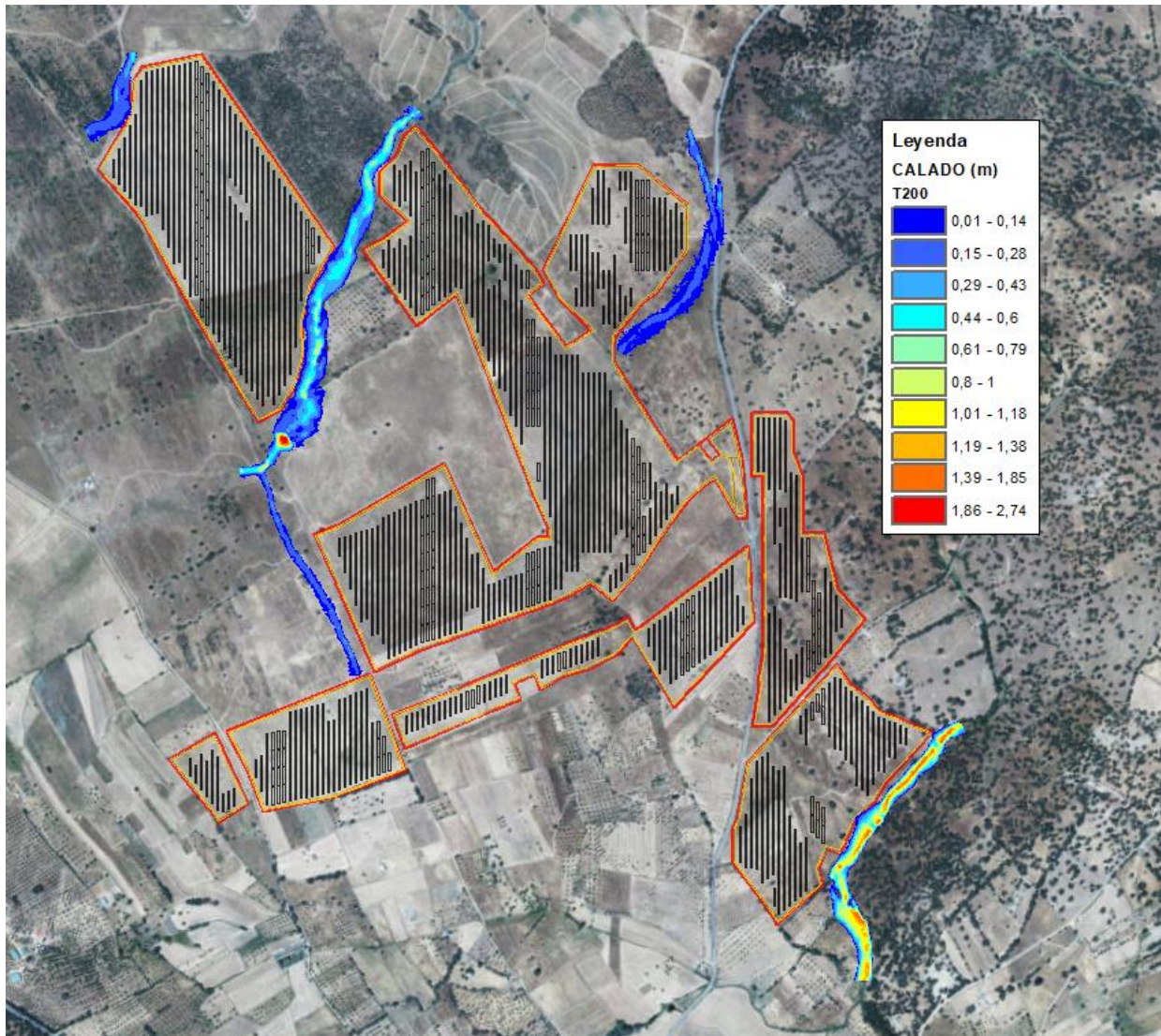


Figura 37. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 200 años.

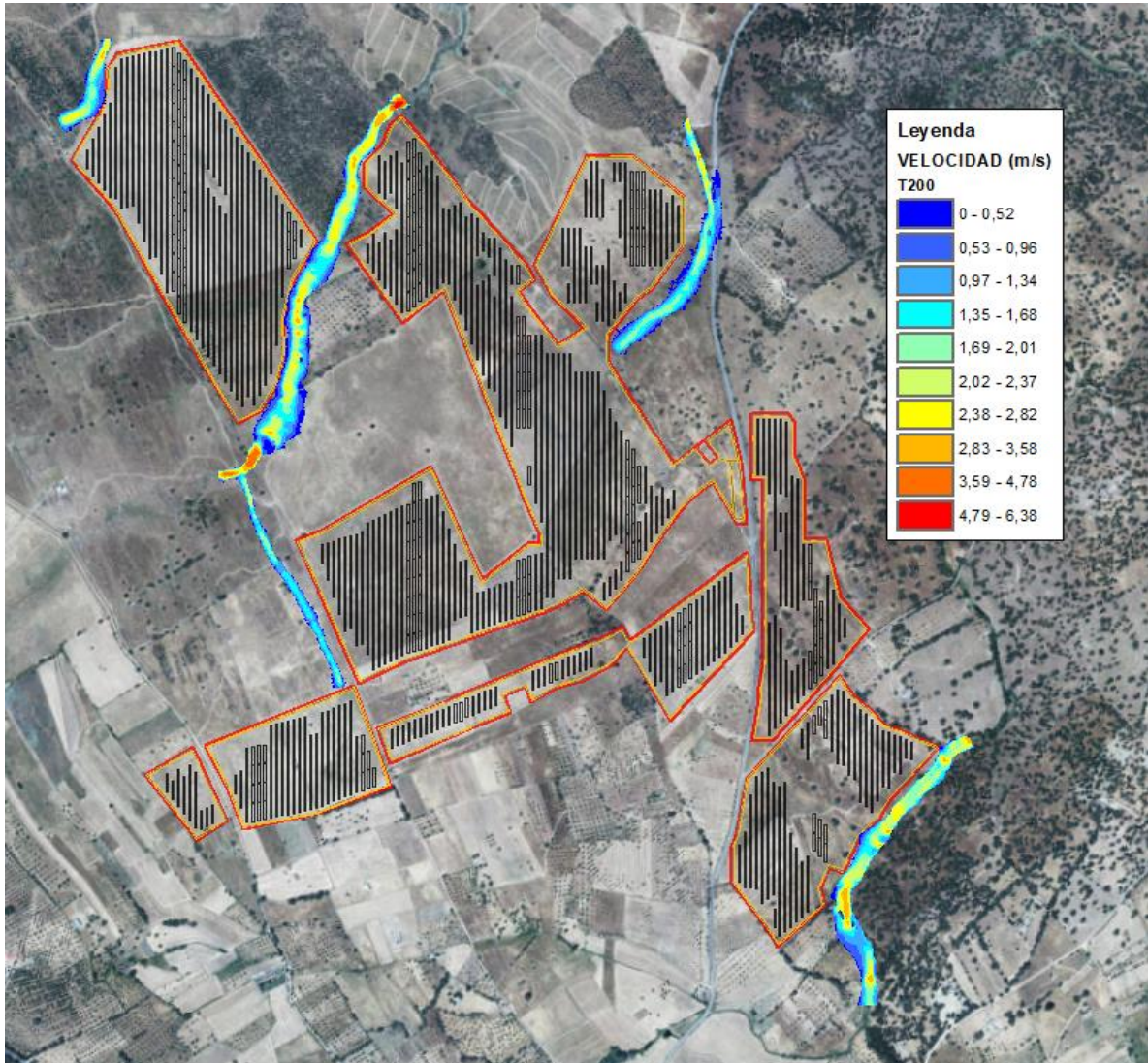




Figura 38. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 200 años

**Como se puede apreciar, la planta no es afectada por ninguno de los arroyos estudiados. No encontrándose afectado ninguno de los seguidores.**

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev: 02	Page 50	Of 81		

### 12.1.6.5 INUNDACIÓN ASOCIADA A UN PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS

La inundación producida en la zona de estudio cuando discurre por los cauces un caudal asociado a un periodo de retorno de 500 años es la siguiente:

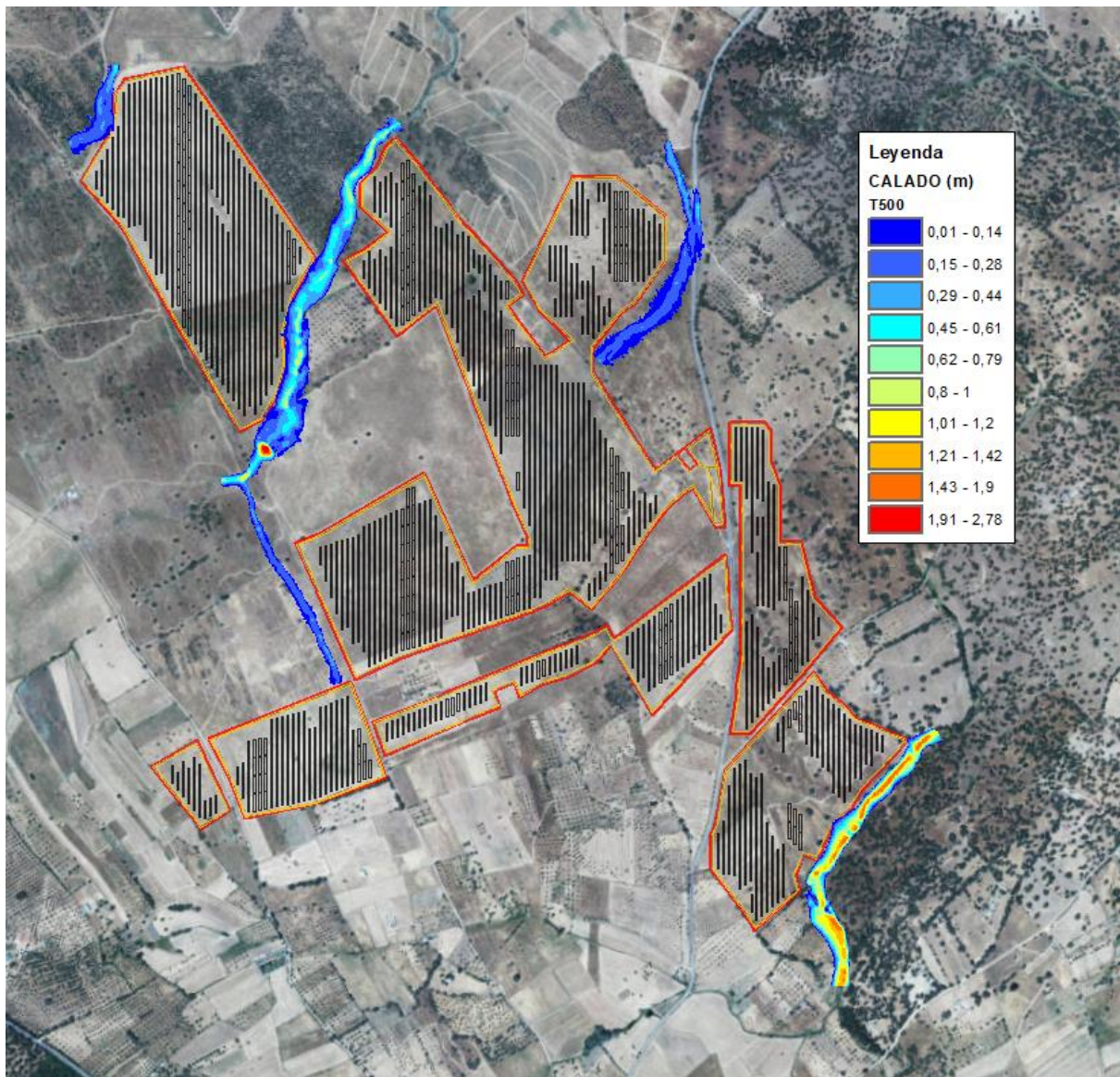


Figura 39. Lámina de inundación asociada a un periodo de retorno de 500 años

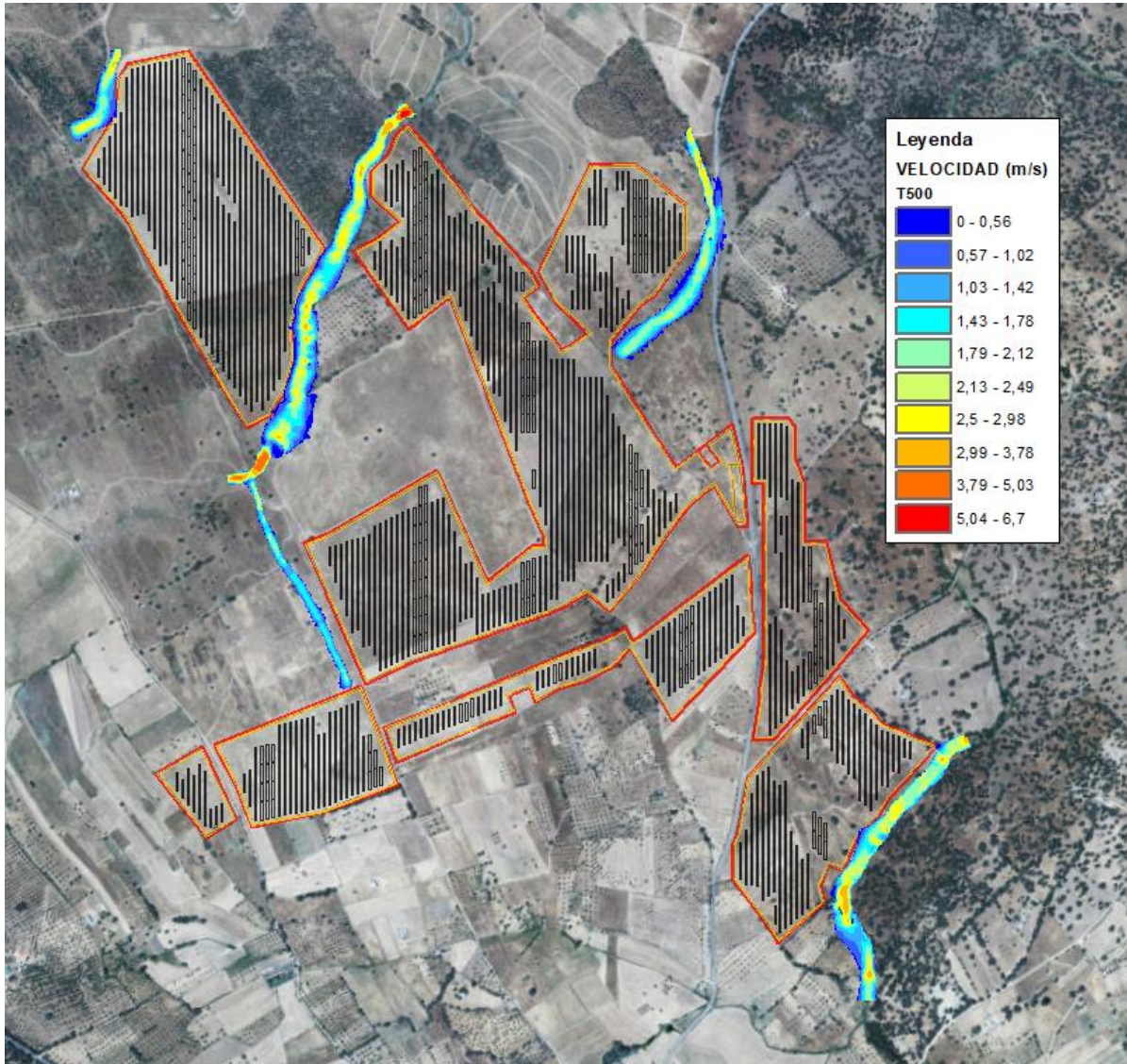




Figura 40. Velocidad asociada a un periodo de retorno de 200 años

**Como se puede apreciar, la planta no es afectada por ninguno de los arroyos estudiados. No encontrándose afectado ninguno de los seguidores**

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	52	Of

### 12.1.7 CONCLUSIONES

En este apartado del estudio hidrológico y de inundabilidad se ha determinado la zona inundable asociada a un periodo de retorno de 10 años, con el fin de delimitar el Dominio Público Hidráulico y la Zona de Policía de Cauces; de 100 años y de 500 años con el fin de delimitar la Zona de Graves Daños.

Analizando los resultados obtenidos se puede comprobar que:

- **La implantación del parque fotovoltaico (seguidores) no se ve afectada por la zona de Dominio Público Hidráulico de los arroyos estudiados.**
- **La implantación del parque fotovoltaico (seguidores) se ve afectada por la Zona de Policía de todos los arroyos estudiados. Por tanto, se deberá solicitar a Confederación Hidrográfica del Guadiana permiso para ocupar dicha zona.**
- **Dado que el flujo correspondiente a los periodos de retorno T100 y T500 de los diferentes arroyos estudiados no se ve interferido por la implantación de los seguidores, se considera viable la implantación estudiada por no invadir la Zona de Graves Daños según criterios de CHG.**

### 12.2 ESTUDIO DEL DRENAJE Y ZONAS INUNDABLES EN EL INTERIOR DE LA PLANTA.

Para poder realizar el estudio de inundabilidad del interior de la planta se ha comenzado partiendo de un MDT con paso de malla 0,5 metros, obtenido por vuelo LIDAR (5 puntos por metro cuadrado), proporcionado por Ingenostrum, a partir del cual se ha realizado un primer estudio para comprobar las vertientes de las diferentes cuencas dentro de la planta. Una vez se ha comprobado las vertientes y visualizando que el MDT de partida no abarcaba toda la superficie afectada, se ha completado este con un MDT generado partiendo del LIDAR 1ª Cobertura (2008-2015) y descargado del Centro Nacional de Información Geográfica.

Posteriormente, se ha procedido a introducir el MDT junto a los datos iniciales y las condiciones de contorno para proceder a la modelización hidráulica realizada en este caso con *Iber*.

#### 12.2.1 OROGRAFÍA DEL TERRENO Y TOPOGRAFÍA EMPLEADA

La orografía del terreno se ha obtenido a partir de un MDT, obtenido por vuelo LIDAR (5 puntos por metro cuadrado), proporcionado por Ingenostrum con paso de malla 0,5 metros, el cual ha sido completado con un MDT con igual paso de malla generado a través del LIDAR 1ª Cobertura (2008-2015) y descargado del Centro Nacional de Información Geográfica. Para la obtención de este MDT se ha filtrado y corregido la vegetación presente.

Una vez creado un MDT conjunto de la zona de estudio se ha transformado en formato ASCII con el programa *ArcGis* para poder trabajar con este modelo en el software de modelización hidráulica.

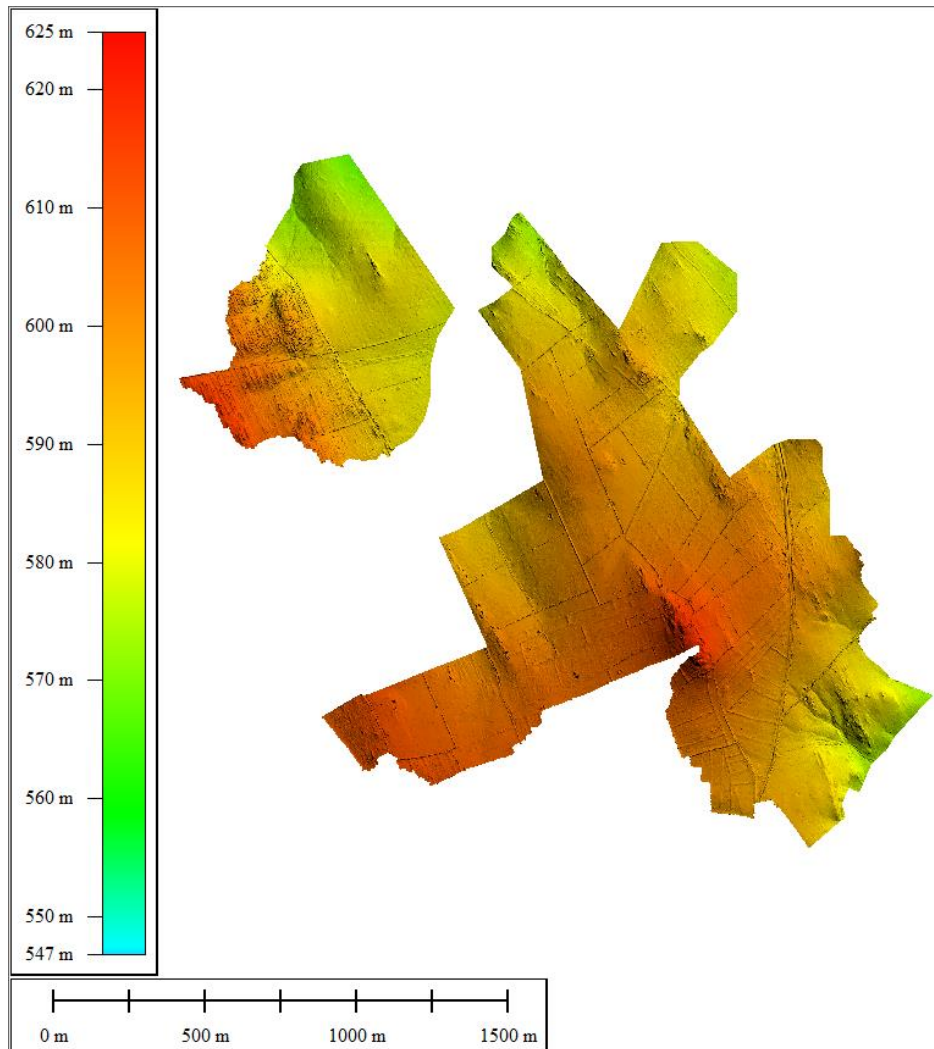


Figura 41. MDT de la zona de estudio. Composición MDT aportado y LIDAR.

## 12.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES

Se ha realizado un estudio previo de vertientes para poder dilucidar las diferentes cuencas dentro de la finca.

Con la ayuda de software GIS, se han generado las cuencas vertientes tanto externas (aportaciones) como internas a la planta. Destacar la presencia de varias superficies de aporte a la planta, como se puede apreciar en la Figura 42.

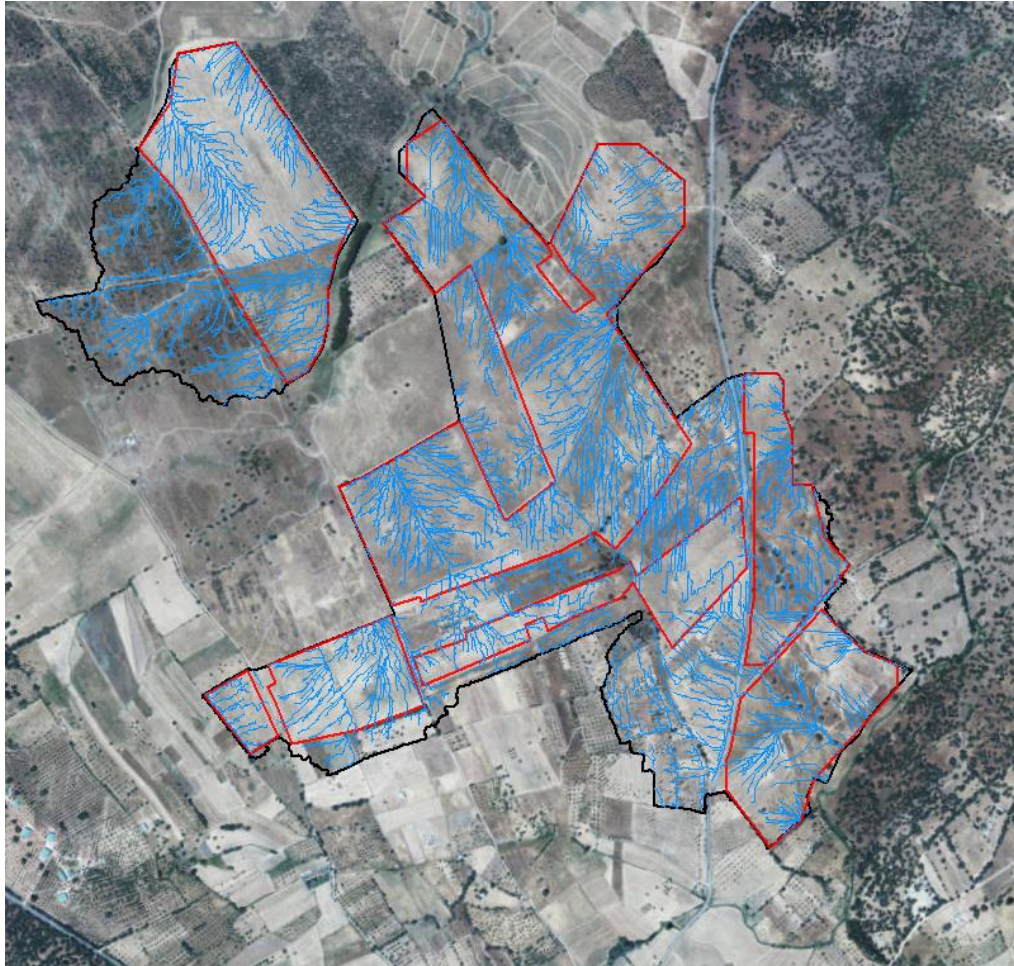




Figura 42. Cuencas vertientes.

