

# ANEJO Nº 4. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

**ÍNDICE**

<b>4. ANEJO Nº 4. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
<b>4.1. CLIMATOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
4.1.1. INTRODUCCIÓN .....	3
4.1.2. ASPECTOS GENERALES.....	3
4.1.3. TERMOMETRÍA .....	3
4.1.3.1. Temperatura media mensuales y anual.....	4
4.1.3.2. Temperatura media de las mínimas absolutas mensuales .....	4
4.1.3.3. Temperatura media de las máximas absolutas mensuales.....	5
4.1.3.4. Oscilación de las temperaturas medias y las temperaturas máximas absolutas. ....	5
4.1.3.5. Oscilación de las temperaturas medias y las temperaturas mínimas absolutas.....	6
4.1.4. CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS .....	6
4.1.4.1. Precipitación media mensual y anual .....	7
4.1.4.2. Precipitación máxima mensual .....	7
4.1.5. INDICES CLIMÁTICOS .....	7
4.1.5.1. Clasificación climática de Köppen .....	7
4.1.5.2. Índice termopluiométrico de Dantin – Revenga .....	8
4.1.6. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS LABORABLES .....	9
<b>4.2. HIDROLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
4.2.1. INTRODUCCIÓN .....	12
4.2.2. RECOPIACIÓN DE DATOS DE PARTIDA .....	12
4.2.3. ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS PREVISIBLES .....	12
4.2.3.1. Aplicación de la metodología de la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” .....	12
4.2.3.2. Aplicación de las distribuciones de Gumbel y SQRT-ET máxima en las series de máximas precipitaciones diarias recogidas en dichas estaciones. ....	13
<b>APÉNDICE 1. PRECIPITACIONES MÁXIMAS AJUSTE A LAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL Y SQRT-ET MÁX16</b>	

## 4. ANEJO Nº 4. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

### 4.1. CLIMATOLOGÍA

#### 4.1.1. INTRODUCCIÓN

El estudio climatológico de la zona de Proyecto incluido en este apartado tiene por finalidad el conocimiento de las condiciones climáticas del entorno afectado por las obras, a fin de establecer en base a los rasgos climáticos, la influencia que éstos tendrán en las mismas. En este estudio se determinan los días aprovechables para la realización de las principales unidades de obra, así como la definición del índice climático de Köppen que servirán de partid par el diseño de plantaciones a realizar.

Para realizar el estudio climático de la zona se emplean los siguientes datos y publicaciones:

- Publicaciones:
  - o “Datos Climáticos para carreteras” M.O.P. 1964.
  - o “Guía Resumida del Clima en España 1981-2010”. Publicación de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
  - o “Atlas climático Ibérico”. Agencia estatal de meteorología.
  - o “Atlas climático de Galicia”, Xunta de Galicia.
  - o “Mapas de riesgo: Heladas y horas de frío en la España Peninsular” Periodo 2002-2012. Área de climatología y aplicaciones operativas. Agenda estatal de meteorología.
  - o “Atlas de radiación solar de Galicia”.
  - o “Atlas de viento de Galicia”, Meteogalicia.
  - o “A variabilidade natural do clima en Galicia”, Consellería de Medio Ambiente e desenvolvemento sostible”
- Visor web:
  - o Sistema de información Geográfica de Datos Climáticos (SIGA), desarrollada a la iniciativa de la Subdirección General de Cultivos Herbáceos e Industriales adscrita a la Dirección General de Producciones y mercados Agrarios del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

#### 4.1.2. ASPECTOS GENERALES

La zona de actuación se sitúa en el término municipal de Vigo, provincia de Pontevedra, situada al noroeste de España, en concreto las actuaciones se centran en la tramo viario denominado “Avenida de Madrid”, perteneciente a la Autovía A-55 entre la Plaza de España (p.k. 0+000) y la intersección con la calle Gandarón (p.k. 2+370). Con el paso del tiempo y el crecimiento urbano, este tramo de autovía ha quedado integrado en el tejido urbano de Vigo.

Según la clasificación de Köppen, Vigo poseía un tipo climático Cfb (oceánico de veranos suaves). Debido al incremento de la temperatura de los últimos años el clima ha pasado a ser considerado de tipo Csb (oceánico de veranos secos). Básicamente este último consiste en una transición entre el clima oceánico y mediterráneo. Es un clima caracterizado por tener estación seca y temperaturas superiores en los meses más cálidos.

Según afirma Meteogalicia, el clima de la ciudad comparte importantes rasgos con los climas subtropicales debido, principalmente, a los frentes de origen tropical que cruzan la ciudad. La ría de Vigo es uno de los puntos más lluviosos de Galicia, con elevadas precipitaciones y registros de casi 2 000 mm anuales. Esto provoca que Vigo sea la tercera ciudad de Europa donde más llueve al año (medido en litros por metro cuadrado), tras Trondheim (Noruega, primera) y Santiago de Compostela (Galicia, segunda)

No obstante, Vigo cuenta con mayor número de días despejados que la mayoría de municipios gallegos. La ciudad tiene pocos cambios de temperatura gracias a que el mar ejerce una acción moderadora de las condiciones climáticas. En invierno las heladas son escasas y las temperaturas no suelen bajar de los 12º C.

La estación meteorológica más cercana a la zona de actuación es la estación 1-495 “Vigo – Peinador”, si bien la estación presenta una serie larga de datos que permite obtener un estudio climático completo de la ciudad, es necesario tener en cuenta que la estación se sitúa a 264 m de altitud y a 10 km del centro de la ciudad, siendo esta una zona donde el clima es más frío que en la ciudad y donde la niebla es bastante frecuente.

C. Hidrográfica	Código	Denominación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Prec Nº años	Precip Serie compl	Tem Nº años	Temp Serie compl
C. Norte	1495	VIGO – PEINADOR	8º 37' 26" W	42º14'22"	264	56 C 1 I	1961 – 16 2017 – 16	56 C 1 I	1961 – 16 2017 – 16

Para el estudio climático se parte de los datos de la “Guía resumida del Clima en España 1981 – 2010”, publicación de la Agencia Estatal de Meteorología, datos comprendidos entre los años 1981 y 2010.

#### 4.1.3. TERMOMETRÍA

La temperatura en el aire depende en gran medida de la naturaleza de la superficie en contacto con la atmósfera, ya que es el suelo el que absorbe la energía solar que trasmite la atmósfera.

Así, la temperatura es una de los elementos climáticos de mayor importancia en la caracterización climática. Interviene en procesos de transformación de los estados del agua, está directamente implicada en la actividad de los organismos vivos, en la productividad de las plantas, influye en las tendencias de meteorización y procesos de formación del suelo, etc.

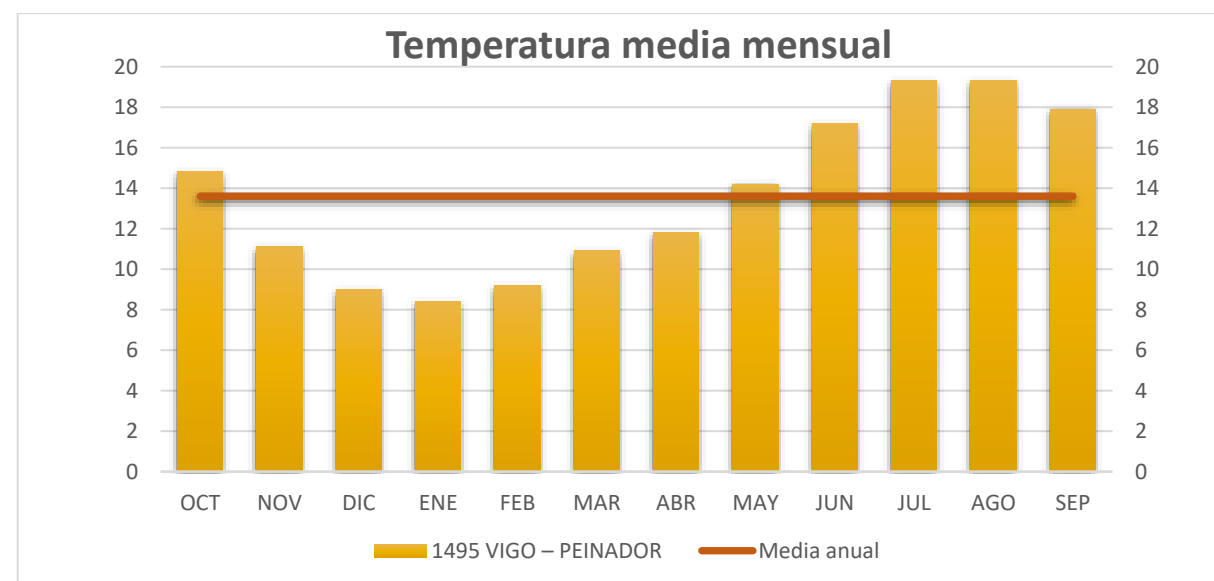
**4.1.3.1. Temperatura media mensuales y anual**

