

4. ERANSKINA.- HIDROLOGIA ETA DRAINATZEA

ANEJO 4.- HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ÍNDICE

- 1.- Climatología
 - 1.1.- Descripción general
 - 1.2.- Temperaturas
 - 1.3.- Precipitaciones
 - 1.4.- Insolación
 - 1.5.- Viento
 - 1.6.- Días laborables
- 2.- Hidrología
 - 2.1.- Introducción y metodología
 - 2.2.- Determinación en las cuencas interceptadas
 - 2.2.1.- Delimitación de las cuencas
 - 2.2.2.- Evaluación de las características físicas de las cuencas
 - 2.2.3.- Selección del método de cálculo
 - 2.2.4.- Selección del período de retorno
 - 2.2.5.- Estimación del umbral de escorrentía
 - 2.2.6.- Determinación de la máxima precipitación diaria
 - 2.2.7.- Coeficiente de escorrentía
 - 2.2.8.- Curvas intensidad-duración-frecuencia
 - 2.2.9.- Caudales de referencia de las cuencas e inter-cuencas
 - 2.3.- Inundabilidad
- 3.- Drenaje
 - 3.1.- Descripción
 - 3.2.- Tablas de definición y verificación de las capacidades

Anexos:

- Anexo 1.- Planos de cuencas e inter-cuencas
- Anexo 2.- Método Gipúzkoa
- Anexo 3.- Manchas de Inundación y Flujo preferente

1.- CLIMATOLOGÍA

1.1.- Descripción general

La zona en estudio se sitúa en la zona Vasco-Cantábrica, en el denominado dominio climático “Templado Oceánico”, con las características que proporciona su cercanía al mar, encontrándose inmersa además en el área afectada por la circulación general del oeste, con las familias de borrascas que se suceden a lo largo del año.

Este flujo motiva la existencia de dos estaciones bien marcadas, separadas de otras de transición. En invierno, el flujo del oeste adquiere gran nitidez y potencia, las ondulaciones del frente polar Atlántico se desplazan con facilidad por el Cantábrico hasta el occidente europeo. Durante el verano, la situación tiene una variación al estar delimitado el flujo del oeste y discurrir el mismo por latitudes más altas, ocupando el lugar de influencia el anticiclón subtropical de Las Azores.

1.2.- Temperaturas

La temperatura media en la zona de estudio es de 13°C, siendo de entre los años observados, la del año 1989 la más elevada con 14,6°C y la más fría de 12,3° en 1972.

El mes más frío es enero con 8°C de media (máxima 10,6° en 1982 y mínima 4,1° en 1985), y el mes más cálido agosto con 18,7°C (máxima 20,5° en 1990 y mínima 16,8° en 1977). El mes más regular es junio y el más irregular febrero.

La temperatura máxima media es de 16°C, oscilando esta variable desde los 10,6°C de enero a los 21,8°C de agosto.

El valor más alto registrado en las observaciones de la estación fue el 26 de julio de 1928 con 38,6°C (observaciones desde 1901).

Respecto a las temperaturas mínimas medias, el valor anual es de 10°C, siendo enero el mes más frío (5,3°C) y agosto el más cálido (15,3°C).

La temperatura mínima más baja fue observada el 3 de febrero de 1956 con –12,1°C (datos desde 1901).

Hay pues una oscilación extrema de 50,7°C.

Con estos datos se puede definir como un clima moderado, en cuanto a temperatura, casi templado en invierno y algo fresco en verano (considerando el concepto relativo a la estación).

TABLA 1.- ESTACIÓN DE IGELDO. GIPUZKOA. AÑOS 1961 – 1990

MES	Tmed	TM	Tm	Tmax	Tmin	R	NR	Rmax
Enero	8.0	10.6	5.3	20.3	-10.0	162.2	16.5	73.7
Febrero	8.5	11.3	5.7	25.0	-5.8	124.2	15.2	49.4
Marzo	9.4	12.5	6.2	28.0	-5.5	128.1	16.8	84.6
Abril	10.6	13.8	7.5	27.4	-0.4	158.2	17.4	60.9
Mayo	13.5	16.8	10.2	31.1	2.8	128.2	17.4	84.7
Junio	16.1	19.3	13.0	37.1	6.4	90.9	14.0	92.9
Julio	18.4	21.5	15.3	38.0	9.4	78.6	13.9	86.5
Agosto	18.7	21.8	15.5	36.4	9.4	115.5	15.1	71.7
Septiembre	17.9	21.4	14.5	36.3	7.2	115.8	13.0	149.8
Octubre	15.2	18.3	12.1	30.0	1.4	139.9	13.0	136.0
Noviembre	10.9	13.7	8.2	25.2	-3.4	175.4	15.4	86.7
Diciembre	8.6	11.1	6.0	22.0	-8.4	164.0	15.5	88.7
Año	13.0	16.0	10.0	38.0	-10.0	158.1	183.3	149.8

Tmed = Temperatura media
TM = Temperatura media de las máxima
Tm = Temperatura media de las mínimas
Tmax = Temperatura máxima absoluta
Tmin = Temperatura mínima absoluta
R = Precipitación en mm
NR = N° días de precipitación
Rmax = Precipitación máxima en un día

Datos obtenidos de la publicación del Instituto Nacional de Meteorología. “Valores Normales y Estadísticos de Estaciones principales (1961-1990). Observatorio Meteorológico de Donostia-San Sebastián. Igeldo” 1995

1.3.- Precipitaciones

La zona de estudio y el conjunto del Territorio Histórico de Gipuzkoa, y particularmente su zona oriental, tiene uno de los valores pluviométricos más alto de Europa, siendo prácticamente todas sus precipitaciones en forma de lluvia.

La media anual para el período estimado es de 1581 mm. De los 30 años observados, 16 presentan valores superiores a esa cifra, con un máximo de 2.206,3 mm en 1979 y un mínimo de 1.088, 7 en 1989.

El reparto de lluvias es regular, existiendo máximas en época invernal (noviembre-abril) y mínimas de desde junio a septiembre, sin que exista estación seca y con valores de precipitación por encima de los 100 mm todos los meses excepto junio y julio. (90,9 mm y 78,6 mm). El mes con mayor precipitación media es noviembre con 175,4 mm.

El mes con mayor precipitación registrada fue diciembre de 1969 con 412,9 mm y el de menor precipitación marzo del 1961 con 2,9 mm. (El mes con mayor precipitación desde 1901 fue diciembre de 1923 con 588,9 mm/m²).

Las situaciones pluviométricas de máximo valor se producen cuando son más profundas y frecuentes las depresiones atlánticas y más activos los frentes asociados a ellas.

La mayoría de las precipitaciones son durables, pudiendo ser su torrencialidad apreciable. La precipitación máxima registrada en 2 horas desde 1901, es de 190 l/m² en junio de 1997.

Del estudio realizado sobre bandas pluviométricas por D. Elias y L. Ruiz se han obtenido los siguientes datos (1947-70).

Precipitación máxima en 1 hora:	49,5 mm
Precipitación máxima en 30 minutos:	37,6 mm
Precipitación máxima en 10 minutos:	33,0 mm

La regularidad de la precipitación y la falta de una estación seca la explica A. Uriarte (1979): “Debido a la situación marginal de la vertiente cantábrica de Euskal Herria respecto al anticiclón de las Azores en verano, estando afectada la costa vasca por los vientos del Norte, que conjugados por los montes vascos y las estribaciones de los Pirineos y añadiendo las altas temperaturas de las aguas del vértice oriental del Golfo de Bizkaia, provocan precipitaciones abundantes, y evitan la sequía estival”.

Desde el punto de vista de la influencia del flujo de circulación respecto a las precipitaciones, se puede observar que los flujos oceánicos y entre ellos los pertenecientes al primer cuadrante, son los que mayor riesgo proporcionan. Los menos lluviosos son los procedentes del interior de la Península y del Mediterráneo.

El porcentaje de aportación de lluvia en función de cada situación (período 1968-79):

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
21.6	9.8	2.7	6.4	1.6	5.0	19.9	33.0

El número medio de días de lluvia anual es de 183,3, con máximo en abril y mayo (17,4 días) y mínimo en septiembre y octubre con 13 días.

En las precipitaciones medidas se constata que la presencia de la nieve es escasa a lo largo del año con 6 días de media. Este fenómeno se puede producir desde noviembre hasta abril, siendo el mes de febrero el de mayor presencia de este meteoro (2,1 días).

El granizo puede producirse a lo largo de todo el año, siendo más frecuente durante los meses invernales. La media anual es de 9,9 días.

La variabilidad relativa de la precipitación se ha obtenido utilizando el índice de variabilidad de Biel y Conrad, según la expresión:

$$Vr = (\sum . Di . 100) /R$$

Siendo Di el valor absoluto de las desviaciones individuales respecto a la media aritmética.

Aplicando esta expresión a cada uno de los meses del año, se puede determinar la mayor o menor regularidad en el régimen pluviométrico. Un valor bajo representa un comportamiento regular, mientras que uno alto es signo de irregularidad.

El mayor índice de variabilidad lo presenta el mes de octubre, 48, y el menor mayo 25,2.

En los meses veraniegos los valores son bastante bajos, lo que significa cierta regularidad en las precipitaciones, sin embargo en los meses otoñales los valores son altos. La variabilidad relativa anual es baja 12,2%.