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	55	Of

### 12.2.3 CONDICIONES DE CONTORNO

Una vez en el entorno de trabajo de Iber, se han definido las condiciones de contorno de entrada y de salida.

En cuanto a las condiciones de entrada, no se le va a asignar ninguna, debido a que se introducirá directamente el hietograma al modelo (Figura 16 y Figura 18, que corresponden con los hietogramas calculados para un periodo de retorno de 10 y 100 años respectivamente).

En cuanto a las condiciones de contorno de salida, se ha establecido la condición del flujo supercrítico/crítico.

### 12.2.4 CONDICIONES INICIALES

Se ha asignado una condición inicial de calado igual a cero en toda la superficie de estudio.

### 12.2.5 RUGOSIDAD

El coeficiente de Manning que se ha asignado a toda el área ha sido 0,025, puesto que, en vista de posibles modificaciones futuras que se pudieran realizar en las superficies adyacentes a la planta que pudiesen alterar las características del suelo y, con ello, su rugosidad, se ha preferido estar del lado de la seguridad y elegir un valor más desfavorable para la misma.

### 12.2.6 PÉRDIDAS



Se han establecido las pérdidas del sistema (permeabilidad del suelo) igual a cero, equivalente a suelos completamente saturados de agua, generando de esta manera escorrentía desde el comienzo de la tormenta, lo cual, permite mantener el estudio del lado de la seguridad.

### 12.2.7 CÁLCULO HIDRÁULICO

Para llevar a cabo la simulación, y una vez asignados todos los valores, es necesario mallar la superficie. Como ya se ha mencionado anteriormente, se ha optado por generar una malla estructurada con un elemento por superficie de 1 x 1 m.

Con la malla generada, se han establecido las condiciones de la simulación con un intervalo de resultados de 200 segundos y un tiempo total de la simulación de 9600 segundos (160 minutos), tiempo más que suficiente para que la lluvia recorra toda la superficie de estudio.



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	56	Of

## 12.2.8 RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del cálculo representando calados, velocidad y peligrosidad para los diferentes periodos de retornos.

### 12.2.8.1 INUNDACIÓN ASOCIADA A UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

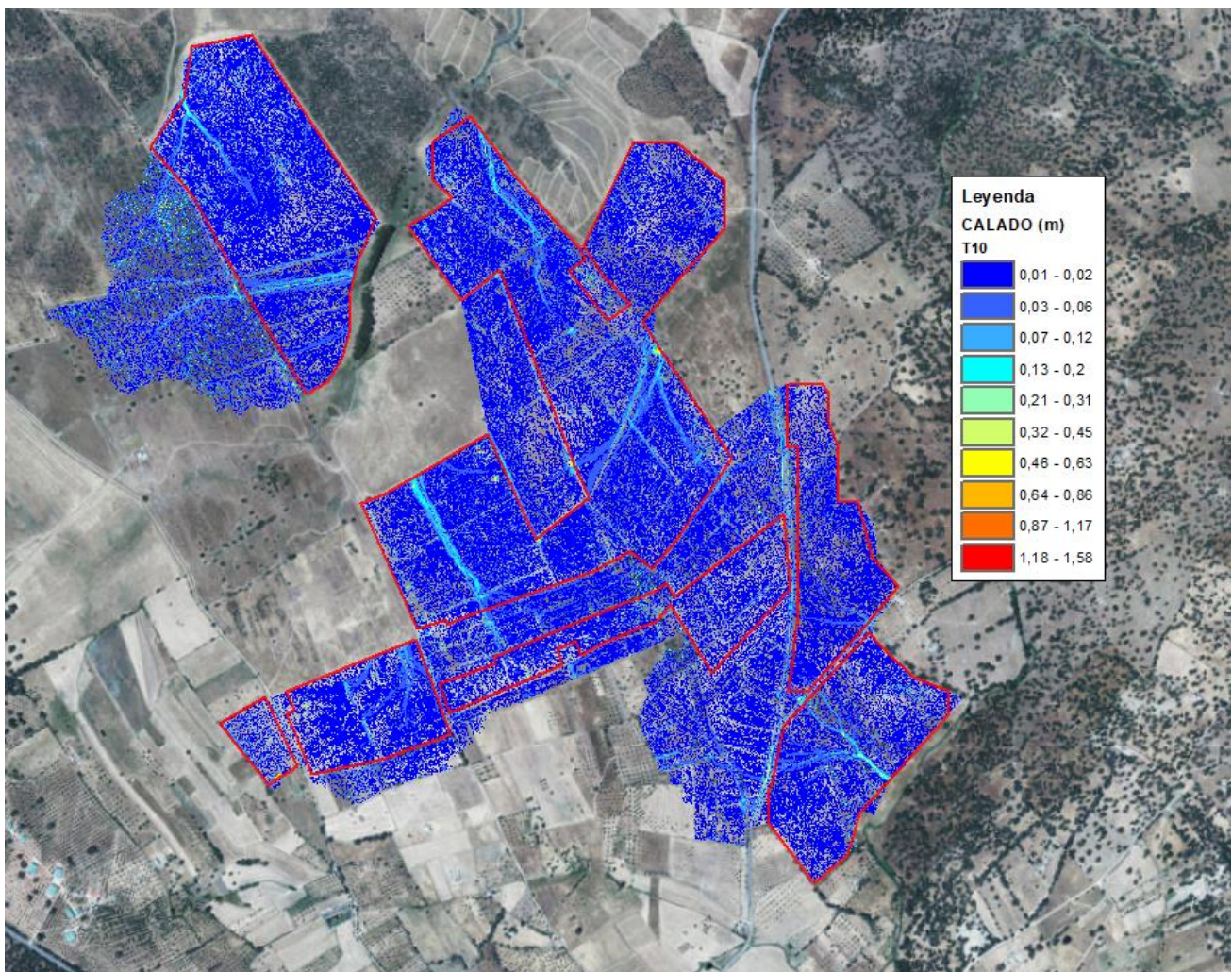


Figura 43. Drenaje interior de la planta. Calado para un periodo de retorno de 10 años.

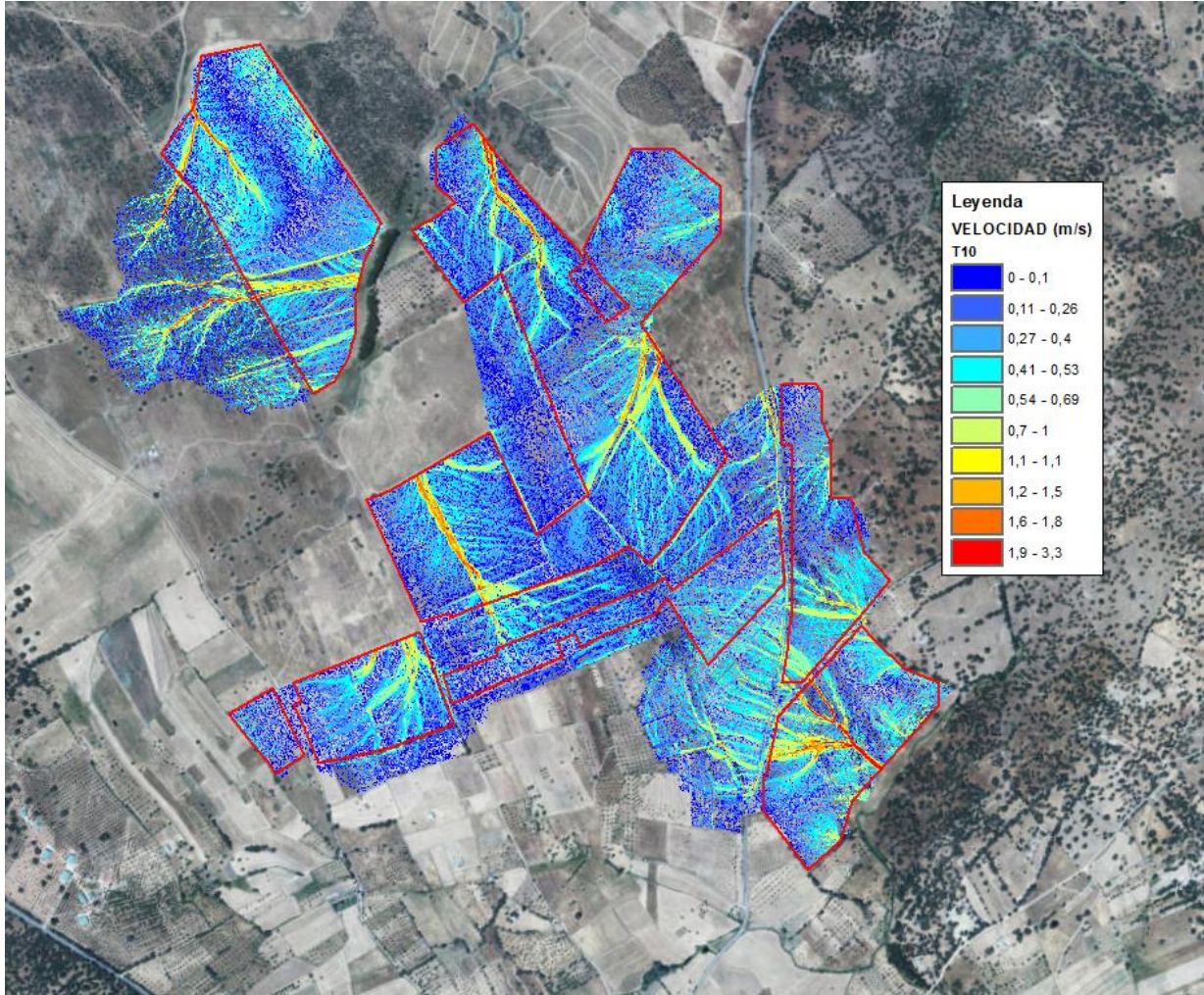


Figura 44. Drenaje interior de la planta. Velocidad para un periodo de retorno de 10 años

### 12.2.8.2 INUNDACIÓN ASOCIADA A UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

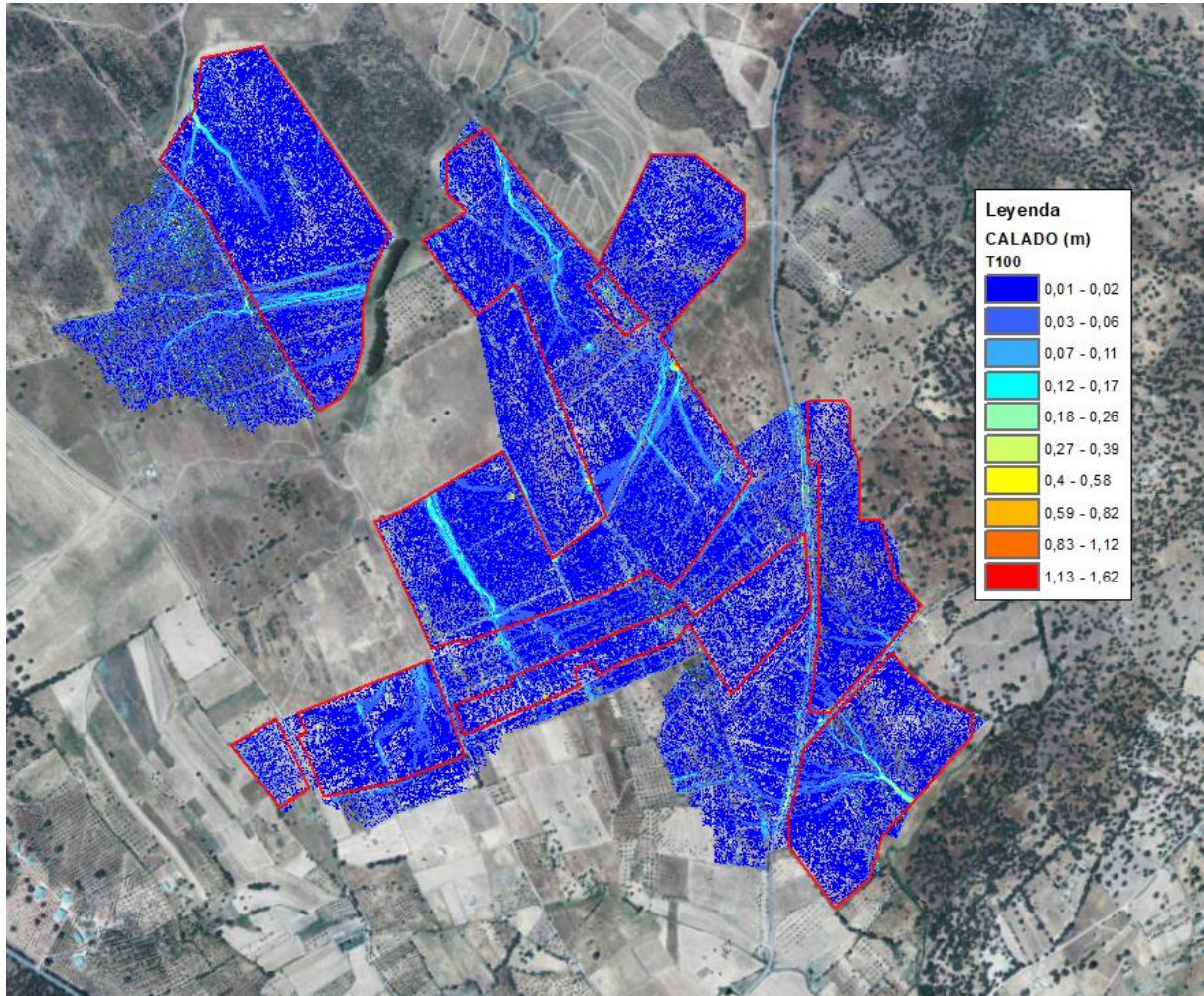


Figura 45. Drenaje interior de la planta. Calado para un periodo de retorno de 100 años.

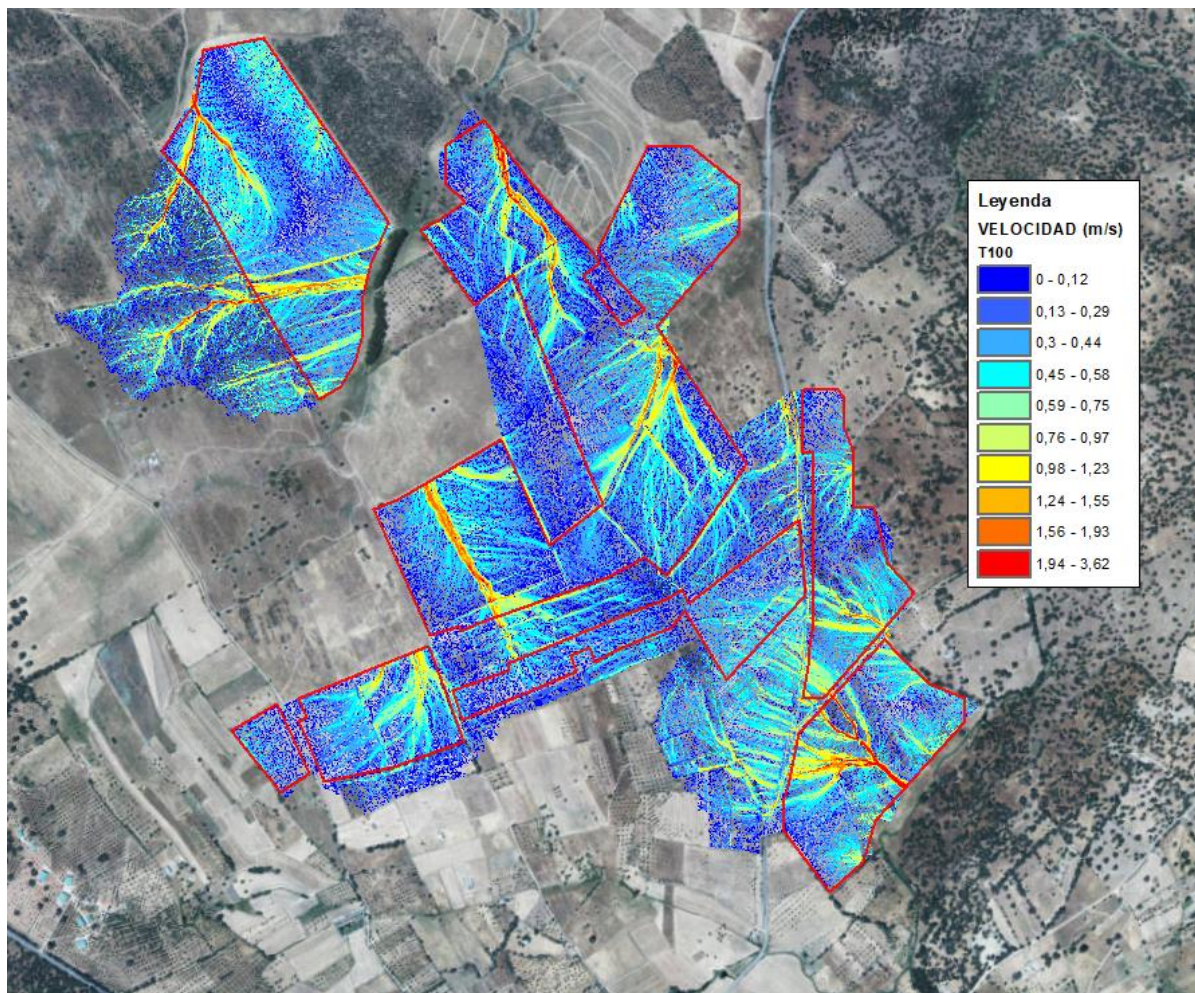


Figura 46. Drenaje interior de la planta. Velocidad para un periodo de retorno de 100 años.



### 12.2.8.3 PELIGROSIDAD.

En este apartado se estudian las Zonas de Gaves Daños, según indica el REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, el cual dice:

*Se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:*

- Que el calado sea superior a 1 m.*
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s.*
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.*

Como se puede comprobar en los apartados anteriores, en las parcelas ocupadas por la planta fotovoltaica no se generan calados mayores a 1m, excepto en zonas puntuales coincidiendo estas con el contorno marcado por la planta. Las velocidades superan en algunas zonas 1 m/s, quedando estas definidas en los planos adjuntos en el Anexo II Planos (al igual que los calados). Por estos

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	60	Of

motivos solo se representa en este apartado el producto de la velocidad por el calado correspondientes a los periodos de retorno 10 y 100años

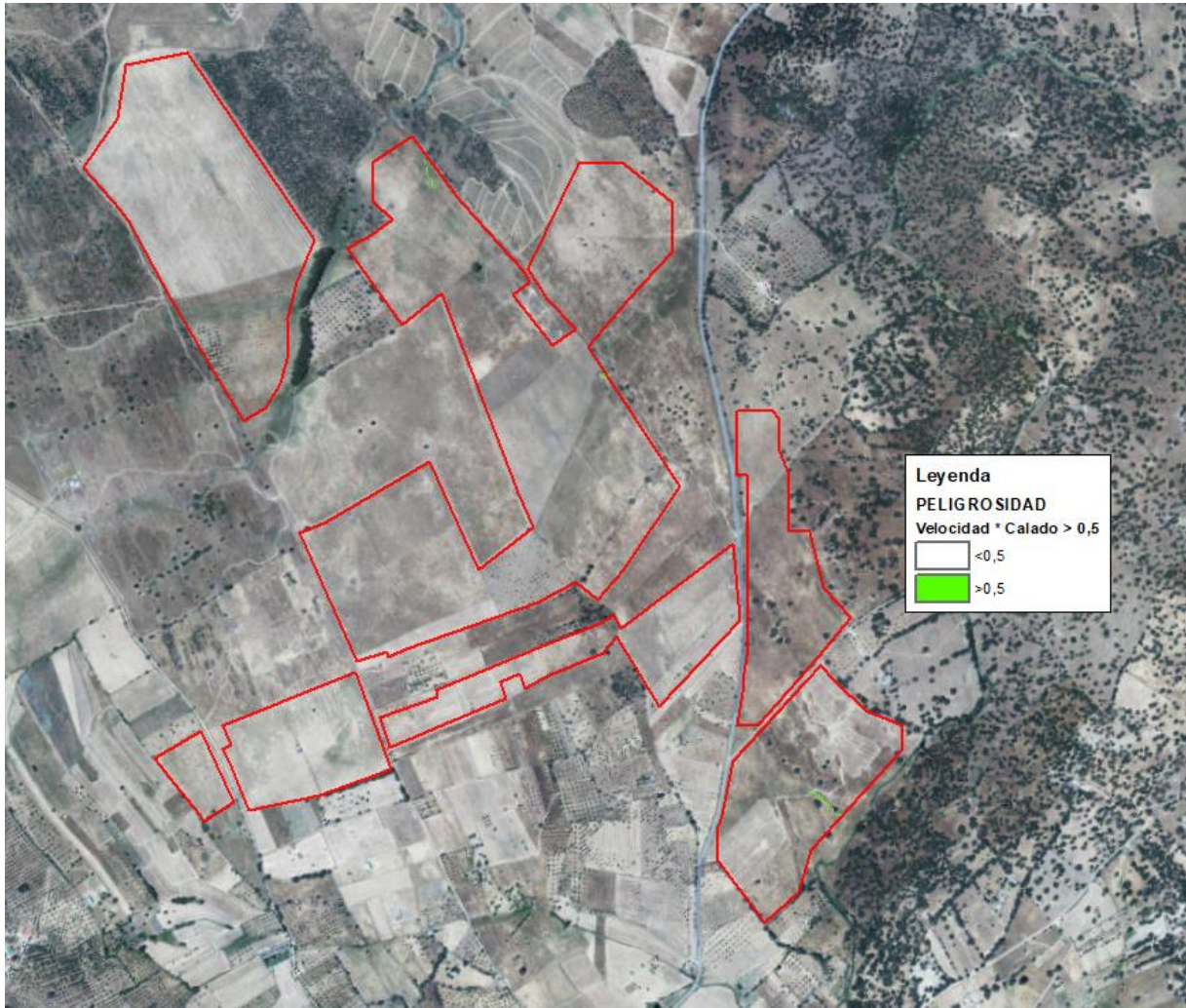


Figura 47. Peligrosidad (Velocidad\*Calado) para T10.

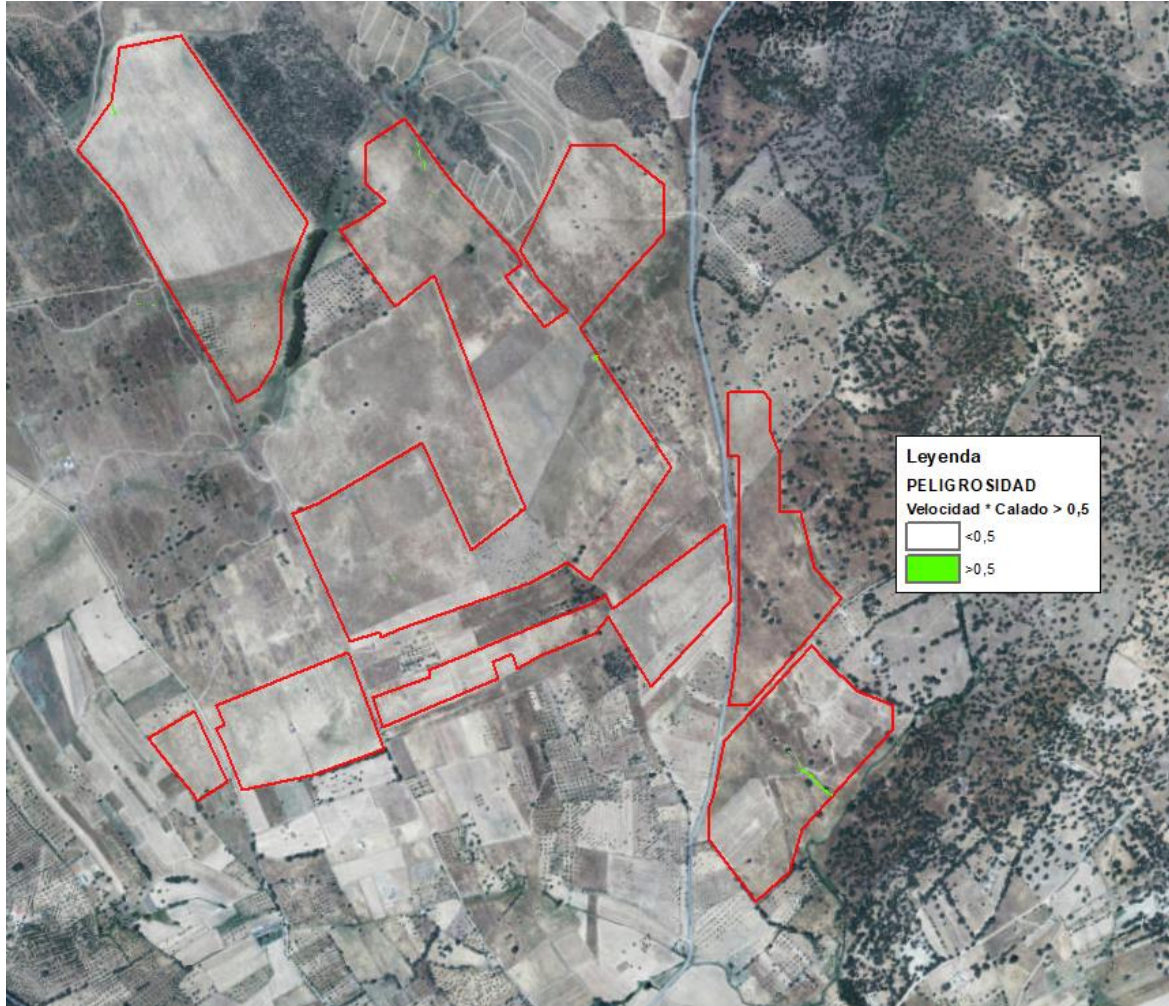




Figura 48. Peligrosidad (Velocidad\*Calado) para T100

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	62	Of

### 12.2.9 CONCLUSIONES

En este apartado del estudio hidrológico y de inundabilidad se ha determinado las zonas el interior de la planta inundables asociadas a los periodos de retorno de 10 y 100 años.