Los valores de la temperatura media mensual varían regularmente durante el año, alcanzándolos valores máximos en verano, sobre todo en los meses de julio y agosto y los valores mínimos en invierno. Así los valores medios mensuales más bajos de la temperatura media del aire (< 0,0º), se producen en los meses de diciembre a febrero y los valores más altos tienen lugar en julio y agosto.

Las temperaturas medias mensuales nunca bajan de 8º, valor mínimo registrado en los meses de enero y febrero en las dos estaciones seleccionadas. Enero tiende a ser el mes más frío del año, ya que en él se producen las olas frías más profundas, que vienen con aire polar frío continental.

ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
1495 VIGO – PEINADOR	14,8	11,1	9,0	8,4	9,2	10,9	11,8	14,20	17,20	19,3	19,3	17,9	13,6

(\*) Temperaturas en ºC



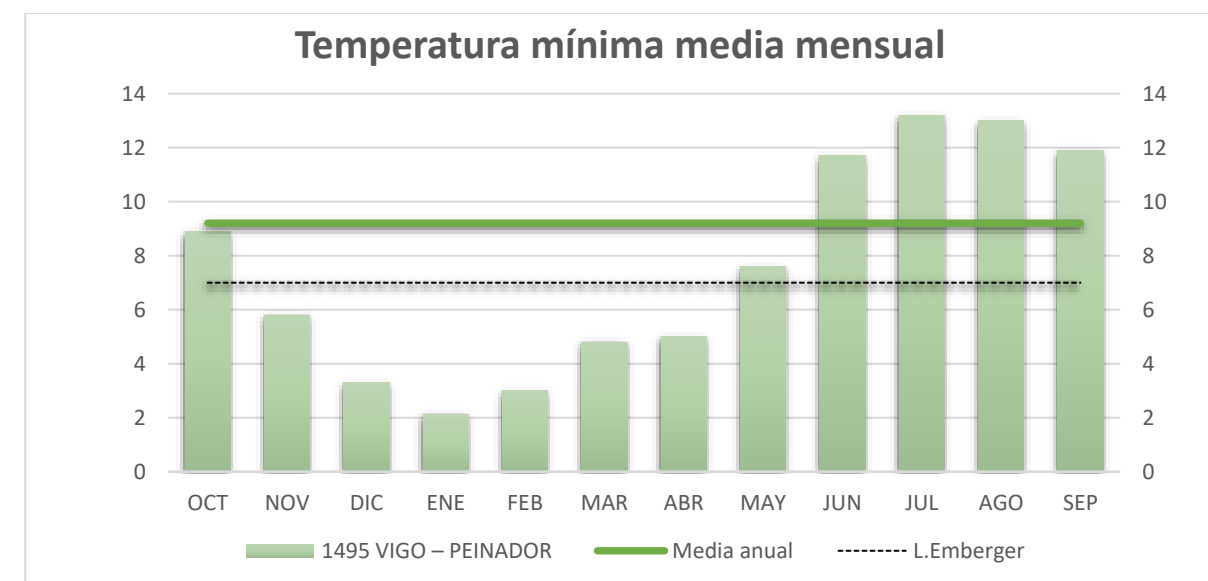
La temperatura media mensual va ascendiendo desde enero y comienza a descender en agosto, para recorrer un ciclo inverso. Las temperaturas máximas mensuales se sitúan superiores a 19ºC en este mes. La temperatura media anual ponderada de las dos estaciones seleccionadas es de 13,6ºC.

**4.1.3.2. Temperatura media de las mínimas absolutas mensuales**

La temperatura media anual de las mínimas mensuales es de 9,2ºC; ponderando las temperaturas mínimas mensuales.

En la estación “Vigo –Peinador” la temperatura mínima mensual se produce en enero [9,20 ºC], a partir de este mes la temperatura media de las mínimas aumenta, hasta alcanzar los valores más altos en el mes de julio [13,2ºC], con temperaturas mínimas absolutas muy próximas a las del mes de agosto [13ºC]. Una vez superado el máximo, la temperatura media de las mínimas mensuales vuelve a descender.

ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
1495 VIGO – PEINADOR	8,9	5,8	3,3	2,1	3,0	4,8	5,0	7,6	11,7	13,2	13,0	11,9	9,2



Si se observan ambas gráficas (“Temperatura media mensual” y “Temperatura mínima media mensual”), ambas presentan la misma tendencia a lo largo de los meses del año climático.

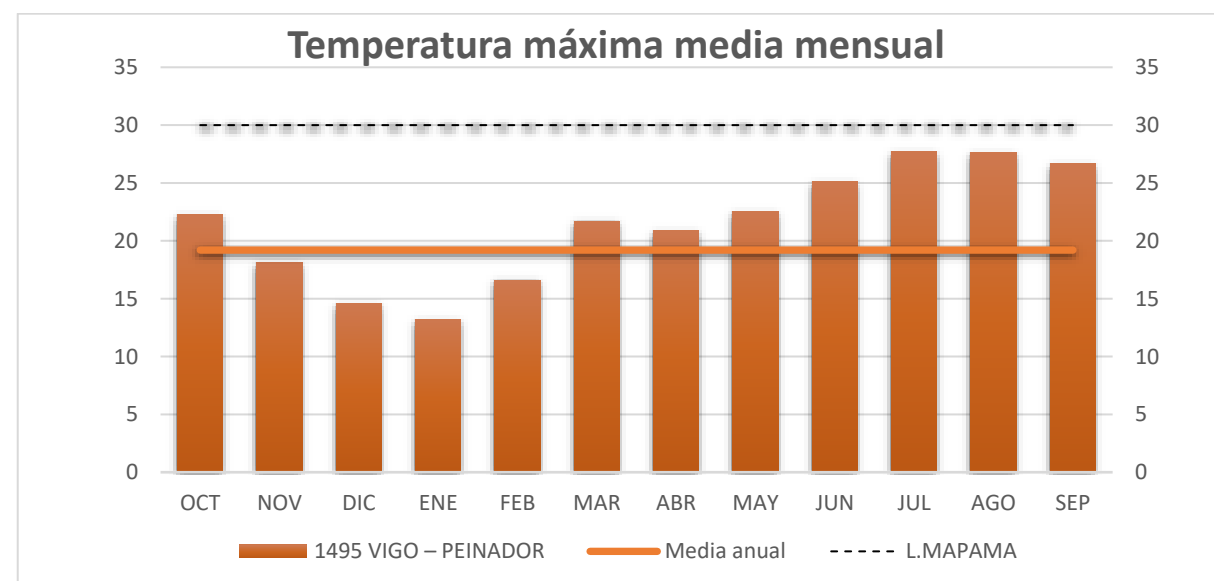
La duración del período frío se establece en base al criterio de L.Emberger, que considera como tal el periodo compuesto por el conjunto de meses de riesgo de heladas o meses fríos; entendiendo por mes frío, aquel en que la temperatura media de las mínimas es menor de 7ºC. Siguiendo esta clasificación, la zona de actuación, tiene un periodo frío de 6 meses desde noviembre hasta abril.