Las lluvias presentan una intensidad de precipitación, que viene determinada por el cociente entre la precipitación y el nº de días de lluvia, con un valor de 11 mm/día y un valor mínimo de 5,3 mm/día.

TABLA 2.- ESTACIÓN DE IGELDO. GIPUZKOA. AÑOS 1961-1990

MES	☀	Vmax	Vd	Torm	☁	❄	☁	HR
Enero	90.1	187.0	S	1.3	1.5	1.2	6.4	76
Febrero	94.16	162.0	S	1.5	1.6	1.7	4.7	74
Marzo	125.6	146.0	N	1.4	1.5	0.9	5.7	74
Abril	125.2	137.0	N	2.3	1.4	0.5	8.4	79
Mayo	167.4	139.0	N	3.5	0.4	0	8.9	79
Junio	181.5	132.0	N	3.3	0.1	0	9.4	82
Julio	196.5	118.0	N	3.7	0.2	0	7.2	82
Agosto	183.5	113.0	N	3.8	0.2	0	7.4	83
Septiembre	162.0	119.0	N	2.8	0.1	0	7.4	79
Octubre	134.1	144.0	S	2.2	0.5	0	6.9	76
Noviembre	101.3	184.0	S	2.0	1.4	0.5	5.1	76
Diciembre	82.5	165.0	N	1.4	1.1	1.2	5.7	76
Año	1648	187.0	N	29.2	9.9	6.0	83.1	78

- ☀ = Nº horas de insolación
- Vmax = Viento racha máxima Km/h
- Vd = Dirección media del viento
- ☁ = Nº días de granizo
- ❄ = Nº días de nieve
- ☁ = Nº días de niebla
- Torm = Nº días de tormenta
- HR = Humedad relativa media %

Datos obtenidos de la publicación del Instituto Nacional de Meteorología. “Valores Normales y Estadísticos de Estaciones principales (1961-1990). Observatorio Meteorológico de San Sebastián. Igeldo” 1995.

1.4.- Insolación

La insolación en el observatorio de Igeldo es moderadamente baja, con un promedio anual de 1648 horas. El mes más soleado es julio con 196,5 horas y el menos soleado diciembre con 82,5 horas.

Respecto a la nubosidad y teniendo en cuenta que se considera como día despejado aquel que su nubosidad media es inferior a 2 décimas del cielo, nuboso cuanto está comprendido entre 2 y 8 décimas y cubierto cuando es superior a 8 décimas, tenemos que el número de días despejados al año son 32, nubosos 155 y cubiertos 178 días.

El mes con mayor nubosidad es diciembre con 3 días despejados 11 nubosos y 17 cubiertos.

1.5.- Viento

La calma en la circulación de vientos es poco frecuente (2,6% anual). El mes con mayor porcentaje de calmas es julio.

De noviembre a marzo los vientos del sector Norte y Oeste son los más frecuentes, teniendo gran importancia también los de componente Sur.

En verano la importancia del viento Sur decrece siendo los de componente Norte los que ocupan mayor frecuencia. Esta situación es fundamental para la suavidad del clima, alterada la misma cuando se forman flujos del Sur en verano y los del Norte en invierno.

Este factor es de suma importancia respecto a la contaminación atmosférica, puesto que los núcleos de población situados en la dirección de los vientos dominantes pueden sufrir mayores índices.

- La fuerza del viento (datos y comentarios tomados de Uriarte A. 1983. Frecuencias de viento en Igeldo).

La magnitud utilizada para definir su velocidad será Km/h utilizando la escala BEAUFORT, al que añadimos la frecuencia anual en porcentaje de cada una de las 8 direcciones según fuerza.

De esa tabla observamos que el porcentaje de vientos flojos es del 61,6% (alto porcentaje de tiempo poco ventoso); pero los vientos de fuerza 5 o más superan a los moderados de fuerza 4.

La velocidad anual media es de 15,2 Km/h (fuerza 3). Las velocidades son en general algo más bajas en verano y elevadas el resto del año.

Las rachas instantáneas del viento registradas a lo largo del año (valores extremos) son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
180	180	160	140	139	130	126	122	155	176	144	157	180
S	S	SSE	S	S	S	NNW	S	SW	S	S	NW	S

La racha máxima se produjo en enero de 1985 con 187 km/h

1.6.- Días laborables

Para determinar los coeficientes medios anuales para la obtención del número de días útiles de trabajo, en función de la Climatología se ha empleado la metodología propuesta por la publicación “Datos Climáticos para Carreteras” de 1964 publicados por la Dirección General de Carreteras.

Para calcular el número de días trabajables útiles en las distintas clases de obra, se establecen unos coeficientes de reducción, a aplicar el número de días laborables de cada mes.

- Coeficiente de reducción por helada (η_m): Es el cociente del número de días del mes m, en que la temperatura mínima es superior a 0°C, al número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración (τ_m): Es el cociente del número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10°C, al número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas (τ'_m): Es el cociente del número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5°C, al número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por temperatura límite de trabajo (λ_m): Es el cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm, al número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo (λ'_m): Es el cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm, al número de días del mes.

Para el cálculo de estos coeficientes se han utilizado los datos procedentes de la publicación “Datos Climáticos para Carretera”, mencionada anteriormente, para la estación climatológica de Donostia “Igeldo” (que caracteriza a la zona en proyecto), cuyas características físicas que la definen son las siguientes:

NOMBRE	INDICATIVO	ALTURA	COORDENADAS	
			LONGITUD	LATITUD
Donostia “Igeldo”	1024E	259	02°02'22" W	43°18'24"

Los valores resultantes de dicha estación son los que se muestran a continuación:

COEFICIENTES DE REDUCCIÓN												
Coeficiente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
η_m	0,88	0,89	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,96
τ_m	0,26	0,30	0,58	0,48	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0,46	0,29
τ'_m	0,75	0,75	0,85	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,81
λ_m	0,84	0,86	0,92	0,88	0,87	0,90	0,89	0,91	0,87	0,83	0,82	0,86
λ'_m	0,57	0,58	0,66	0,56	0,64	0,62	0,62	0,68	0,66	0,66	0,58	0,53

Para calcular los coeficientes medios de reducción de horas laborables que se deben aplicar a cada actividad constructiva es necesario aplicar las siguientes formulaciones.

- Hormigones hidráulicos $C_m = \eta_m \times \lambda_m$
- Explanaciones $C_m = \eta_m \times (\lambda_m + \lambda'_m)/2$
- Producción de áridos $C_m = \lambda_m$
- Riegos y tratamientos $C_m = \tau_m \times \lambda'_m$
- Mezclas bituminosas $C_m = \tau'_m \times \lambda'_m$

Donde cada término tiene el siguiente significado:

- C_m = Coeficiente medio de reducción del nº de horas laborables para el mes m.
- η_m = Coeficiente de reducción por helada.
- τ_m = Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración
- τ'_m = Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosa (τ'_m)
- λ_m = Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo (λ_m)
- λ'_m = Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo (λ'_m)

En el siguiente cuadro se indican los factores meteorológicos que afectan a cada tipo de obra:

	FACTORES QUE AFECTAN A LA OBRA				
CLASE DE OBRA	Tmin < 0º C	P < 10 mm	P < 1 mm	T9 > 10 ºC	T9 > 5ºC
Hormigones hidráulicos	x	x			
Explanaciones	x	x	x		
Producción de áridos		x			
Riegos o tratamientos superficiales			x	x	
Mezclas bituminosas			x		x

Para el cálculo de estos coeficientes se han empleado los datos de la publicación “Datos Climáticos para Carreteras” de 1964, debido a que las estaciones estudiadas no disponen de datos de temperaturas a las 9 horas.

De este modo mediante las fórmulas anteriormente expuestas se llega a los siguientes valores de los coeficientes de reducción mensuales de cada unidad de obra. Dichos coeficientes se expresan en la tabla y gráfica que se expone a continuación.

TABLA 3.- COEFICIENTES MENSUALES DE REDUCCIÓN DE CADA UNIDAD DE OBRA

COEFICIENTES MENSUALES DE REDUCCIÓN DE CADA UNIDAD DE OBRA “Cm”					
MESES	HORMIGONES	EXPLANACIONES	PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	RIEGOS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	MEZCLAS BITUMINOSAS
ENERO	0,74	0,62	0,84	0,15	0,43
FEBRERO	0,77	0,64	0,86	0,17	0,44
MARZO	0,92	0,79	0,92	0,38	0,56
ABRIL	0,87	0,71	0,88	0,27	0,52
MAYO	0,87	0,76	0,87	0,60	0,63
JUNIO	0,90	0,76	0,90	0,62	0,62
JULIO	0,89	0,79	0,89	0,68	0,68
AGOSTO	0,91	0,80	0,91	0,68	0,68
SEPTIEMBRE	0,87	0,77	0,87	0,66	0,66
OCTUBRE	0,83	0,75	0,83	0,56	0,66
NOVIEMBRE	0,80	0,68	0,82	0,27	0,53
DICIEMBRE	0,83	0,67	0,86	0,15	0,43

En el cálculo de los días realmente trabajables de cada mes intervienen dos factores de reducción:

- Los días festivos: que son variables según el año y la localidad, pero cuya importancia es notable. Su coeficiente de reducción puede establecerse en cada caso a la vista del calendario laboral.
- Los días de climatología adversa: cuyo coeficiente de reducción se ha determinado anteriormente.