Analizando los resultados obtenidos se puede comprobar que:

- **Los calados asociados a los periodos de retorno 10 y 100 años son menores a un metro en el interior de la planta, consiguiéndose calados superiores en zonas puntuales, coincidiendo con pequeñas balsas presentes en el terreno.**
- **La velocidad asociada a los periodos de retorno 10 y 100 años superan 1m/s en algunas zonas.**
- **La peligrosidad asociada al producto de la velocidad y calado para los diferentes periodos de retorno estudiados se presenta mayor a 0,5 en tres flujos preferente de escorrentía (Figura 47 y Figura 48).**

Don Benito, noviembre de 2019  
 El Ingeniero Técnico en Obras Públicas  
 Colegiado Nº16.578 del CITOPIC



Fdo.: Manuel Nieto Luque

**ingenostrum.**



Planta Solar Fotovoltaica  
Puerta Palmas en el T.M. de  
Bodonal de la Sierra

Doc. No.:

**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE  
INUNDABILIDAD**



Rev:	02	Page	63	Of	81
------	----	------	----	----	----



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	64	Of

## ÍNDICE ANEXOS

<b>ANEXO I: MÉTODO RACIONAL MODIFICADO</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO II: PLANOS</b>	<b>39</b>

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palmas en el T.M. de Bodonal de la Sierra	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE          INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	65	Of

## **ANEXO I: MÉTODO RACIONAL MODIFICADO**

---

Tabla de intensidades - Tiempo de duración Arroyo Grande														
Frecuencia años	Duración en minutos													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	1440	131,98
2	55,77	40,86	33,71	29,28	26,17	23,83	21,98	20,48	19,23	18,16	17,23	16,42	2,05	10,41
5	72,38	53,03	43,76	38,00	33,96	30,92	28,53	26,58	24,95	23,57	22,37	21,32	2,67	13,51
10	84,24	61,72	50,93	44,23	39,53	35,99	33,21	30,94	29,04	27,43	26,03	24,81	3,10	15,73
25	100,85	73,89	60,97	52,95	47,32	43,09	39,76	37,04	34,77	32,84	31,17	29,70	3,72	18,83
50	113,61	83,24	68,69	59,64	53,31	48,54	44,78	41,72	39,17	36,99	35,11	33,46	4,19	21,21
100	125,77	92,15	76,04	66,03	59,01	53,74	49,58	46,19	43,36	40,95	38,87	37,04	4,63	23,48
200	141,67	103,80	85,65	74,37	66,47	60,53	55,85	52,03	48,84	46,13	43,78	41,72	5,22	26,45
500	160,18	117,36	96,84	84,09	75,16	68,44	63,14	58,83	55,22	52,15	49,50	47,17	5,90	29,91

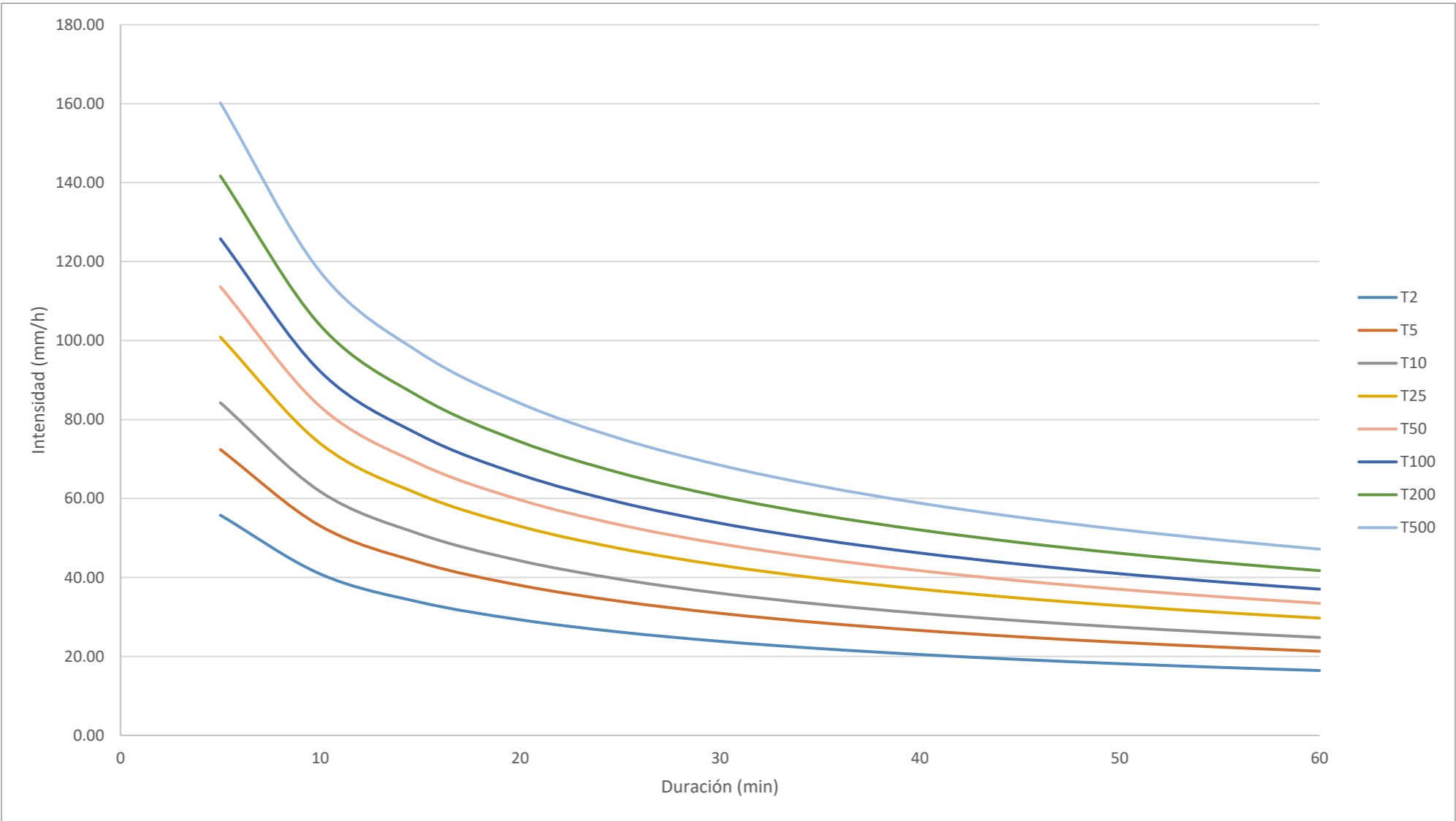


Tabla de intensidades - Tiempo de duración Arroyo Perdices														
Frecuencia años	Duración en minutos													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	1440	55,45
2	57,87	42,40	34,99	30,38	27,15	24,73	22,81	21,25	19,95	18,84	17,88	17,04	2,13	17,80
5	75,11	55,03	45,41	39,43	35,24	32,09	29,61	27,59	25,90	24,46	23,21	22,12	2,77	23,11
10	87,42	64,05	52,85	45,90	41,02	37,35	34,46	32,11	30,14	28,47	27,02	25,75	3,22	26,90
25	104,66	76,69	63,28	54,95	49,11	44,72	41,26	38,44	36,08	34,08	32,34	30,82	3,86	32,20
50	117,90	86,38	71,28	61,89	55,32	50,37	46,47	43,30	40,65	38,39	36,43	34,72	4,34	36,27
100	130,52	95,63	78,91	68,52	61,24	55,76	51,45	47,93	45,00	42,50	40,33	38,44	4,81	40,15
200	147,02	107,72	88,88	77,18	68,98	62,81	57,95	53,99	50,69	47,87	45,43	43,30	5,42	45,23
500	166,23	121,79	100,50	87,27	77,99	71,02	65,53	61,05	57,31	54,12	51,37	48,95	6,12	51,14

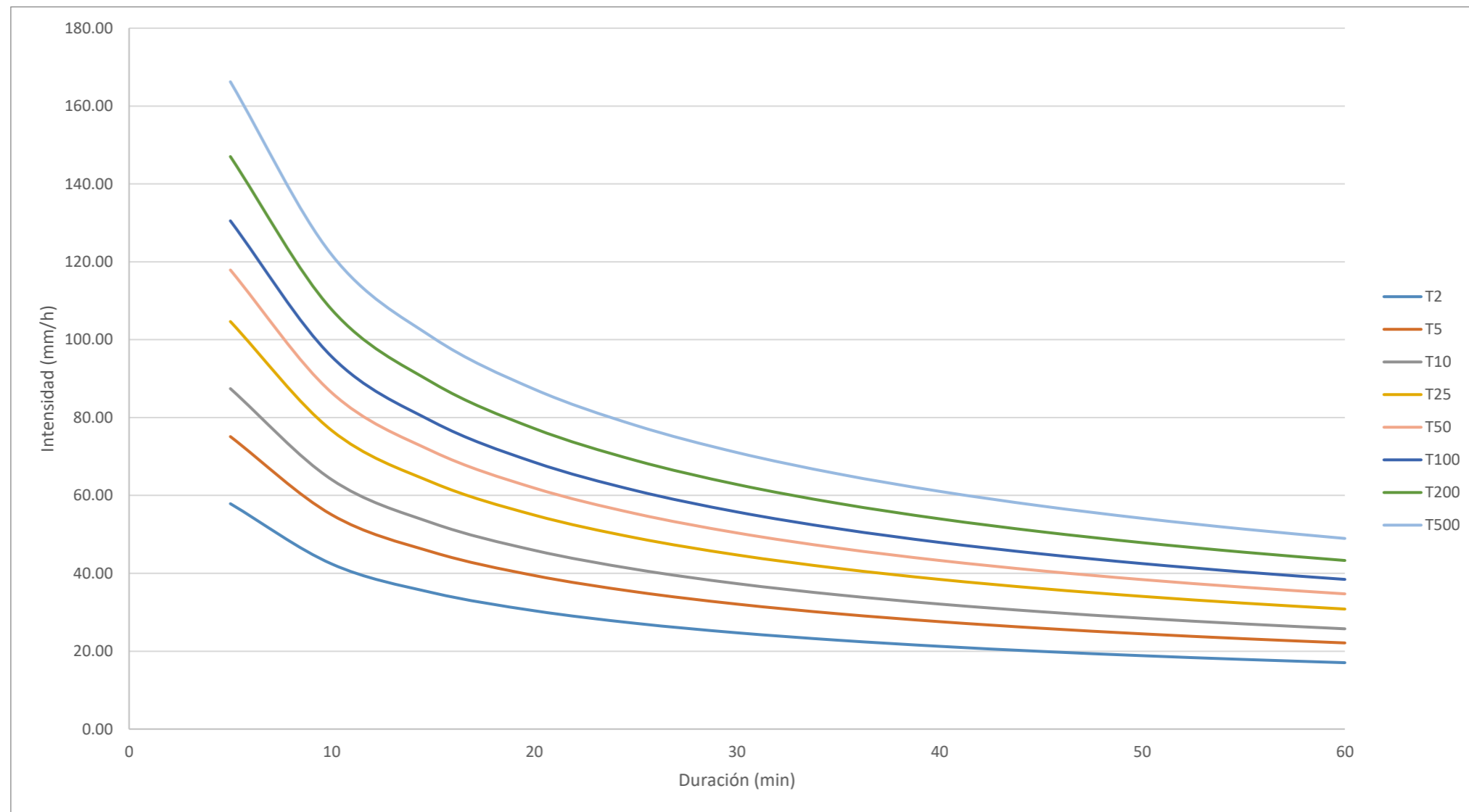


Tabla de intensidades - Tiempo de duración Arroyo Perdices 2														
Frecuencia años	Duración en minutos													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	1440	25,07
2	59,85	43,85	36,18	31,42	28,08	25,57	23,59	21,98	20,63	19,49	18,49	17,63	2,20	28,04
5	77,67	56,91	46,96	40,78	36,44	33,19	30,62	28,53	26,78	25,29	24,00	22,88	2,86	36,39
10	90,41	66,24	54,66	47,46	42,42	38,63	35,64	33,20	31,17	29,44	27,94	26,63	3,33	42,36
25	108,23	79,30	65,44	56,82	50,78	46,24	42,66	39,75	37,31	35,24	33,45	31,88	3,99	50,71
50	121,92	89,33	73,71	64,01	57,21	52,09	48,06	44,78	42,03	39,70	37,68	35,91	4,49	57,12
100	134,97	98,89	81,60	70,86	63,33	57,67	53,21	49,57	46,53	43,95	41,71	39,75	4,97	63,24
200	152,04	111,40	91,92	79,82	71,33	64,96	59,93	55,84	52,42	49,50	46,98	44,78	5,60	71,23
500	171,90	125,95	103,93	90,24	80,66	73,44	67,76	63,13	59,26	55,97	53,12	50,63	6,33	80,54

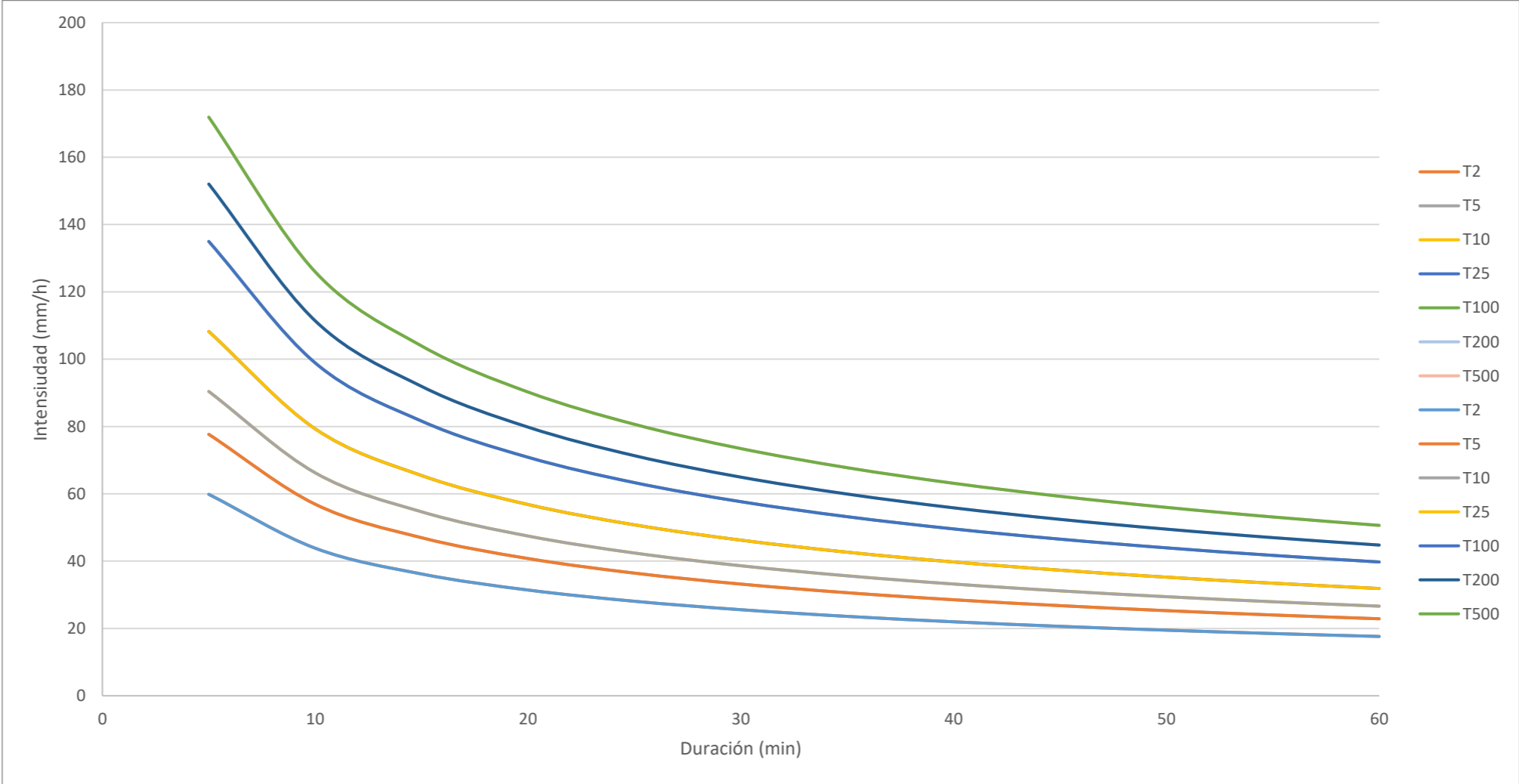


Tabla de intensidades - Tiempo de duración Arroyo Santa Bárbara														
Frecuencia años	Duración en minutos													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	1440	13,68
2	59,85	43,85	36,18	31,42	28,08	25,57	23,59	21,98	20,63	19,49	18,49	17,63	2,20	37,82
5	77,67	56,91	46,96	40,78	36,44	33,19	30,62	28,53	26,78	25,29	24,00	22,88	2,86	49,09
10	90,41	66,24	54,66	47,46	42,42	38,63	35,64	33,20	31,17	29,44	27,94	26,63	3,33	57,13
25	108,23	79,30	65,44	56,82	50,78	46,24	42,66	39,75	37,31	35,24	33,45	31,88	3,99	68,40
50	121,92	89,33	73,71	64,01	57,21	52,09	48,06	44,78	42,03	39,70	37,68	35,91	4,49	77,05
100	134,97	98,89	81,60	70,86	63,33	57,67	53,21	49,57	46,53	43,95	41,71	39,75	4,97	85,30
200	152,04	111,40	91,92	79,82	71,33	64,96	59,93	55,84	52,42	49,50	46,98	44,78	5,60	96,08
500	171,90	125,95	103,93	90,24	80,66	73,44	67,76	63,13	59,26	55,97	53,12	50,63	6,33	108,63

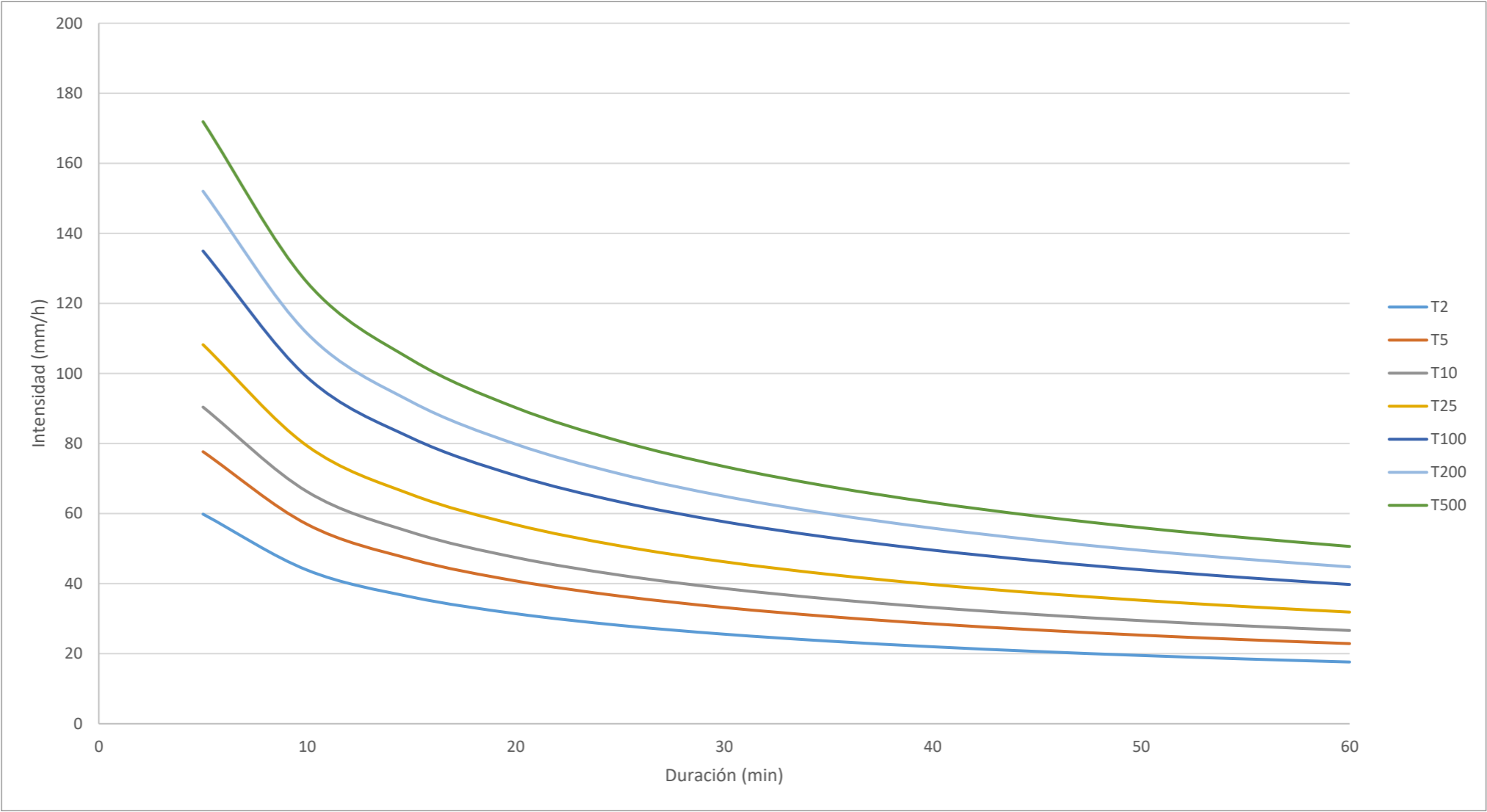
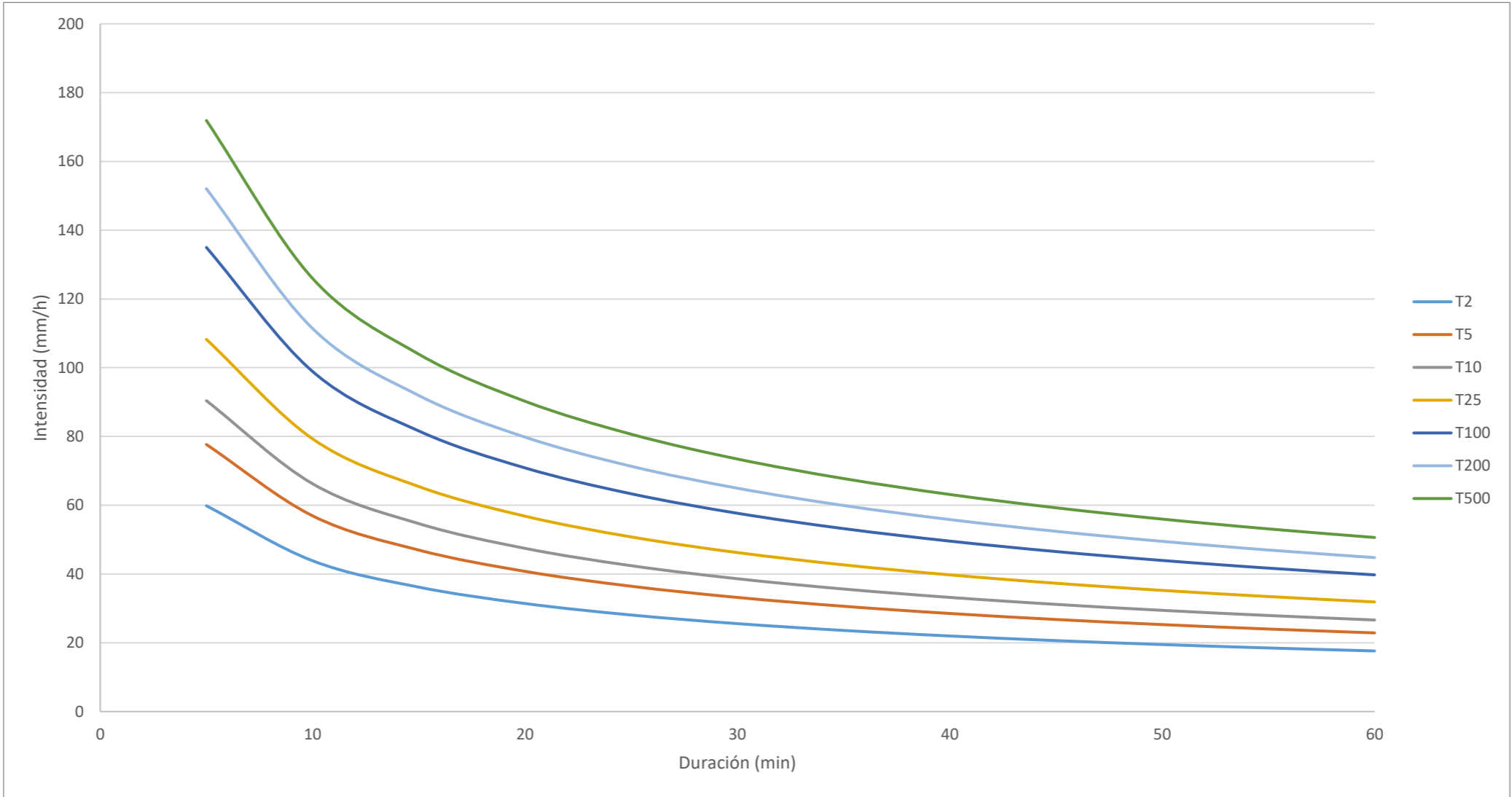


