DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LA ZONA ESTE DE MÁLAGA, EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL PGOU EN REVISIÓN.

Ayuntamiento de Málaga
Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras

EL CONSULTOR:

NARVAL Ingeniería, S.A.
Ingeniería civil, Urbanismo, Medio Ambiente

AUTORES DEL PROYECTO:

INMACULADA BARQUERO ZAFRA
Ingeniero Caminos, Canales y Puertos

RAFAEL GALLEGO LÓPEZ
Ingeniero Caminos, Canales y Puertos

TOMO I DE II

MEMORIA Y APÉNDICES 1, 2, 4 y 5

JUNIO 2010

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO 3
2.- DATOS DE PARTIDA 4
2.1.- INTRODUCCIÓN 4
2.2.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA EN LA MODELIZACIÓN 4
2.3.- DATOS DE PRECIPITACIÓN 5
2.4.- DATOS DE LA CUENCA 5
3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO 5
3.1.- OBJETIVO DE LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA 5
3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS OBJETO DE ESTUDIO 6
3.2.1.- División en subcuencas 7
3.2.2.- Caracterización morfológica 9
3.2.3.- Tiempo de concentración. 11
3.3.- CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA 12
3.3.1.- Vegetación y usos del suelo 13
3.3.2.- Litología y permeabilidades en la zona superficial 16
3.3.3.- Pendientes medias 20
3.3.4.- Determinación del umbral de escorrentía 22
3.4.- PRECIPITACION DE DISEÑO 28
3.5.- MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO DE LA INSTRUCCIÓN 30
3.5.1.- Planteamiento general 30
3.5.2.- Fórmula de cálculo 30
3.5.3.- Coeficiente de escorrentía 31
3.5.4.- Intensidad media de precipitación 33
3.5.5.- Superficie 35
3.5.6.- Factor reductor por área y coeficiente de uniformidad 35
3.5.7.- Caudales de referencia 36
3.5.8.- Caudales de cálculo 40
4.- ESTUDIO HIDRAÚLICO 44
4.1.- OBJETO DEL ESTUDIO 44
4.2.- MODELO MATEMÁTICO DE CÁLCULO 45
4.2.1.- Datos Hidráulicos 45
4.2.2.- Proceso de cálculo hidráulico 46
4.3.- CÁLCULOS CON HEC-RAS 47
4.3.1.- Descripción del programa 47
4.3.2.- Hipótesis y limitaciones del programa 48
4.3.3.- Resultados de la simulación. 49
5.- CONCLUSIONES 49
5.1.- ANÁLISIS DE RIESGOS 49
5.1.1.- Problemas de funcionamiento de obras de fábrica y embovedados 49
5.1.2.- Problemas de inundación de márgenes 50
5.2.- DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN 51
5.3.- MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y POLICÍA 51
APENDICES: 53
1.- DATOS PREVIOS 54
1.1.- Fichas de los cauces 55
1.2.- PGOU 56
2.- ESTUDIO HIDROLOGICO 57
2.1.- Cuenca de aportación 58
2.2.- Usos del suelo 59
2.3.- Litología 60
2.4.- Permeabilidad superficial 61
2.5.- Pendientes medias 62
2.6.- Umbral de escorrentía 63
3.- ESTUDIO HIDRAULICO. RESULTADOS 64
3.1.- Cuenca 1. Arroyo Pastelero. T=10 años 65
3.1.1.- Vista 3D arroyo 66
3.1.2.- Perfil longitudinal 68
3.1.3.- Perfiles transversales 70
3.1.4.- Tablas de resultados 82
3.2.- Cuenca 2. Arroyo Mayorazgo. T=10 años 84
3.2.1.- Vista 3D de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 85
3.2.2.- Perfiles longitudinales de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 89
3.2.3.- Perfiles transversales de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 96
3.2.4.- Tablas de resultados de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 145
3.3.- Cuenca 3. Arroyo Jaboneros. T=10 años 150
3.3.1.- Vista 3D arroyo 151
3.3.2.- Perfil longitudinal 153
3.3.3.- Perfiles transversales 157
3.3.4.- Tablas de resultados 174
3.4.- Cuenca 4. Arroyo Wittenberg. T=10 años 176
3.4.1.- Vista 3D arroyo 177
3.4.2.- Perfil longitudinal 179
3.4.3.- Perfiles transversales 188
3.4.4.- Tablas de resultados 222

3.5.- Cuenca 5. Arroyo sin nombre 1. T=10 años 225
3.5.1.- Vista 3D arroyo 226
3.5.2.- Perfil longitudinal 228
3.5.3.- Perfiles transversales 230
3.5.4.- Tablas de resultados 234
3.6.- Cuenca 6. Arroyo sin nombre 2. T=10 años 236
3.6.1.- Vista 3D arroyo 237
3.6.2.- Perfil longitudinal 239
3.6.3.- Perfiles transversales 241
3.6.4.- Tablas de resultados 244
3.7.- Cuenca 2. Arroyo Jarazmín. T=10 años 246
3.7.1.- Vista 3D arroyo 247
3.7.2.- Perfil longitudinal 249
3.7.3.- Perfiles transversales 251
3.7.4.- Tablas de resultados 264
3.8.- Cuenca 1. Arroyo Pastelero. T=500 años 266
3.8.1.- Vista 3D arroyo 267
3.8.2.- Perfil longitudinal 269
3.8.3.- Perfiles transversales 271
3.8.4.- Tablas de resultados 283
3.9.- Cuenca 2. Arroyo Mayorazgo. T=500 años 285
3.9.1.- Vista 3D de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 286
3.9.2.- Perfiles longitudinales de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 290
3.9.3.- Perfiles transversales de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 297
3.9.4.- Tablas de resultados de los arroyos Carnicero, San Antonio y Mayorazgo 346
3.10.- Cuenca 3. Arroyo Jaboneros. T=500 años 351
3.10.1.- Vista 3D arroyo 352
3.10.2.- Perfil longitudinal 354
3.10.3.- Perfiles transversales 358
3.10.4.- Tablas de resultados 375
3.11.- Cuenca 4. Arroyo Wittenberg. T=500 años 377
3.11.1.- Vista 3D arroyo 378
3.11.2.- Perfil longitudinal 380
3.11.3.- Perfiles transversales 389
3.11.4.- Tablas de resultados 423
3.12.- Cuenca 5. Arroyo sin nombre 1. T=500 años 426
3.12.1.- Vista 3D arroyo 427
3.12.2.- Perfil longitudinal 429
3.12.3.- Perfiles transversales 431
3.12.4.- Tablas de resultados 435
3.13.- Cuenca 6. Arroyo sin nombre 2 años 437
3.13.1.- Vista 3D arroyo 438
3.13.2.- Perfil longitudinal 440
3.13.3.- Perfiles transversales 442
3.13.4.- Tablas de resultados 445
3.14.- Cuenca 7. Arroyo Jarazmín. T=500 años 447
3.14.1.- Vista 3D arroyo 448
3.14.2.- Perfil longitudinal 450
3.14.3.- Perfiles transversales 452
3.14.4.- Tablas de resultados 465
4.- DETERMINACION DE LAS ZONAS DE DOMINIO PUBLICO, ZONAS DE SERVIDUMBRE Y ZONAS DE POLICIA 467
5.- DETERMINACION DE LAS ZONAS CON PELIGRO DE INUNDACION PARA T=500 AÑOS 468

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El Ayuntamiento de Málaga está redactado la Revisión-Adaptación del Plan General de Ordenación Urbana de Málaga. El documento de Avance fue aprobado con fecha 1 de julio de 2.005.La Aprobación Inicial del PGOU tuvo lugar el 26 de julio de 2.006, tras un periodo de información pública. El Ayuntamiento de Málaga, en sesión extraordinaria en pleno celebrada el 14 de agosto de 2.008, aprobó provisionalmente el documento de Revisión-Adaptación del PGOU, fechado en julio de 2.008, con carácter previo a la resolución definitiva.

Tras la recavación de los correspondientes informes sectoriales, se procede a emitir la Modificación y Corrección de Determinaciones del Documento de Revisión-Adaptación del PGOU fechado julio del 2.008, que fue aprobada por el Ayuntamiento en Acuerdo Plenario el 9 de junio de 2.009.