Podría pensarse a primera vista que la multiplicación de estos dos coeficientes parciales proporcionará el coeficiente total de reducción para la transformación de días-calendario en días trabajables (para cada mes y clase de obra). Ello no es así, puesto que los días festivos pueden ser también de climatología adversa, esto ha de tenerse en cuenta al efectuar la programación. Para ello puede admitirse el criterio siguiente:

- Si para un mes determinado “Cf” representa el coeficiente de reducción de días festivos, y “Cm” el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada, (1-Cm) representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra; y (1-Cm) x Cf la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa.
- El coeficiente de reducción total, será por lo tanto:

$$C_t = 1 - (1 - C_m) * C_f$$

En la siguiente tabla y gráfica se reflejan los coeficientes de reducción de días festivos y los de reducción total obtenidos para cada mes y clase de obra.

TABLA 4.- COEFICIENTES DE REDUCCIÓN TOTALES MENSUALES

MESES	Coeficiente de días festivos “Cf”	HORMIGONES	EXPLANACIONES	PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	RIEGOS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	MEZCLAS BITUMINOSAS
ENERO	0,65	0,83	0,76	0,90	0,45	0,63
FEBRERO	0,68	0,84	0,76	0,91	0,44	0,62
MARZO	0,74	0,94	0,84	0,94	0,54	0,67
ABRIL	0,67	0,91	0,81	0,92	0,51	0,68
MAYO	0,68	0,91	0,83	0,91	0,73	0,75
JUNIO	0,73	0,93	0,82	0,93	0,72	0,72
JULIO	0,71	0,92	0,85	0,92	0,77	0,77
AGOSTO	0,68	0,94	0,86	0,94	0,78	0,78
SEPTIEMBRE	0,73	0,90	0,83	0,90	0,75	0,75
OCTUBRE	0,65	0,89	0,84	0,89	0,72	0,78
NOVIEMBRE	0,70	0,86	0,78	0,87	0,49	0,67
DICIEMBRE	0,68	0,88	0,77	0,91	0,43	0,61

Como conclusión, los coeficientes medios para la obtención del número de días trabajables netos en función de la climatología y del número de días festivos, son los siguientes:

TABLA 5.- COEFICIENTES DE REDUCCIÓN MEDIOS TOTALES

COEFICIENTE MEDIO TOTAL C _t	
Hormigones hidráulicos	0,90
Explanaciones	0,81
Producción de áridos	0,91
Riegos o tratamientos superficiales	0,61
Mezclas bituminosas	0,70
TOTAL	0,79

2.- HIDROLOGÍA

2.1.- Introducción y metodología

En el apartado de hidrología, se recogen los trabajos y conclusiones referentes a la determinación de las cuencas que quedan interceptadas por las obras y a la determinación de los caudales punta que se han de desaguar.

Estos caudales servirán de referencia para la determinación de los caudales de diseño de cada obra específica de drenaje.

- En primer lugar se determinarán las cuencas interceptadas por las obras proyectadas y se determinarán sus caudales de desagüe.

- En segundo lugar se estudia la ubicación de las obras de drenaje y se les asigna el caudal de diseño procedente de las cuencas estudiadas.

- En tercer lugar, asignados ya los caudales correspondientes a las distintas obras de drenaje se proceden al diseño de las mismas.

El dimensionamiento hidráulico realizado se basa en el Estudio Climatológico de la zona de proyecto, resultado del cual se obtienen las distintas intensidades de lluvia, en función del Período de Retorno y de la duración del chubasco. Siguiendo la instrucción de drenaje 5.1-IC y 5.2-IC los períodos de retorno aplicados a los distintos elementos del drenaje han sido:

- Cunetas y drenaje longitudinal 25 años
- Drenaje Transversal..... 100 años

2.2.- Determinación de caudales en las cuencas interceptadas

2.2.1.- Delimitación de las cuencas e inter-cuencas

Sobre distintas cartografías se han identificado los posibles cursos de agua y sus cuencas receptoras con el fin de obtener sus caudales de avenida correspondientes.

.- Las cuencas que son afectadas por la traza de la nueva carretera se desglosan en cuencas e intercuencas.

- Las cuencas se refieren a la superficie de terreno natural que desagua en un cauce que atraviesa la nueva carretera.
- Las intercuencas se refieren al terreno natural o talud del corredor interceptado entre dos cuencas, así como a la superficie de la propia carretera.

La nueva carretera afecta a 6 cuencas, destacando una de ellas (Cuenca de Asti), por su superficie (S= 276 Has), y a varias inter-cuencas . Dentro de la superficie de las inter-cuencas se incluye la calzada de la nueva carretera y sus taludes. La numeración de las inter-cuencas se realiza en función de la obra de drenaje en la que desaguan. En el Anexo 1 se recogen los planos de cuencas e intercuencas.

2.2.2.- Evaluación de las características físicas de las cuencas e inter-cuencas

- .- Para las cuencas se determinan los siguientes valores
- Superficie: Se calculan por medición digitalizada sobre la cartografía de mayor escala en las que aparece toda la cuenca (1/5000 o 1/1000).
 - Tiempo de concentración: Por aplicación de la fórmula de J.R. Témez.

$$tc = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} tc = \text{tiempo de concentración (h)} \\ L = \text{longitud del curso principal (Km)} \end{array} \right.$$

Si el tc es inferior a 10' se adopta tc = 10'. En la tabla adjunta se reflejan los valores obtenidos, de las cuencas interceptadas.

Cuenca	Superficie	L	J	Tc	
	Has	Km		Horas	Minutos
1	7.0	0.20	0.05	0.2	9
2	8.0	0.25	0.05	0.2	11
3	6.0	0.25	0.05	0.2	11
4	1.0	0.20	0.05	0.2	9
5	6.0	0.25	0.05	0.2	11
6	276.0	2.00	0.03	1.0	59

.- Para las inter-cuencas correspondientes a la calzada y a sus taludes, debido a sus características físicas, se considera que tiene un tc = 10'.

2.2.3.- Selección del método de cálculo

El método de cálculo empleado para obtención de los caudales de cada cuenca, al ser éstos menores de 50 km², es el método racional.

$$Q = C \times S \times It$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \text{caudal en l/seg} \\ C = \text{Coeficiente de escorrentía adimensional} \\ S = \text{Superficie de la cuenca en Has.} \\ It = \text{intensidad de lluvia correspondiente al tc en l/s/Ha} \end{array} \right.$$

2.2.4.- Selección del período de retorno

Sobre la base de la tabla 1.2 de la Norma 5.2. IC los periodos de retorno aplicados son los siguientes.

- Cunetas y drenaje longitudinal25 años
- Drenaje Transversal (Regata en Cruce del área de Peaje)..... 100 años

2.2.5.- Estimación del umbral de escorrentía

La estimación inicial del umbral de escorrentía se realiza considerando las siguientes características del terreno:

- Uso de la tierra
- Pendiente
- Características hidrológicas
- Grupo de suelo

Estas características y la obtención de la estimación inicial de Po se obtienen de acuerdo con las tablas de la Instrucción 5.2.IC. El umbral de escorrentía definitivo se obtiene mediante el factor corrector, función de la zona de la obra y en nuestro caso igual a 2.

Po = Po_{ini} · coef Po

Uso	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo	Po	Factor corrector
Pradera	>3	Muy buena	D	15	2

2.2.6.- Determinación de la máxima precipitación diaria

Para calcular la máxima precipitación diaria se adopta como referencia el *“Estudio de precipitaciones intensas, tiempos de concentración y caudales de cálculo de las cuencas del Territorio Histórico de Gipuzkoa”* elaborado en febrero de 1999 por la Diputación Foral de Gipuzkoa. Mediante los mapas de líneas isomáximas incluidos en ese estudio, se obtienen las precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno. (Ver Anexo 2).

T=25 años Pd=155mm

T=100 años Pd=190mm

2.2.7.- Coeficiente de escorrentía

Define la proporción que la componente superficial de la precipitación supone respecto a la total caída sobre la cuenca. Depende de la precipitación diaria y del umbral de escorrentía a partir del cual se inicia ésta. Se calculará siguiendo la metodología de Temez, fórmula propuesta por la Instrucción 5.2.IC.

$$C = \frac{[(Pd / Po) - 1][(Pd / Po) + 23]}{[(Pd / Po) + 1]^2} \left\{ \begin{array}{l} Pd = \text{máxima precipitación diaria correspondiente a un} \\ \text{determinado periodo de retorno (planos de isomáximas).} \\ Po = \text{umbral de escorrentía} \end{array} \right.$$

Para las Inter-cuencas, dadas las características de las mismas se establecen los siguientes coeficientes de escorrentía en función del Periodo de Retorno (C= 0.9 para superficies pavimentadas)

PR	P0'=P0 * 2	C
25	30	0.45
100	30	0.52

2.2.8.- Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

Las curvas de intensidad – duración de una cierta estación pluviométrica, son los que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno. Se ha comprobado experimentalmente que todas las curvas de una misma estación pluviométrica correspondientes a diferentes periodos de retorno T son afines y por lo tanto se pueden reducir a una sola ley adimensional si los valores de cada curva se expresan en porcentaje del correspondiente a una duración dada.

