

ANEJO 26

HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGIA

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se recoge la información necesaria en cuanto a Climatología e Hidrología, para la correcta definición de las obras que componen en el presente proyecto.

En Climatología, se han realizado los cálculos y procesamientos necesarios a partir de los datos recogido por la Estación Agroclimática de Pinos Puente Casanueva perteneciente a la Junta de Andalucía, para determinar los rendimientos del trabajo en cuanto a días trabajables. Estos se emplearán posteriormente en la determinación del programa de trabajos.

Además se han estimado las intensidades de los episodios de tormenta previsible para cada período de retorno, permitiendo de esta forma calcular los caudales esperables y que han de ser evacuados por la red de drenaje.

En el siguiente apartado, Hidrología, se han realizado los cálculos y estimaciones de caudales para la comprobación hidráulica de los elementos de drenaje a proyectar.

El dimensionamiento de las obras de drenaje objeto de este Proyecto, debe realizarse de modo que los elementos admitan el caudal generado en la plataforma de los viales, y lo hagan con un amplio resguardo que permita absorber las avenidas generadas en las márgenes de las vías.

También se dimensionarán con el mismo criterio, los imbornales y tubos de conexión con la red de drenaje existente.

2. HIDROLOGÍA

2.1. NORMATIVA

Para la redacción del presente informe, así como para la adopción de los modelos de cálculo incluidos en el mismo, se ha tenido a consideración lo dispuesto en los siguientes documentos:

- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma **5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras**.
- **Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular**, de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento).

2.2. PLUVIOMETRÍA

Para estimar la precipitación que puede esperarse para cada uno de los períodos de retorno se han usado lo dispuesto en el documento "Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular" de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento).

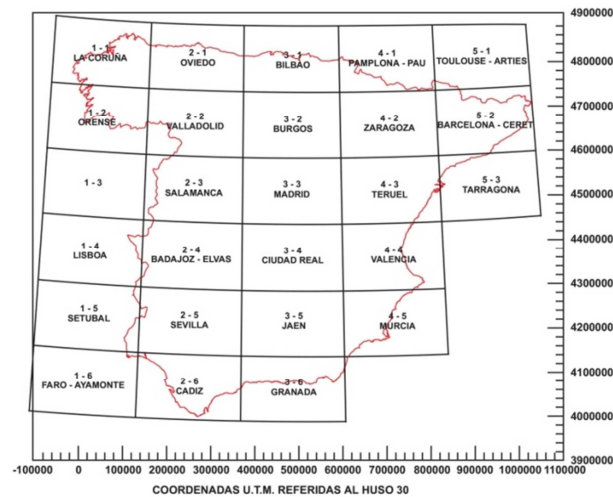
4.1.1 Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular

El método propuesto consiste en:

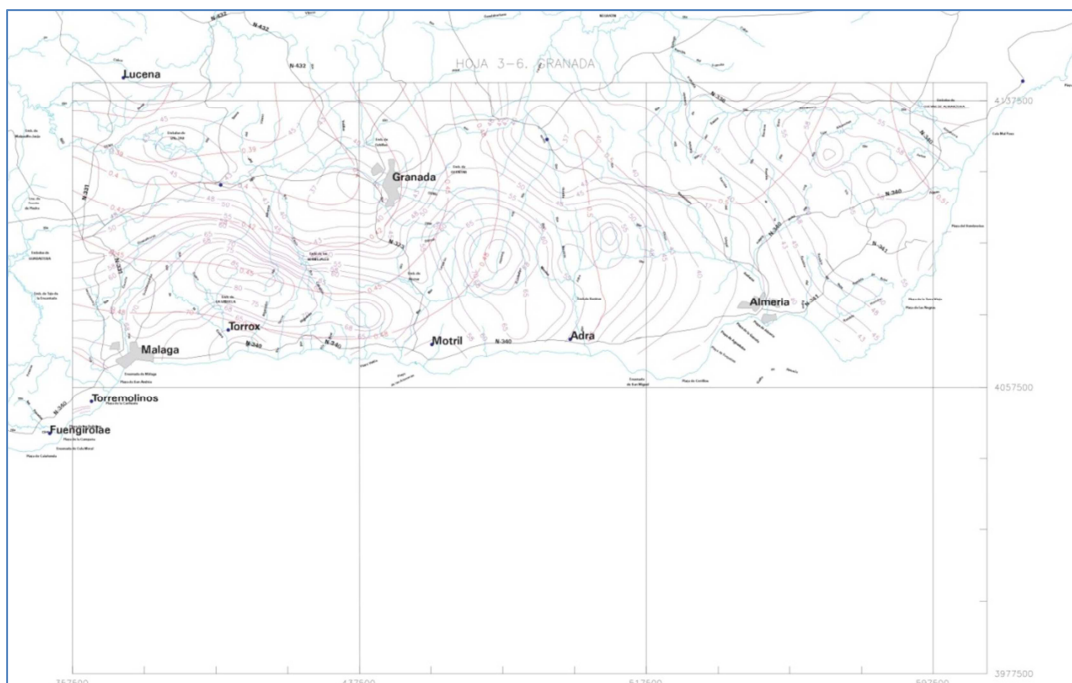
- 1) Localizar en los planos el punto geográfico deseado con la ayuda del plano-guía.
- 2) Estimar mediante las isolinéas presentadas el coeficiente de variación C_v (líneas rojas con valores inferiores a la unidad) y el valor medio de la máxima precipitación diaria anual (líneas moradas).