**4.1.3.3. Temperatura media de las máximas absolutas mensuales**

La temperatura media de las máximas, tomando como valor promedio de las temperaturas medias de las máximas consideradas, es de 19,2 °C.

Para establecer la duración del periodo cálido, la caracterización agroclimática publicado por el anteriormente denominado Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, indica que el periodo cálido comprende el número de meses con una temperatura media de las máximas superior a 30º C. Según se desprende de las temperaturas medias de las máximas registradas en las estaciones seleccionadas, en la zona de estudio no existe periodo cálido.

ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
1495 VIGO – PEINADOR	22,3	18,1	14,6	13,2	16,6	21,7	20,9	22,5	25,1	27,7	27,6	26,7	19,2

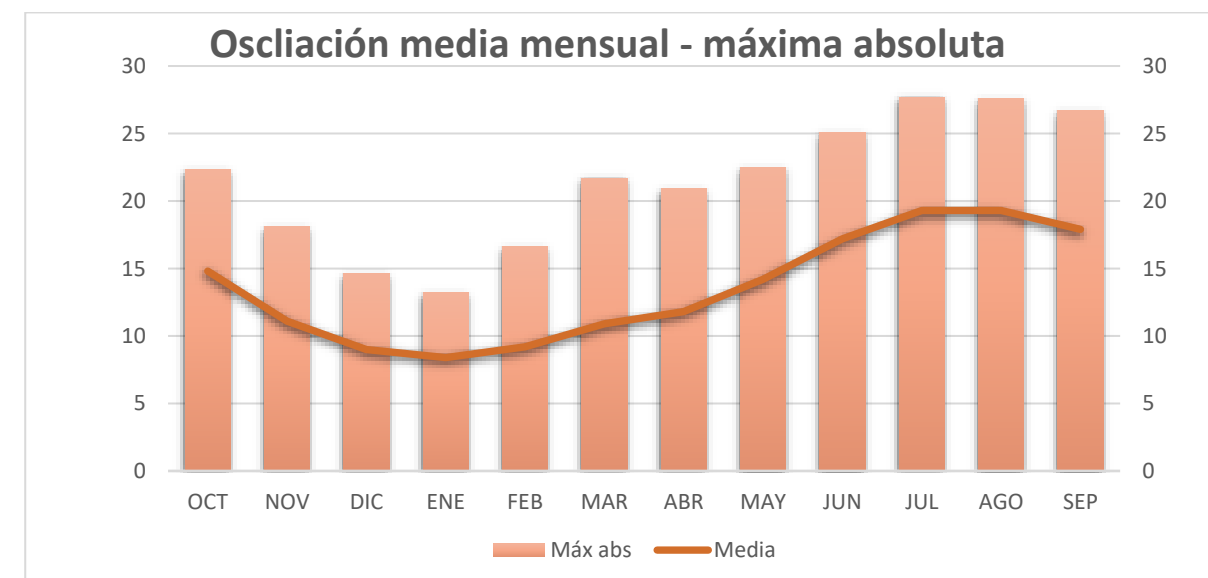


Los valores máximos de esta variable, suceden en los meses de julio y agosto. Cabe destacar que durante los meses de julio y agosto las temperaturas medias de las máximas registradas son superiores a 27 °C. No obstante, no hay ningún mes con temperaturas superiores a 30°C; por lo que siguiendo la clasificación de MAPAMA no existe periodo cálido.

**4.1.3.4. Oscilación de las temperaturas medias y las temperaturas máximas absolutas.**

Según los datos registrados en la estación considerada en este estudio, la oscilación de temperaturas entre las temperaturas medias mensuales y las máximas absolutas mensuales se sitúa entre 7,4°C (en el mes de febrero) y 10,8°C en el mes de marzo.

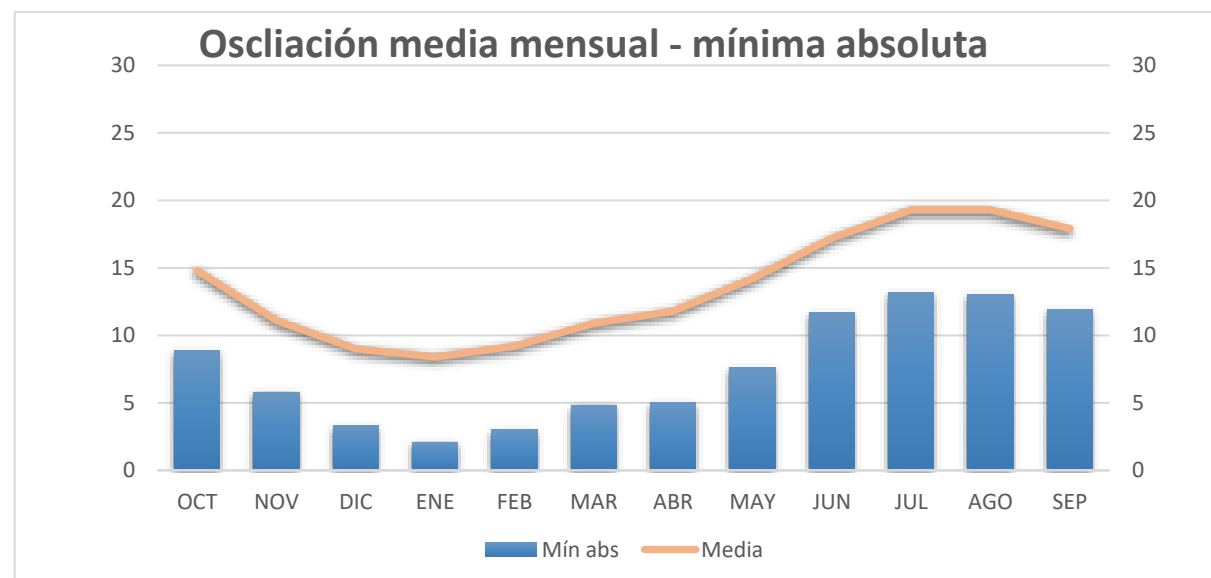
ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
Temp media de máxima abs	22,3	18,1	14,6	13,2	16,6	21,7	20,9	22,5	25,1	27,7	27,6	26,7	19,2
Temp media mensual	14,8	11,1	9,0	8,4	9,2	10,9	11,8	14,2	17,2	19,3	19,3	17,9	13,6
Oscilación	7,5	7,0	5,6	4,8	7,4	10,8	9,1	8,3	7,9	8,4	8,3	8,8	5,6



**4.1.3.5. Oscilación de las temperaturas medias y las temperaturas mínimas absolutas.**

Según los datos registrados en la estación considerada en este estudio, la oscilación de temperaturas entre las temperaturas mínimas absolutas mensuales y las medias mensuales, se sitúa entre 5,3°C (en el mes de noviembre) y -6,8°C en el mes de abril.

ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
Temp media de mínima abs	8,9	5,8	3,3	2,1	3,0	4,8	5,0	7,6	11,7	13,2	13,0	11,9	7,5
Temp media mensual	14,8	11,1	9,0	8,4	9,2	10,9	11,8	14,2	17,2	19,3	19,3	17,9	13,6
Oscilación	-5,9	-5,3	-5,7	-6,3	-6,2	-6,1	-6,8	-6,6	-5,5	-6,1	-6,3	-6,0	-6,1


**4.1.4. CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS**

Galicia, como región oceánica peninsular se sitúa entre las más lluviosas de la Europa occidental, aunque actualmente la distribución de precipitaciones tiende a ser más irregular.

En esta región se pasa progresivamente del dominio oceánico puro –con tendencia a la homogeneidad en la distribución de precipitaciones– a un clima que puede ser considerado como sub oceánico e incluso es caracterizado con tendencia a clima mediterráneo.

En la distribución de precipitaciones el factor orográfico juega un papel particularmente crucial, de dos maneras; en primer lugar, como potenciador de los frentes hídricos con descargas asociadas. En segundo lugar, a través de la diversidad de altimetría, orientación y exposición de obstáculos montañosos, dotan de una distribución de precipitaciones desigual en todo el territorio gallego.