En el “Estudio de precipitaciones intensas, tiempos de concentración y caudales de cálculo de las cuencas del territorio histórico de Gipuzkoa” de febrero de 1999 se han obtenido unas curvas IDF adimensionales en Gipuzkoa y serán las que se utilizarán en el presente proyecto para, a partir de las precipitaciones máximas diarias (Pd) ya obtenidas en el apartado 2.2.6, obtener las intensidades de lluvia para lluvias de distinta duración (It). Estas curvas se aplican deshaciendo la adimensionalidad de las curvas IDF mediante el uso de un **coeficiente K** que es función de la zona pluvio-gráfica de Gipuzkoa en la que nos encontremos. En el caso de la presente obra, “Zona costa”. En el Anexo 2 se muestran la zonificación, mapas de isomáximas y curva IDF del denominado “Método Gipuzkoa”. Obtenemos así la intensidad de lluvia (It) para cada periodo de retorno (T) y tiempo de concentración (t). (Los Tc de 9 y 11 minutos se han redondeando a 10 minutos). En la tabla adjunta se reflejan las intensidades de cálculo obtenidas para las tipologías de cuencas obtenidas, así como de las inter- cuencas (Tc=10')

Tc (min)	K	Precipitación de Cálculo							
		Periodo de Retorno (años)							
		25				100			
		Pd(mm)	Pi(mm)	I(mm/h)	I(l/s/ha)	Pd(mm)	Pi(mm)	I(mm/h)	I(l/s/ha)
10	0.14	155	21.7	130.2	362	190	26.6	159.6	443
60	0.38	155	58.9	58.9	164	190	72.2	72.2	201

2.2.9.- Caudales de Cálculo

2.2.9.1.- Cuencas

En la tabla adjunta se reflejan los caudales de cálculo correspondientes a las cuencas delimitadas.

Cuenca	Superficie	Tc	Periodo de Retorno					
			Pr - 25			Pr - 100		
	Has	Minutos	I(l/s/ha)	C	Q (l/seg)	I(l/s/ha)	C	Q (l/seg)
1	7	9	362	0.45	1,137	443	0.52	1,616
2	8	11	362	0.45	1,299	443	0.52	1,847
3	6	11	362	0.45	974	443	0.52	1,385
4	4	11	362	0.45	650	443	0.52	923
5	6	11	362	0.45	974	443	0.52	1,385
6	276	60	164	0.45	20,277	201	0.52	28,823

2.2.9.2.- Inter-Cuencas

Para las intercuenas, a las que corresponden los siguientes valores:

- Tc- 10 minutos
- Pr - 25 años

Se adoptan los siguientes valores hidrológicos;

- Ic - 362 l/seg/ha
- C - 0.45

2.3.- Inundabilidad

En el Anexo 3, se adjuntan los planos en donde se reflejan las manchas de inundación y las zonas de flujo preferente establecidas por URA. Tal y como se precia en estos planos, el viario en proyecto queda fuera de la zona de flujo preferente.

3.- DRENAJE

3.1.- Descripción

3.1.1.- Drenaje longitudinal y cruce de calzadas

En las tablas que se adjuntan a continuación, se verifica el dimensionamiento del drenaje proyectado, desglosándolo por sectores (ver planos de drenaje), a partir de:

- Los caudales calculados para cada tramo de colector, en función de la superficie drenada.
- La capacidad a sección llena de los colectores proyectados en función de su diámetro y pendiente aplicando la fórmula de manning.

3.2.- Tablas de definición y verificación de las capacidades

A.- Tabla de caudales por tramos

.- OD1

Intercuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
C-1-01	1400	0.14	385	48.5
C-1-02	1400	0.14	385	48.5

Tramo	OD 1- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	A	Q1	I	Q2	I	Q3	I	Q4	
A1-1-A1-2			V1-1(0.5)	48.5					49
A1-2-A1-3	A1-2	49	V1-1(0.5)	48.5					97

.-OD2

Cuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
C-2	80000	8.00	362	1303.2

Tramo	OD 2- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	C	Q1	C	Q2	I	Q3	I	Q4	
A2-1-A2-3			2						1303

.-OD3

Intercuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
I-1	35000	3.50	362	570
I1-1 a I1-3	1200	0.12	362	39.1
I1-3 a I1-5	1200	0.12	362	39.1

Tramo	OD 3- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	A	Q1	I	Q2	I	Q3	I	Q4	
A3-1-A3-2			I-1*0.1	57.0					57
A3-2-A3-3	A3-2	57	I-1.1*0.2	114.0					171
A3-3-A3-4	A3-3	171	I-1.1*0.2	114.0					285
A3-4-A3-5	A3-4	285	I-1.1*0.2	114.0					399
A3-5- A3-6	A3-5	399	I-1.1*0.2	114.0					513
A3-6-A3-7	A3-6	513	I-1*0.1	57.0					570
A3-11-A3-13	I1-1 a I1-3	39							39
A3-13-A3-7	A3-11-13	39	I1-3 a I1-5	39.1					78
A3-7-A3-9	A3-7	648							648

.- OD4

Cuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
C-3	60000	6.00	362	977.4

Tramo	OD 4- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	A	Q1	C	Q2	I	Q3	I	Q4	
A4-1-A4-2			2	977.4					977
A4-2-A4-3	A4-2	977							977
A4-3-A3-9	A4-3	977							977

.- OD5

Intercuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
C-4	40000	4.00	362	652
I5-1	600	0.06	362	19.5
I5-2	600	0.06	362	19.5
I5-3	600	0.06	362	19.5
I5-4	600	0.06	362	19.5

Tramo	OD 5- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	A	Q1	I	Q2	I	Q3	I	Q4	
A5-1-A5-2			I5-1	19.5					20
A5-2-A5-3	A5-2	20	I5-2	19.5					39
A5-5-A5-3			I5-3	19.5					20
A5-3-A5-4	A5-3	59	I5-4	19.5					78
A5-4- A3-9	A5-4	78	C-4	651.6					730

.- OD6

Intercuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
OD-3				648
OD-4				977
OD-5				1013

Tramo	OD 6- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	OD	Q1	OD	Q2	OD	Q3	I	Q4	
A3-9-A6-1	OD-3	648.3	OD-4	977.4	OD-5	1013.0			2639
A6-1-A6-2	A6-1	2639							2639

.-OD7

Cuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
C-5	60000	6.00	362	977.4

Tramo	OD 7- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	A	Q1	C	Q2	I	Q3	I	Q4	
A7-1-A7-2			5	977.4					977
A7-2-A7-3	A4-2	977							977

.-OD9

Intercuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
I-9-1	150	0.02	362	5
I-9-2	480	0.05	362	16
I-9-3	300	0.03	362	10
I-9-4	150	0.02	362	5
I-9-5	150	0.02	362	5

Tramo	OD 9- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	A	Q1	I	Q2	I	Q3	I	Q4	
A9-1-A9-2			I-9-1	4.9					5
A9-2-A9-3	A9-2	5	I-9-2	15.6					21
A9-3-A9-4	A9-3	21	I-9-3	9.8					30
A9-6-A9-4			I-9-5	4.9					5
A9-4-A9-5	A9-4	35	I-9-4	4.9					40

.-OD10

Intercuenca	Superficie		Intensidad	Caudal
	m2	Has	(l/seg/ha)	(l/seg)
I-10-1	300	0.03	362	10
I-10-2	120	0.01	362	4
I-10-3	140	0.01	362	5
I-10-4	80	0.01	362	3
I-10-5	104	0.01	362	3
I-10-6	220	0.02	362	7
I-10-7	280	0.03	362	9
I-10-8	540	0.05	362	18
I-10-9	104	0.01	362	3

Tramo	OD 10- Caudales Incorporados (l/s) (Arquetas, Intercuencas o Nudo)								Q Tramo
	A	Q1	I	Q2	I	Q3	I	Q4	
A10-1-A10-2			I-10-8	17.6					18
A10-2-A10-3	A10-2	18	I-10-7	9.1					27
A10-3-A10-4	A10-3	27	I-10-4	2.6	I-10-6	7.2			36
A10-4-A10-5	A10-4	36	I-10-3	2.6	I-10-5	3			42
A10-8-A10-9		10							10
A10-9-A10-5	A10-9	10	I-10-7	9.1					19
A10-5-A10-6	A10-5	62	I-10-2	3.9					66
A10-6-A10-7	A-10-6	66	I-10-1	9.8					75

B.- Tabla de verificación de las capacidades por tramos

.- OD1

Tramo	Q Tramo	Cotas de las Arquetas								P(%) Terreno	Tramos OD.-1				
		Arq1				Arq2					L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
		Arq1	CT1	CF1	H1	Arq2	CT2	CF2	H2						
A1-1-A1-2	49										6	1.40	400	0.50	142
A1-2-A1-3	97										25	1.40	400	1.00	201

.- OD2

Tramo	Q Tramo	Cotas de las Arquetas								P(%) Terreno	Tramos OD.-2				
		Arq1				Arq2									
		Arq1	CT1	CF1	H1	Arq2	CT2	CF2	H2		L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
A2-1-A2-3	1303										28		800	2.00	1,801

.- OD3

Tramo	Q Tramo	Cotas de las Arquetas								P(%) Terreno	Tramos OD.-3				
		Arq1				Arq2									
		Arq1	CT1	CF1	H1	Arq2	CT2	CF2	H2		L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
A3-1-A3-2	57										40		315	1.00	106
A5-2-A5-3	171										40		400	1.00	201
A3-3-A3-4	285										40		500	1.00	364
A3-4-A3-5	399										35		600	1.00	591
A3-5- A3-6	513										22		600	1.00	665
A3-6-A3-7	570										15		600	1.00	665
A3-13-A3-7	78										175		315	1.00	119
A3-7-A3-10	648										32		600	1.00	665