Actualmente se está redactando un segundo documento de Revisión-Adaptación del del Plan General de Ordenación Urbana de Málaga, que contempla, entre otras, las modificaciones necesarias a consecuencia de los informes sectoriales recabados. El presente estudio complementa el nuevo Documento de Revisión del PGOU y su objeto es definir los límites del dominio público hidráulico y sus zonas asociadas en los tramos de los cauces afectados por los desarrollos previstos en el PGOU revisado, con objeto no sólo de proteger dicho dominio, sino también de poder evitar o disminuir riesgos poteciales en áreas contiguas de propiedad privada. Recoge también las determinaciones incluidas en el informe sectorial emitido por la Agencia Andaluza del Agua con fecha 9 de febrero de 2.009, realizando las correcciones neesarias al documento inicial, redactado en febrero de 2.008.

El estudio que se incluye en el presente documento, recopila el estudio de los cauces que afectan a suelo urbanizable o urbano no consolidado de la zona este de Málaga, y se ha estructurado en los siguientes puntos:

1) Análisis de antecedentes, donde se tratan entre otros, los siguientes puntos:

   - Recopilación y análisis de información previa.
   - Análisis topográfico general de la cuenca de aportación.
   - Estudio de la geología general de la cuenca.
   - Recopilación de información relativa a usos del suelo, pendientes del terreno y vegetación natural.

2) Estudio hidrológico, donde se analizan en detalle los siguientes apartados:

   - Determinación de la precipitación de cálculo correspondiente para diferentes períodos de retorno, en función de las prescripciones técnicas de la Agencia Andaluza del Agua.
   - Determinación del umbral de escorrentía y del coeficiente de escorrentía, a partir de la información obtenida en el análisis de antecedentes anterior.
   - Estimación del caudal de avenida correspondiente para diferentes períodos de retorno, en función de las prescripciones de la Agencia Andaluza del Agua.

3) Estudio hidráulico donde se recogen los siguientes puntos de análisis:

   - Estudio hidráulico para los caudales determinados en el estudio hidrológico.
   - Delimitación del dominio público hidráulico, zona de servidumbre y zona de policía.
   - Delimitación de la zona con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 500 años.

En los siguientes apartados de la presente memoria, se incluye el desarrollo completo de los diferentes puntos citados en la presente introducción.

2.- DATOS DE PARTIDA

2.1.- INTRODUCCIÓN

Para el correcto estudio hidrológico-hidráulico de los arroyos objeto del presente estudio se requiere previamente de la definición de los siguientes datos:

- Cartografía vectorial.
- Datos de precipitación.
- Datos de la cuenca: geomorfológicos y geológicos del lugar, (pendientes, permeabilidad), cultivos y usos del suelo.

Seguidamente describimos la definición de los datos anteriores.

2.2.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA EN LA MODELIZACIÓN

Se ha contado con la cartografía en formato digital aportada por el ICA a escala 1:10.000 de todo el término municipal. También se ha empleado la cartografía a escala 1:2.000, con curvas de nivel elevadas, aportada por la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga. Esta cartografía ha sido empleada en la modelización tridimensional de los cauces y sus márgenes, para la posterior simulación hidráulica.

La cartografía de base está restituida sobre un vuelo, y tiene un exceso de información, que ha habido que depurar muy bien para evitar errores al generar los modelos 3D del terreno.

La cartografía es del año 2.004, por lo que hay muchas zonas que aparecen en la cartografía en un estado, que no se corresponde al observado en el momento de realizar el trabajo de campo. En las zonas no cubiertas por la cartografía del año 2.004, ha sido necesario recurrir a cartografía del año 2.002.

Vistas las limitaciones de la cartografía, se decide utilizar, para los modelos en 3D del terreno, únicamente las capas con información coherente.

De este modo, se ha optado por aislar por un lado las curvas de nivel, y por otro, las nubes de puntos. En un tercer archivo se incluyen las líneas de rotura extraídas de la cartografía que pueden ser válidas para generar un modelo 3D más acorde con la realidad, además de otras líneas de rotura, dibujadas a mano, que ayuden a generar un mejor modelo.

Así, para que los longitudinales de los arroyos salgan sin escalonar, se han dibujado polilíneas 3D por el eje del cauce, de curva a curva de nivel, y, en algunos casos, también en las márgenes.

Con estos 3 ficheros (curvas, puntos y rotura), mediante el uso del programa ARCMAP/GEORAS, se han generado los modelos 3D (ficheros TIN) sobre los que trabajar.

2.3.- DATOS DE PRECIPITACIÓN

El estudio de las precipitaciones máximas diarias se llevó a cabo inicialmente a partir de los registros existentes en las estaciones meteorológicas ubicadas en el interior o en las proximidades de las cuencas estudiadas. Los registros de precipitaciones máximas fueron obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología.

Además, para cotejar los datos de las estaciones pluviométricas, se consideraron los datos de precipitación de la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” elaborada por el CEDEX para el Ministerio de Fomento.

No obstante, en el presente estudio, y a petición expresa de la Gerencia Municipal de Urbanismo, sólo se han considerado los datos de precipitación de la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” elaborada por el CEDEX para el Ministerio de Fomento.

2.4.- DATOS DE LA CUENCA

Para la simulación hidrológica se ha partido de la siguiente información:

- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía a escala 1:50.000.
- Instrucción de Drenaje 5.2-IC “Drenaje superficial”.
- Cartografía del ICA a escala 1:10000 y la cartografía a escala 1:2.000 y 1:1.000, con curvas de nivel elevadas, aportada por la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga para determinación de pendientes, delimitación de cuencas y trazado de cauces.
- Primer Documento de Aprobación Provisional del Plan General de Ordenación Urbana.

3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1.- OBJETIVO DE LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

El principal objetivo de la presente simulación hidrológica, es el obtener los diferentes caudales de avenidas, según diferentes períodos de retorno, para los cauces identificados en el presente estudio.

Los períodos de retorno que se han considerado en el presente estudio han sido los siguientes:

- 5 años.
- 10 años.
- 25 años.
- 50 años.
- 100 años.
- 500 años.

Para la determinación de dichos caudales, se ha seguido la metodología propuesta por la Instrucción de Carreteras 5.2-IC “Drenaje Superficial”, con la modificación propuesta por Témez.

Para el caso de los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años se ha adoptado el mayor de los siguientes valores:

1.- El obtenido aplicando el método racional de la Instrucción de carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial", con la modificación propuesta por Témez.

2.- El obtenido teniendo en cuenta los siguientes valores de caudal, en función de la superficie de la cuenca:

Superficie (Km^2)	Q ($m^3/s/km^2$)	Tipo de terreno
0-5	20	Rústicos y urbanos
5-20	20-15	Rústicos
20-30	20-15	Urbanos

3.- El obtenido considerando las siguientes fórmulas empíricas:

$20 < S < 25\,Km^2 \quad \Rightarrow \quad Q = 45 \cdot S^{0,636}$

$S \geq 25\,Km^2 \quad \Rightarrow \quad Q = 65.54 \cdot S^{0,522}$

En el caso de cuencas con más de 30 km2, sólo se han considerado, a la hora de calcular el caudal de 500 años, los puntos 1 y 3.

Al mismo tiempo se han tenido también en las recomendaciones de la Agencia Andaluza del Agua para el cálculo del coeficiente de escorrentía.

Los caudales determinados en la presente simulación hidrológica son los que posteriormente se emplean para calcular las líneas de ocupación del agua para cada período de retorno.

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS OBJETO DE ESTUDIO

Mediante tratamiento cartográfico de los cauces considerados en el presente estudio, se han determinado un total de 7 cuencas diferenciadas. Estas son las siguientes:

- Cuenca 1. Arroyo Pastelero.
- Cuenca 2. Arroyo Mayorazgo.
- Cuenca 3. Arroyo Jaboneros.
- Cuenca 4. Arroyo Wittemberg.
- Cuenca 5. Arroyo Sin nombre 1.
- Cuenca 6. Arroyo Sin nombre 2.
- Cuenca 7. Arroyo Jarazmín.

Para la delimitación de las cuencas y subcuencas se ha partido de las cartografía a escala 1:10.000 del ICA, además de la cartografía a escala 1:2.000 y 1:1.000 aportada por la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga.