Tabla de intensidades - Tiempo de duración Arroyo S/N														
Frecuencia años	Duración en minutos													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	1440	25,90
2	59,85	43,85	36,18	31,42	28,08	25,57	23,59	21,98	20,63	19,49	18,49	17,63	2,20	27,58
5	77,67	56,91	46,96	40,78	36,44	33,19	30,62	28,53	26,78	25,29	24,00	22,88	2,86	35,79
10	90,41	66,24	54,66	47,46	42,42	38,63	35,64	33,20	31,17	29,44	27,94	26,63	3,33	41,66
25	108,23	79,30	65,44	56,82	50,78	46,24	42,66	39,75	37,31	35,24	33,45	31,88	3,99	49,87
50	121,92	89,33	73,71	64,01	57,21	52,09	48,06	44,78	42,03	39,70	37,68	35,91	4,49	56,18
100	134,97	98,89	81,60	70,86	63,33	57,67	53,21	49,57	46,53	43,95	41,71	39,75	4,97	62,19
200	152,04	111,40	91,92	79,82	71,33	64,96	59,93	55,84	52,42	49,50	46,98	44,78	5,60	70,06
500	171,90	125,95	103,93	90,24	80,66	73,44	67,76	63,13	59,26	55,97	53,12	50,63	6,33	79,21



DATOS GEOMÉTRICOS ARROYO GRANDE					
Zmax (m)	Zmin (m)	Lcauce (m)	Lcauce (Km)	Acuena (km2)	Jc
638,233	569,849	4761,889	4,761889	10,536	0,0144

Poi					
Código	Tipo	Superficie (km2)	Porcentaje	Coef	Total
11200	Zonas industriales	0,300	2,85%	5	0,14
21100	Tierras de labor de secano	5,023	47,67%	14	6,67
11100	Tejido urbano discontinuo	0,279	2,64%	1	0,03
31100	Fronosas	0,747	7,09%	31	2,20
22300	Olivares	1,970	18,69%	19	3,55
24400	Sistemas agroforestales	1,947	18,48%	17	3,14
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	0,27	2,57%	13	0,33
				100,00%	<b>16,07</b>

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

CÁLCULO I (T,t)										
T	I	Id	Fint	Pd	Ka	Fa	I1/I10	tc	lidf (T,tc)	lidf (t,24)
2	10,41	1,82	5,706	47	0,932	5,71	9	2,20	10,41	2,05
5	13,51	2,37	5,706	61	0,932	5,71	9	2,20	13,51	2,67
10	15,73	2,76	5,706	71	0,932	5,71	9	2,20	15,73	3,10
25	18,83	3,30	5,706	85	0,932	5,71	9	2,20	18,83	3,72
50	21,21	3,72	5,706	95,75	0,932	5,71	9	2,20	21,21	4,19
100	23,48	4,12	5,706	106	0,932	5,71	9	2,20	23,48	4,63
200	26,45	4,64	5,706	119,4	0,932	5,71	9	2,20	26,45	5,22
500	29,91	5,24	5,706	135	0,932	5,71	9	2,20	29,91	5,90

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

CÁLCULO C								
T	C	Pd	Ka	P0	Poi	BetaPM	Betam	Ft
2	0,351	47	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1
5	0,441	61	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1
10	0,495	71	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1
25	0,558	85	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1
50	0,598	95,75	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1
100	0,632	106	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1
200	0,670	119,4	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1
500	0,707	135	0,932	11,248	16,07	0,7	0,7	1

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

CÁLCULO K	
Kt	tc
1,16	2,20

Región 41

T	Q	C	I	A	K
2	12,41	0,35	10,41	10,536	1,16
5	20,25	0,44	13,51	10,536	1,16
10	26,43	0,49	15,73	10,536	1,16
25	35,67	0,56	18,83	10,536	1,16
50	43,10	0,60	21,21	10,536	1,16
100	50,41	0,63	23,48	10,536	1,16
200	60,20	0,67	26,45	10,536	1,16
500	71,86	0,71	29,91	10,536	1,16

$$Q = \frac{CIA}{3,6} K$$



DATOS GEOMÉTRICOS ARROYO DE LAS PERDICES					
Zmax (m)	Zmin (m)	Lcauce (m)	Lcauce (Km)	Acuena (km2)	Jc
599,172	566,513	1648,623	1,648623	3,125	0,0198

Poi					
Código	Tipo	Superficie (km2)	Porcentaje	Coef	Total
11200	Zonas industriales	0,377	12,06%	5	0,60
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	1,406	44,98%	13	5,85
21100	Tierras de labor de secano	0,443	14,19%	14	1,99
31100	Frondosas	0,430	13,75%	31	4,26
22300	Olivares	0,47	15,02%	19	2,85
100,00%					<b>15,55</b>

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

CÁLCULO I (T,t)										
T	I	Id	Fint	Pd	Ka	Fa	I1/I10	tc	lidf (T,tc)	lidf (t,24)
2	17,80	1,89	9,402	47	0,967	9,40	9	0,92	17,80	2,13
5	23,11	2,46	9,402	61	0,967	9,40	9	0,92	23,11	2,77
10	26,90	2,86	9,402	71	0,967	9,40	9	0,92	26,90	3,22
25	32,20	3,42	9,402	85	0,967	9,40	9	0,92	32,20	3,86
50	36,27	3,86	9,402	95,75	0,967	9,40	9	0,92	36,27	4,34
100	40,15	4,27	9,402	106	0,967	9,40	9	0,92	40,15	4,81
200	45,23	4,81	9,402	119,4	0,967	9,40	9	0,92	45,23	5,42
500	51,14	5,44	9,402	135	0,967	9,40	9	0,92	51,14	6,12

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

CÁLCULO C								
T	C	Pd	Ka	P0	Poi	BetaPM	Betam	Ft
2	0,3746	47	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1
5	0,4658	61	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1
10	0,5192	71	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1
25	0,5815	85	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1
50	0,6215	95,75	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1
100	0,6545	106	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1
200	0,6915	119,4	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1
500	0,7276	135	0,967	10,89	15,55	0,7	0,7	1

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

CÁLCULO K	
Kt	tc
1,06	0,92

Región 41

T	Q	C	I	A	K
2	6,14	0,37	17,80	3,125	1,06
5	9,91	0,47	23,11	3,125	1,06
10	12,86	0,52	26,90	3,125	1,06
25	17,24	0,58	32,20	3,125	1,06
50	20,76	0,62	36,27	3,125	1,06
100	24,20	0,65	40,15	3,125	1,06
200	28,80	0,69	45,23	3,125	1,06
500	34,26	0,73	51,14	3,125	1,06

$$Q = \frac{CIA}{3,6} K$$

DATOS GEOMÉTRICOS ARROYO DE LAS PERDICES (2)					
Zmax (m)	Zmin (m)	Lcauce (m)	Lcauce (Km)	Acuena (km2)	Jc
599,172	587,36	583,405	0,583405	0,322	0,0202

Poi					
Código	Tipo	Superficie (km2)	Porcentaje	Coef	Total
11200	Zonas industriales	0,114	35,47%	5	1,77
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	0,208	64,53%	13	8,39
					<b>10,16</b>

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

CÁLCULO I (T,t)											
T	I	Id	Fint	Pd	Ka	Fa	I1/I10	tc	lidf (T,tc)	lidf (t,24)	
2	28,04	1,96	14,317	47	1,000	14,32	9	0,42	15,82	1,79	
5	36,39	2,54	14,317	61	1,000	14,32	9	0,42	18,93	2,14	
10	42,36	2,96	14,317	71	1,000	14,32	9	0,42	21,69	2,46	
25	50,71	3,54	14,317	85	1,000	14,32	9	0,42	25,96	2,94	
50	57,12	3,99	14,317	95,75	1,000	14,32	9	0,42	29,74	3,37	
100	63,24	4,42	14,317	106	1,000	14,32	9	0,42	34,07	3,86	
200	71,23	4,98	14,317	119,4	1,000	14,32	9	0,42	34,07	3,86	
500	80,54	5,63	14,317	135	1,000	14,32	9	0,42	46,72	5,29	

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

CÁLCULO C								
T	C	Pd	Ka	PO	Poi	BetaPM	Betam	Ft
2	0,5355	47	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1
5	0,6242	61	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1
10	0,6729	71	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1
25	0,7266	85	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1
50	0,7593	95,75	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1
100	0,7853	106	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1
200	0,8135	119,4	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1
500	0,8398	135	1,000	7,11	10,16	0,7	0,7	1

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

CÁLCULO K	
Kt	tc
1,02	0,42

Región 41

T	Q	C	I	A	K
2	1,37	0,54	28,04	0,322	1,02
5	2,08	0,62	36,39	0,322	1,02
10	2,61	0,67	42,36	0,322	1,02
25	3,37	0,73	50,71	0,322	1,02
50	3,97	0,76	57,12	0,322	1,02
100	4,55	0,79	63,24	0,322	1,02
200	5,30	0,81	71,23	0,322	1,02
500	6,19	0,84	80,54	0,322	1,02

$$Q = \frac{CIA}{3,6} K$$

DATOS GEOMÉTRICOS ARROYO DE SANTA BÁRBARA					
Zmax (m)	Zmin (m)	Lcauce (m)	Lcauce (Km)	Acuena (km2)	Jc
575,756	568,112	282,651	0,282651	0,69	0,0270

Poi					
Código	Tipo	Superficie (km2)	Porcentaje	Coef	Total
11200	Zonas industriales	0,109	15,73%	5	0,79
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	0,521	75,55%	13	9,82
22300	Olivares	0,05	6,84%	19	1,30
31100	Frondosas	0,01	1,89%	31	0,58
				100,00%	<b>12,49</b>

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

CÁLCULO I (T,t)											
T	I	Id	Fint	Pd	Ka	Fa	I1/I10	tc	lidf (T,tc)	lidf (t,24)	
2	37,82	1,96	19,313	47	1,000	19,31	9	0,23	37,82	2,20	
5	49,09	2,54	19,313	61	1,000	19,31	9	0,23	49,09	2,86	
10	57,13	2,96	19,313	71	1,000	19,31	9	0,23	57,13	3,33	
25	68,40	3,54	19,313	85	1,000	19,31	9	0,23	68,40	3,99	
50	77,05	3,99	19,313	95,75	1,000	19,31	9	0,23	77,05	4,49	
100	85,30	4,42	19,313	106	1,000	19,31	9	0,23	85,30	4,97	
200	96,08	4,98	19,313	119,4	1,000	19,31	9	0,23	96,08	5,60	
500	108,63	5,63	19,313	135	1,000	19,31	9	0,23	108,63	6,33	

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

CÁLCULO C									
T	C	Pd	Ka	P0	Poi	BetaPM	Betam	Ft	
2	0,4630	47	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	
5	0,5544	61	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	
10	0,6061	71	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	
25	0,6646	85	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	
50	0,7011	95,75	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	
100	0,7307	106	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	
200	0,7631	119,4	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	
500	0,7940	135	1,000	8,74	12,49	0,7	0,7	1	

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

CÁLCULO K	
Kt	tc
1,01	0,23

Región 41

T	Q	C	I	A	K
2	3,39	0,46	37,82	0,69	1,01
5	5,27	0,55	49,09	0,69	1,01
10	6,71	0,61	57,13	0,69	1,01
25	8,81	0,66	68,40	0,69	1,01
50	10,47	0,70	77,05	0,69	1,01
100	12,08	0,73	85,30	0,69	1,01
200	14,21	0,76	96,08	0,69	1,01
500	16,72	0,79	108,63	0,69	1,01

$$Q = \frac{CIA}{3,6} K$$

DATOS GEOMÉTRICOS ARROYO SN (1)					
Zmax (m)	Zmin (m)	Lcauce (m)	Lcauce (Km)	Acuena (km2)	Jc
586,242	567,915	659,184	0,659184	0,7	0,0278

Poi					
Código	Tipo	Superficie (km2)	Porcentaje	Coef	Total
11200	Zonas industriales	0,304	43,48%	5	2,17
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	0,241	34,49%	13	4,48
24400	Sistemas agroforestales	0,127	18,18%	17	3,09
21100	Tierras de labor de secano	0,026921	3,85%	14	0,54
					100,00%
					<b>10,29</b>

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

CÁLCULO I (T,t)										
T	I	Id	Fint	Pd	Ka	Fa	I1/I10	tc	lidf (T,tc)	lidf (t,24)
2	27,58	1,96	14,082	47	1,000	14,08	9	0,43	27,58	2,20
5	35,79	2,54	14,082	61	1,000	14,08	9	0,43	35,79	2,86
10	41,66	2,96	14,082	71	1,000	14,08	9	0,43	41,66	3,33
25	49,87	3,54	14,082	85	1,000	14,08	9	0,43	49,87	3,99
50	56,18	3,99	14,082	95,75	1,000	14,08	9	0,43	56,18	4,49
100	62,19	4,42	14,082	106	1,000	14,08	9	0,43	62,19	4,97
200	70,06	4,98	14,082	119,4	1,000	14,08	9	0,43	70,06	5,60
500	79,21	5,63	14,082	135	1,000	14,08	9	0,43	79,21	6,33

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

CÁLCULO C								
T	C	Pd	Ka	P0	Poi	BetaPM	Betam	Ft
2	0,5312	47	1,000	7,20	10,29	0,7	0,7	1
5	0,6202	61	1,000	7,20	10,29	0,7	0,7	1
10	0,6691	71	1,000	7,20	10,29	0,7	0,7	1
25	0,7231	85	1,000	7,20	10,29	0,7	0,7	1
50	0,7561	95,75	1,000	7,20	10,29	0,7	0,7	1
100	0,7823	106	1,000	7,20	10,29	0,7	0,7	1
200	0,6630	119,4	1,000	12,34	10,29	1,2	1,2	1
500	0,8373	135	1,000	7,20	10,29	0,7	0,7	1

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

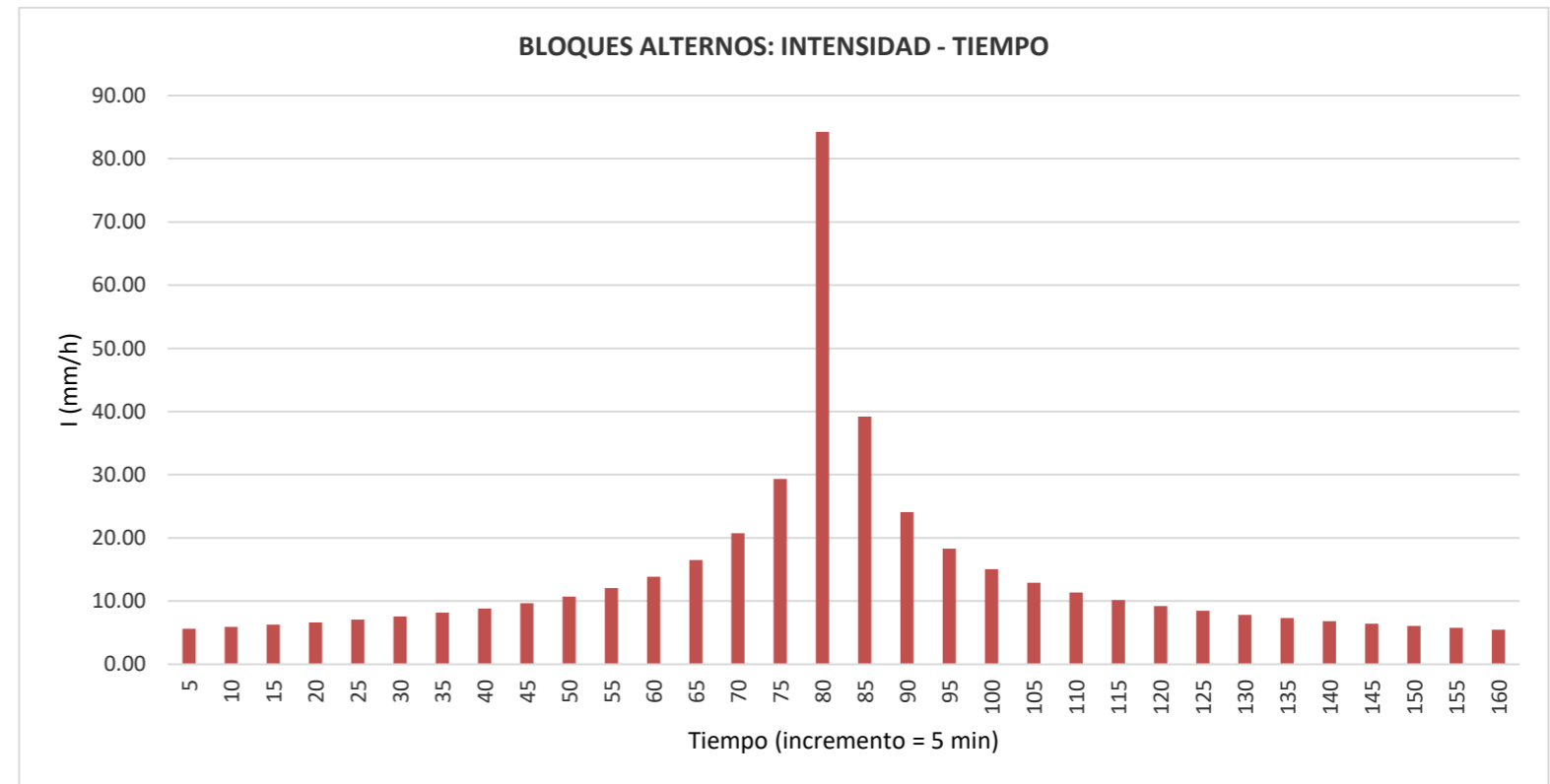
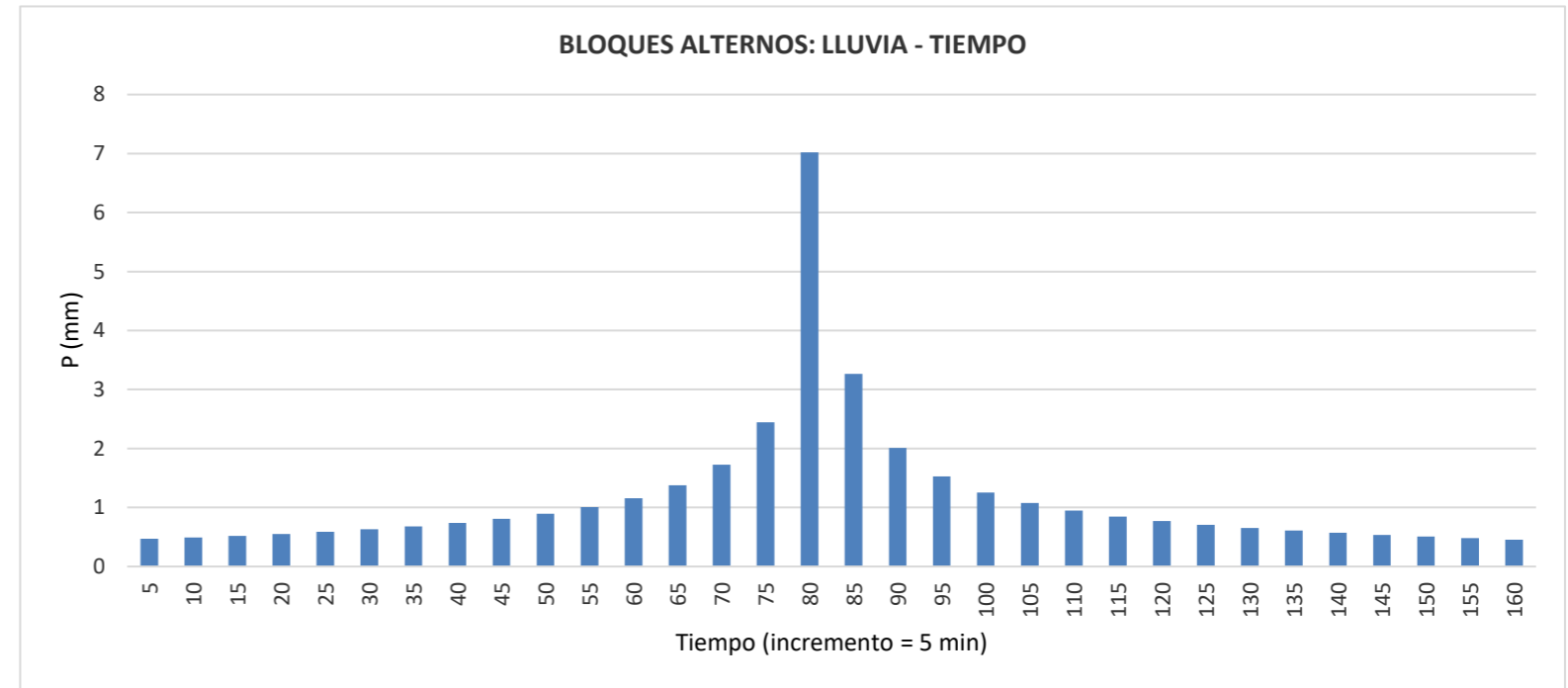
CÁLCULO K	
Kt	tc
1,02	0,43