Según la publicación “Atlas Climático de Galicia”, la precipitación anual ponderada de esta comunidad autónoma es de 1.180 mm, si bien los valores normalizados van desde mínimos próximos a 500 – 600 mm en el valle del Miño-Sil, hasta máximos superiores a los 1.800 – 2.000 mm en las sierras litorales (O Barbanza, Groba), y en la Dorsal Gallega (Suído, Faro de Avión). Estacionalmente se recogen 337 mm en invierno; 280 mm en primavera; 156 mm en verano y 407 mm en otoño, que constituye la auténtica estación lluviosa en el noreste peninsular.

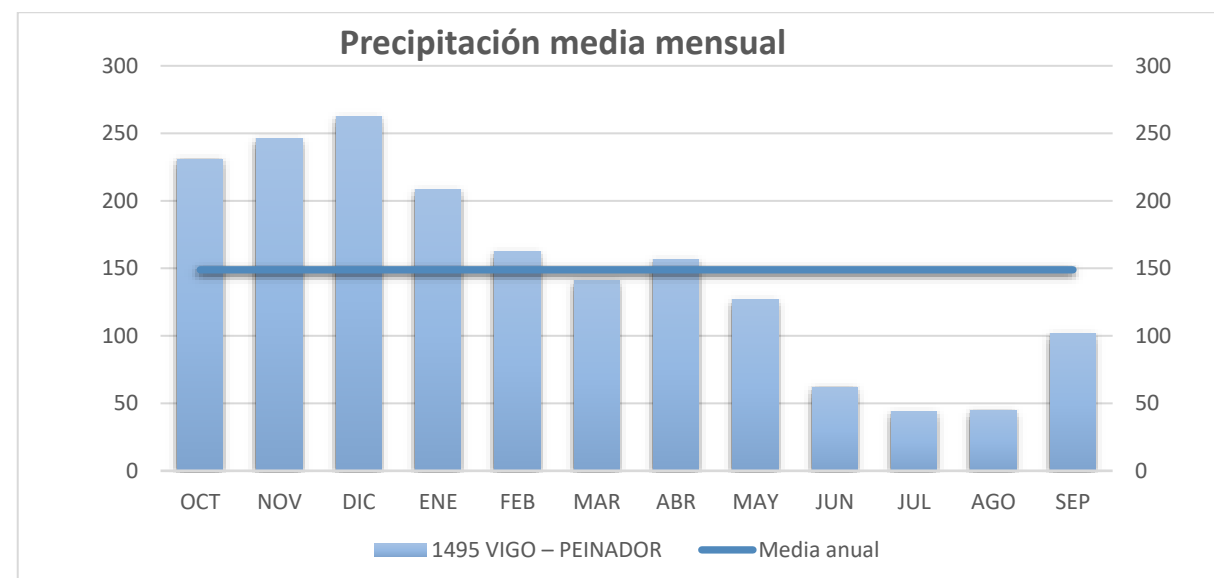
Dentro de Galicia, Pontevedra es la provincia que mayor precipitación anual recoge, seguida de A Coruña y Lugo, mientras que Orense tiene los valores más bajos.

A continuación, y a partir de los registros pluviométricos proporcionados por la AEMET, se realiza un estudio de las principales variables pluviométricas de la zona de estudio.

**4.1.4.1. Precipitación media mensual y anual**

Los valores correspondientes a la precipitación media mensual y anual de las estaciones consideradas, se resumen en siguiente tabla. La precipitación total anual presenta valores de 1 786,4 mm.

ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
1495 VIGO – PEINADOR	230,9	245,8	262,3	208,4	162,4	141,0	156,7	126,7	61,6	44,0	44,7	101,9	1 786,4

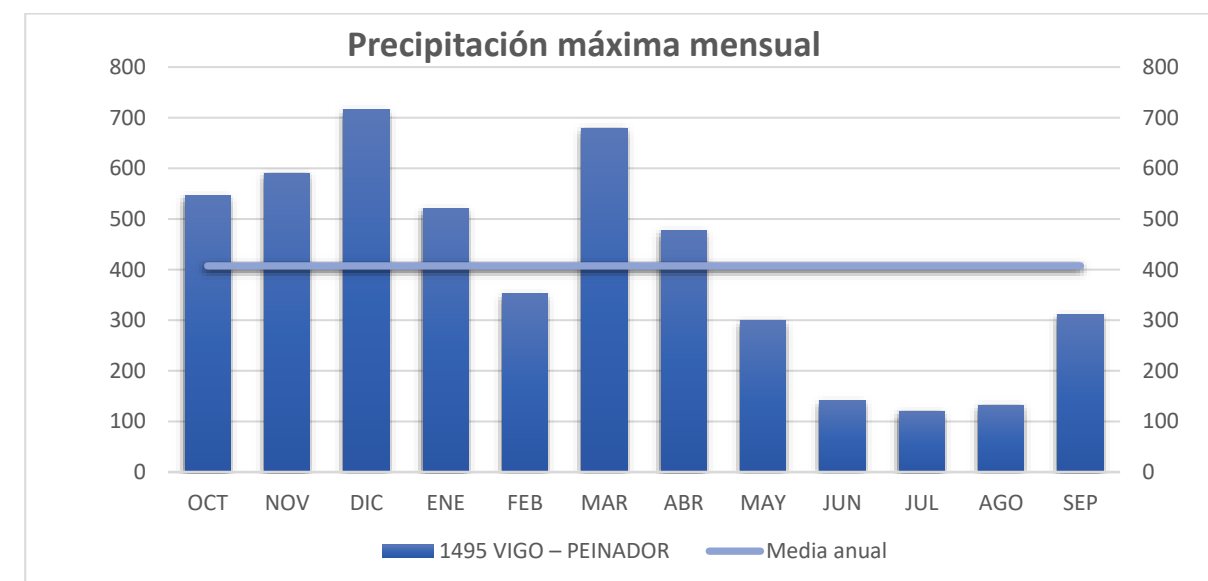


Según se observa en la gráfica, los meses de noviembre y diciembre son los meses con mayor mm de precipitación. 7 de los 12 meses del año, superan la precipitación media anual.

**4.1.4.2. Precipitación máxima mensual**

A continuación, se incluyen los datos de precipitación máxima mensual, registradas en la estación seleccionada en el presente estudio.

ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
1495 VIGO – PEINADOR	546,2	590,6	716,3	521,1	352,6	679,6	477,3	298,5	141,1	119,7	132,5	311,8	716,3



El mes donde se recogen más milímetros de lluvia (durante el periodo de observación 1981 – 2010) es el mes de diciembre.

En los meses de junio, julio y verano, la precipitación máxima es notablemente menor a la del resto de meses.

**4.1.5. INDICES CLIMÁTICOS**
**4.1.5.1. Clasificación climática de Köppen**

Vladimir Köppen propone una clasificación climática en la que se tienen en cuenta tanto las variaciones de temperatura y humedad como sus valores medios en los meses más cálidos o fríos y, lo más importante, hace hincapié en las consecuencias bioclimáticas de dichos valores. En su clasificación utiliza letras para denominar a los climas.

Köppen publica su clasificación definitiva en 1 936. En 1 953 dos de sus alumnos, Geiger y Pohl, revisan la clasificación, por lo que también se la conoce como de Köppen-Geiger-Pohl. Según esta clasificación el clima se divide en grupos climáticos, subgrupos y subdivisiones.

Los grupos climáticos se establecen en función de la temperatura media mensual. Se escriben con mayúscula y se distinguen seis tipos:

Grupos climáticos según Köppen.