En lo que se refiere a las pendientes del terreno, la cuenca del arroyo Pastelero tiene pendientes superiores al 45% prácticamente en su totalidad. La cuenca del arroyo Mayorazgo tiene pendientes comprendidas entre un 15 y un 30% en su mayor parte, excepto en su parte superior y en la zona este, donde alcanza pendientes superiores al 45%. En el caso de la cuenca del arroyo Jaboneros, las pendientes son superiores al 45%, excepto en la subcuenca 3.8 (zona inferior de la totalidad de la cuenca), donde las pendientes se encuentran entre un 15 y un 30% (parte alta), y entre un 3 y un 7% (parte baja, correspondiente a la zona urbana). En el caso del arroyo Wittemberg, las pendientes se encuentran entre un 15 y un 30% en la mitad superior de la cuenca, y entre un 3 y un 7% en la mitad inferior. En el caso de las cuencas correspondientes a los arroyos SN1 y SN2, las pendientes se encuentran todas comprendidas entre un 3 y un 7%. En el caso de la cuenca 7, la mayor parte de la misma comprende pendientes entre un 15 y un 30%, excepto en su zona inferior.

Por último, en lo que a cubierta vegetal se refiere, aunque la mayor parte de los tramos a estudiar están ocupados por zonas urbanas o urbanizables, en lo que se refiere a las cuencas de aportación, en especial para el arroyo Jaboneros, existen gran variedad de usos del suelo, entre los que cabe distinguir las coníferas, frutales secano, herbáceos secano, matorral, olivar de secano y viñedos.

3.2.1.- División en subcuencas

Como se dijo en la introducción, se han identificado un total de 7 cuencas diferenciadas, con características hidrológicas homogéneas dentro de cada unidad. La subdivisión de cuencas y subcuencas se ha realizado sobre cartografía a escala 1:10.000 y 1:2.000.

La superficie total de las cuencas estudiadas es de 4.153,73 Has, distribuidas de la siguiente manera:

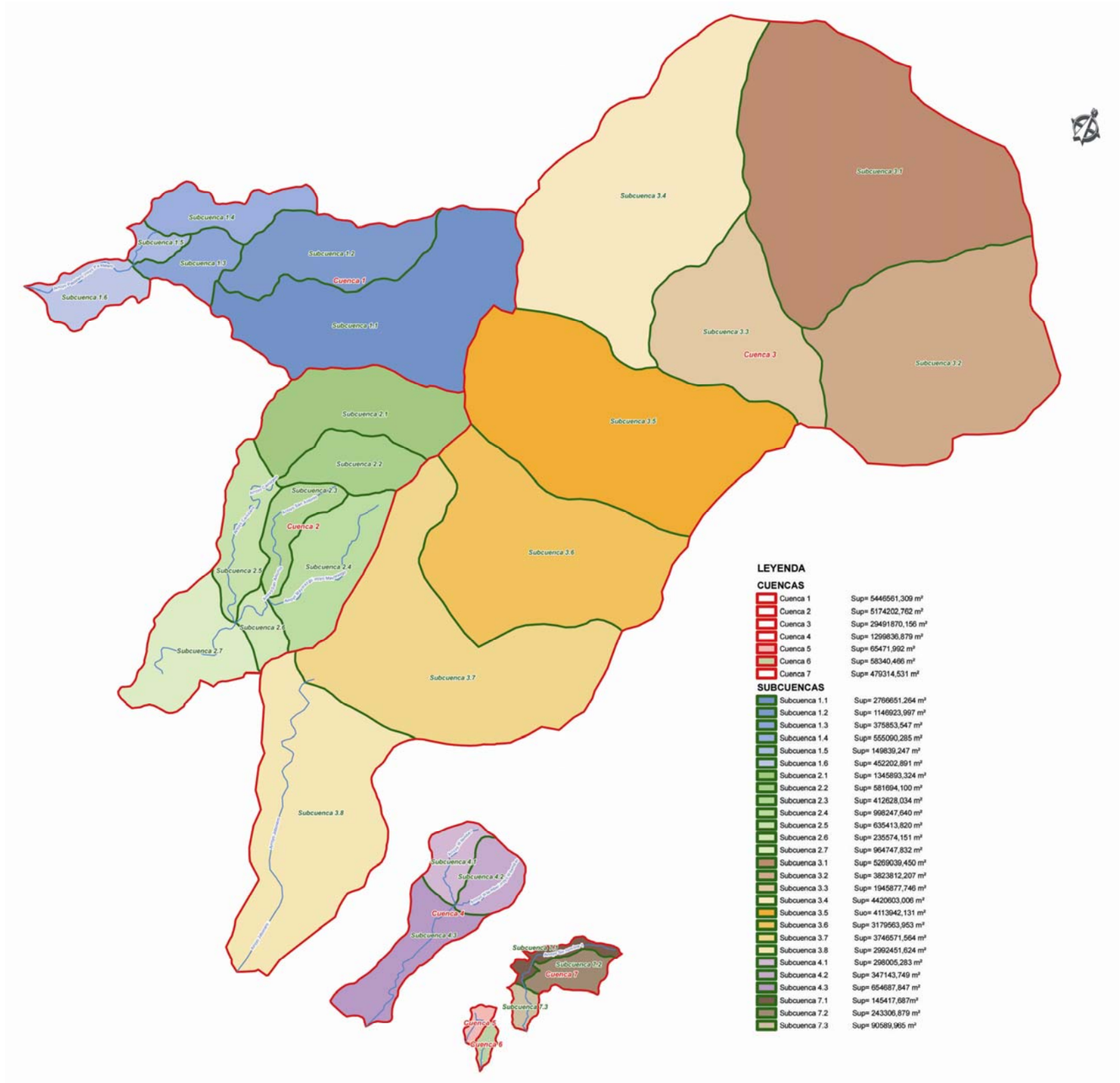
CUENCA	SUPERFICIE (Ha)
C1 PASTELERO	544.68
C2 MAYORAZGO	517.39
C3 JABONERO	2,949.30
C4 WITTEMBERG	129.98
C5 SIN NOMBRE 1	6.55
C6 SIN NOMBRE 2	5.83
C7 JARAZMÍN	47.93
TOTAL	**4,153.73**

En la siguiente figura y en el apéndice 2 del presente anejo, se puede observar gráficamente la distribución espacial de las cuencas y subcuencas consideradas en el estudio, así como la denominación adoptada para cada una de ellas.

A continuación se recoge una tabla con la denominación de los arroyos así como el código identificativo que se ha empleado en el presente estudio. En el caso de los arroyos sin nombre definido se han designado con el código identificativo.

CÓDIGO			NOMBRE	S (Ha)
1	1	1.1	Hondo	276.7
	2	1.2	Sin nombre (Hondo)	114.7
	3	1.3	Hondo	37.6
	4	1.4	Pastelero	55.5
	5	1.5	Pastelero	15.0
	6	1.6	Pastelero	45.2
PASTELERO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**544.68**
2	1	2.1	Carnicero	134.6
	2	2.2	Carnicero	58.2
	3	2.3	San Antonio	41.3
	4	2.4	Mayorazgo	99.8
	5	2.5	Carnicero	63.5
	6	2.6	Mayorazgo	23.5
	7	2.7	Mayorazgo/La Caleta	96.5
MAYORAZGO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**517.39**
3	1	3.1	Jaboneros y Garabitias	526.9
	2	3.2	Sin nombre y Sevillano	382.4
	3	3.3	Jaboneros	194.6
	4	3.4	Arroyo de Milla	442.1
	5	3.5	Sin nombre y arroyo de la Paloma	411.4
	6	3.6	Sin nombre (Jabonero)	318.0
	7	3.7	Sin nombre (Jabonero)	374.7
	8	3.8	Sin nombre (Jabonero)	299.2
JABONERO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**2,949.30**
4	1	4.1	Wittemberg	29.8
	2	4.2	Wittemberg	34.7
	3	4.3	Wittemberg	65.5
WITTEMBERG			**TOTAL DE LA CUENCA**	**129.98**
5	-	-	Sin nombre 1	6.5
SIN NOMBRE 1			**TOTAL DE LA CUENCA**	**6.55**
6	-	-	Sin nombre 2	5.8
SIN NOMBRE 2			**TOTAL DE LA CUENCA**	**5.83**
7	1	7.1	Jarazmín	14.5
	2	7.2	Jarazmín	24.3
	3	7.3	Jarazmín	9.1
JARAZMÍN			**TOTAL DE LA CUENCA**	**47.93**

División en cuencas y subcuencas



LEYENDA

CUENCAS

Cuenca 1	Sup= 5446561,309 m²
Cuenca 2	Sup= 5174202,762 m²
Cuenca 3	Sup= 29491870,156 m²
Cuenca 4	Sup= 1299836,879 m²
Cuenca 5	Sup= 65471,992 m²
Cuenca 6	Sup= 58340,466 m²
Cuenca 7	Sup= 479314,531 m²