.- OD4

Tramo	Q Tramo	Cotas de las Arquetas								P(%) Terreno	Tramos OD.-4				
		Arq1				Arq2					L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
		Arq1	CT1	CF1	H1	Arq2	CT2	CF2	H2						
A4-1-A4-2	977										25		600	6.00	1,448
A4-2-A4-3	977										40		600	3.00	1,024
A4-3-A3-9	977										40		600	3.00	1,024

.- OD5

Tramo	Q Tramo	Cotas de las Arquetas								P(%) Terreno	Tramos OD.-5				
		Arq1				Arq2					L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
		Arq1	CT1	CF1	H1	Arq2	CT2	CF2	H2						
A5-1-A5-2	20										40		315	3.00	184
A5-2-A5-3	39										28		400	0.50	142
A5-5-A5-3	20										40		315	3.00	184
A5-3-A5-4	78										35		400	0.50	142
A5-4- A3-9	730										5		800	0.50	1,013

.- OD6.-

Tramo	Q Tramo	Cotas de las Arquetas								P(%) Terreno	Tramos OD.-6				
		Arq1				Arq2									
		Arq1	CT1	CF1	H1	Arq2	CT2	CF2	H2		L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
A3-9-A6-1	2639										40		1200	0.50	2,655
A6-1-A6-2	2639										50		1200	0.50	2,655

.-OD7

Tramo	Q Tramo	Cotas de las Arquetas								P(%) Terreno	Tramos OD.- 7				
		Arq1				Arq2									
		Arq1	CT1	CF1	H1	Arq2	CT2	CF2	H2		L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
A7-1-A7-2	977										10		600	3.00	1,024
A7-2-A7-3	977										15		600	3.00	1,024

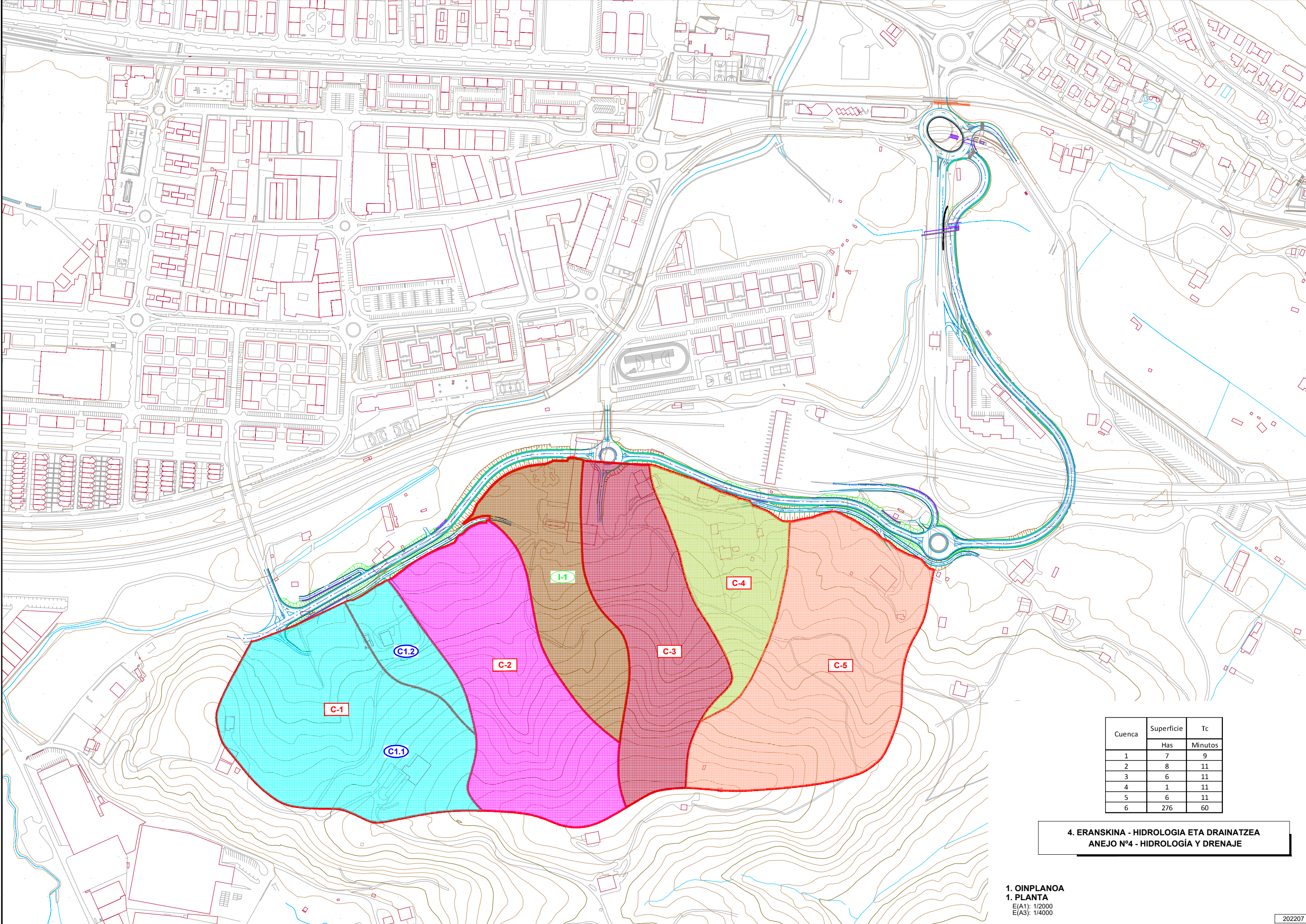
.-OD9

Tramo	Q Tramo	Tramos OD.-9				
		L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
A9-1-A9-2	5	12		400	0.50	142
A9-2-A9-3	21	20		400	0.50	142
A9-3-A9-4	30	9		400	0.50	142
A9-6-A9-4	5	14		400	0.50	142
A9-4-A9-5	40	8		400	0.50	160

.-OD10

Tramo	Q Tramo	Tramos OD.-10				
		L(m)	Hm	D(mm)	l(%)	Q(l/s)
A10-1-A10-2	18	12		315	0.50	75
A10-2-A10-3	27	20		315	0.50	75
A10-3-A10-4	36	9		400	0.50	142
A10-4-A10-5	42	8		400	0.50	142
A10-8-A10-9	10	22		250	0.50	46
A10-9-A10-5	19	22		250	0.50	46
A10-5-A10-6	66	11		400	0.50	160
A10-6-A10-7	75	17		400	0.50	160