Clasificación	Grupo Climático	Características
A	TROPICAL	Ningún mes con temperaturas medias inferiores a 18 grados, y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación (no es un clima B). Es el clima de los bosques tropicales.
B	SECO	En este clima las temperaturas medias anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial. Es el clima de las estepas y desiertos.
C	CLIMAS DE LATITUDES MEDIAS	No es un clima B, y la temperatura media del mes más frío está entre -3°C y 18°C, y la del mes más cálido supera los 10°C. En este clima se dan los bosques templados
D	CLIMA CONTINENTAL (INVIERNOS MUY FRÍOS)	Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C (o 0°C) y la del mes más cálido es superior a 10°C. Son climas con una gran amplitud térmica (mucho diferencia entre las temperaturas mínimas y las máximas).
E	CLIMA POLAR	Este clima se caracteriza por temperaturas medias que no superan los 10°C en ningún mes del año. Es un clima seco y siempre frío.
F	CLIMAS DE LAS TIERRAS ALTAS	Este grupo no se encontraba en la clasificación original de Köppen. Se introdujo posteriormente para agrupar los climas de zonas elevadas que no se corresponden con ninguno de los grupos anteriores, ya que son una modificación del clima zonal debida a la altitud. Se dan en las grandes cordilleras: Andes, Montañas Rocosas, Himalaya, así como en el Tíbet.

Según los datos registrados en la estación de “Vigo – Peinador”:

VALORES MEDIOS	Temperatura media del mes más frío	Temperatura media del mes más cálido	GRUPO CLIMÁTICO
	9,0°C	19,3°C	C

Por lo que la zona de actuación se sitúa en una zona C, característico de climas de latitudes medias.

La segunda letra de la clasificación de Köppen explica el régimen de lluvias:

- s: Verano seco. El verano es seco con un mínimo de precipitaciones marcado: la precipitación del mes más seco del verano es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo, y algún mes tiene precipitación inferior a 30 mm.
- w: Invierno seco. El invierno es seco: la precipitación del mes más seco del invierno es inferior a una décima parte de la precipitación del mes más húmedo.
- f: Húmedo. No es ni s ni w. Precipitaciones constantes a lo largo del año, sin estación seca.

La zona de estudio no se puede clasificar con la letra “s” ya que ningún mes tiene una precipitación inferior a 30 mm. Comprobamos que si corresponde al tipo “w”:

VALORES MEDIOS	Precipitación del mes de invierno más seco (Ps)	Precipitación del mes más Húmedo (Ph)	Ps < 1/10 Ph
	352,6 mm (febrero)	716,3 mm (diciembre)	No

Al no ser tipo “s” ni tipo “w”; el clima se clasifica como Cf, que cataloga el clima húmedo, donde se registran precipitaciones constantes a lo largo del año, sin estación seca

Una tercera letra indica el comportamiento de las temperaturas en verano:

- a: Subtropical. El verano es caluroso pues se superan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.
- b: Templado. El verano es fresco pues no se superan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.
- c: Frío. El verano es frío. Menos de cuatro meses al año con temperatura media superior a 10 °C.

Comprobamos si el comportamiento de las temperaturas en verano, se clasifica con la letra “a”:

VALORES MEDIOS	Temperatura en el mes más cálido	Meses con temperaturas medias superiores a 10°C
	19,3°C	9

Por tanto, la clasificación climática de Köppen define la zona de estudio como:

**Csb:** Templado con verano seco y templado

Este clima abarca la mayor parte del noroeste de la Península, así como casi todo el litoral oeste de Portugal Continental y numerosas áreas montañosas del interior de la Península.

#### 4.1.5.2. Índice termopluviométrico de Dantin – Revenga

El valor de este índice viene dado por:

$$I_{tp} = 100 \times t / R$$

t = temperatura media anual en °C.

R = precipitación media anual en mm.



Con arreglo a este índice, serán zonas húmedas aquellas cuyo índice valga de 0 a 2; zonas semiáridas, las de índice entre 2 y 3; áridas, entre 3 y 6; y subdesérticas, mayor de 6.

En nuestro caso:

Índice termopluviométrico de Dantin – Revenga	t (°C)	R (mm)	I <sub>tp</sub>
	13,6	1 786,4	0,76 Zona húmeda

#### 4.1.6. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS LABORABLES

La construcción de carreteras, es entre todos los tipos de obras, uno de los más afectados por las condiciones del clima de la región. El coste de las obras en consecuencia, viene afectado en gran medida por la época o estación climática en que ha de ejecutarse cada fase de la obra. En esta parte del estudio se trata de recopilar los datos estadísticos del clima de forma que se puedan establecer unas condiciones medias de trabajo para cada uno de los emplazamientos y épocas de ejecución de las obras.

La previsión de los días trabajables en función de la climatología, se ha determinado de acuerdo con el método descrito en la publicación “Datos Climáticos para Carreteras” de la Dirección General de Carreteras del MOPU.

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

##### Coeficientes de reducción:

**Nm:** Coeficiente de reducción por helada.

Es el cociente del número de días del mes en que la temperatura mínima es superior a 0° C y el número de días del mes.

**Tm:** Coeficiente de reducción por temperatura límite en riesgos y tratamientos superficiales.

Es el cociente del número de días en que la temperatura a las 8 de la mañana es igual o superior a 10° C y el número de días del mes.

**T`m:** Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas.

Es el cociente del número de días en que la temperatura a las 8 de la mañana es igual o superior a 5° C y el número de días del mes.

**Lm:** Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo.

Es el cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm y el número de días del mes.

**L`m:** Coeficiente por reducción por lluvia límite de trabajo.

Es el cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm y el número de días del mes.

Los factores climatológicos que afectan a las principales unidades de obra son:

CLASE DE OBRA	FACTORES QUE AFECTAN A LA OBRA				
	0° C	10 mm	1 mm	10° C	5° C
Hormigones hidráulicos	X	X			
Explanaciones	X	X	X		
Áridos		X			
Riegos y tratamientos superficiales			X	X	
Mezclas bituminosas			X		X

El coeficiente de reducción de los días laborables que afecta a cada una de las unidades de obra citadas, se determina de la siguiente forma:

- Hormigones hidráulicos  $Cm = Nm \times Lm$

- Explanaciones  $Cm = \frac{Lm + L`m}{2} \times Nm$

- Producción de áridos  $Cm = Lm$

- Riegos y tratamientos superficiales  $Cm = Tm \times L`m$

- Mezclas bituminosas  $Cm = T`m \times L`m$

Para determinar los días trabajables netos es necesario hacer la deducción correspondiente a los días laborables, de acuerdo con el calendario laboral vigente en la zona en la que se desarrollarán

las obras. Para el caso de estudio se ha adoptado el Calendario Laboral de Santander, vigente para el año 2017, e incluido al final de este apartado.

Si para un mes determinado,  $C_f$  presenta el coeficiente de reducción de días festivos y  $C_m$  el coeficiente de reducción climatológico para una unidad de obra determinada,  $(1-C_m)$  representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes, presente climatología adversa para dicha clase de obra y  $(1-C_m) \times C_f$ ; la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa. El coeficiente de reducción total será, por lo tanto:

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

El proceso descrito se ha realizado con los datos de las estaciones seleccionadas. Los datos de días con temperaturas  $> 10^\circ \text{C}$  y  $> 5^\circ \text{C}$  se han obtenido de la publicación de la Dirección General de Carreteras "Datos Climáticos para Carreteras". Los resultados aparecen en la tabla adjunta en la página siguiente:



**NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES EN LA EJECUCIÓN DE LAS PRINCIPALES UNIDADES DE OBRA**
**MEDIA DE LOS DATOS**

DÍAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
< 0° C	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	1	4
>10° C *	14	18	23	25	31	30	31	31	30	31	20	15
>5° C *	30	25	30	30	31	30	31	31	30	31	30	30
> 10 mm	6	5	6	5	2	2	2	3	7	7	9	8
> 1 mm	14	12	12	14	12	7	5	5	8	13	13	15
Nº días ( n )	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Fesivos ( f )	1	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1	2
Laborables	22	21	22	18	21	22	20	21	21	21	21	18