SUBCUENCAS

Subcuenca 1.1	Sup= 2766651,264 m²
Subcuenca 1.2	Sup= 1146923,997 m²
Subcuenca 1.3	Sup= 375853,547 m²
Subcuenca 1.4	Sup= 555090,285 m²
Subcuenca 1.5	Sup= 149839,247 m²
Subcuenca 1.6	Sup= 452202,891 m²
Subcuenca 2.1	Sup= 1345893,324 m²
Subcuenca 2.2	Sup= 581694,100 m²
Subcuenca 2.3	Sup= 412628,034 m²
Subcuenca 2.4	Sup= 998247,640 m²
Subcuenca 2.5	Sup= 635413,820 m²
Subcuenca 2.6	Sup= 235574,151 m²
Subcuenca 2.7	Sup= 964747,832 m²
Subcuenca 3.1	Sup= 5269039,450 m²
Subcuenca 3.2	Sup= 3823812,207 m²
Subcuenca 3.3	Sup= 1945877,746 m²
Subcuenca 3.4	Sup= 4420603,006 m²
Subcuenca 3.5	Suo= 4113942,131 m²
Subcuenca 3.6	Sup= 3179563,953 m²
Subcuenca 3.7	Sup= 3746571,564 m²
Subcuenca 3.8	Sup= 2992451,624 m²
Subcuenca 4.1	Sup= 298005,283 m²
Subcuenca 4.2	Sup= 347143,749 m²
Subcuenca 4.3	Sup= 654687,847 m²
Subcuenca 7.1	Sup= 145417,687m²
Subcuenca 7.2	Sup= 243306,879 m²
Subcuenca 7.3	Sup= 90589,965 m²

arroyos

TITULO:	FECHA:	ESCALA:	PLANO:	NUMERO DE PLANO:
DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LA ZONA ESTE DE MÁLAGA EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL PGOU EN REVISIÓN	JUNIO 2010	1:20,000 0 125 250 500 750 1.000	3.2.- DESCRIPCION DE LAS CUENCAS OBJETO DE ESTUDIO. 1. DIVISION EN SUBCUENCAS.	1 HOJA: 1 DE 1

3.2.2.- Caracterización morfológica

Por otro lado, se han obtenido una serie de indicadores morfológicos para cada una de las cuencas y subcuencas analizadas. Los parámetros que se han determinado son los siguientes:

- **S**: Superficie en Has.
- **P**: Perímetro en km**.**
- **C.Sup**: Cota superior de la cuenca de aportación en m.
- **C.Inf**: Cota inferior de la cuenca de aportación en m.
- **L**: Longitud del cauce principal en km.
- **i**: Pendiente media del cauce principal en tanto por uno.

CÓDIGO			NOMBRE	S (Ha)	Pe (m)	Pe (Km)	Z máx (m)	Z mín (m)	L (Km)	J (m/m)
1	1	1.1	Hondo	276.7	9023.8	9.02	744.50	227.00	4.66	0.111
	2	1.2	Sin nombre (Hondo)	114.7	5579.3	5.58	628.00	227.00	3.25	0.123
	3	1.3	Hondo	37.6	3010.3	3.01	227.00	114.00	1.35	0.084
	4	1.4	Pastelero	55.5	4326.1	4.33	451.28	173.00	2.11	0.132
	5	1.5	Pastelero	15.0	1903.8	1.90	173.00	114.00	0.45	0.130
	6	1.6	Pastelero	45.2	3208.4	3.21	114.00	61.41	1.27	0.041
PASTELERO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**544.68**	**13590.1**	**13.59**	**744.50**	**61.41**	**7.28**	**0.094**
2	1	2.1	Carnicero	134.6	5662.6	5.66	580.00	225.52	3.07	0.115
	2	2.2	Carnicero	58.2	3484.7	3.48	499.00	225.00	1.75	0.157
	3	2.3	San Antonio	41.3	3320.8	3.32	324.78	140.57	1.68	0.110
	4	2.4	Mayorazgo	99.8	4583.1	4.58	440.00	140.57	2.04	0.146
	5	2.5	Carnicero	63.5	4197.4	4.20	225.52	119.00	2.08	0.051
	6	2.6	Mayorazgo	23.5	2227.0	2.23	140.57	119.00	0.62	0.035
	7	2.7	Mayorazgo/La Caleta	96.5	4549.5	4.55	119.00	44.50	2.09	0.036
MAYORAZGO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**517.39**	**11032.9**	**11.03**	**580.00**	**44.50**	**7.25**	**0.074**
3	1	3.1	Jaboneros y Garabitias	526.9	9494.0	9.49	1032.20	340.00	3.83	0.181
	2	3.2	Sin nombre y Sevillano	382.4	7919.0	7.92	905.00	340.00	3.33	0.170
	3	3.3	Jaboneros	194.6	9235.0	9.24	340.00	290.00	1.96	0.026
	4	3.4	Arroyo de Milla	442.1	9891.0	9.89	1032.20	290.00	5.09	0.146
	5	3.5	Sin nombre y arroyo de la Paloma	411.4	8727.0	8.73	290.00	230.00	1.64	0.037
	6	3.6	Sin nombre (Jabonero)	318.0	7872.0	7.87	230.00	150.00	2.49	0.032
	7	3.7	Sin nombre (Jabonero)	374.7	103881.0	103.88	150.00	91.50	2.28	0.026
	8	3.8	Sin nombre (Jabonero)	299.2	8476.0	8.48	91.50	0.00	3.37	0.027
JABONERO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**2,949.30**	**29398.9**	**29.40**	**1032.20**	**0.00**	**15.56**	**0.066**
4	1	4.1	Wittemberg	29.8	2460.1	2.46	221.93	94.00	1.06	0.121
	2	4.2	Wittemberg	34.7	2297.9	2.30	193.60	94.00	0.98	0.102
	3	4.3	Wittemberg	65.5	4728.9	4.73	94.00	10.00	1.64	0.051
WITTEMBERG			**TOTAL DE LA CUENCA**	**129.98**	**6049.0**	**6.05**	**221.93**	**10.00**	**2.71**	**0.078**
5	-	-	Sin nombre 1	6.5	1130.8	1.13	107.40	55.00	0.50	0.104
SIN NOMBRE 1			**TOTAL DE LA CUENCA**	**6.55**	**1130.8**	**1.13**	**107.40**	**55.00**	**0.50**	**0.104**
6	-	-	Sin nombre 2	5.8	1125.5	1.13	98.66	55.00	0.53	0.082
SIN NOMBRE 2			**TOTAL DE LA CUENCA**	**5.83**	**1125.5**	**1.13**	**98.66**	**55.00**	**0.53**	**0.082**
7	1	7.1	Jarazmín	14.5	3102.1	3.10	243.80	80.00	1.31	0.125
	2	7.2	Jarazmín	24.3	2449.4	2.45	234.00	80.00	1.04	0.148
	3	7.3	Jarazmín	9.1	1315.3	1.32	80.00	55.00	0.50	0.050
JARAZMÍN			**TOTAL DE LA CUENCA**	**47.93**	**3831.6**	**3.83**	**243.80**	**55.00**	**1.81**	**0.104**

3.2.3.- Tiempo de concentración.

Otro concepto fundamental a la hora de analizar el caudal aportado por cada cuenca, es el tiempo de concentración de la misma, definido como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida la gota de agua de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca.