Anexo 1. Planos de las cuencas e inter-cuencas

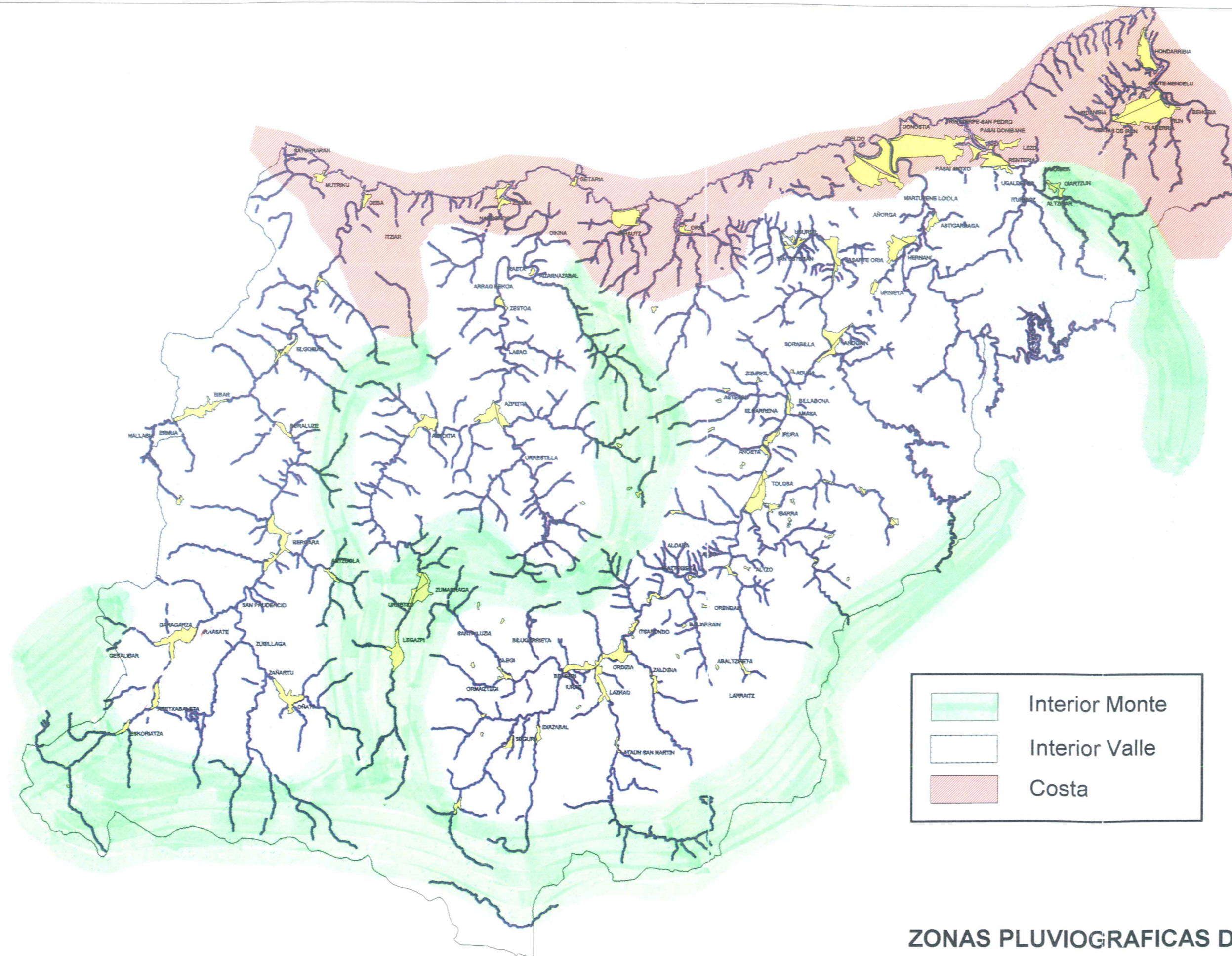


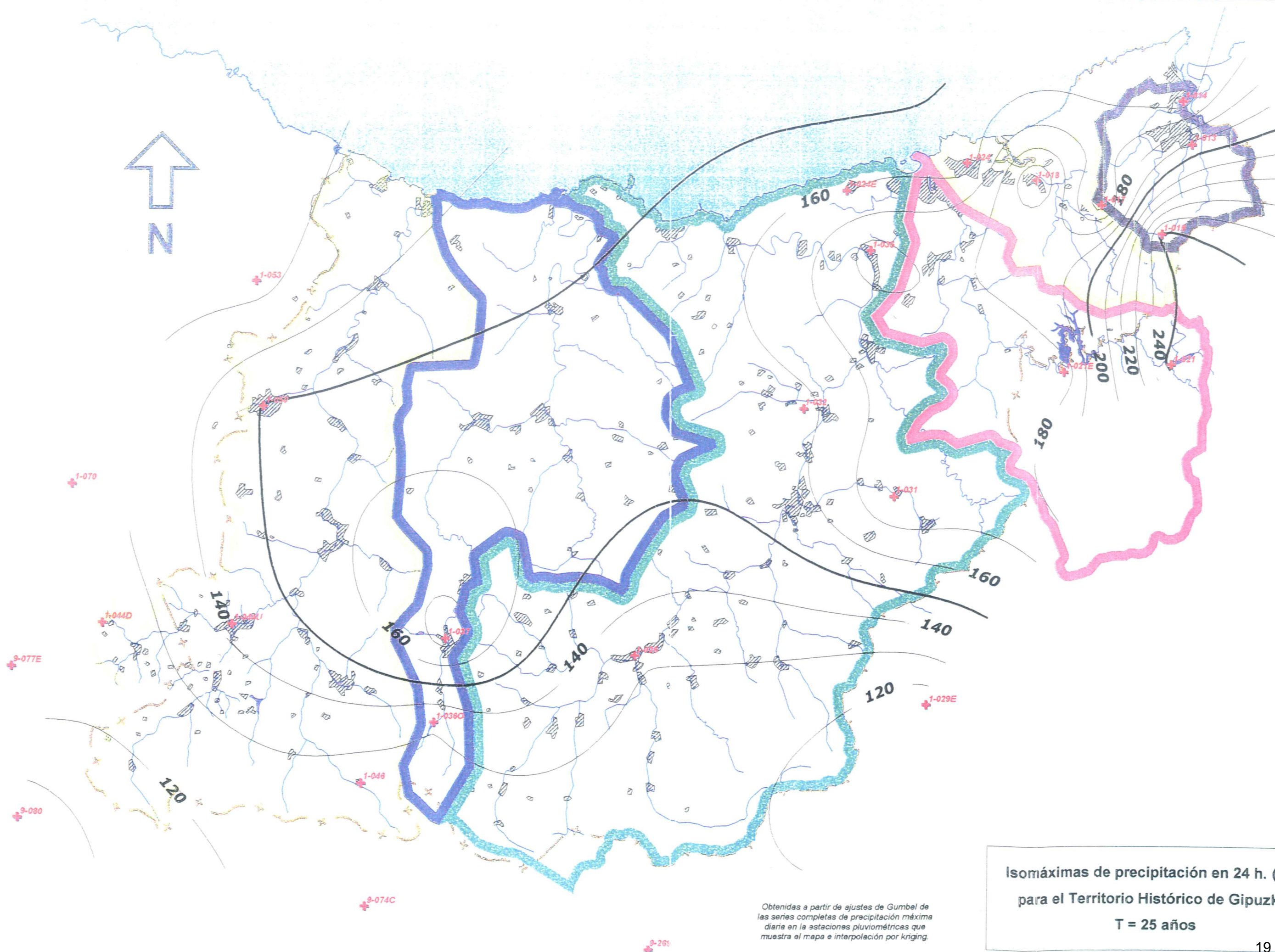
Cuenca	Superficie	Tc
	Has	Minutos
1	7	9
2	8	11
3	6	11
4	1	11
5	6	11
6	276	60

4. ERANSKINA - HIDROLOGIA ETA DRAINATZEA
ANEJO Nº4 - HIDROLOGÍA Y DRENAJE

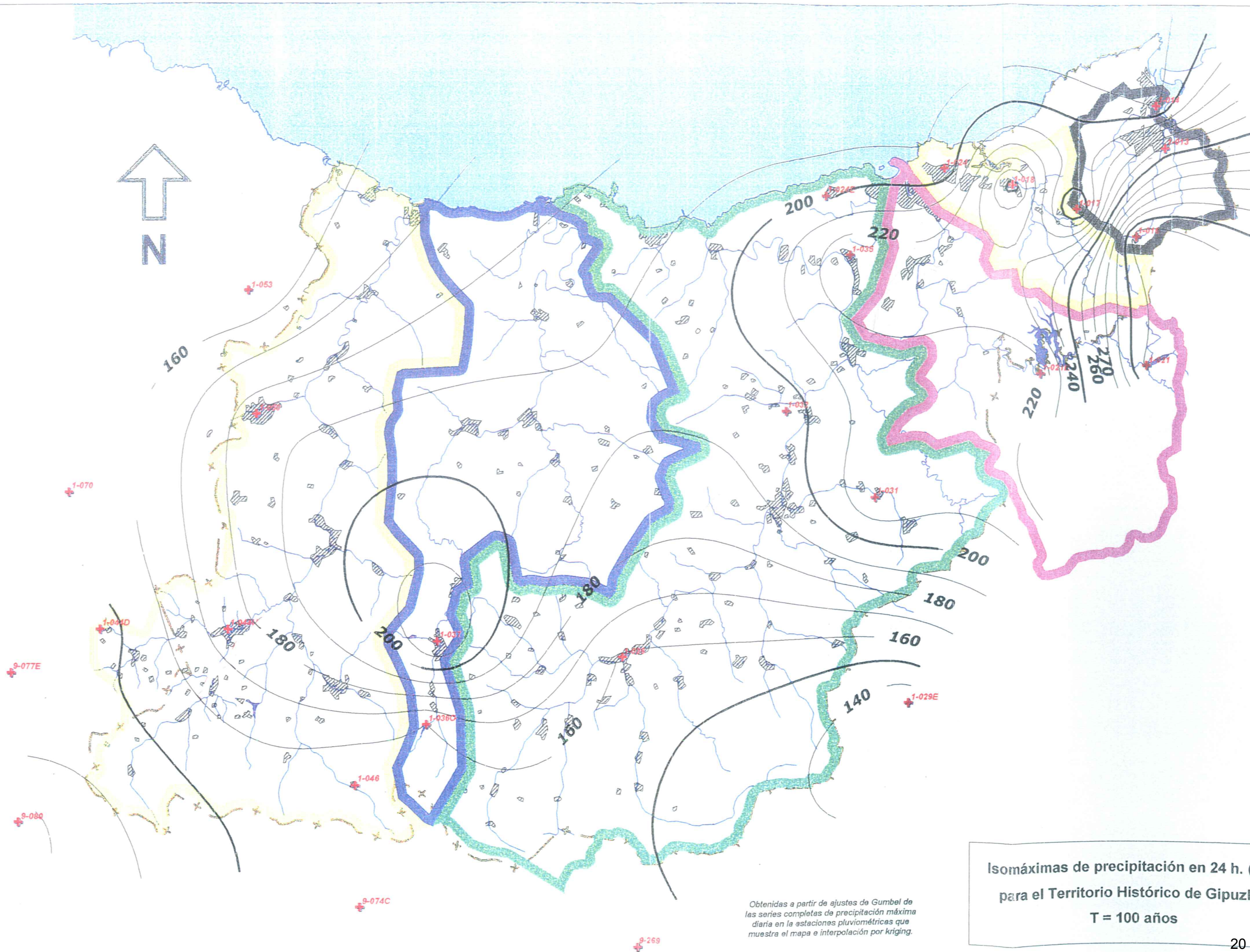
1. OINPLANOA
1. PLANTA
E(A1): 1/2000
E(A3): 1/4000