**COEFICIENTES**

FÓRMULAS												
Nm=nº días >0°C / nº días mes	0.829	0.814	0.919	0.987	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.967	0.871
Tm=nº días>10°C / nº días mes	0.452	0.621	0.742	0.833	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.667	0.484
T`m=nº días>5°C / nº días mes	0.968	0.862	0.968	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.968
Lm=nº días <10 mm / nº días mes	0.816	0.831	0.816	0.840	0.935	0.950	0.952	0.900	0.757	0.761	0.713	0.742
L`m= nº días <1 mm / nº días mes	0.548	0.597	0.626	0.550	0.600	0.770	0.839	0.848	0.740	0.577	0.563	0.513

Hormigones Cm = Nm x Lm	0.677	0.676	0.750	0.829	0.935	0.950	0.952	0.900	0.757	0.761	0.690	0.646
Explanaciones Cm = (Lm+L`m)/2*Nm	0.823	0.877	0.784	0.704	0.768	0.860	0.895	0.874	0.748	0.669	0.660	0.720
Áridos Cm = Lm	0.816	0.831	0.816	0.840	0.935	0.950	0.952	0.900	0.757	0.761	0.713	0.742
Riegos y tratamientos Cm = Tm x L`m	0.248	0.370	0.464	0.458	0.600	0.770	0.839	0.848	0.740	0.577	0.376	0.248
Mezclas bituminosas Cm= T`m x L`m	0.531	0.514	0.606	0.550	0.600	0.770	0.839	0.848	0.740	0.577	0.563	0.496

Cf = (n-f) / n	0.968	0.966	0.968	0.933	0.935	1.000	0.968	0.968	0.967	0.968	0.967	0.935
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

<b>Hormigones</b>	Ct = 1- (1-Cm)Cf -(1-Cf)=Cm*Cf	0.655	0.653	0.726	0.774	0.875	0.950	0.921	0.871	0.731	0.737	0.667	0.605
<b>Explanaciones</b>		0.796	0.847	0.759	0.657	0.718	0.860	0.866	0.846	0.723	0.648	0.638	0.674
<b>Áridos</b>		0.790	0.802	0.790	0.784	0.875	0.950	0.921	0.871	0.731	0.737	0.690	0.694
<b>Riegos y tratamientos</b>		0.240	0.358	0.449	0.428	0.561	0.770	0.812	0.821	0.715	0.559	0.363	0.232
<b>Mezclas bituminosas</b>		0.514	0.497	0.586	0.513	0.561	0.770	0.812	0.821	0.715	0.559	0.545	0.464

**DÍAS TRABAJABLES**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
<b>Hormigones</b>	14	14	16	14	18	21	18	18	15	15	14	11	188
<b>Explanaciones</b>	18	18	17	12	15	19	17	18	15	14	13	12	188
<b>Áridos</b>	17	17	17	14	18	21	18	18	15	15	14	12	196
<b>Riegos y tratamientos</b>	5	8	10	8	12	17	16	17	15	12	8	4	132
<b>Mezclas bituminosas</b>	11	10	13	9	12	17	16	17	15	12	11	8	151

Datos obtenidos de la publicación de la dirección general de carreteras "Datos climáticos para carreteras" para la estación "Vigo - Peinador"

## 4.2. HIDROLOGÍA

### 4.2.1. INTRODUCCIÓN

Es objeto del estudio hidrológico la determinación de los caudales de diseño a utilizar en el dimensionamiento de la red de drenaje.

Las obras contempladas en el Proyecto “Remodelación de la Avenida de Madrid (Autovía A-55 entre los pp.kk. 0+000 y 2+172.99). Término municipal de Vigo. Provincia de Pontevedra”, no interceptan ninguna cuenca perteneciente al drenaje transversal, por lo que el objetivo principal de este apartado, será la determinación de las precipitaciones máximas, como dato de partida para el diseño y comprobación de los elementos de la red de drenaje longitudinal.

### 4.2.2. RECOPIACIÓN DE DATOS DE PARTIDA

Se detallan a continuación las normas y publicaciones de aplicación en el estudio hidrológico expuesto en este apartado:

- Norma 5.2-IC “Drenaje Superficial”. Ministerio de Fomento
- “Máximas llluvias en la España Peninsular” de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Fomento, 1999.

### 4.2.3. ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS PREVISIBLES

El objeto de esta parte del estudio es el de fijar las máximas intensidades de lluvia previsible para los distintos períodos de retorno considerados.

Para ello se emplea los datos de la estación meteorológica de la AEMET “Vigo – Peinador”, próxima a la zona de estudio así como la publicación “Máximas llluvias diarias en la España Peninsular”, de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Fomento, 1999.

Se emplea el siguiente proceso para el cálculo de las precipitaciones máximas a distintos períodos de retorno en la zona de afección con la traza, partiendo de la obtención de las máximas precipitaciones diarias en la estación meteorológica seleccionada.

#### 4.2.3.1. Aplicación de la metodología de la publicación “Máximas llluvias diarias en la España peninsular”

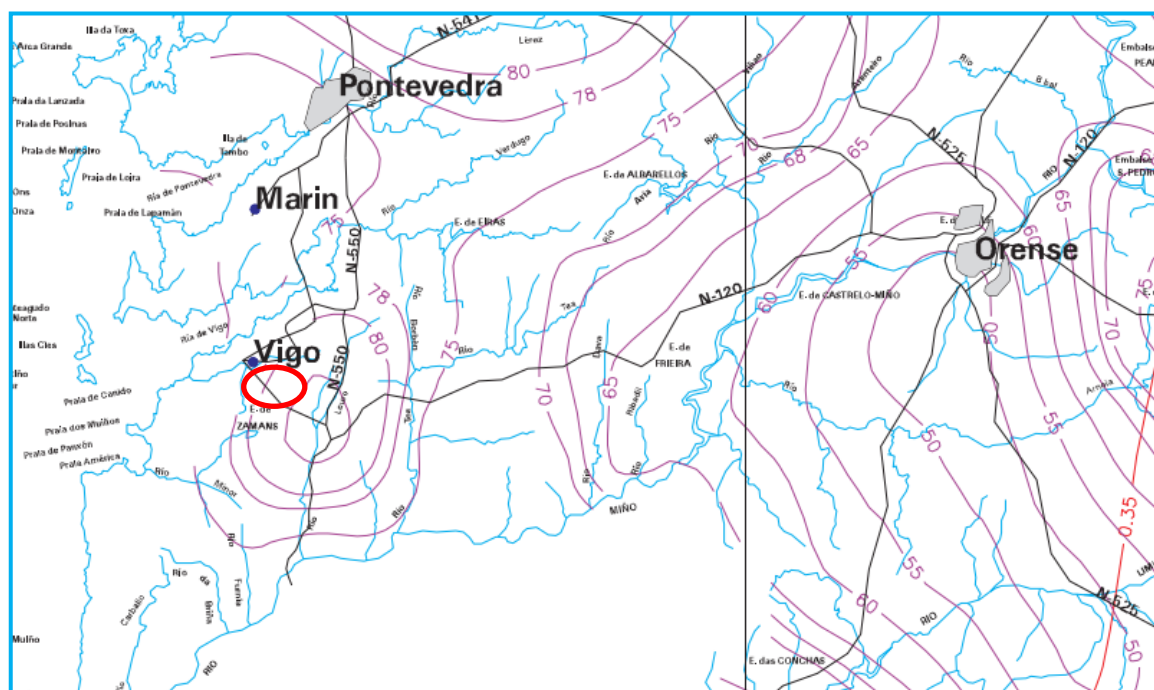
La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento publicó en 1999 la monografía “Máximas llluvias diarias en la España Peninsular”. En ella se desarrolla una metodología que permite obtener las máximas precipitaciones en un determinado lugar de España partiendo de sus coordenadas geográficas o UTM en función de los distintos períodos de retorno. A partir de los mapas, incluidos en dicha publicación, se estima los valores del coeficiente de variación  $C_v$  y de  $\bar{P}$  (máxima precipitación diaria anual). Para el período de retorno deseado  $T$  y el valor de  $C_v$ , se

obtiene el cuantil regional  $Y_t$ , mediante la aplicación directa de los valores que se especifican en la tabla 7.1. Multiplicando el cuantil regional  $Y_t$  por el valor medio  $\bar{P}$ , obteniendo  $X_t$ , es decir, el cuantil local buscado ó PT.