Este parámetro se determina mediante diferentes fórmulas empíricas. En nuestro caso, dada la enorme tradición existente, se ha empleado la fórmula de Témez que es además la que propone la instrucción de drenaje:

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

Los valores obtenidos son los siguientes, expresados en horas:

CÓDIGO			NOMBRE	Tc (h)
1	1	1.1	Hondo	1.47
	2	1.2	Sin nombre (Hondo)	1.09
	3	1.3	Hondo	0.60
	4	1.4	Pastelero	0.78
	5	1.5	Pastelero	0.24
	6	1.6	Pastelero	0.66
PASTELERO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**2.13**
2	1	2.1	Carnicero	1.06
	2	2.2	Carnicero	0.65
	3	2.3	San Antonio	0.68
	4	2.4	Mayorazgo	0.74
	5	2.5	Carnicero	0.92
	6	2.6	Mayorazgo	0.40
	7	2.7	Mayorazgo/La Caleta	0.99
MAYORAZGO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**2.22**
3	1	3.1	Jaboneros y Garabitias	1.15
	2	3.2	Sin nombre y Sevillano	1.05
	3	3.3	Jaboneros	1.00
	4	3.4	Arroyo de Milla	1.49
	5	3.5	Sin nombre y arroyo de la Paloma	0.82
	6	3.6	Sin nombre (Jabonero)	1.15
	7	3.7	Sin nombre (Jabonero)	1.13
	8	3.8	Sin nombre (Jabonero)	1.50
JABONERO			**TOTAL DE LA CUENCA**	**4.04**
4	1	4.1	Wittemberg	0.47
	2	4.2	Wittemberg	0.46
	3	4.3	Wittemberg	0.77
WITTEMBERG			**TOTAL DE LA CUENCA**	**1.04**
5	-	-	Sin nombre 1	0.27
SIN NOMBRE 1			**TOTAL DE LA CUENCA**	**0.27**
6	-	-	Sin nombre 2	0.30
SIN NOMBRE 2			**TOTAL DE LA CUENCA**	**0.30**
7	1	7.1	Jarazmín	0.55
	2	7.2	Jarazmín	0.45
	3	7.3	Jarazmín	0.31
JARAZMÍN			**TOTAL DE LA CUENCA**	**0.72**

3.3.- CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

Para determinar la respuesta de una cuenca a un determinado episodio lluvioso, se hace necesario obtener la lluvia que genera dicha escorrentía, es decir, la lluvia neta o exceso de lluvia.

En el caso de la instrucción de drenaje se define el coeficiente de escorrentía, que es la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I, y depende de la razón entre la precipitación diaria Pd, correspondiente a un determinado período de retorno, y el umbral de escorrentía Po a partir del cual se inicia ésta.

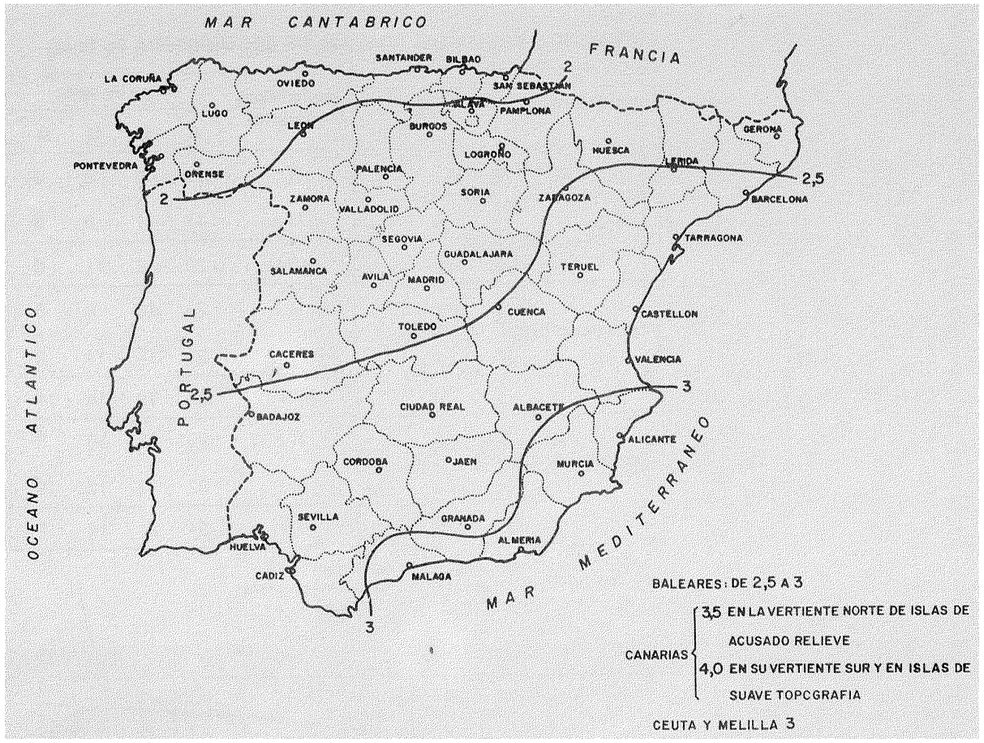
La fórmula propuesta por la instrucción es:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_o} - 1\right) \times \left(\frac{P_d}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d}{P_o} + 11\right)^2}$$

siendo:

- C = coeficiente de escorrentía.
- P_d = precipitación máxima diaria.
- P_o = umbral de escorrentía.

Para estimar P_o se siguen las indicaciones recogidas en la citada instrucción, en función del grupo de suelo y uso del suelo. Dicho parámetro se afecta además por un coeficiente corrector en función de la situación geográfica de la cuenca, según la figura adjunta. En nuestro caso, se ha optado por tomar el valor 3,1 para dicho coeficiente corrector.



Coeficiente corrector para el umbral de escorrentía.

En cualquier caso, como paso previo y necesario para la definición del complejo hidrológico presente en el área de estudio, se hace necesario elaborar una serie de planos temáticos geográficos, con información de la vegetación y usos del suelo, la litología y permeabilidades del terreno, y las pendientes medias de las diferentes cuencas y subcuencas.

3.3.1.- Vegetación y usos del suelo

El aspecto fundamental considerado para la obtención del umbral de escorrentía es el tipo de cubierta del suelo, conjuntamente con el tipo de tratamiento en el caso de cultivos. La documentación básica de partida para la elaboración de este plano ha sido el “Mapas de Cultivo y Aprovechamientos” de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, a escala 1:50.000. Se han realizado dos análisis:

1.- Situación actual. Con el PGOU vigente. Se aplicará para el cálculo de los caudales correspondientes al periodo de retorno de 10 años, así como para obtener los caudales correspondientes a T=2, T=5 y T=25 años.

2.- Situación futurible, en la que se considera que se ha completado el desarrollo urbano previsto por la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana. Se aplicará para el cálculo de los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años, así como para obtener los caudales correspondientes a T=50, T=100 y T=1000 años.

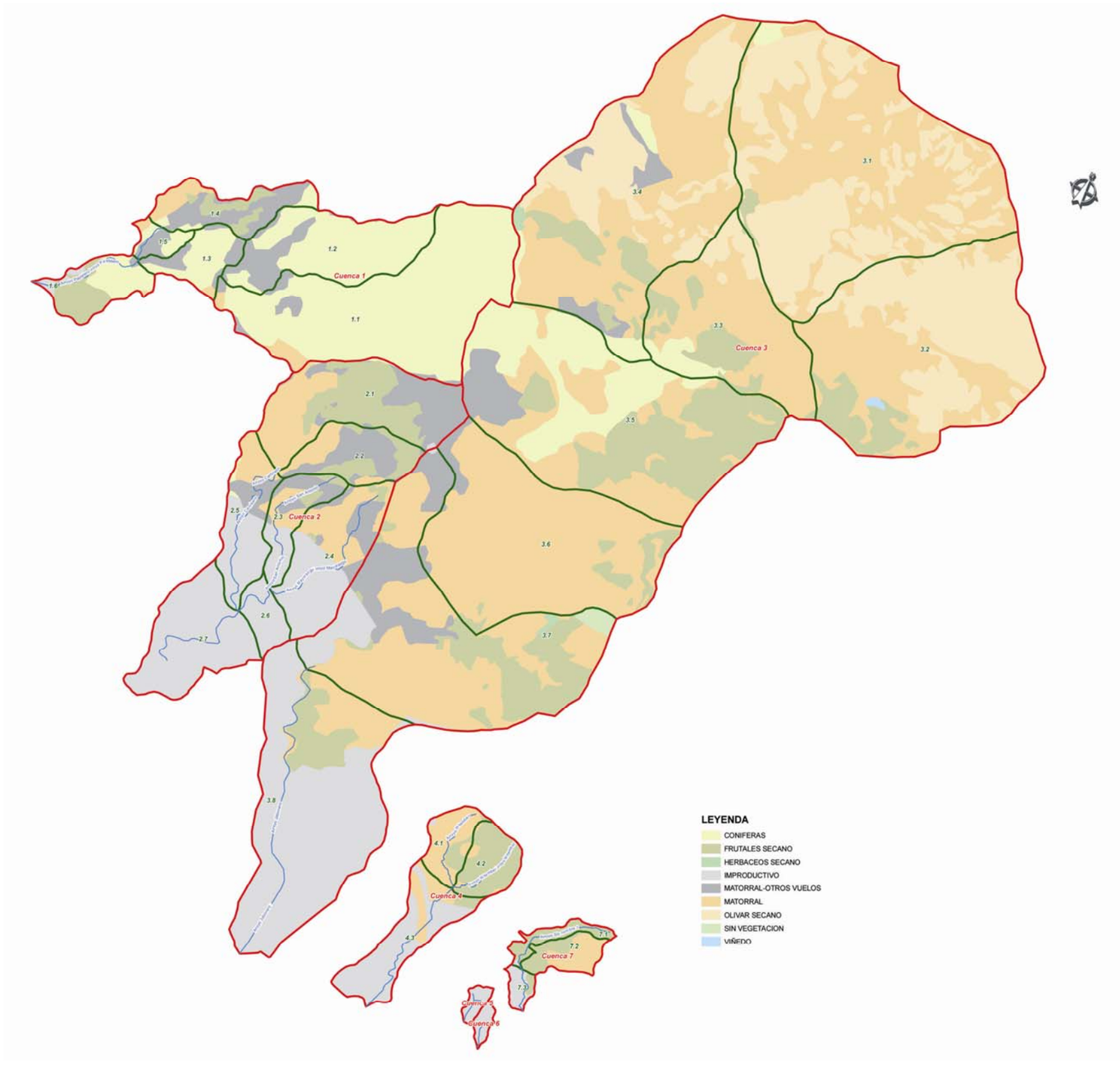
.