Región 41

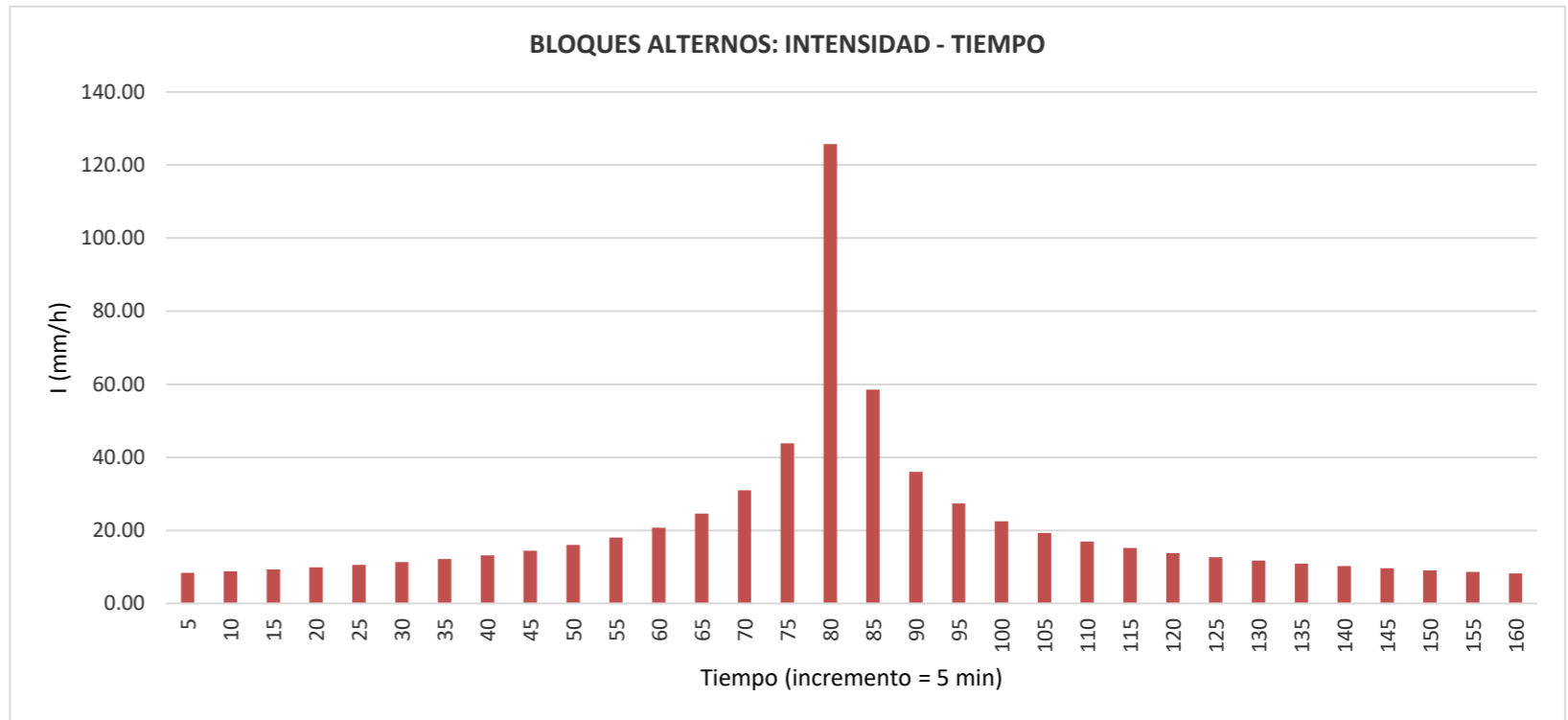
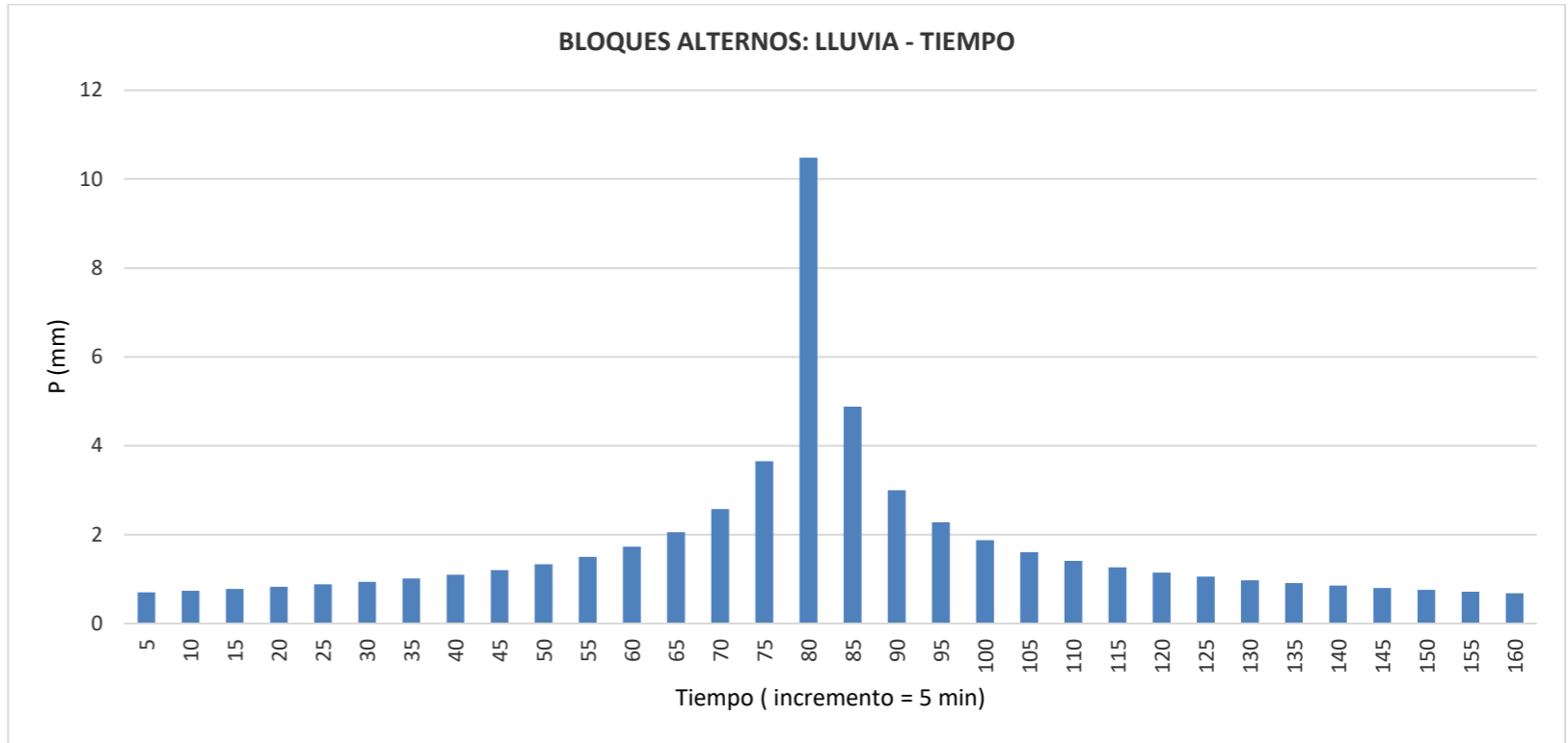
T	Q	C	I	A	K
2	2,92	0,53	27,58	0,7	1,02
5	4,42	0,62	35,79	0,7	1,02
10	5,55	0,67	41,66	0,7	1,02
25	7,18	0,72	49,87	0,7	1,02
50	8,46	0,76	56,18	0,7	1,02
100	9,69	0,78	62,19	0,7	1,02
200	9,25	0,66	70,06	0,7	1,02
500	13,21	0,84	79,21	0,7	1,02

$$Q = \frac{CIA}{3,6} K$$

TORMENTA DE PROYECTO 10 AÑOS				
Duración de la tormenta (h)		2,67	160 min	
Intensidad de lluvia (mm/h)		13,99		
Precipitación en 24 horas (mm)		37,32		
Intervalos de tiempo (min)		5		
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)
5	84,24	7,02	7,02	84,24
10	61,72	10,29	3,27	39,20
15	50,93	12,73	2,45	29,35
20	44,23	14,74	2,01	24,11
25	39,53	16,47	1,73	20,73
30	35,99	18,00	1,53	18,32
35	33,21	19,37	1,37	16,50
40	30,94	20,63	1,25	15,06
45	29,04	21,78	1,16	13,88
50	27,43	22,86	1,08	12,90
55	26,03	23,86	1,01	12,07
60	24,81	24,81	0,95	11,35
65	23,73	25,70	0,89	10,73
70	22,76	26,55	0,85	10,17
75	21,89	27,36	0,81	9,68
80	21,10	28,13	0,77	9,24
85	20,37	28,86	0,74	8,84
90	19,71	29,57	0,71	8,48
95	19,11	30,25	0,68	8,15
100	18,54	30,90	0,65	7,84
105	18,02	31,53	0,63	7,56
110	17,53	32,14	0,61	7,31
115	17,08	32,73	0,59	7,07
120	16,65	33,30	0,57	6,84
125	16,25	33,85	0,55	6,63
130	15,87	34,39	0,54	6,44
135	15,52	34,91	0,52	6,25
140	15,18	35,42	0,51	6,08
145	14,86	35,91	0,49	5,92
150	14,56	36,39	0,48	5,77
155	14,27	36,86	0,47	5,62
160	13,99	37,32	0,46	5,48





TORMENTA DE PROYECTO 100 AÑOS				
Duración de la tormenta (h)		2,67	160 min	
Intensidad de lluvia (mm/h)		20,89		
Precipitación en 24 horas (mm)		55,71		
Intervalos de tiempo (min)		5		
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)
5	125,77	10,48	10,48	125,77
10	92,15	15,36	4,88	58,53
15	76,04	19,01	3,65	43,81
20	66,03	22,01	3,00	35,99
25	59,01	24,59	2,58	30,95
30	53,74	26,87	2,28	27,36
35	49,58	28,92	2,05	24,63
40	46,19	30,79	1,87	22,48
45	43,36	32,52	1,73	20,73
50	40,95	34,13	1,61	19,26
55	38,87	35,63	1,50	18,02
60	37,04	37,04	1,41	16,95
65	35,42	38,37	1,33	16,01
70	33,98	39,64	1,27	15,19
75	32,68	40,84	1,20	14,45
80	31,50	41,99	1,15	13,79
85	30,42	43,09	1,10	13,20
90	29,43	44,15	1,05	12,66
95	28,52	45,16	1,01	12,16
100	27,68	46,14	0,98	11,71
105	26,90	47,08	0,94	11,29
110	26,17	47,99	0,91	10,91
115	25,50	48,87	0,88	10,55
120	24,86	49,72	0,85	10,21
125	24,26	50,54	0,83	9,90
130	23,70	51,34	0,80	9,61
135	23,17	52,12	0,78	9,34
140	22,66	52,88	0,76	9,08
145	22,19	53,62	0,74	8,84
150	21,73	54,33	0,72	8,61
155	21,30	55,03	0,70	8,39
160	20,89	55,71	0,68	8,19



 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palma el T.M. de Mérida	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	39	Of

**ANEXO II: PLANOS**

---

 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palma el T.M. de Mérida	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	39	Of

## ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.**
- Plano 2. CUENCAS Y ARROYOS ESTUDIADOS.**
- Plano 3. CALADO PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS.**
- Plano 4. CALADO PERIODO DE RETORNO 50 AÑOS.**
- Plano 5. CALADO PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS.**
- Plano 6. CALADO PERIODO DE RETORNO 200 AÑOS.**
- Plano 7. CALADO PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS.**
- Plano 8. VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS.**
- Plano 9. VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 50 AÑOS.**
- Plano 10. VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS.**
- Plano 11. VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 200 AÑOS.**
- Plano 12. VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS.**
- Plano 13. ZONA DE POLICÍA.**
- Plano 14. CLASIFICACIÓN DEL USO DEL SUELO SEGÚN SIOSE.**
- Plano 15. DRENAJE INTERIOR Y MALLA DE CÁLCULO.**
- Plano 16. DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA CALADO PARA PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS.**
- Plano 17. DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA CALADO PARA PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS.**



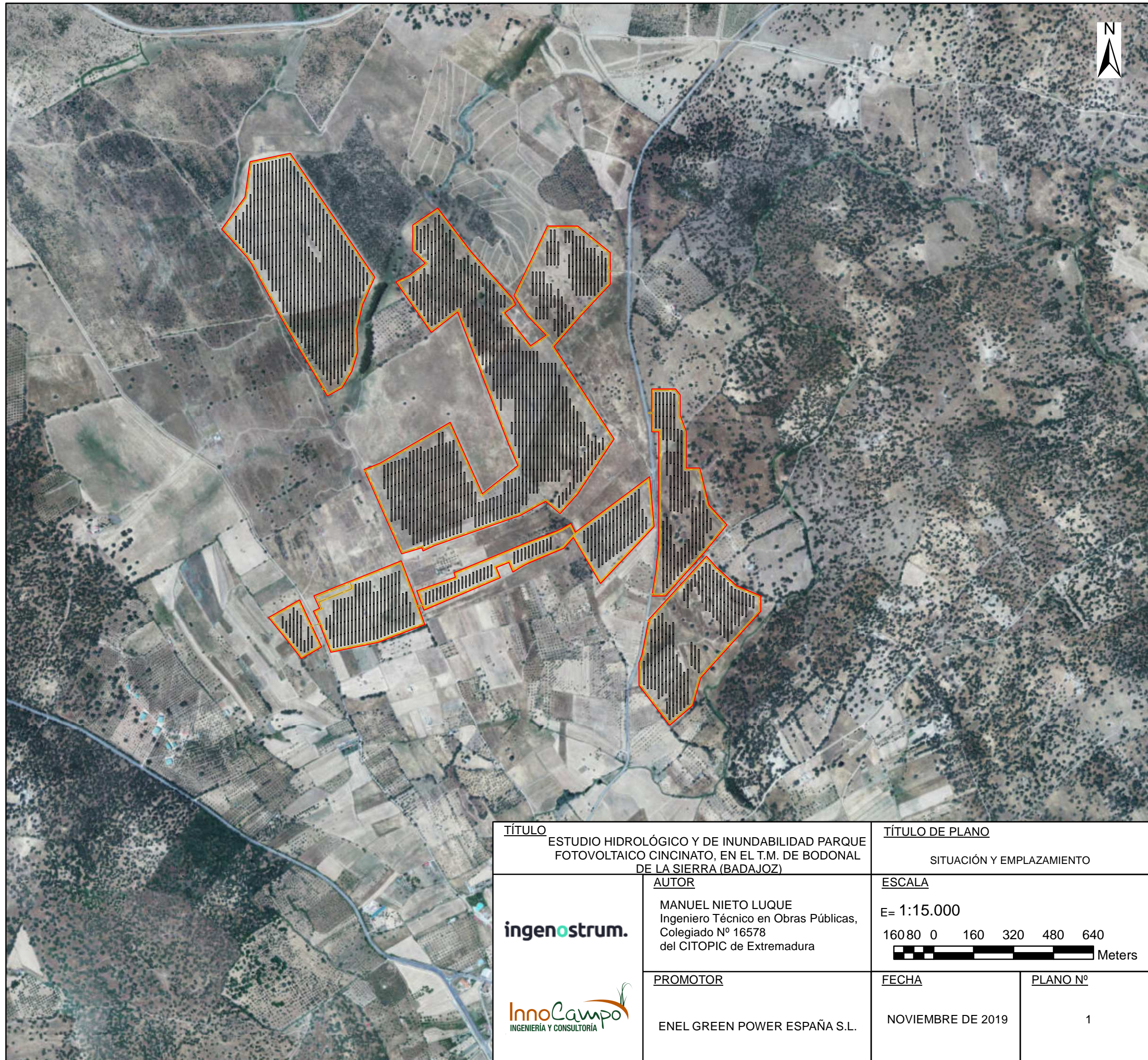
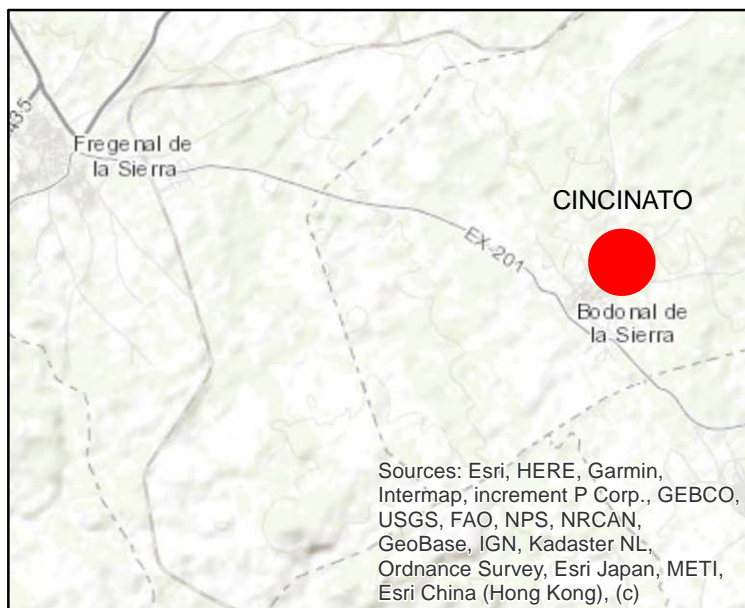
 	Planta Solar Fotovoltaica Puerta Palma el T.M. de Mérida	Doc. No.:				
	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD</b>	Rev:	02	Page	39	Of




**Plano 18. DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA VELOCIDAD PARA PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS.**

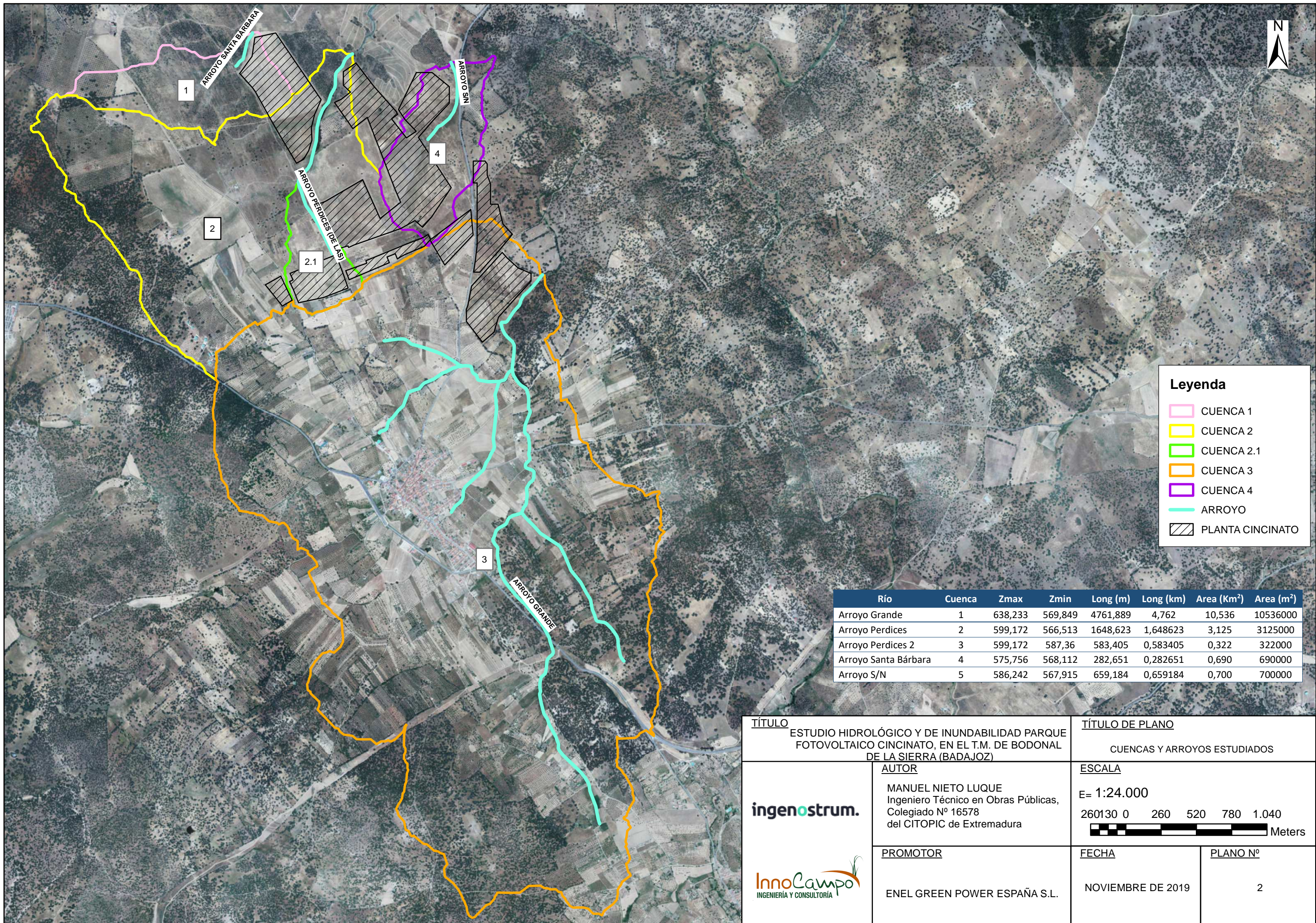
**Plano 19. DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA VELOCIDAD PARA PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS.**

**Plano 20. DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA. PELIGROSIDAD (VELOCIDAD\*CALADO>0,5) PARA T10.**

**Plano 21. DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA. PELIGROSIDAD (VELOCIDAD\*CALADO>0,5) PARA T100.**






<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	
 	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado N° 16578 del CITOPIC de Extremadura		<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO N°</b> 1

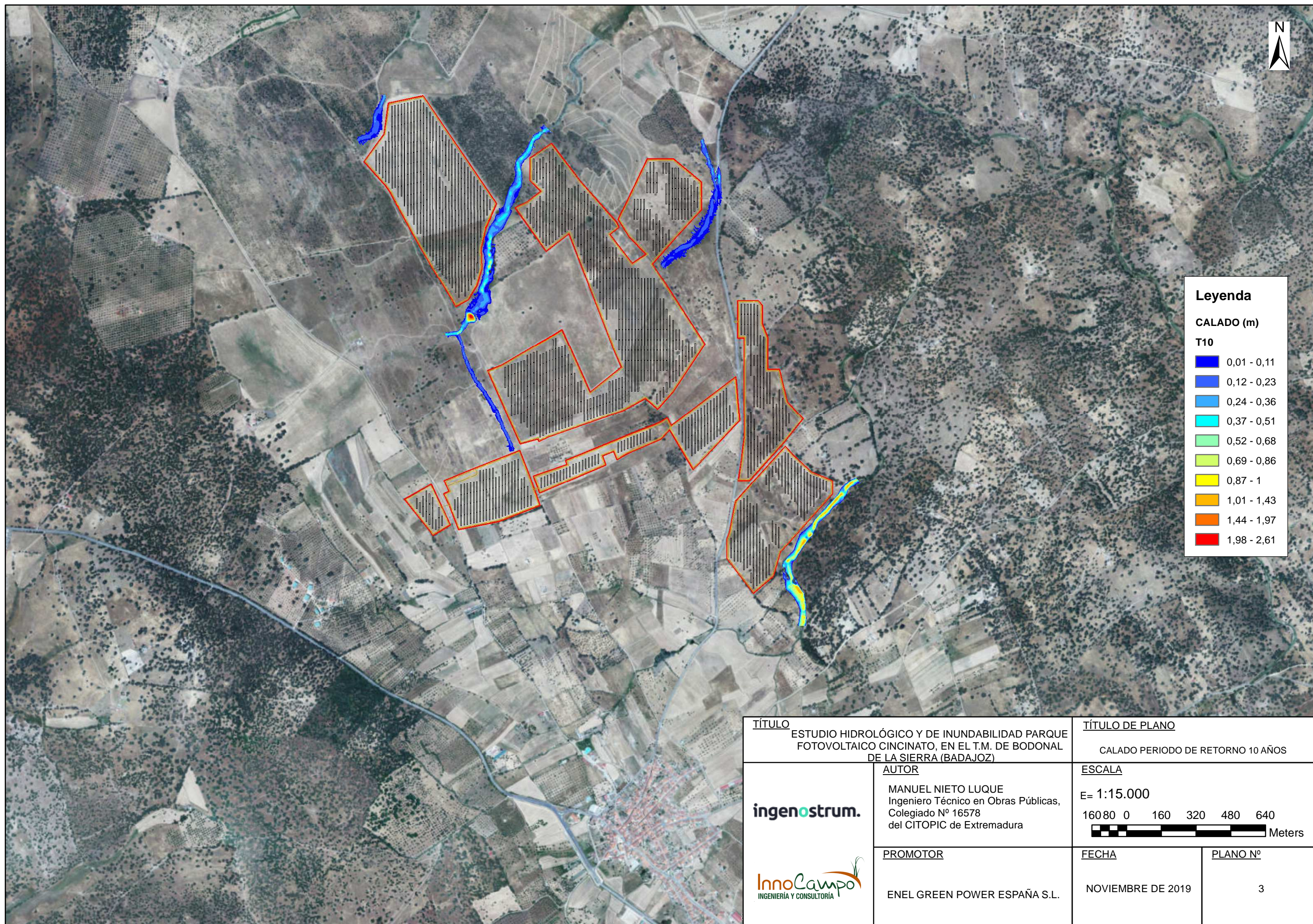


**Leyenda**

- CUENCA 1
- CUENCA 2
- CUENCA 2.1
- CUENCA 3
- CUENCA 4
- ARROYO
- PLANTA CINCATATO

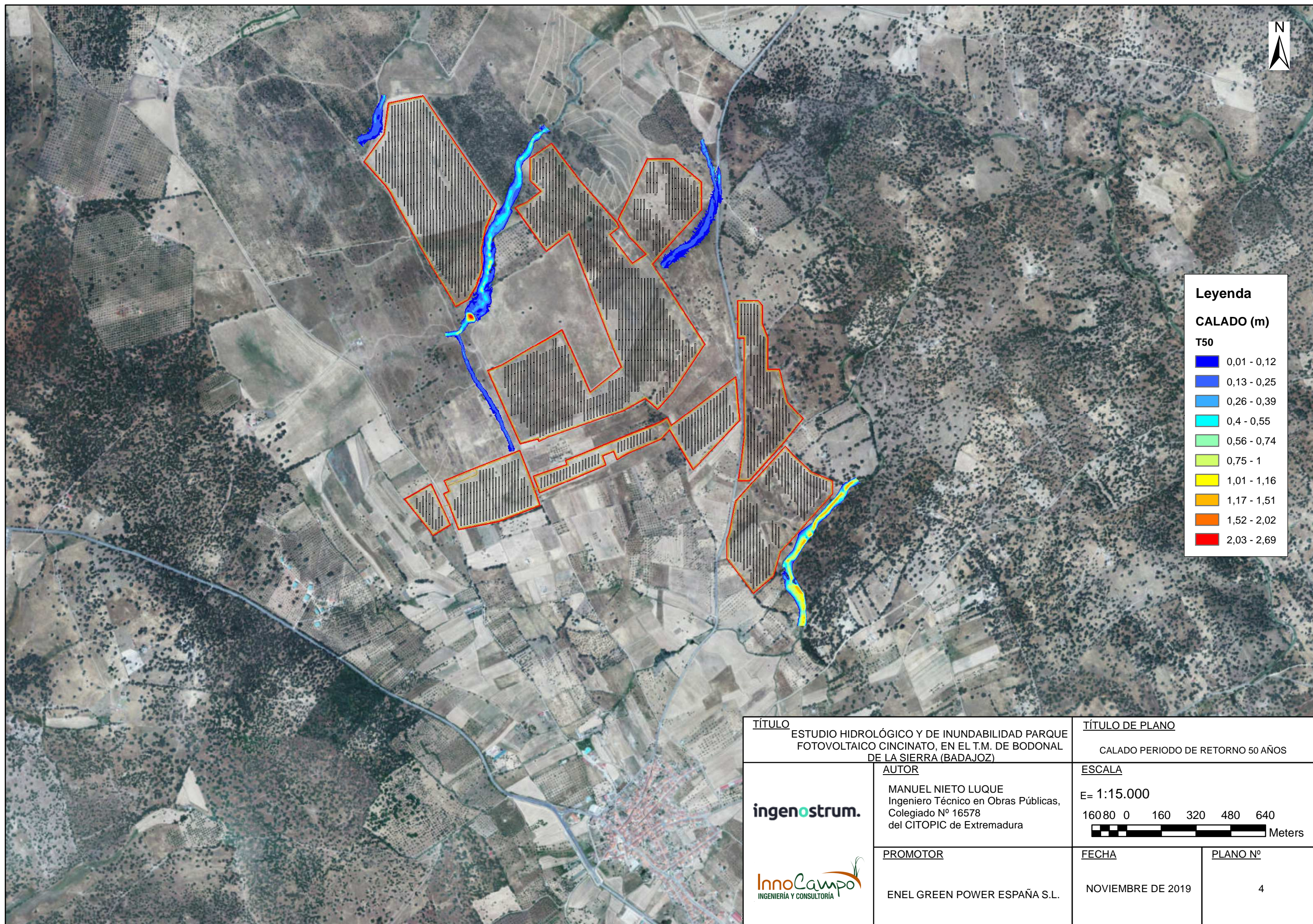
Río	Cuenca	Zmax	Zmin	Long (m)	Long (km)	Area (Km <sup>2</sup> )	Area (m <sup>2</sup> )
Arroyo Grande	1	638,233	569,849	4761,889	4,762	10,536	10536000
Arroyo Perdices	2	599,172	566,513	1648,623	1,648623	3,125	3125000
Arroyo Perdices 2	3	599,172	587,36	583,405	0,583405	0,322	322000
Arroyo Santa Bárbara	4	575,756	568,112	282,651	0,282651	0,690	690000
Arroyo S/N	5	586,242	567,915	659,184	0,659184	0,700	700000