**Cuantiles  $Y_t$ , de la Ley SQRT-ET max, también denominados Factores de Amplificación KT, en el “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” (1997).**

$C_v$	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

La zona de proyecto se sitúa en la siguiente imagen procedente de la publicación “Máximas llluvias en la España Peninsular”:



Isolíneas del valor regional del coeficiente de variación Cv

En la siguiente tabla, se recogen los resultados obtenidos:

Precipitación máxima diaria según publicación “Máximas llluvias diarias en la España peninsular”

Estación Pluviométrica	Períodos de retorno T (años)				
	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
Cv = 0,35      P = 80	97,36	115,04	138,56	177,6	226,48

**4.2.3.2. Aplicación de las distribuciones de Gumbel y SQRT-ET máxima en las series de máximas precipitaciones diarias recogidas en dichas estaciones.**

Ambas distribuciones son de uso muy extendido para el análisis estadístico de precipitaciones. Tienen la gran ventaja de no necesitar estimar parámetros regionales de difícil cuantificación, necesarios para otro tipo de distribuciones bastante usuales (GEV, Long-Pearson III y TCEV), haciendo más sencillo el problema, al necesitar sólo datos locales en lugar de locales y regionales, cuya homogeneidad es difícil de conseguir.

La distribución de Gumbel ha sido empleada tradicionalmente en España para análisis pluviométricos; sin embargo, esta ley asume un valor constante del coeficiente de sesgo que contradice frecuentemente los valores muestrales observados y conduce en estos casos a resultados del lado de la inseguridad.

Esta inquietud respecto a la infravaloración de los resultados obtenidos con la ley de Gumbel y las dificultades de aplicación de leyes con más de dos parámetros debido a la necesaria regionalización, ha conducido a Etoh, T. et al. (1986) a proponer una nueva ley con dos parámetros: SQRT-Etmáx, que asume un valor del coeficiente de sesgo superior al resultante de Gumbel y que es función del coeficiente de variación. Los cuantiles estimados son similares a los obtenidos por Gumbel para períodos de retorno bajos y medios, alcanzando valores superiores para altos períodos de retorno, y conduciendo a valores en general más realistas y conservadores.

• **Ley de Gumbel**

Las fórmulas generadas para el cálculo de frecuencias son:

$$X'_T = \bar{X} + \frac{Y_T - \bar{Y}_n}{S_N} \cdot S_X$$

$X'_T$  = Precipitación para un período de retorno de T años

$\bar{X}$  = Media de los valores máximos anuales

$S_X$  = Desviación típica de los máximos anuales

n = Número de valores extremos de la serie

$Y_T$  = Variable reducida para un período de retorno de T años

$\bar{Y}_n$  = Media de la variable reducida para una serie de n años

$S_n$  = Desviación típica de la variable reducida

Para la formulación del proceso que se detalla en el cuadro adjunto, se plantean los siguientes parámetros:

$$\text{Variable reducida} = -\text{LN} \left[ \text{LN} \left( \frac{1}{(\text{Prob})_i} \right) \right]$$

X = variable reducida con 2 dígitos

Y = precipitación máxima anual de la serie ordenada en mm

$$Y_{\text{punto}} = M \cdot x_i + b$$

Siendo:  $x_i$  = variable reducida

$$M = \frac{\text{Media}(x \cdot y) - [\text{Media}(x) \cdot \text{Media}(y)]}{\text{Media}(x \cdot x) - [\text{Media}(x) \cdot \text{Media}(x)]}$$

$$b = \frac{[\text{Media}(x \cdot x) - [\text{Media}(y)] - [\text{Media}(x \cdot y) \cdot \text{Media}(x)]]}{\text{Media}(x \cdot x) - [\text{Media}(x) \cdot \text{Media}(y)]}$$

$X - X_{\text{MED}}$  = Variable reducida - Media X

$Y - Y_{\text{MED}}$  = Precipitación de la serie ordenada - Media Y

$D_X - D_Y$  =  $(X_i - \text{Media } x) \cdot (Y_i - \text{Media } Y)$

Coefficiente de correlación

$$r = \frac{D_x - D_y}{[(X - x_M)^2 \cdot (Y - y_M)^2]^{0.5}}$$

- **Ley SQRT-ET máxima**

Esta distribución responde a la expresión:

$$F(x) = \text{Prob}(X < x) = e^{-\kappa(1+\sqrt{\alpha x})e^{-\sqrt{\alpha x}}}$$

Donde  $\alpha$  (parámetro de escala) y  $\kappa$  (parámetro de frecuencia) definen la ley y deben ser ajustados a los datos existenciales.

Esta ley aplicada a máximas lluvias diarias puede ser deducida teóricamente bajo ciertas hipótesis:

- La duración y la intensidad máxima de un episodio tormentoso son fenómenos independientes.
- Una se distribuye de forma exponencial y la otra sigue una ley Gamma.
- La cantidad total es proporcional al producto de sus distribuciones.
- La ocurrencia de grandes chubascos sigue la distribución de Poisson.

Para el ajuste se utiliza el funcional logarítmico de máxima verosimilitud de la función de densidad, que tiene la siguiente expresión:

$$L = \sum_{i=1}^N \ln f(x_i)$$

en donde:

$$f(x) = \frac{\kappa}{1 - e^{-\kappa}} h(x) F(x)$$

$$h(x) = \frac{\alpha}{2} e^{-\sqrt{\alpha x}}$$

$$F(x) = e^{-\kappa(1+\sqrt{\alpha x})e^{-\sqrt{\alpha x}}}$$

En el Apéndice nº1 se encuentran los ajustes estadísticos por Gumbel y SQrt-Et máxima para la estación meteorológica seleccionada.

El resumen de los valores obtenidos por los dos métodos para los distintos períodos de retorno es el que se presenta en las tablas siguientes:

<b>Estación Vigo (Peinador)</b>			
<b>GUMBEL</b>		<b>SQRT-ET max</b>	
<b>PERIODO DE RETORNO</b>	<b>P<sub>max</sub> 24 h</b>	<b>PERIODO DE RETORNO</b>	<b>P<sub>max</sub> 24 h</b>
2	85,06	2	85,58
5	109,03	5	103,72
10	124,89	10	118,13
25	144,94	25	137,60
50	159,82	50	152,90
100	174,58	100	168,80
500	208,70	500	208,00

Tomando el criterio conservador, de tomar los valores de la precipitación máxima diaria más altos, las precipitaciones de cálculo serán las obtenidas mediante el método estadístico de Gumbel, siendo estos valores los que se resumen en la siguiente tabla:

<b>Precipitación máxima diaria</b>					
<b>Períodos de retorno T (años)</b>					
<b>2 años</b>	<b>5 años</b>	<b>10 años</b>	<b>25 años</b>	<b>100 años</b>	<b>500 años</b>
85,06	109,03	124,89	144,94	174,58	208,70

## **APÉNDICE 1. PRECIPITACIONES MÁXIMAS AJUSTE A LAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL Y SQRT-ET MÁX**