Según el Mapa mencionado, se han identificado, entre otros, los siguientes usos:

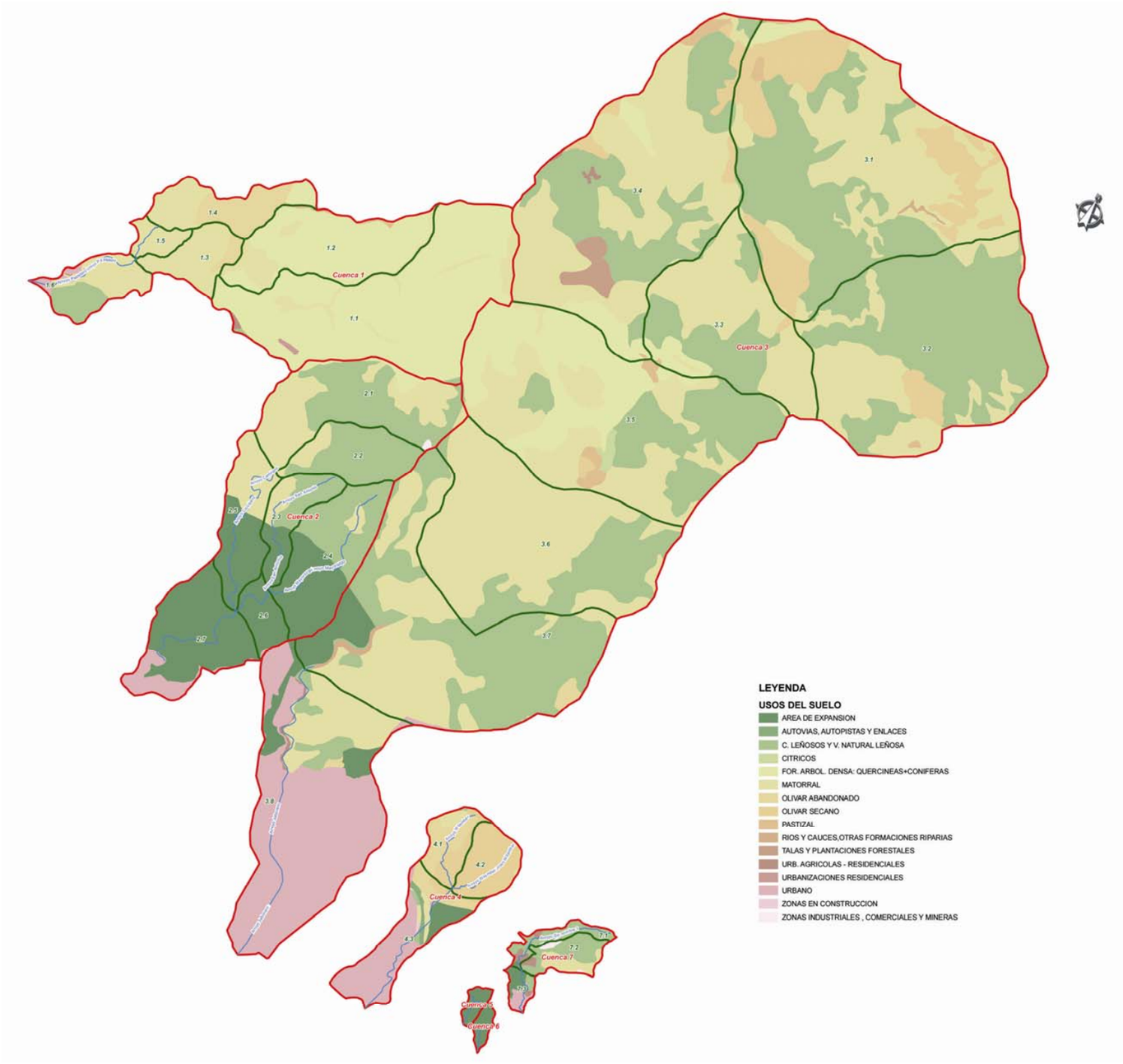
- Mosaicos de cultivos leñosos en secano y en regadío.
- Cultivos leñosos regados y no regados.
- Cítricos.
- Formación arbolada densa (quercíneas y coníferas).
- Matorral denso con y sin arbolado.
- Matorral disperso.
- Matorral disperso con arbolado (denso y disperso).
- Matorral disperso con pastizal.
- Matorral disperso con pasto y roca.
- Olivar (secano y abandonado).
- Pastizal arbolado y sin arbolar.
- Talas y plantaciones forestales.
- Urbano y urbanizaciones.
- Ríos y cauces. Láminas de agua y formaciones riparias.
- Autopistas, autovías y enlaces.
- Balsas de riego.

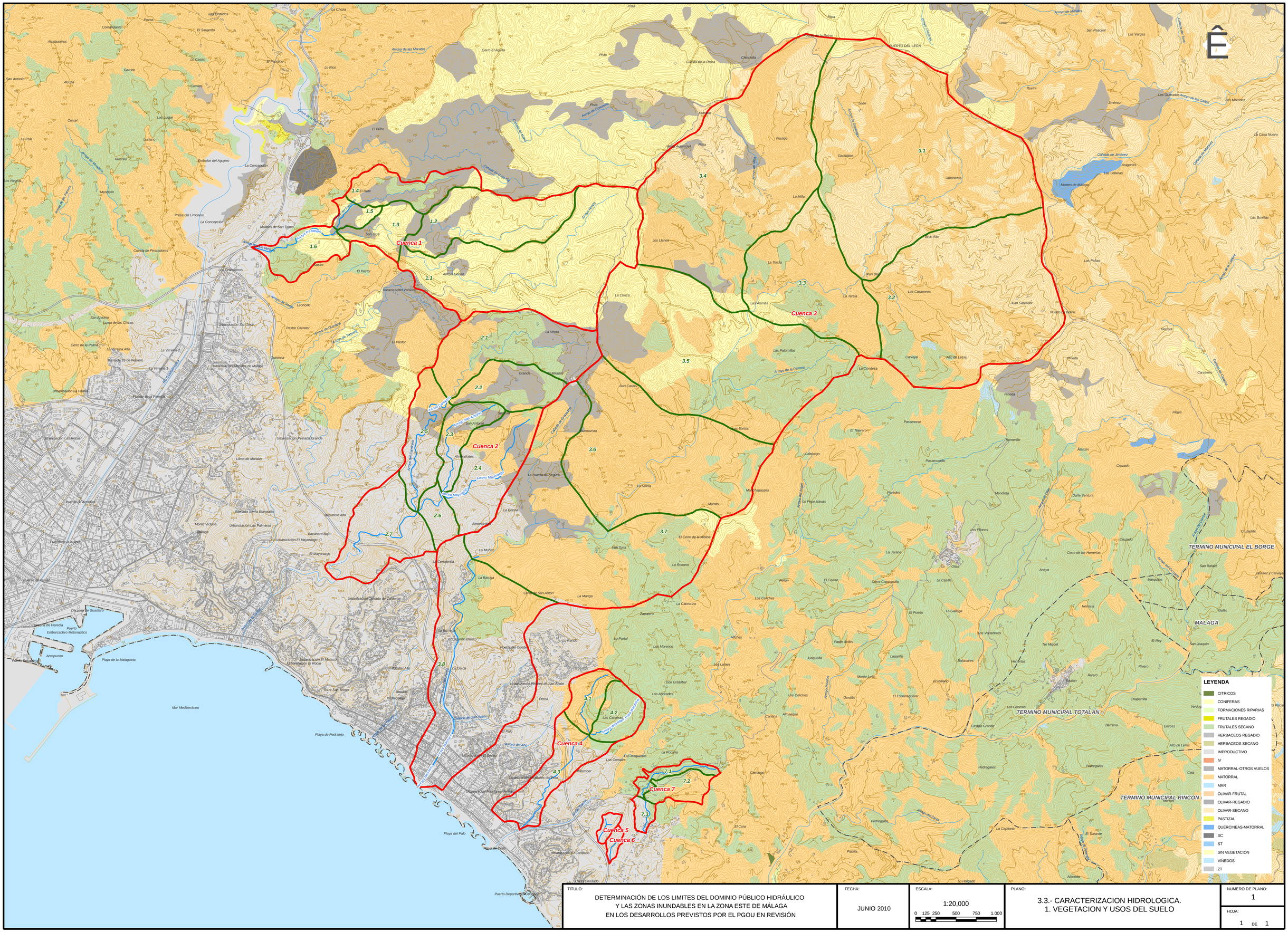
En las figuras adjuntas y en el apéndice 2 se muestra el plano de vegetación y usos de suelo que se ha utilizado en el presente estudio para obtener, conjuntamente con los planos de litología, permeabilidades y pendientes (analizados en sendos apartados a continuación), la distribución del umbral de escorrentía para cada subcuenca, en cada uno de los dos casos anteriormente mencionados (situación actual-PGOU vigente y situación futura-PGOU en revisión).