Anexo 2. Método Gipúzkoa

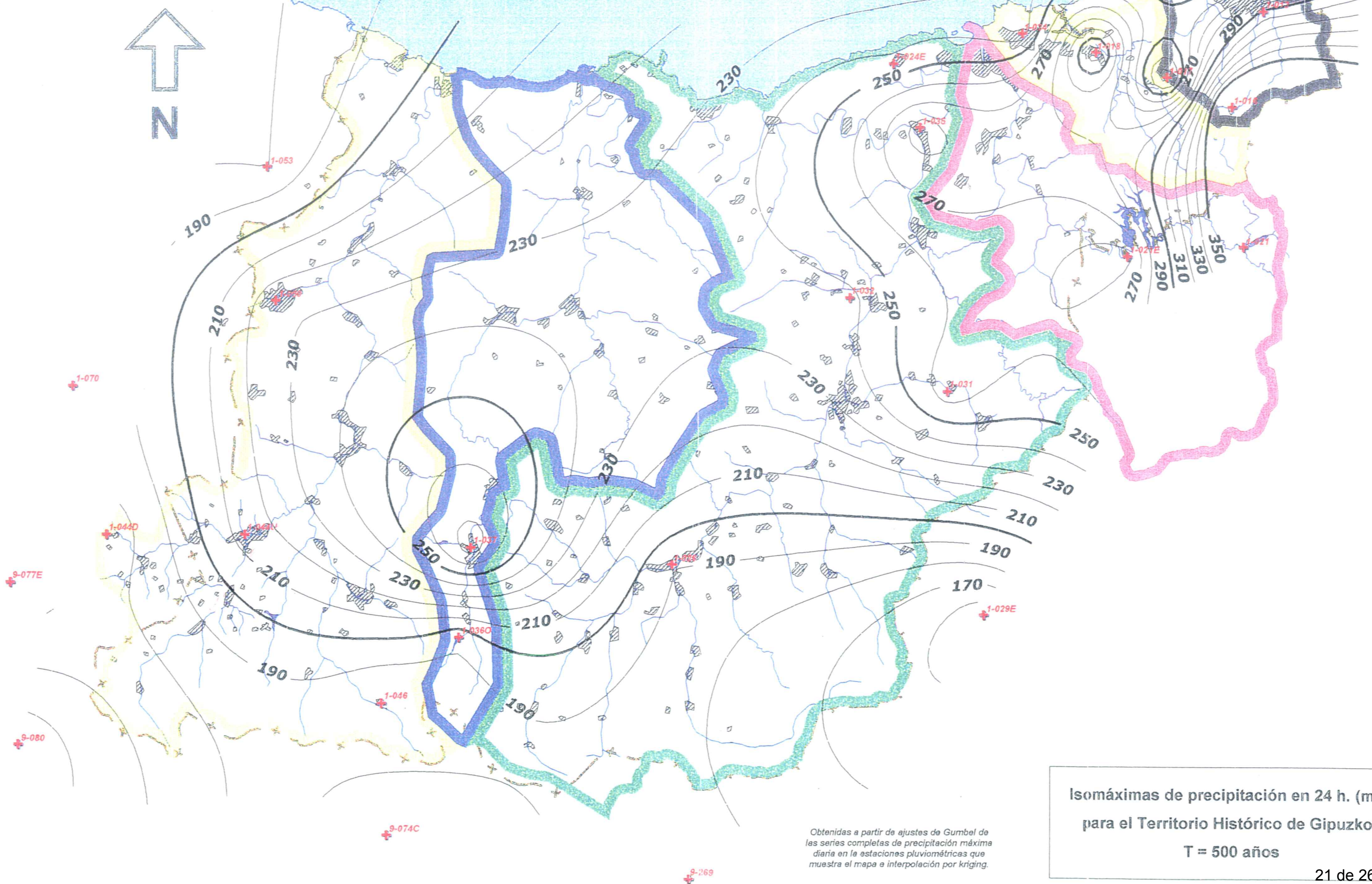




Isomáximas de precipitación en 24 h. (mm)
para el Territorio Histórico de Gipuzkoa
T = 25 años



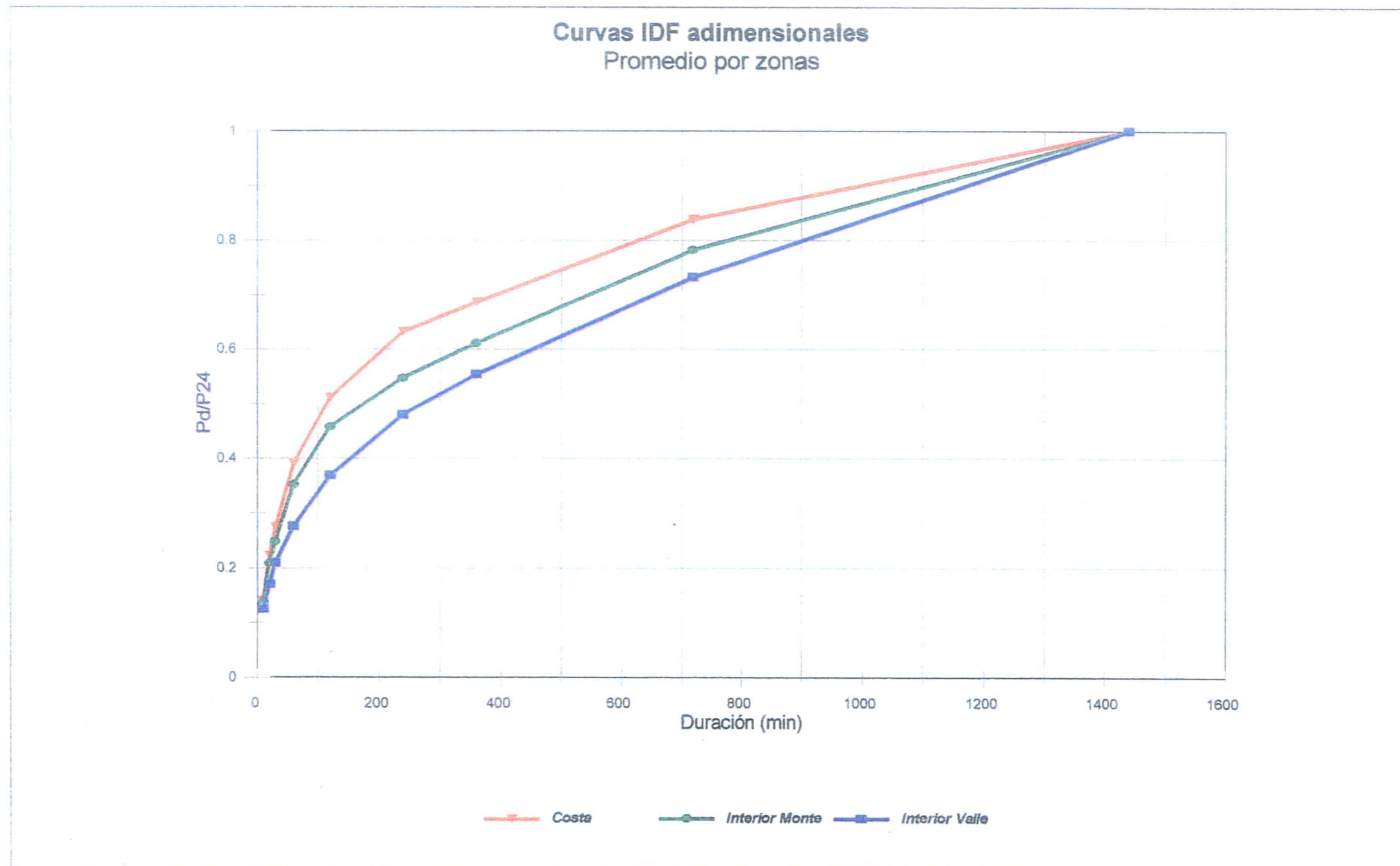
Isomáximas de precipitación en 24 h. (mm)
para el Territorio Histórico de Gipuzkoa
T = 100 años