- 3) Para el periodo de retorno deseado T y el valor de C_v , obtener el factor de amplificación KT mediante el uso de la tabla KT
- 4) realizar el producto del factor de amplificación KT por el valor medio de la máxima precipitación diaria anual obteniendo la precipitación diaria máxima para el periodo de retorno deseado P.

1) Plano Guía:



Y el plano de la zona bajo estudio es:



2) Estimación de los coeficientes:

- $C_v = 0,41$
- $P_m = 35 \text{ (mm)}$

3) Obtención del factor de ampliación K_T :

C_V	Período de Retorno en Años (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189

4) Obtención de la máxima precipitación diaria anual para cada período de retorno T:

$P_m = 35$	Período de Retorno en Años (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
K_T	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
P_T	31.71	43.925	52.745	64.89	75.04	85.19	96.39	111.615

En el propio documento aparecen indicados los motivos por los que se ha adoptado la distribución SQRT-ET máx:

- Es el único de los modelos analizados de la ley de distribución, que ha sido propuesto específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias.
- Está formulada con sólo dos parámetros lo que conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación con lo que se consigue una mayor facilidad de representación de resultados.
- Por la propia definición de la ley proporciona resultados más conservadores que la tradicional ley de Gumbel.
- Conduce a valores más conservadores que los otros modelos de ley analizados para las 17 regiones con cuantiles menores, mostrando unos resultados similares en el resto de las regiones.
- Demuestra una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos, lo que se comprobó mediante técnicas de simulación de Montecarlo.

Por tanto serán estos los valores adoptados y con los que se trabajará. Y en concreto, para el drenaje a estudio se adoptarán las precipitaciones máximas diarias para un período de retorno de 25 años.

2.3. TORMENTA DE DISEÑO

Se van a emplear las curvas IDF sintéticas propuestas por la Dirección General de Carreteras (MOPU 1990), dadas por la siguiente ecuación:

$$I_D = I_{24} \cdot \left(\frac{I_1}{I_{24}}\right)^{\frac{28^{0.1} - D^{0.1}}{28^{0.1} - 1}} \quad \text{con: } I_{24} = \frac{P_d}{24}$$

Donde I_D es la intensidad media máxima [mm/h] asociada a una duración de lluvia D [h] y al período de retorno considerado. P_d es la precipitación máxima diaria correspondiente al período de retorno considerado. I_{24} es la intensidad media diaria de precipitación [mm/h] correspondiente al período de retorno. I_1 es la intensidad horaria de precipitación [mm/h] correspondiente al período de retorno. $\frac{I_1}{I_{24}}$ es un parámetro que representa la relación entre la intensidad horaria y diaria, cuyos valores se obtienen de la figura 2.



Figura . Mapa de isolinias para la estimación del factor regional I_1/I_{24} (MOPU, 1990).

Para la zona de Almería obtenemos un valor para $\frac{I_1}{I_{24}}$ de 10,5. Así podemos calcular los valores de I_D para distintos períodos de retorno y distintas duraciones de tormenta, que coincidirán con los distintos tiempos de concentración. Dichos valores son los reflejados en la siguiente tabla.