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCATATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> CUENCAS Y ARROYOS ESTUDIADOS	
  	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado N° 16578 del CITOPIC de Extremadura		<b>ESCALA</b> E= 1:24.000 260130 0 260 520 780 1.040  Meters
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO N°</b> 2



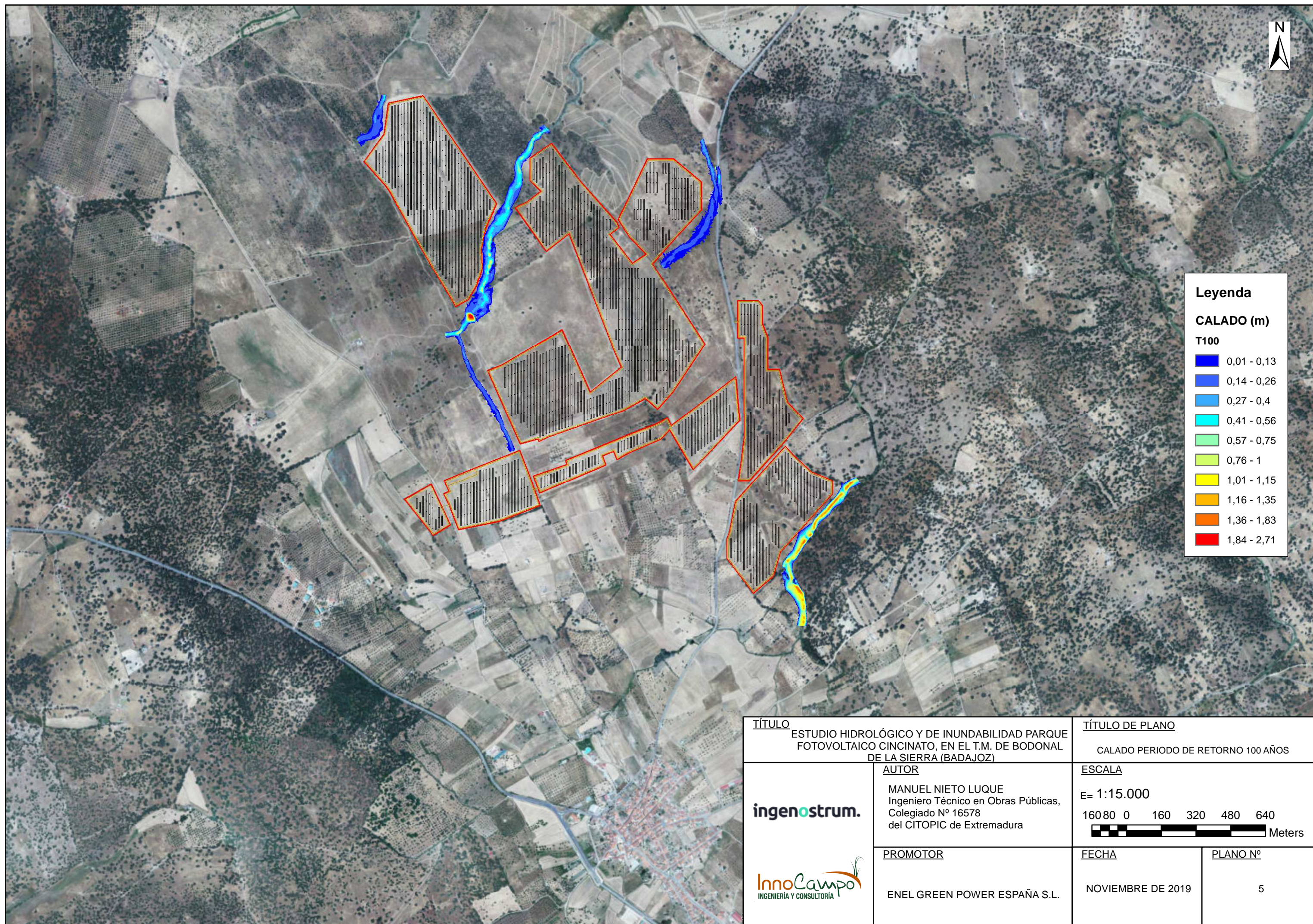
Leyenda	
CALADO (m)	
T10	
	0,01 - 0,11
	0,12 - 0,23
	0,24 - 0,36
	0,37 - 0,51
	0,52 - 0,68
	0,69 - 0,86
	0,87 - 1
	1,01 - 1,43
	1,44 - 1,97
	1,98 - 2,61

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> CALADO PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado N° 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640 	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO N°</b> 3



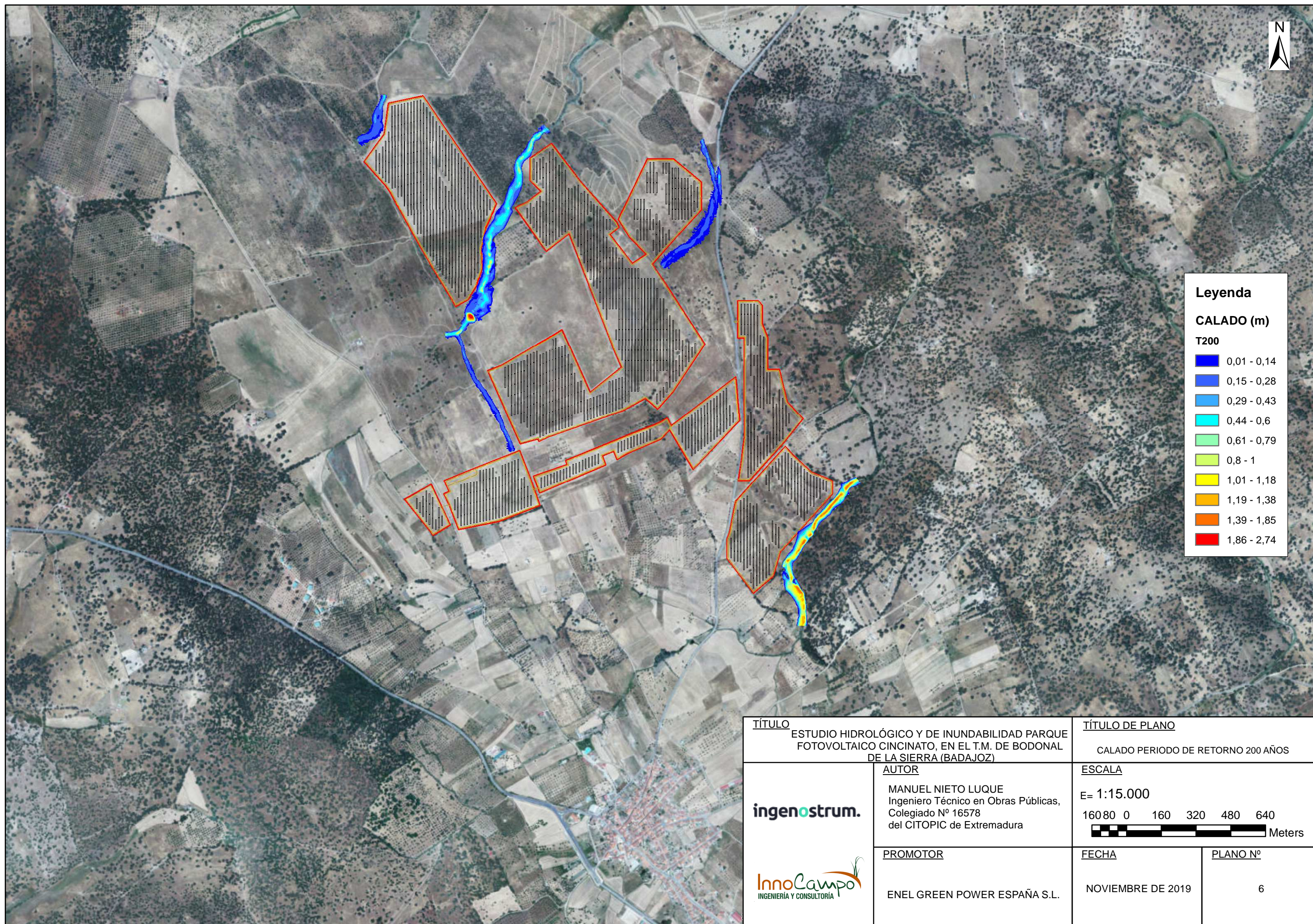
Leyenda	
CALADO (m)	
T50	
	0,01 - 0,12
	0,13 - 0,25
	0,26 - 0,39
	0,4 - 0,55
	0,56 - 0,74
	0,75 - 1
	1,01 - 1,16
	1,17 - 1,51
	1,52 - 2,02
	2,03 - 2,69

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> CALADO PERIODO DE RETORNO 50 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640 	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 4



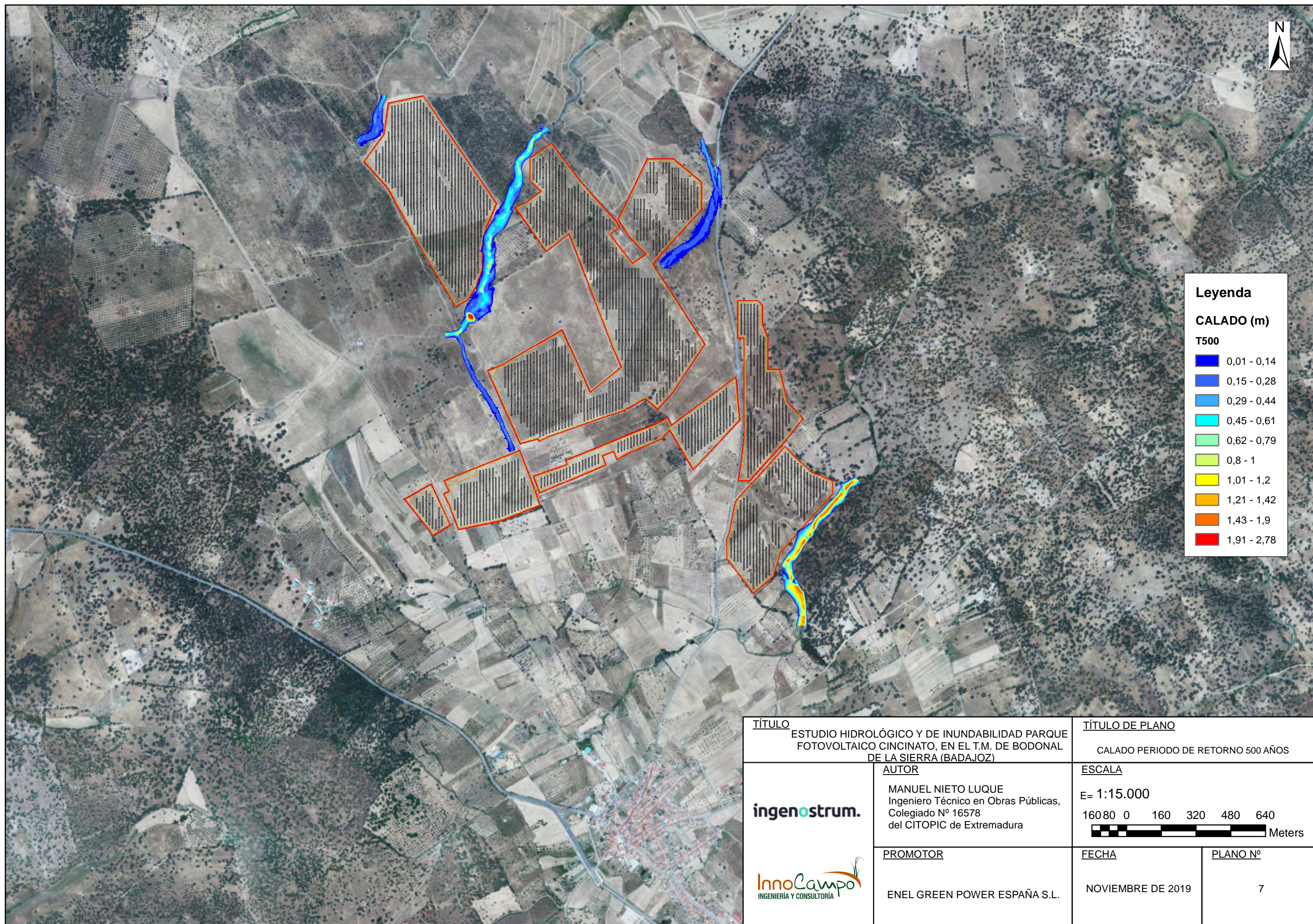
Leyenda	
CALADO (m)	
T100	
	0,01 - 0,13
	0,14 - 0,26
	0,27 - 0,4
	0,41 - 0,56
	0,57 - 0,75
	0,76 - 1
	1,01 - 1,15
	1,16 - 1,35
	1,36 - 1,83
	1,84 - 2,71

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> CALADO PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640 	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 5



Leyenda	
CALADO (m)	
T200	
	0,01 - 0,14
	0,15 - 0,28
	0,29 - 0,43
	0,44 - 0,6
	0,61 - 0,79
	0,8 - 1
	1,01 - 1,18
	1,19 - 1,38
	1,39 - 1,85
	1,86 - 2,74

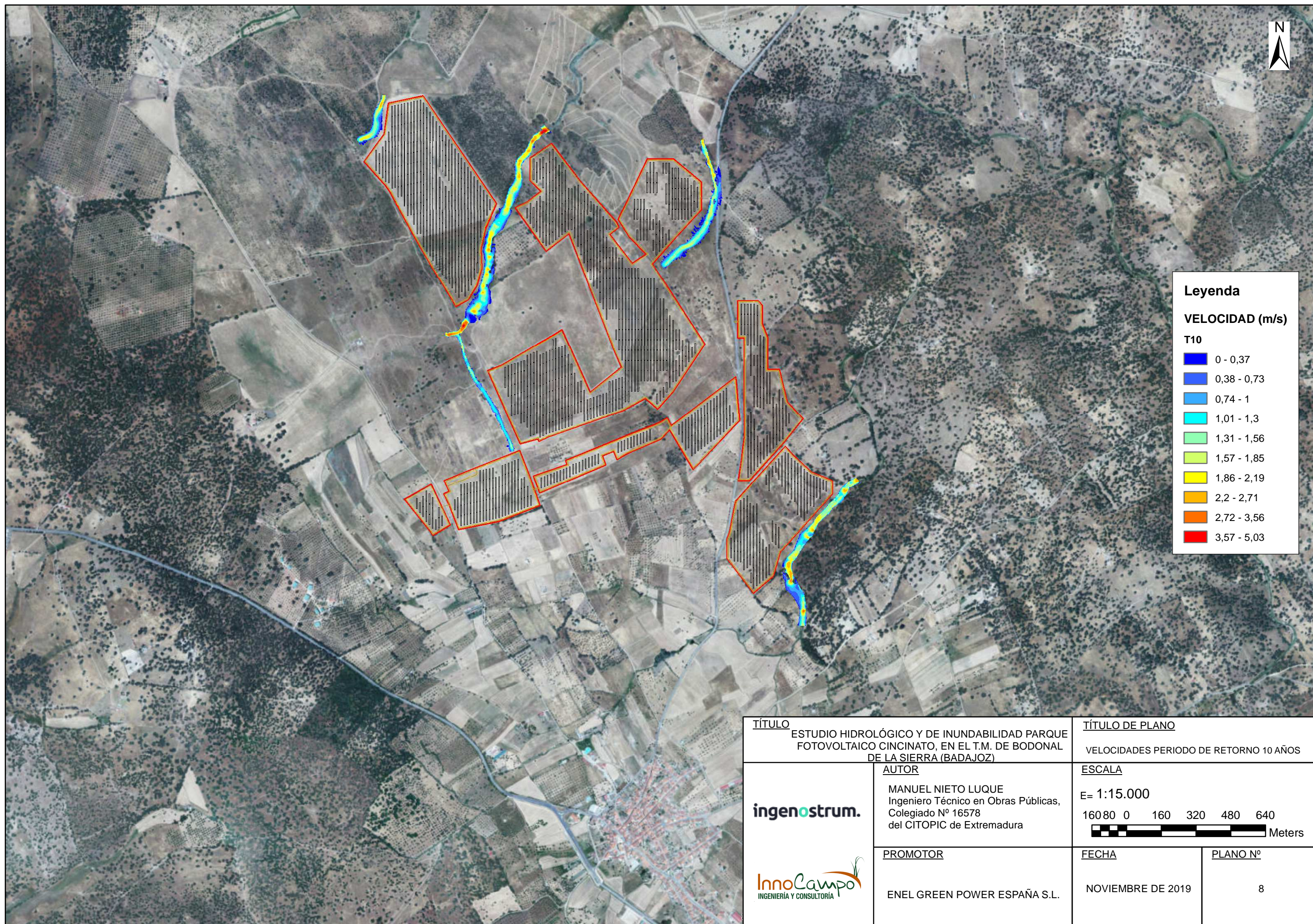
<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> CALADO PERIODO DE RETORNO 200 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640 	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 6





Leyenda	
CALADO (m)	
T500	
	0,01 - 0,14
	0,15 - 0,28
	0,29 - 0,44
	0,45 - 0,61
	0,62 - 0,79
	0,8 - 1
	1,01 - 1,2
	1,21 - 1,42
	1,43 - 1,9
	1,91 - 2,78

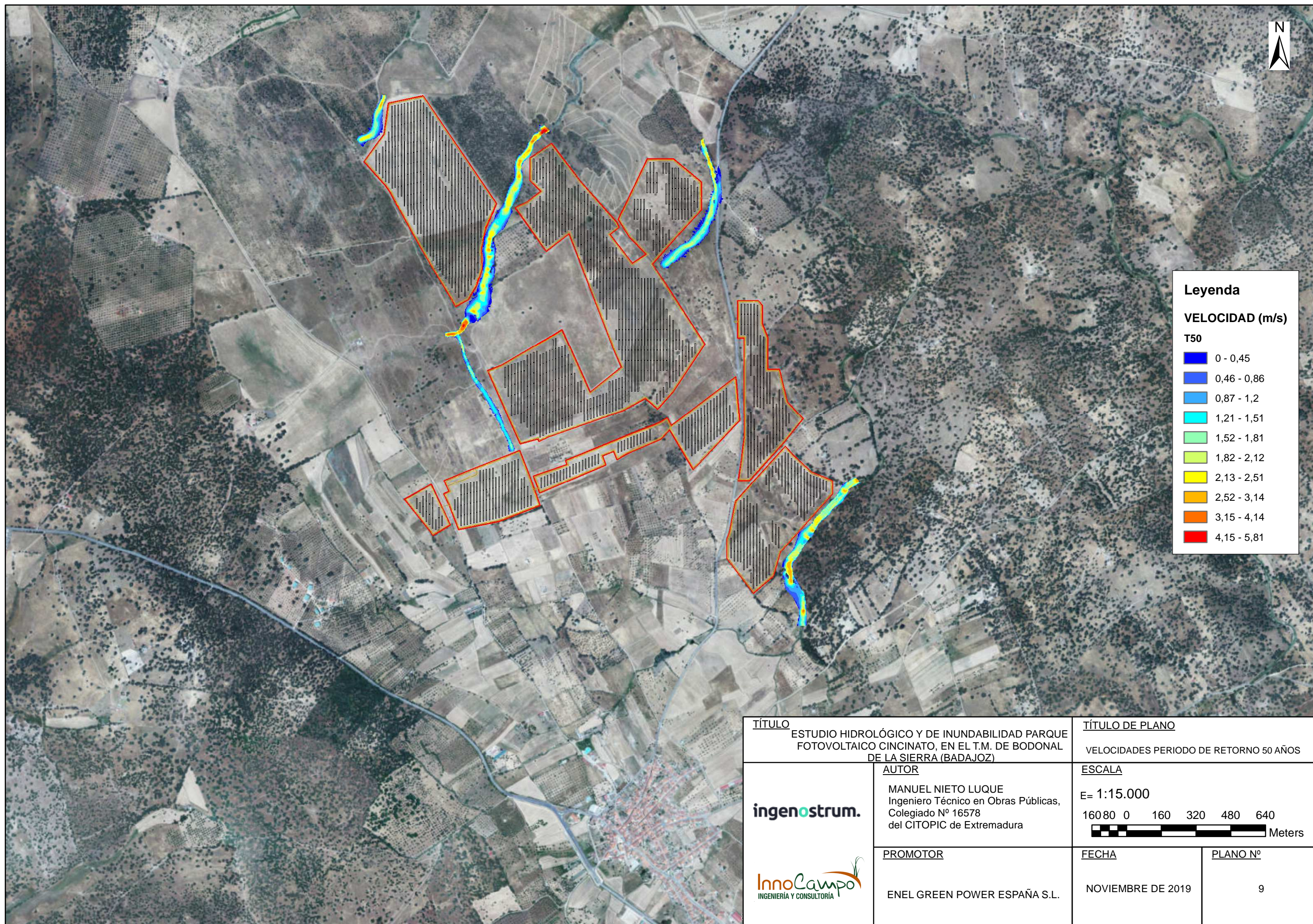
<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> CALADO PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640 	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 7