Ajustes a la Ley de Gumbel de los Datos Pluviométricos VIGO "PEINADOR"				
m (n = 34)	P <sub>24</sub> (mm)	P=(m/(n+1))	y	P <sub>24</sub> Gumbel
1	54,0	0,02857	-1,268	50,490
2	59,0	0,05714	-1,052	55,075
3	62,9	0,08571	-0,899	58,305
4	64,7	0,11429	-0,774	60,939
5	67,0	0,14286	-0,666	63,234
6	69,6	0,17143	-0,567	65,314
7	71,4	0,20000	-0,476	67,248
8	72,0	0,22857	-0,389	69,080
9	72,8	0,25714	-0,306	70,838
10	73,0	0,28571	-0,225	72,546
11	74,6	0,31429	-0,146	74,219
12	74,7	0,34286	-0,068	75,872
13	75,5	0,37143	0,010	77,515
14	77,7	0,40000	0,087	79,159
15	78,7	0,42857	0,166	80,815
16	78,8	0,45714	0,245	82,490
17	78,9	0,48571	0,326	84,195
18	82,6	0,51429	0,408	85,938
19	84,0	0,54286	0,493	87,731
20	88,0	0,57143	0,581	89,586
21	97,1	0,60000	0,672	91,515
22	97,6	0,62857	0,767	93,534
23	98,3	0,65714	0,868	95,662
24	101,0	0,68571	0,975	97,922
25	101,0	0,71429	1,089	100,343
26	101,6	0,74286	1,213	102,963
27	103,0	0,77143	1,349	105,855
28	103,0	0,80000	1,500	109,027
29	105,6	0,82857	1,671	112,645
30	107,2	0,85714	1,870	116,848
31	107,4	0,88571	2,109	121,905
32	121,8	0,91429	2,412	128,318
33	137,0	0,94286	2,835	137,213
34	175,0	0,97143	3,541	152,183

$$K=(y \cdot y_n) / S_n$$

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm) VIGO "PEINADOR"			
T (años)	P = (T-1)/T	Y(p)	P <sub>24</sub>
2	0,5	0,367	85,06
5	0,8	1,500	109,03
10	0,9	2,250	124,89
25	0,96	3,199	144,94
50	0,98	3,902	159,82
100	0,99	4,600	174,58
500	0,998	6,214	208,70

**AJUSTE SQRT-ET max**

$$F(x) = \exp(-\lambda (1 + \text{raiz}(\beta x) \exp(-\text{raiz}(\beta x)))$$

Definición de la Serie :

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas

Periodo: 1957-1990

Procedencia :

SERIE ORDENADA  
N = 34

xi beta = 1,400 (tantear beta (>0) hasta obtener el valor máximo de la suma de L(x))

Nº	P(mm/24h)	raiz(β xi)	β xi exp(-raiz(β xi))	F(x)	β/2 exp(-raiz(β xi))	L(x)	xi/raiz(β xi)	xi exp(-raiz(β xi))
1	54,0	8,69	0,0127	0,01	0,0001	-5,82	6,21	0,0090
2	59,0	9,09	0,0093	0,04	0,0001	-4,80	6,49	0,0067
3	62,9	9,38	0,0074	0,08	0,0001	-4,31	6,70	0,0053
4	64,7	9,52	0,0067	0,10	0,0001	-4,16	6,80	0,0048
5	67,0	9,69	0,0058	0,14	0,0000	-4,01	6,92	0,0042
6	69,6	9,87	0,0050	0,19	0,0000	-3,89	7,05	0,0036
7	71,4	10,00	0,0045	0,23	0,0000	-3,84	7,14	0,0032
8	72,0	10,04	0,0044	0,24	0,0000	-3,82	7,17	0,0031
9	72,8	10,10	0,0042	0,26	0,0000	-3,81	7,21	0,0030
10	73,0	10,11	0,0042	0,27	0,0000	-3,81	7,22	0,0030
11	74,6	10,22	0,0038	0,30	0,0000	-3,79	7,30	0,0027
12	74,7	10,23	0,0038	0,30	0,0000	-3,79	7,30	0,0027
13	75,5	10,28	0,0036	0,32	0,0000	-3,79	7,34	0,0026
14	77,7	10,43	0,0032	0,37	0,0000	-3,79	7,45	0,0023
15	78,7	10,50	0,0030	0,39	0,0000	-3,80	7,50	0,0022
16	78,8	10,50	0,0030	0,40	0,0000	-3,80	7,50	0,0022
17	78,9	10,51	0,0030	0,40	0,0000	-3,80	7,51	0,0022
18	82,6	10,75	0,0025	0,48	0,0000	-3,86	7,68	0,0018
19	84,0	10,84	0,0023	0,51	0,0000	-3,90	7,75	0,0016
20	88,0	11,10	0,0019	0,59	0,0000	-4,01	7,93	0,0013
21	97,1	11,66	0,0012	0,73	0,0000	-4,35	8,33	0,0008
22	97,6	11,69	0,0011	0,73	0,0000	-4,38	8,35	0,0008
23	98,3	11,73	0,0011	0,74	0,0000	-4,41	8,38	0,0008
24	101,0	11,89	0,0010	0,77	0,0000	-4,52	8,49	0,0007
25	101,0	11,89	0,0010	0,77	0,0000	-4,52	8,49	0,0007
26	101,6	11,93	0,0009	0,78	0,0000	-4,55	8,52	0,0007
27	103,0	12,01	0,0009	0,79	0,0000	-4,62	8,58	0,0006
28	103,0	12,01	0,0009	0,79	0,0000	-4,62	8,58	0,0006
29	105,6	12,16	0,0008	0,82	0,0000	-4,74	8,68	0,0006
30	107,2	12,25	0,0007	0,83	0,0000	-4,81	8,75	0,0005
31	107,4	12,26	0,0007	0,83	0,0000	-4,82	8,76	0,0005
32	121,8	13,06	0,0004	0,92	0,0000	-5,52	9,33	0,0003
33	137,0	13,85	0,0002	0,96	0,0000	-6,27	9,89	0,0001
34	175,0	15,65	0,0000	0,99	0,0000	-8,04	11,18	0,0000

Suma Lambda 375,89 0,11 -150,7626 0,08  
2925,97

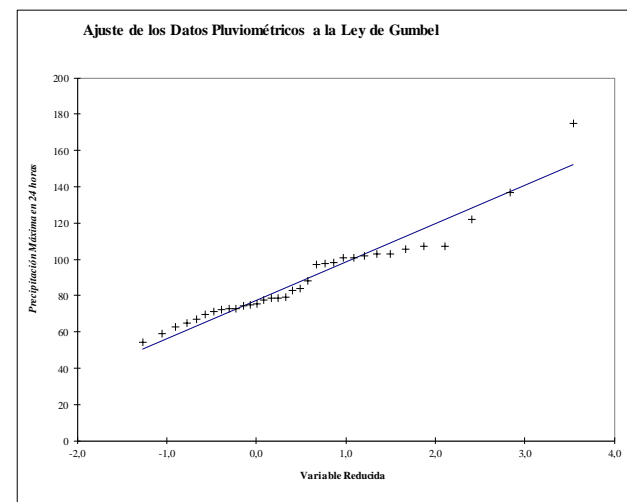
Nº de datos de la serie (n) = 34

Media aritmética de los datos pluviométricos M= 88,72  
Desviación Típica de los datos pluviométricos S<sub>x</sub> = 24,16

Media aritmética de los valores de la variable reducida y<sub>n</sub> = 0,54  
Desviación Típica de los valores de la variable reducida S<sub>n</sub> = 1,14

Valor de la constante de la recta de ajuste de Gumbel A= 77,31  
Pendiente de la recta de ajuste de Gumbel B= 21,14

Recta de Gumbel..... **P<sub>24</sub> = 77,31 + 21,14 y**



Tanteo de los valores de X hasta que la columna diferencia sea próxima a cero

T	p	X	raiz (b xi)	F(x)	diferencia (hacer 0)
2	0,5	<b>83,58</b>	10,82	0,49996	0,00004
5	0,8	<b>103,72</b>	12,05	0,79997	0,00003
10	0,9	<b>118,13</b>	12,86	0,89994	0,00006
25	0,96	<b>137,60</b>	13,88	0,95998	0,00002
50	0,98	<b>152,90</b>	14,63	0,97996	0,00004
100	0,99	<b>168,80</b>	15,37	0,98996	0,00004
500	0,998	<b>208,00</b>	17,06	0,99795	0,00005

VALORES DE BETA

betamin	1,000
betamax	2,500

1,000	0,000000
1,100	0,000000
1,200	-150,876900
1,300	-150,769000
1,400	-150,762600
1,500	-150,841700
1,600	-150,993600
1,700	-151,207900
1,800	-151,476200
1,900	0,000000
2,000	0,000000
2,100	0,000000
2,200	0,000000
2,300	0,000000
2,400	0,000000
2,500	0,000000

Maximo: 1,400 -150,762600