Período de retorno [año]	2	5	10	25	50	100	500
P24 [mm]	31,71	43,925	52,745	64,89	75,04	85,19	111,615
I24 [mm/h]	1,32	1,83	2,20	2,70	3,13	3,55	4,65
Tiempo de concentración. Duración de la tormenta [min]	2,5	70,02	96,99	116,47	143,29	165,70	188,11
	5	51,33	71,10	85,37	105,03	121,46	137,89
	7,5	42,36	58,68	70,47	86,69	100,25	113,81
	10	36,79	50,97	61,20	75,29	87,07	98,85
	12,5	32,89	45,56	54,71	67,31	77,83	88,36
	15	29,95	41,49	49,82	61,30	70,88	80,47
	17,5	27,64	38,29	45,97	56,56	65,41	74,25
	20	25,75	35,67	42,84	52,70	60,95	69,19
	22,5	24,18	33,49	40,22	49,48	57,22	64,96
	25	22,84	31,63	37,99	46,73	54,04	61,35
	27,5	21,68	30,03	36,05	44,36	51,29	58,23
	30	20,66	28,62	34,36	42,28	48,89	55,50
	32,5	19,76	27,37	32,86	40,43	46,76	53,08
	35	18,95	26,25	31,53	38,78	44,85	50,92
	37,5	18,23	25,25	30,32	37,30	43,14	48,97
	40	17,57	24,34	29,23	35,96	41,58	47,20
	42,5	16,97	23,51	28,23	34,73	40,16	45,59
	45	16,42	22,75	27,31	33,60	38,86	44,12
	47,5	15,91	22,05	26,47	32,57	37,66	42,76
	50	15,45	21,40	25,69	31,61	36,55	41,50
52,5	15,01	20,79	24,97	30,72	35,52	40,33	
55	14,61	20,23	24,30	29,89	34,57	39,24	
57,5	14,23	19,71	23,67	29,12	33,67	38,22	
60	13,87	19,22	23,08	28,39	32,83	37,27	
62,5	13,54	18,76	22,52	27,71	32,04	36,38	
65	13,23	18,32	22,00	27,06	31,30	35,53	
Intensidad de precipitación [mm/h]							

3. CLIMATOLOGÍA

3.1. MARCO CLIMÁTICO GENERAL

El clima en el entorno de Granada es mediterráneo semi-continental, con precipitaciones variables, veranos secos muy cálidos e inviernos fríos. Según la clasificación climática de Köppen, corresponde a un clima Csa. (clima mediterráneo con verano cálido). La temperatura media anual es de 18,6 °C, una de las mayores de Europa. Enero es el mes más frío con una media de temperaturas mínimas de 5,2 °C; y julio

es el mes más caluroso, con una media de temperaturas máximas diarias de 35,3 °C. Se superan todos los años los 40 °C en varias ocasiones.

Las precipitaciones oscilan de 500 a 600 mm al año, concentradas de octubre a abril; diciembre es el mes más lluvioso, con 95 mm. Hay un promedio de 52 días de lluvia al año, 2.898 horas de sol y varios días de heladas.



Img. 1 Mapa de temperaturas medias en España. Fuente: ING

3.2. OBTENCIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS

Para caracterizar los valores climáticos de la zona de estudio, se han consultado los datos de la estación agroclimática, ubicada en Pinos Puente Casanueva.

A continuación se muestran sus datos de identificación.

DATOS ESTACIONES

Estación Meteorológica de Pinos Puente Casanueva

Provincia: Granada
Código de Estación: 12
Zona Regable: --

Coordenadas UTM

X: 430324.34
Y: 4121993.2
Latitud: 37° 14' 30" N
Longitud: 03° 47' 08" W
Altitud: 549.0

Para caracterizar analíticamente el clima del entorno, se deben estudiar las siguientes variables, que se obtendrán de la estación agroclimática seleccionada.

Precipitaciones:

- Precipitación media mensual y anual
- Precipitación máxima diaria

Diario meteorológico

- Número de días de lluvia
- Número de días de precipitación > 1 mm
- Número de días de precipitación ≥ 10 mm
- Número de días de precipitación ≥ 30 mm
- Número de días de nieve
- Número de días de granizo
- Número de días de tormenta
- Número de días de niebla

Temperaturas

- Temperaturas medias
- Temperatura media de las máximas medias
- Temperatura media de las máximas absolutas
- Temperaturas máximas absolutas
- Temperaturas medias de las mínimas medias
- Temperaturas medias de las mínimas absolutas
- Temperaturas mínimas absolutas
- Días ton T mínima inferior a -5°C
- Días ton T mínima inferior a 0°C
- Días ton T mínima superior a 20°C

- Días con T mínima superior a 25°C
- Días con T mínima superior a 30°C

3.3. PRECIPITACIONES

La estación meteorológica de Pinos Puente Casanueva, recoge los datos de precipitación diaria. Se dispone de datos desde diciembre de 2018, hasta marzo de 2019.