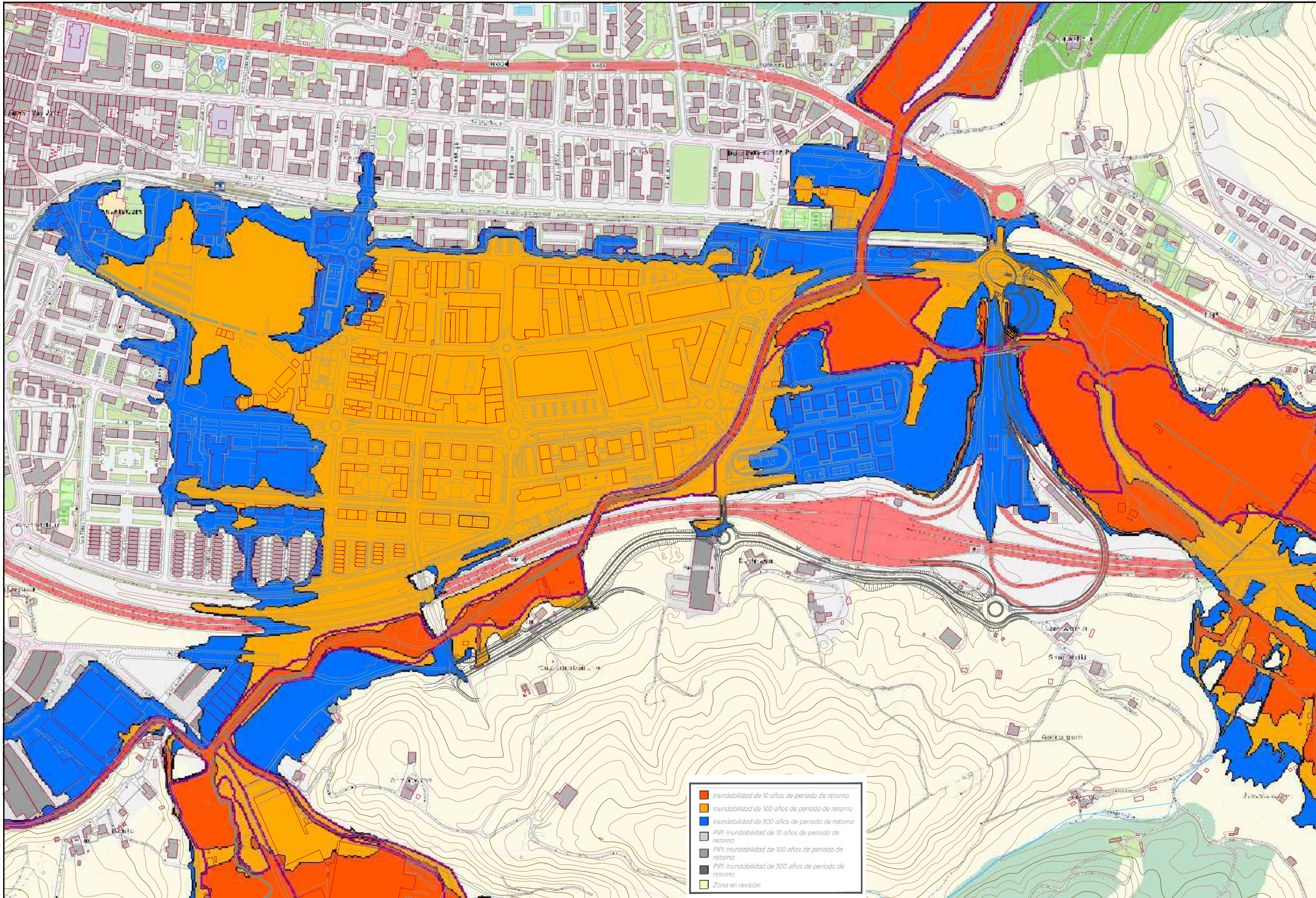
Isomáximas de precipitación en 24 h. (mm)
para el Territorio Histórico de Gipuzkoa
T = 500 años

CURVAS I-D-F- ADIMENSIONALES EN GIPUZKOA

DURACION MINUTOS	10	20	30	60	120	240	360	720	1440
COSTA	0.14	0.22	0.28	0.39	0.51	0.63	0.69	0.84	1.00
INTERIOR MONTE	0.14	0.21	0.25	0.35	0.46	0.55	0.61	0.78	1.00
INTERIOR VALLE	0.12	0.17	0.21	0.28	0.37	0.48	0.55	0.73	1.00



Anexo 3.- Manchas de Inundación y Zona de Flujo Preferente



GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA
DIPUTACION FORAL DE GUIPUZCOA
BIDE AZPIEGITURETAKO DEPARTAMENTUA
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS VIARIAS

ERAGILEA
PROMOTOR

PROIEKTUAREN EGILEA
AUTOR DEL PROYECTO

ALVARO ARRIETA
Ing. Caminos, Canales y Puertos



C-202207

DATA / FECHA
2022ko URRIA
OCTUBRE 2022

IZENBURUA / TITULO

N-634 ERREPIDEA ERROTABERRI POLIGONOAREKIN ASTIN BARRENA LOTZEKO
PROIEKTUA, ZARAUZKO SAHIESBIDEAREN ZATIA (1-V-64/2021)

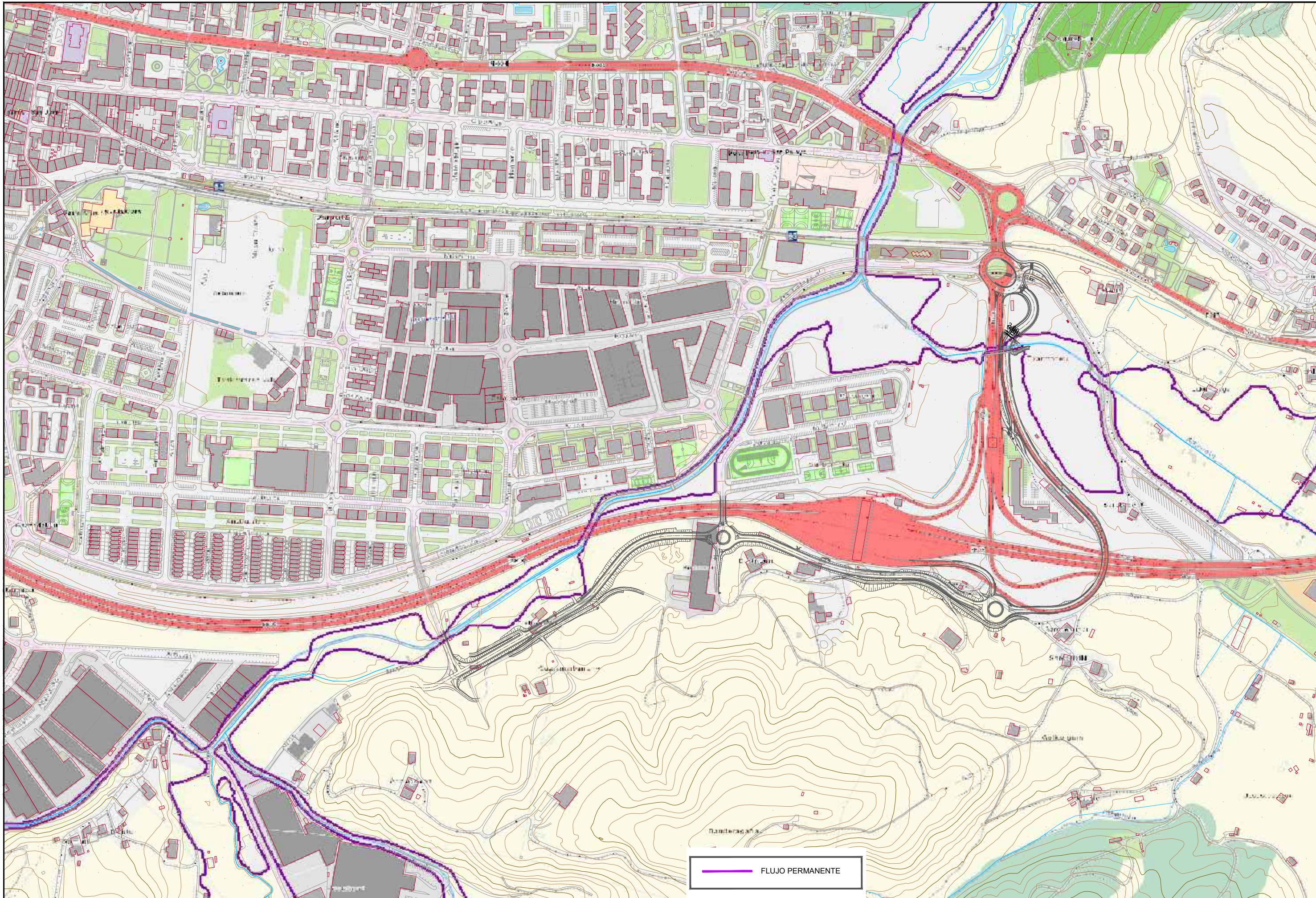
PROYECTO DE CONEXIÓN DE LA N-634 CON EL POLÍGONO ERROTABERRI
POR ASTI, TRAMO DE LA VARIANTE DE ZARAUZ (1-V-64/2021)

ESKALA(K)
ESCALA(S)
(DIN A-1) 1/2500
(DIN A-3) 1/5000

IZENDAPENA
DESIGNACIÓN

EGUNGO UHOLDE-ORBAINEN PLANOA
OINPLANO OROKORRA
PLANOS MANCHAS DE INUNDACIÓN ACTUAL
PLANTA GENERAL

Zbka/ Nº
1
(1/1)



FLUJO PERMANENTE



GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA
DIPUTACION FORAL DE GUIPUZCOA
BIDE AZPIEGITURETAKO DEPARTAMENTUA
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS VIARIAS

ERAGILEA
PROMOTOR

PROIEKTUAREN EGILEA
AUTOR DEL PROYECTO

ALVARO ARRIETA
Ing. Caminos, Canales y Puertos



DATA / FECHA
2022ko URRIA
OCTUBRE 2022

IZENBURUA / TITULO
N-634 ERREPIDEA ERROTABERRI POLIGONOAREKIN ASTIN BARRENA LOTZEKO
PROIEKTUA, ZARAUZKO SAHIESBIDEAREN ZATIA (1-V-64/2021)
PROYECTO DE CONEXIÓN DE LA N-634 CON EL POLÍGONO ERROTABERRI
POR ASTI, TRAMO DE LA VARIANTE DE ZARAUZ (1-V-64/2021)

ESKALA(K)
ESCALA(S)
(DIN A-1) 1/2500
(DIN A-3) 1/5000

IZENDAPENA
DESIGNACIÓN

FLUXU-LERRO IRAUNKORRA
OINPLANO OROKORRA
LINEA DE FLUJO PERMANENTE
PLANTA GENERAL

Zbka/ Nº
1
(1/1)