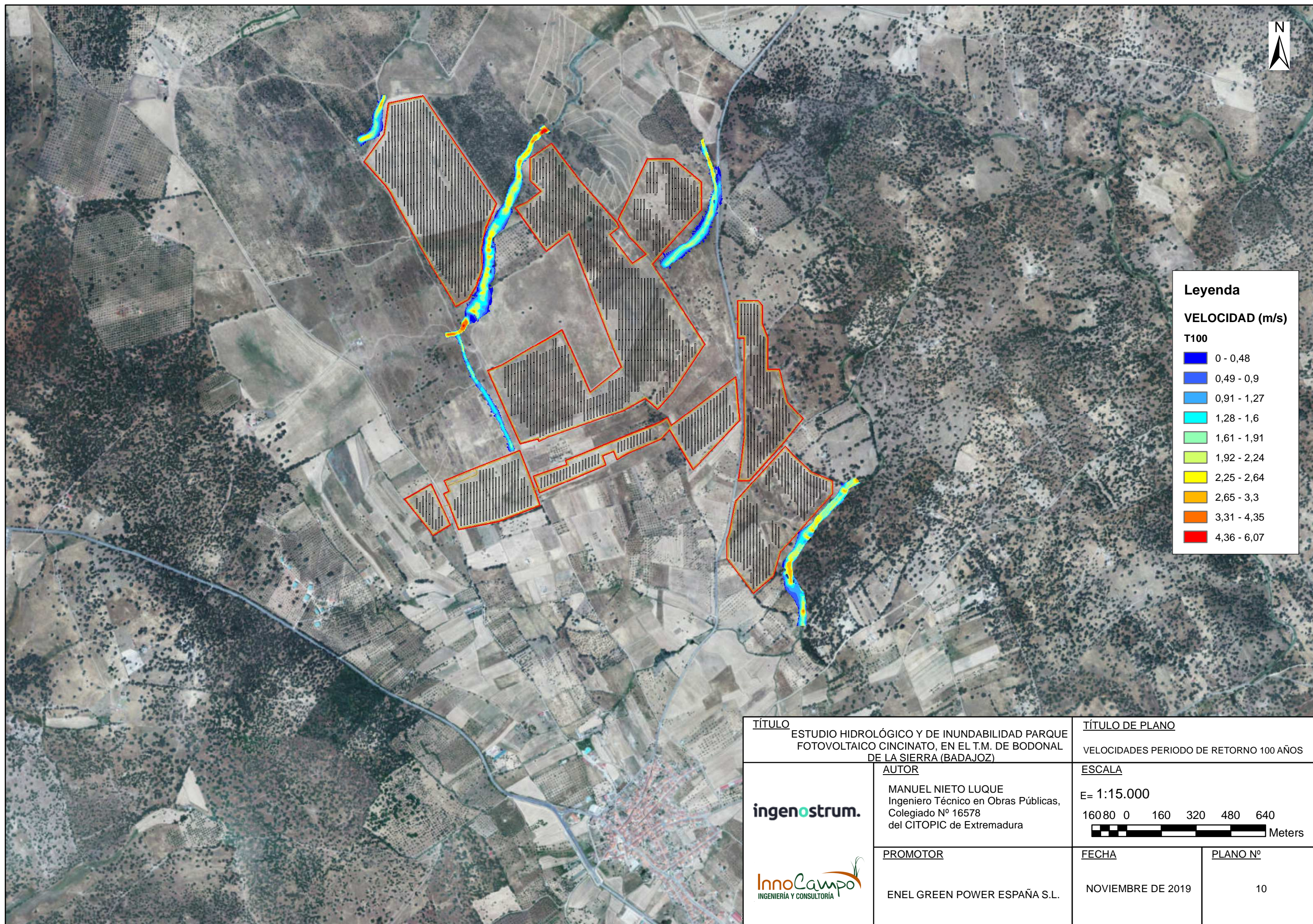
Leyenda	
VELOCIDAD (m/s)	
T10	
0 - 0,37	Blue
0,38 - 0,73	Light Blue
0,74 - 1	Medium Blue
1,01 - 1,3	Cyan
1,31 - 1,56	Light Green
1,57 - 1,85	Yellow-Green
1,86 - 2,19	Yellow
2,2 - 2,71	Orange
2,72 - 3,56	Dark Orange
3,57 - 5,03	Red

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado N° 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO N°</b> 8



Leyenda	
VELOCIDAD (m/s)	
T50	
	0 - 0,45
	0,46 - 0,86
	0,87 - 1,2
	1,21 - 1,51
	1,52 - 1,81
	1,82 - 2,12
	2,13 - 2,51
	2,52 - 3,14
	3,15 - 4,14
	4,15 - 5,81

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 50 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado N° 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640 	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO N°</b> 9





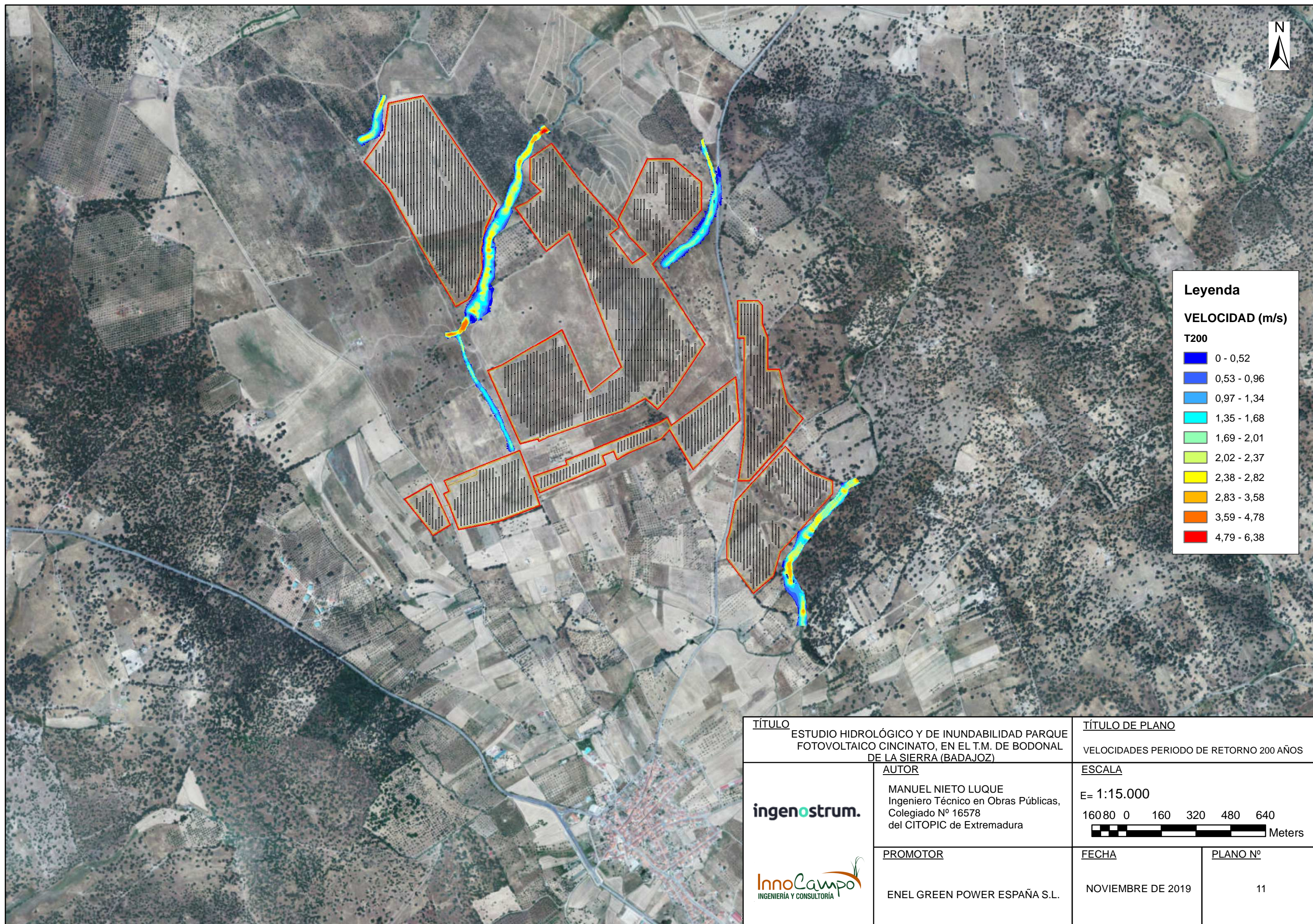
**Leyenda**

**VELOCIDAD (m/s)**



**T100**

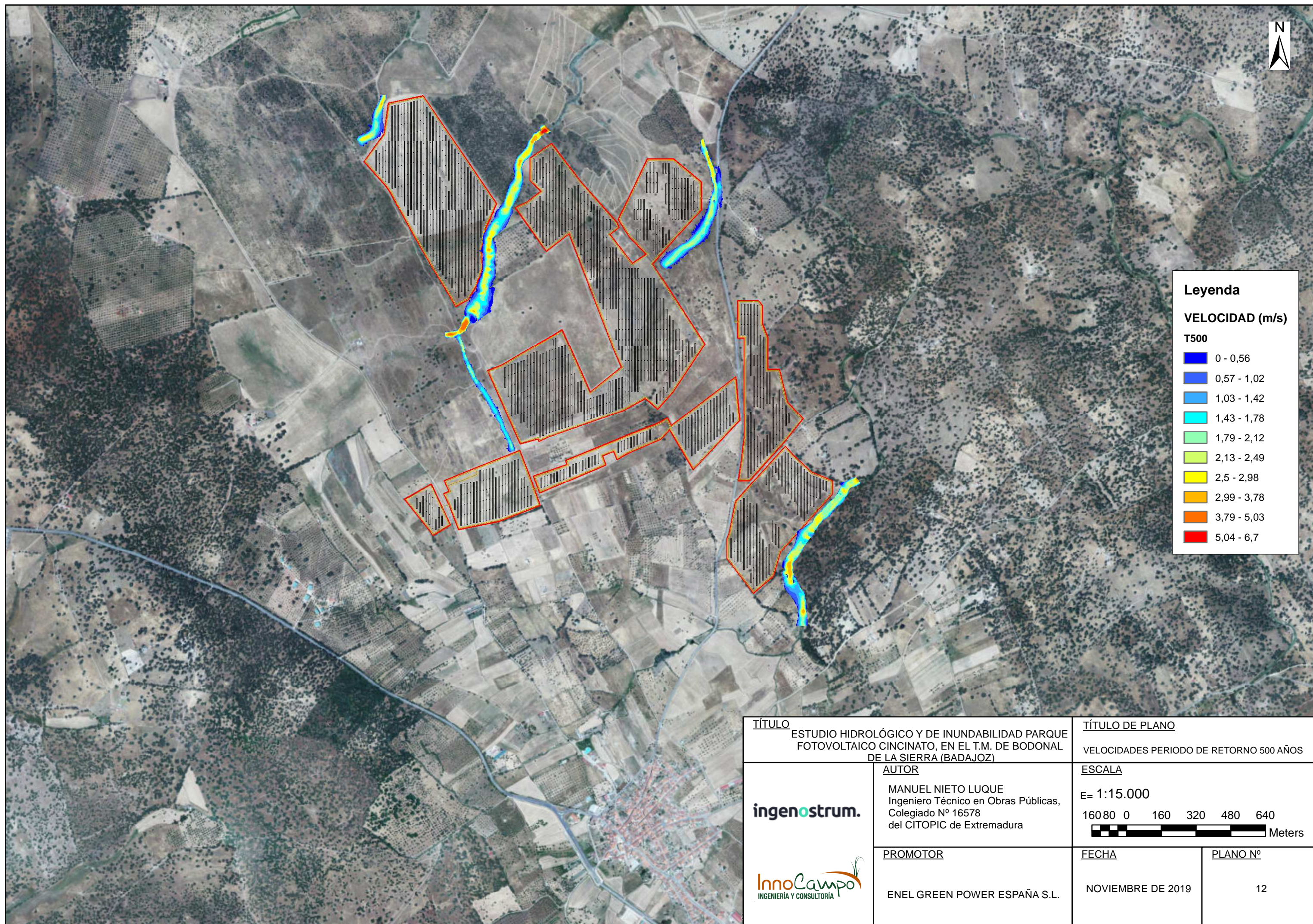
0 - 0,48
0,49 - 0,9
0,91 - 1,27
1,28 - 1,6
1,61 - 1,91
1,92 - 2,24
2,25 - 2,64
2,65 - 3,3
3,31 - 4,35
4,36 - 6,07

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 10





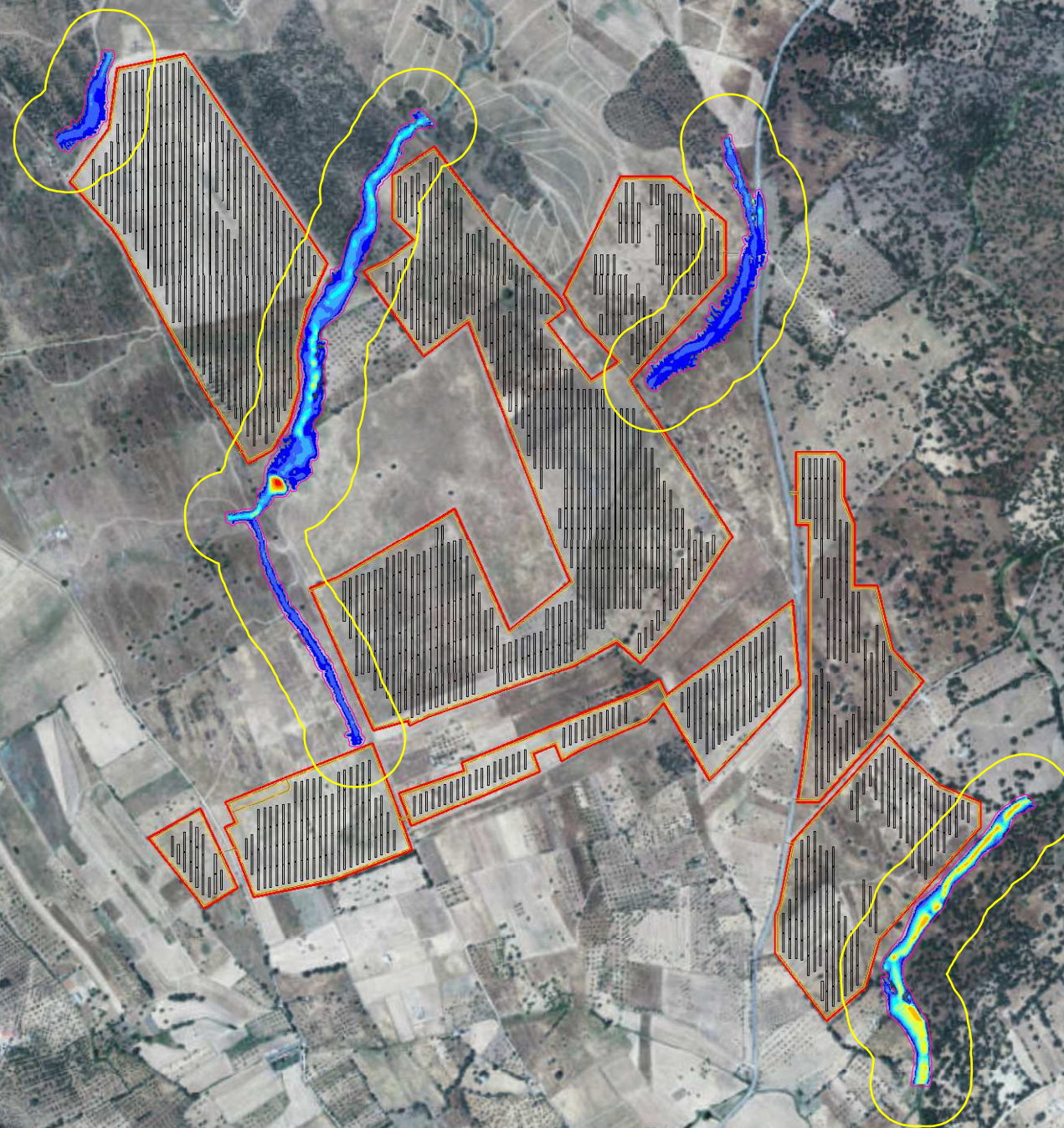
Leyenda	
VELOCIDAD (m/s)	
T200	
0 - 0,52	Blue
0,53 - 0,96	Light Blue
0,97 - 1,34	Medium Blue
1,35 - 1,68	Cyan
1,69 - 2,01	Light Green
2,02 - 2,37	Yellow-Green
2,38 - 2,82	Yellow
2,83 - 3,58	Orange
3,59 - 4,78	Dark Orange
4,79 - 6,38	Red

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 200 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado N° 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO N°</b> 11



Leyenda	
VELOCIDAD (m/s)	
T500	
0 - 0,56	Blue
0,57 - 1,02	Light Blue
1,03 - 1,42	Medium Blue
1,43 - 1,78	Cyan
1,79 - 2,12	Light Green
2,13 - 2,49	Yellow-Green
2,5 - 2,98	Yellow
2,99 - 3,78	Orange
3,79 - 5,03	Dark Orange
5,04 - 6,7	Red

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> VELOCIDADES PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 12





**Leyenda**

- SERVIDUMBRE (5m)
- ZONA DE POLICÍA (100m)

**CALADO (m)**

**T10**

- 0,01 - 0,11
- 0,12 - 0,23
- 0,24 - 0,36
- 0,37 - 0,51
- 0,52 - 0,68
- 0,69 - 0,86
- 0,87 - 1
- 1,01 - 1,43
- 1,44 - 1,97
- 1,98 - 2,61

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> ZONA DE POLICÍA	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 13



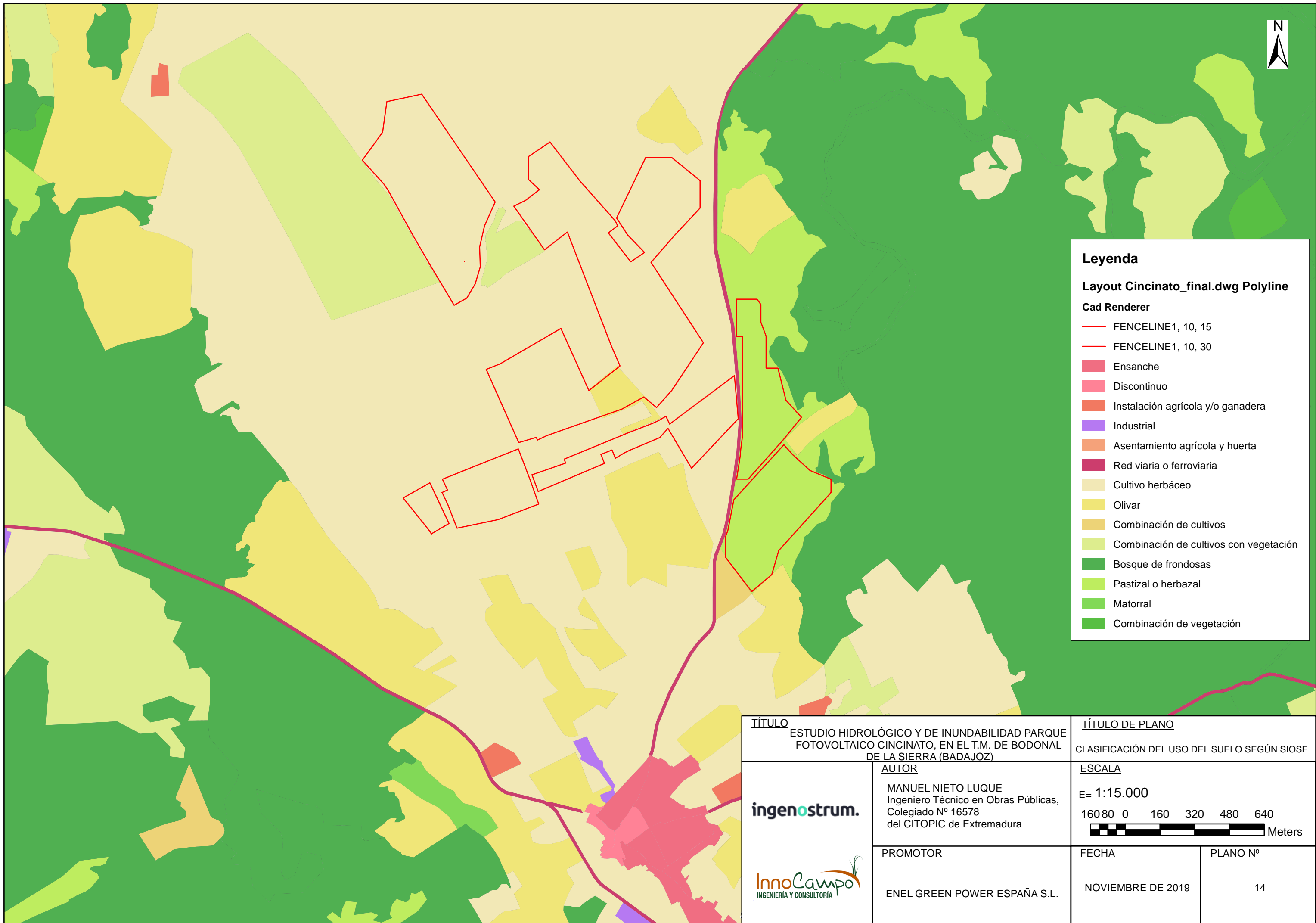





**Leyenda**

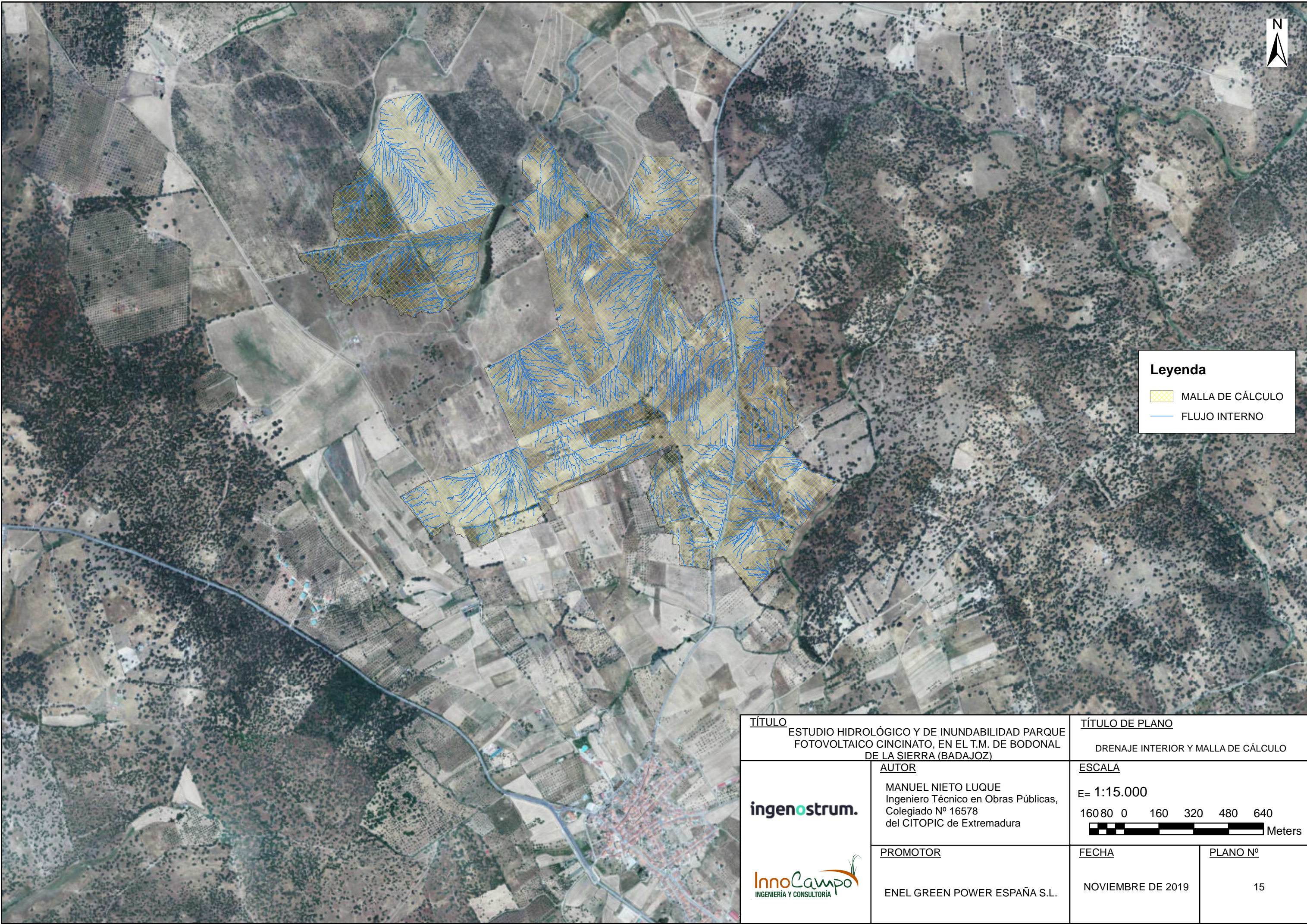
**Layout Cincinato\_final.dwg Polyline**

**Cad Renderer**

- FENCELINE1, 10, 15
- FENCELINE1, 10, 30
- Ensanche
- Discontinuo
- Instalación agrícola y/o ganadera
- Industrial
- Asentamiento agrícola y huerta
- Red viaria o ferroviaria
- Cultivo herbáceo
- Olivar
- Combinación de cultivos
- Combinación de cultivos con vegetación
- Bosque de frondosas
- Pastizal o herbazal
- Matorral
- Combinación de vegetación





<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> CLASIFICACIÓN DEL USO DEL SUELO SEGÚN SIOSE	
  	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura		<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 14