Mapa de usos del suelo. PGOU vigente



Mapa de usos del suelo. PGOU en revisión





TITULO:

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
Y LAS ZONAS INUNDABLES EN LA ZONA ESTE DE MÁLAGA
EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL PGOU EN REVISIÓN

FECHA: JUNIO 2010

ESCALA: 1:20,000 (0 125 250 500 750 1,000)

PLANO: 3.3.- CARACTERIZACION HIDROLOGICA.
1. VEGETACION Y USOS DEL SUELO

NUMERO DE PLANO: 1

HOJA: 1 DE 1

3.3.2.- Litología y permeabilidades en la zona superficial

Otro aspecto fundamental en el análisis de la lluvia neta en cada una de las subcuencas estudiadas es el análisis de la permeabilidad al agua que ofrecen los diferentes sustratos que conforman las cuencas de recepción.

La documentación básica de partida para la obtención de esta información ha sido el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, elaborado por el instituto Geológico y Minero de España, fundamentalmente la hoja 1053/67 (Málaga-Torremolinos).

Desde un punto de vista hidrológico, nos interesa determinar la capacidad de infiltración del agua de lluvia, en función de la diferente naturaleza de los suelos presentes en las cuencas de estudio. Esta información se ha extraído del Mapa Hidrogeológico de España E = 1/200.000, hoja 83 Granada – Málaga. Además se ha consultado la bibliografía existente y el plano Medio Físico. Hidrogeología, del Documento de Aprobación Inicial del Plan General de Málaga.

Desde el punto de vista del comportamiento hidrológico se establecen cuatro tipos de sustrato distintos según sea su permeabilidad mayor o menor.

- TIPO DE SUELO A

  Es el que ofrece menor escorrentía. Incluye los suelos que presentan mayor permeabilidad, incluso cuando están saturados. Comprenden los terrenos profundos, sueltos, con predominio de arena o grava y con muy poco limo o arcilla.

- TIPO DE SUELO B

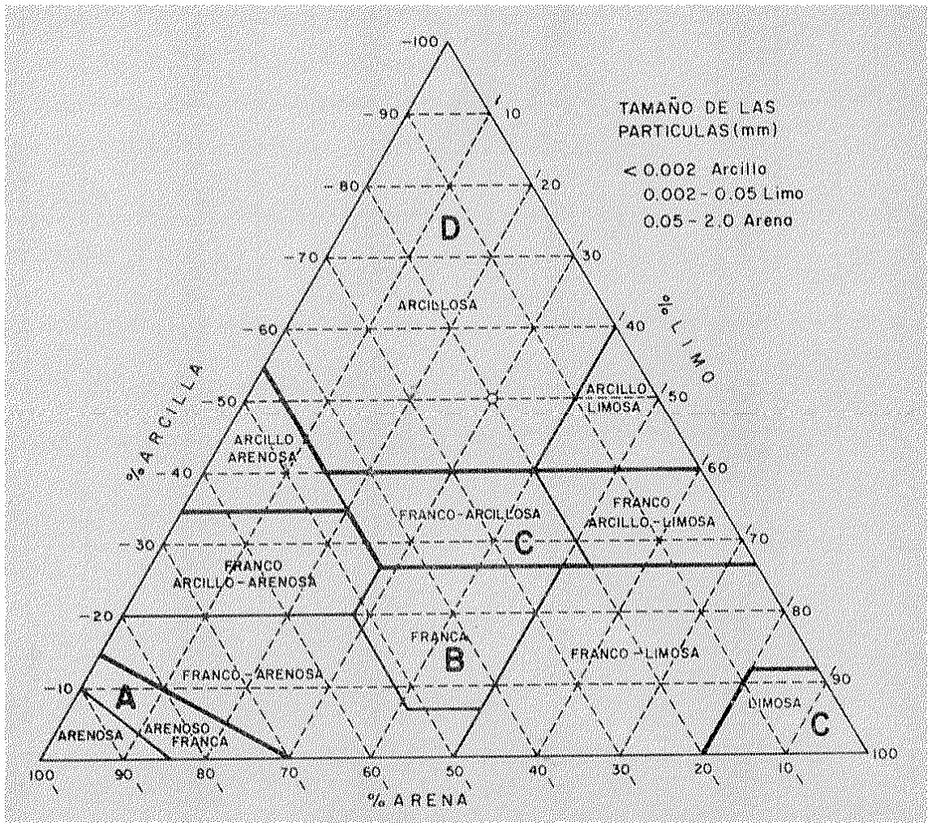
  Incluye los suelos de moderada permeabilidad cuando están saturados, comprendiendo los terrenos arenosos menos profundos que los del grupo anterior, aquellos otros de textura franco-arenosa de mediana profundidad y los francos profundos.

- TIPO DE SUELO C

  Incluye los suelos que ofrecen poca permeabilidad cuando están saturados, por presentar un estrato impermeable que dificulta la infiltración o porque, en conjunto, su textura es franco-arcillosa o arcillosa.

- TIPO DE SUELO D

  Es el que ofrece mayor escorrentía. Incluye los suelos que presentan gran impermeabilidad, tales como los terrenos muy arcillosos profundos con alto grado de tumefacción, los terrenos que presentan en la superficie o cerca de la misma una carga de arcilla muy impermeable y aquellos otros con subsuelo muy impermeable próximo a la superficie.