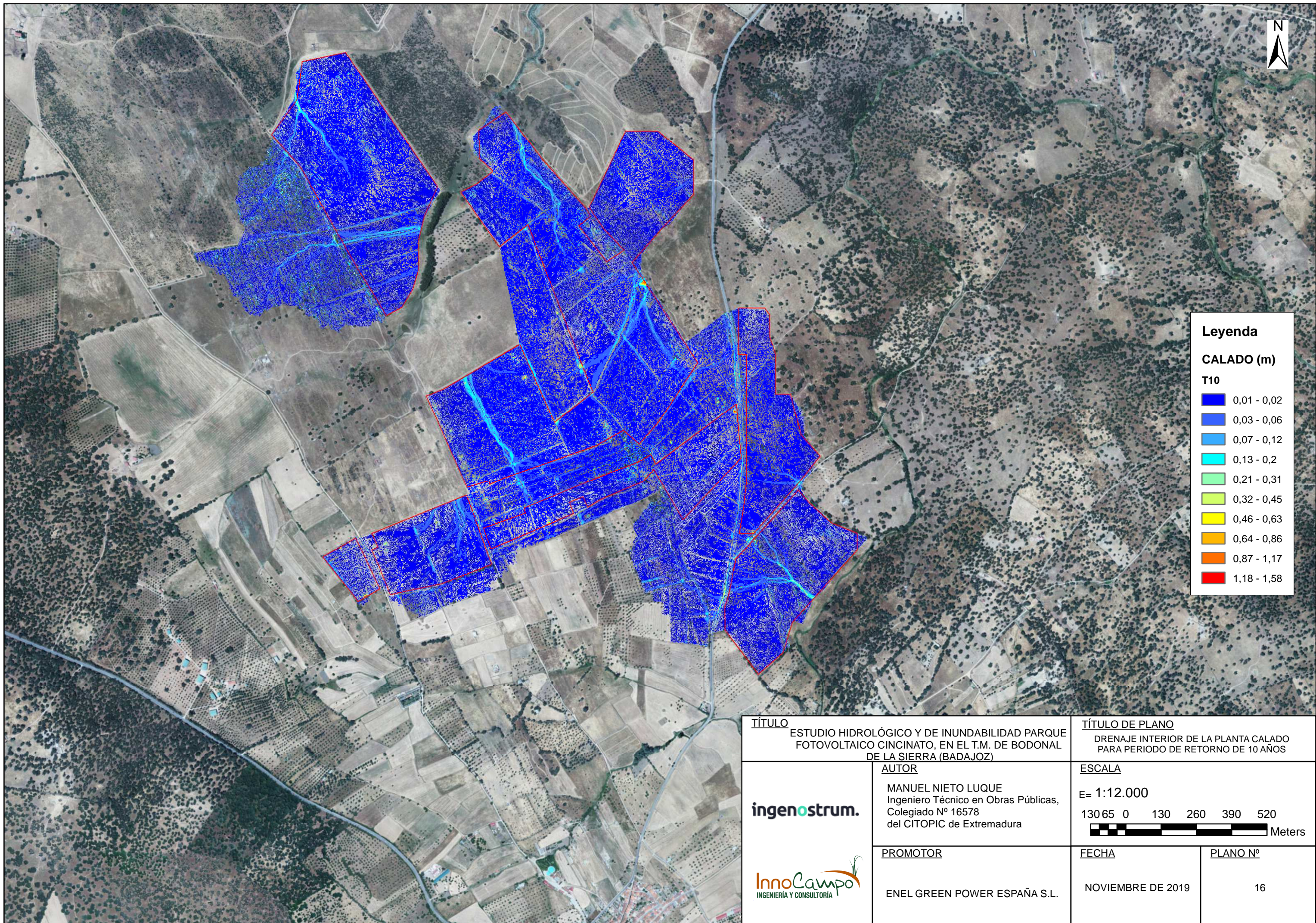


**Leyenda**

-  MALLA DE CÁLCULO
-  FLUJO INTERNO

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> DRENAJE INTERIOR Y MALLA DE CÁLCULO	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado N° 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:15.000 16080 0 160 320 480 640  Meters	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO N°</b> 15








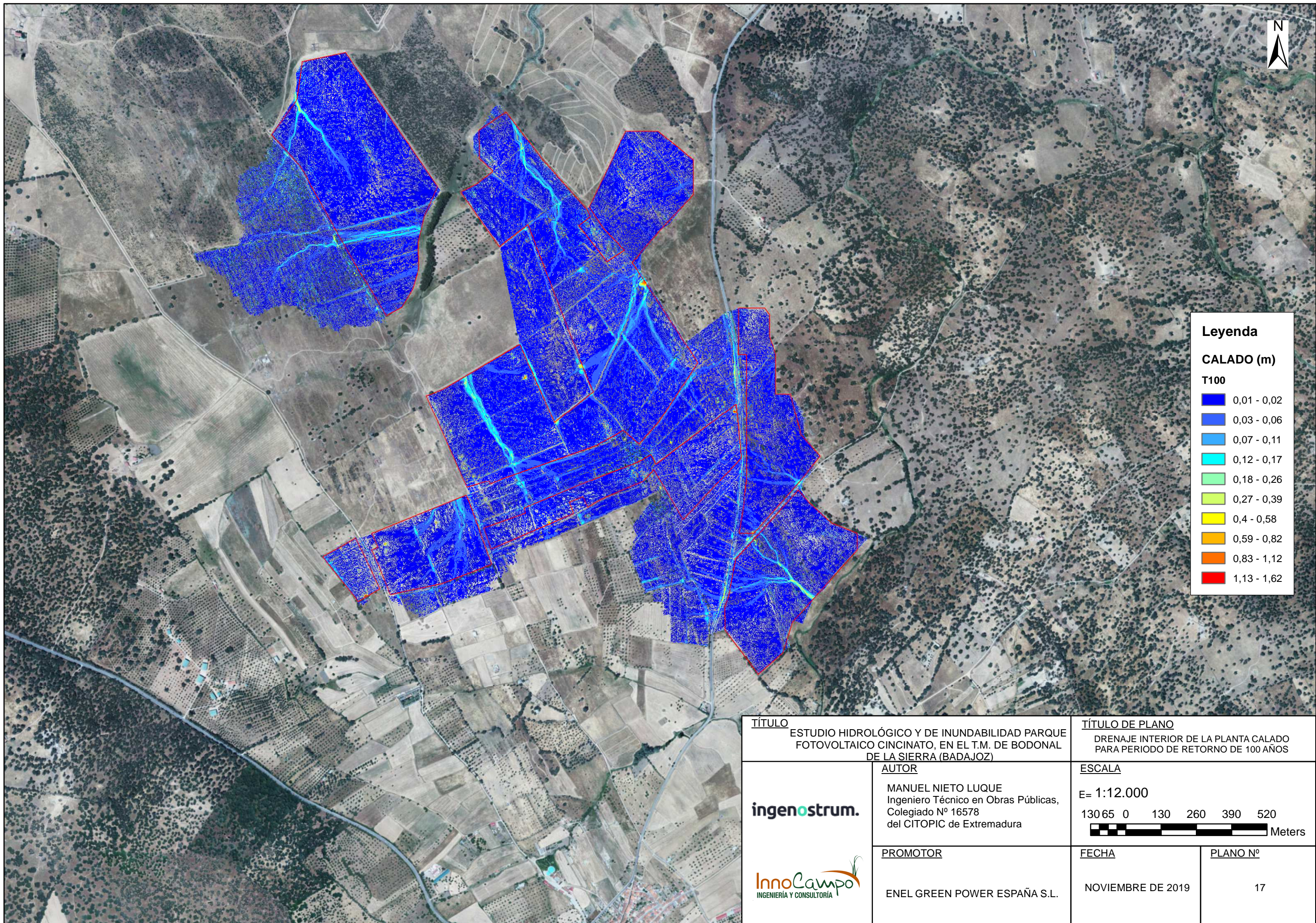
**Leyenda**

**CALADO (m)**

**T10**

0,01 - 0,02
0,03 - 0,06
0,07 - 0,12
0,13 - 0,2
0,21 - 0,31
0,32 - 0,45
0,46 - 0,63
0,64 - 0,86
0,87 - 1,17
1,18 - 1,58

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA CALADO PARA PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura		<b>ESCALA</b> E= 1:12.000
			
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.		<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019
			<b>PLANO Nº</b> 16






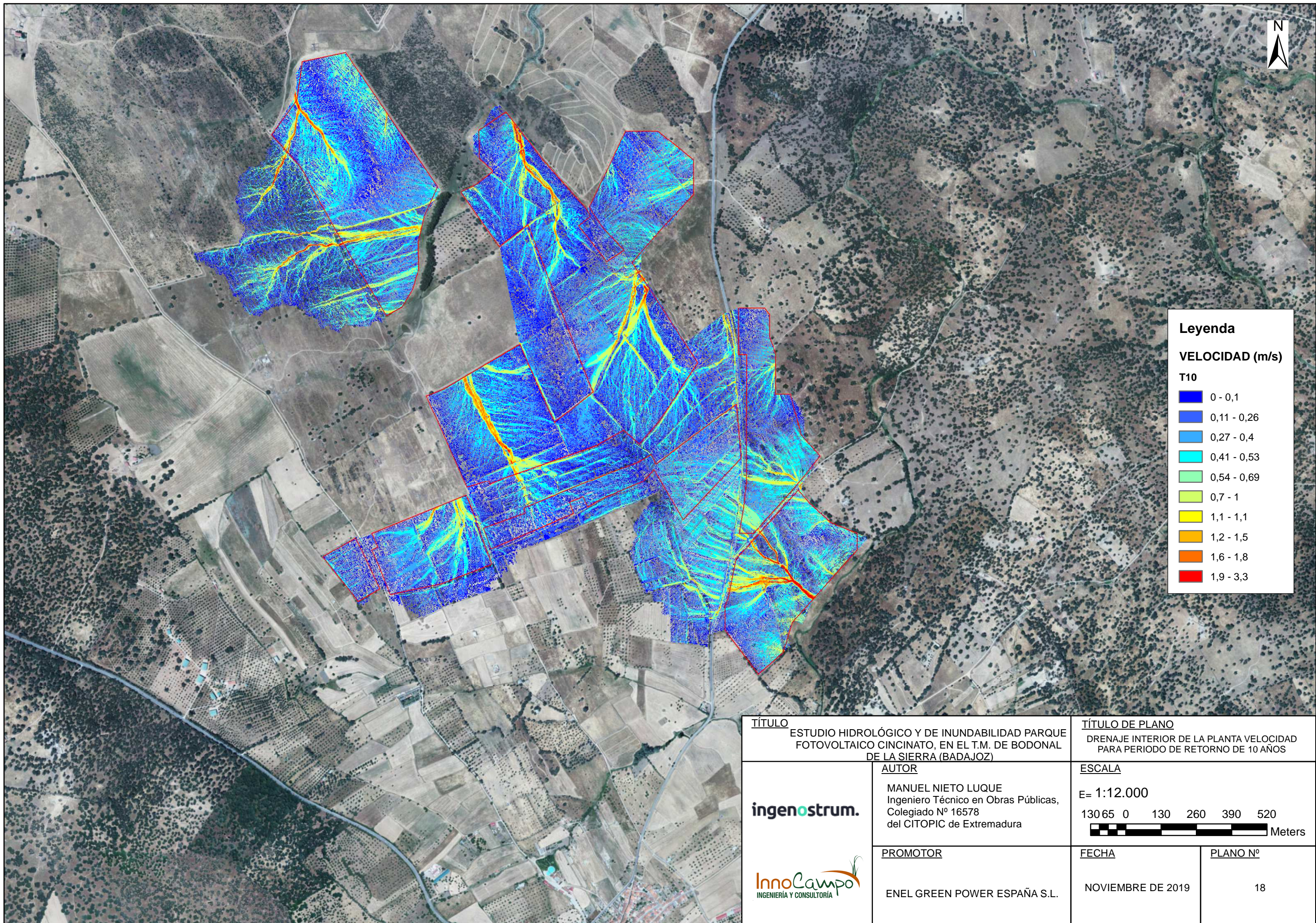
**Leyenda**

**CALADO (m)**

**T100**

0,01 - 0,02
0,03 - 0,06
0,07 - 0,11
0,12 - 0,17
0,18 - 0,26
0,27 - 0,39
0,4 - 0,58
0,59 - 0,82
0,83 - 1,12
1,13 - 1,62

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA CALADO PARA PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura		<b>ESCALA</b> E= 1:12.000
			<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.		<b>PLANO Nº</b> 17






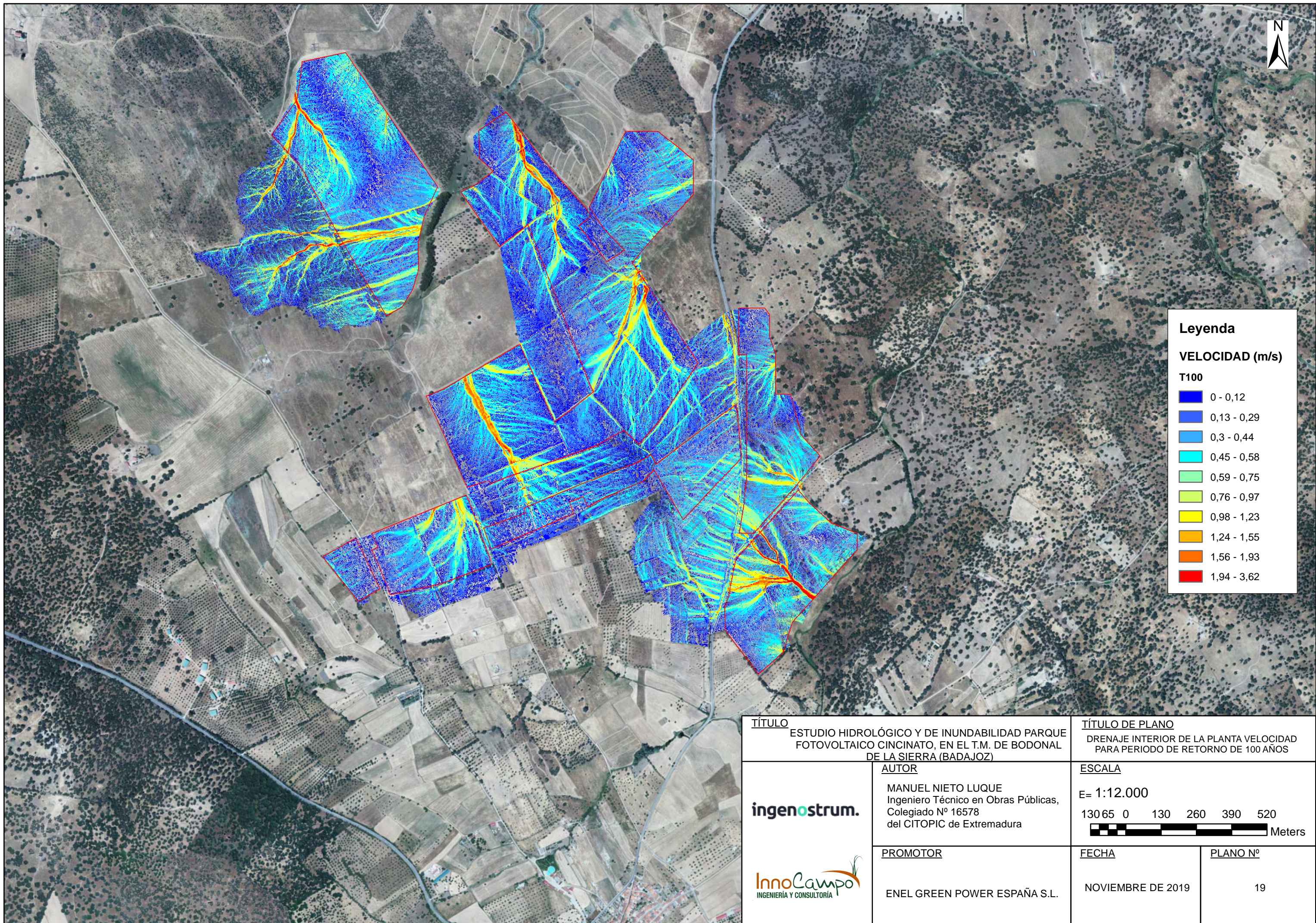
**Leyenda**

**VELOCIDAD (m/s)**

**T10**

0 - 0,1
0,11 - 0,26
0,27 - 0,4
0,41 - 0,53
0,54 - 0,69
0,7 - 1
1,1 - 1,1
1,2 - 1,5
1,6 - 1,8
1,9 - 3,3

<p><b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)</p>		<p><b>TÍTULO DE PLANO</b> DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA VELOCIDAD PARA PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS</p>	
	<p><b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura</p>		<p><b>ESCALA</b> E= 1:12.000</p>
	<p><b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.</p>		<p>130 65 0 130 260 390 520  Meters</p>
			<p><b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019</p>
			<p><b>PLANO Nº</b> 18</p>






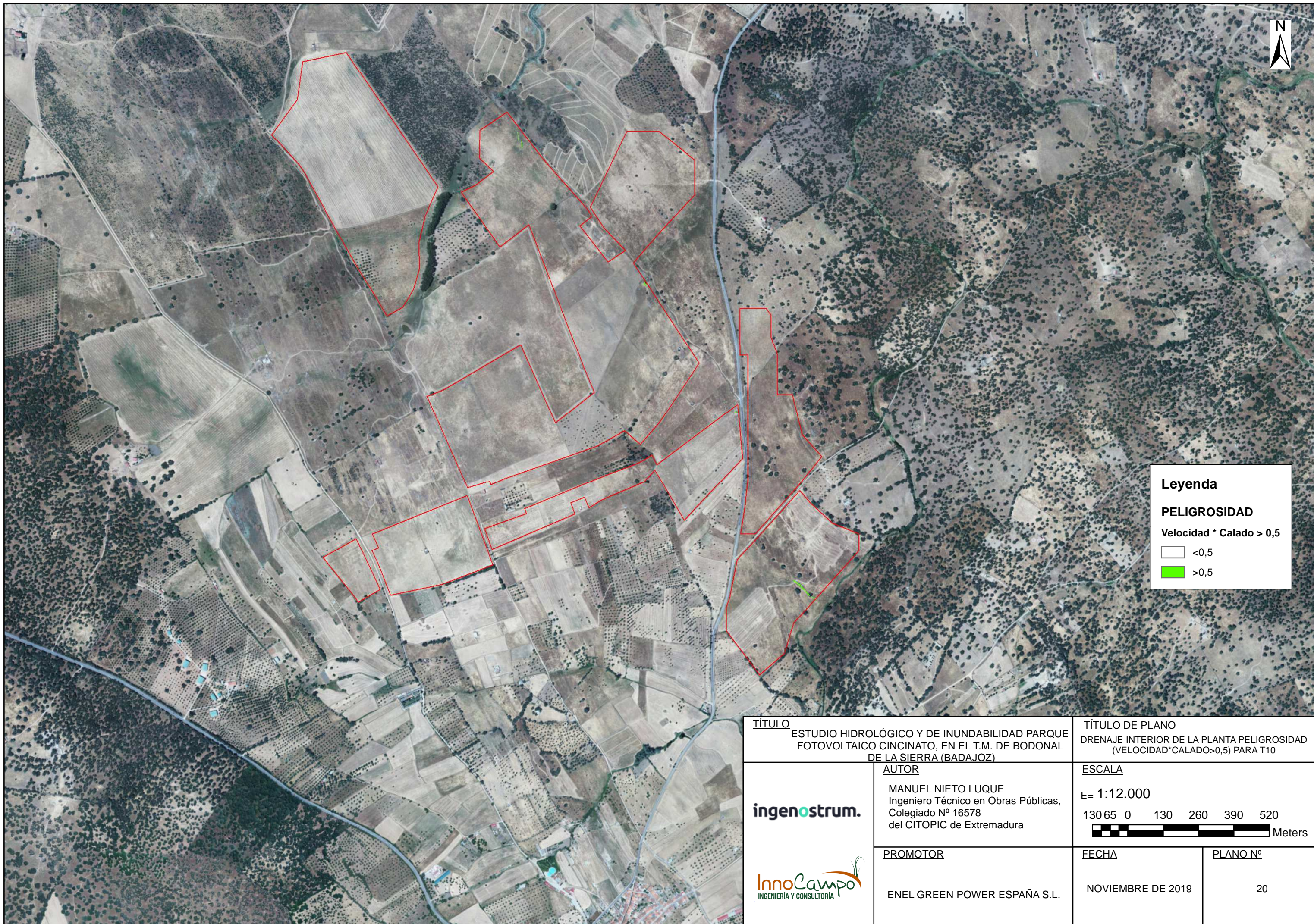
**Legenda**

**VELOCIDAD (m/s)**

**T100**

0 - 0,12
0,13 - 0,29
0,3 - 0,44
0,45 - 0,58
0,59 - 0,75
0,76 - 0,97
0,98 - 1,23
1,24 - 1,55
1,56 - 1,93
1,94 - 3,62

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA VELOCIDAD PARA PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura		<b>ESCALA</b> E= 1:12.000
			<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.		<b>PLANO Nº</b> 19





**Leyenda**

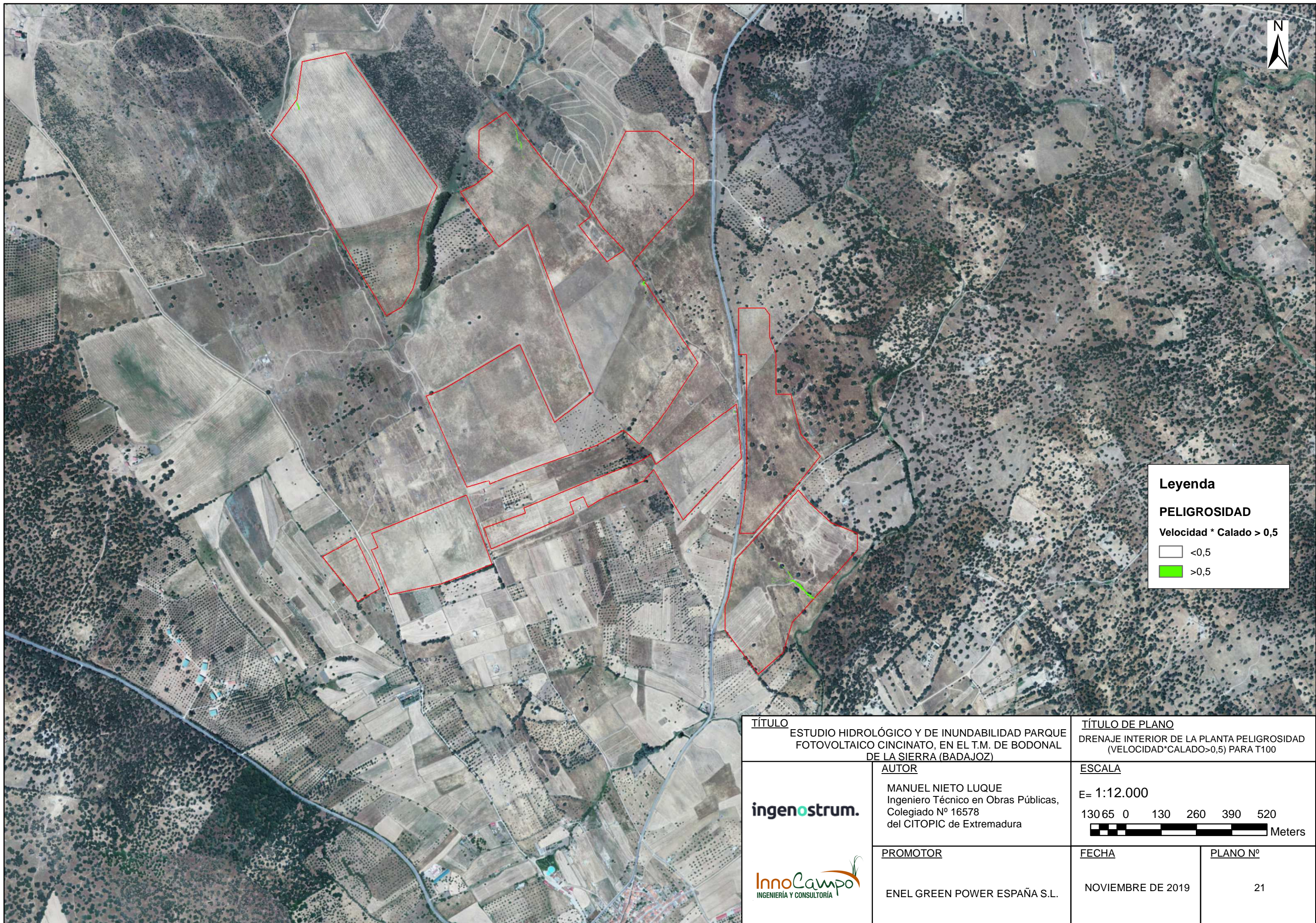
**PELIGROSIDAD**

Velocidad \* Calado > 0,5

 <0,5

 >0,5

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA PELIGROSIDAD (VELOCIDAD*CALADO>0,5) PARA T10	
	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura	<b>ESCALA</b> E= 1:12.000 130 65 0 130 260 390 520  Meters	
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 20






**Legenda**

**PELIGROSIDAD**

Velocidad \* Calado > 0,5

□ <0,5

■ >0,5

<b>TÍTULO</b> ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INUNDABILIDAD PARQUE FOTOVOLTAICO CINCINATO, EN EL T.M. DE BODONAL DE LA SIERRA (BADAJOZ)		<b>TÍTULO DE PLANO</b> DRENAJE INTERIOR DE LA PLANTA PELIGROSIDAD (VELOCIDAD*CALADO>0,5) PARA T100	
  	<b>AUTOR</b> MANUEL NIETO LUQUE Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Colegiado Nº 16578 del CITOPIC de Extremadura		<b>ESCALA</b> E= 1:12.000 130 65 0 130 260 390 520  Meters
	<b>PROMOTOR</b> ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.	<b>FECHA</b> NOVIEMBRE DE 2019	<b>PLANO Nº</b> 21