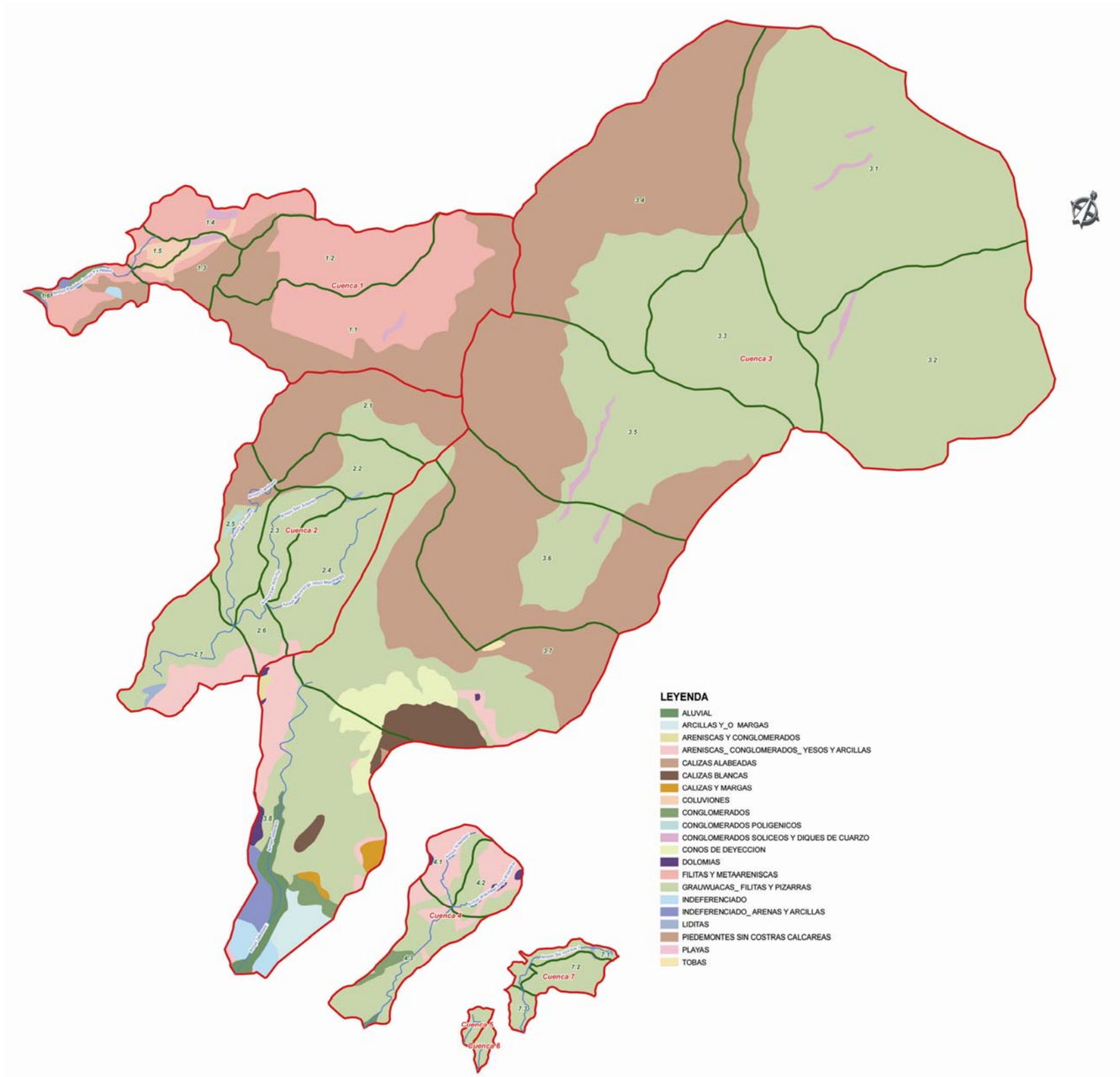
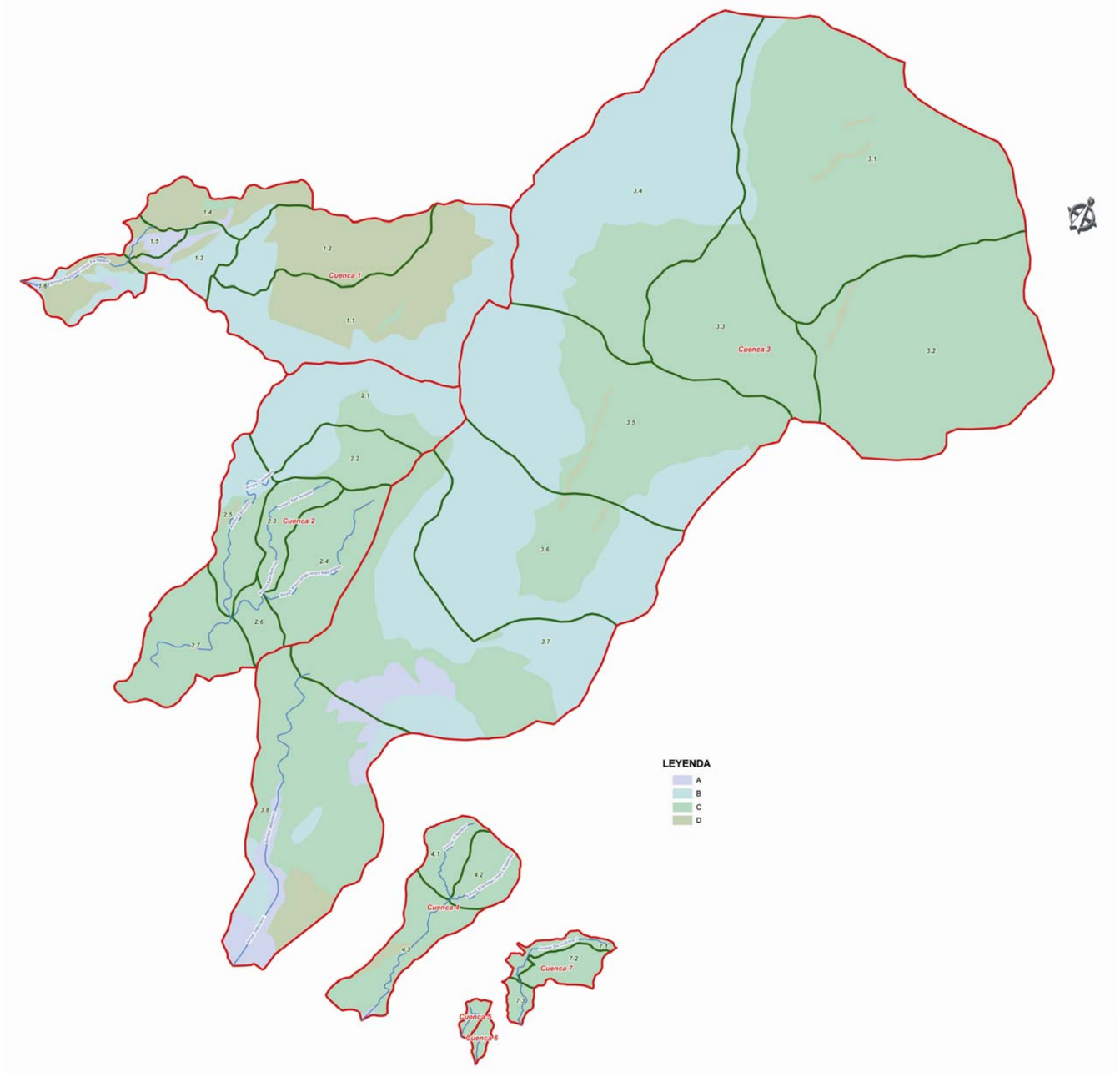
Textura de los diferentes tipos de suelo.

Para determinar que tipo de suelo se corresponde con cada grupo litológico, se ha empleado la correspondencia que aparece en el mapa hidrogeológico de España. De esta forma se establecen los siguientes grupos:

LITOLOGÍA	PERMEABILIDAD	CATEGORIA
Indiferenciado	Muy alta	A
Playas	Muy alta	A
Aluvial	Muy alta	A
Conos de deyección	Muy alta	A
Coluvial	Muy alta	A
Piedemontes	Alta	B
Arcillas o margas	Baja	D
Conglomerados	Media	C
Areniscas y conglomerados	Media	C
Indiferenciados, arenas y arcillas	Alta	B
Calizas y margas	Media	C
Calizas alabeadas	Alta	B
Calizas blancas	Alta	B
Dolomías	Media	C
Areniscas, conglomerados, yesos y arcillas	Media	C
Liditas	Media	C
Conglomerados y diques de cuarzo	Media	C
Filitas y metaareniscas	Baja	D
Grauwacas, filitas y pizarras	Media	C
Conglomerados poligénicos	Baja	D

En las figuras adjuntas y en el apéndice 2 se muestran los planos de litología y de permeabilidades superficiales.

Litología


Cuenca 1
Cuenca 2
Cuenca 3
Cuenca 4
Cuenca 5
Cuenca 6
Cuenca 7
LEYENDA
ALUVIAL
ARCILLAS Y_O MARGAS
ARENISCAS Y CONGLOMERADOS
ARENISCAS_ CONGLOMERADOS_ YESOS Y ARCILLAS
CALIZAS ALABEADAS
CALIZAS BLANCAS
CALIZAS Y MARGAS
COLUVIONES
CONGLOMERADOS
CONGLOMERADOS POLIGENICOS
CONGLOMERADOS SOLICEOS Y DIQUES DE CUARZO
CONOS DE DEYECCION
DOLOMIAS
FILITAS Y METAARENISCAS
GRAUVUACAS_ FILITAS Y PIZARRAS
INDEFERENCIADO
INDEFERENCIADO_ ARENAS Y ARCILLAS
LIDITAS
PIEDEMONTES SIN COSTRAS CALCAREAS
PLAYAS
TOBAS

Permeabilidad superficial