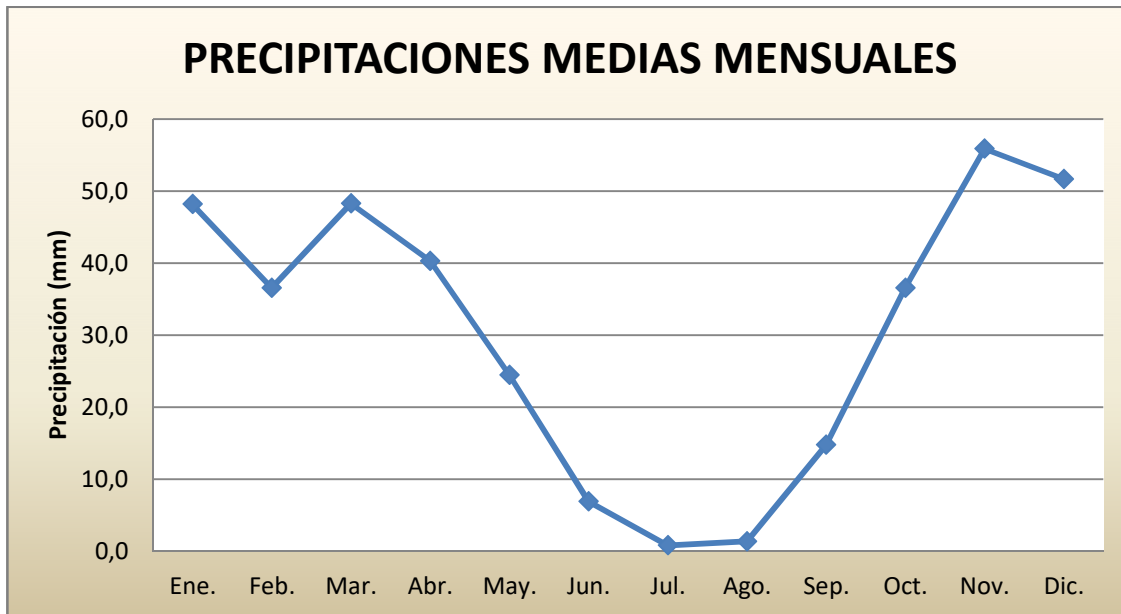
Esta serie de datos resulta inadecuada por su corta duración en el tiempo.

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	41.2	19.4	0.0									
2014	86.2	95.0	26.0	33.8	0.2	12.8	0.0	0.0	17.4	63.2	101.8	10.6
2013	79.6	43.0	198.8	38.4	26.6	0.0	0.0	2.6	27.6	7.6	10.4	84.4
2012	22.2	2.6	8.6	54.8	38.8	0.2	0.0	0.0	63.8	130.4	178.2	20.2
2011	41.0	48.4	48.0	46.4	49.8	30.0	0.0	0.0	0.0	45.2	93.0	7.6
2010	140.0	174.4	76.8	33.2	12.4	17.0	0.2	9.8	14.2	21.4	73.2	129.8
2009	73.2	5.0	57.4	53.2	6.4	5.8	0.2	0.2	13.2	39.8	32.2	234.4
2008	37.2	35.6	18.8	75.8	66.8	6.4	11.8	0.0	21.0	35.8	99.2	72.8
2007	18.0	38.8	4.8	44.6	52.8	0.0	0.0	0.0	11.4	57.8	22.2	13.4
2006	28.0	76.8	87.2	26.4	45.2	6.2	0.0	11.2	26.8	28.8	57.4	7.4
2005	3.2	7.6	70.0	5.6	7.8	2.6	1.6	0.0	6.0	30.2	25.2	32.4
2004	11.0	27.2	56.2	120.0	59.4	39.4	0.6	0.0	9.4	4.0	21.0	53.6
2003	92.2	37.0	48.6	63.8	4.4	1.2	0.4	0.0	2.4	25.6	127.2	63.8
2002	32.6	9.8	77.2	121.2	21.4	2.6	0.0	0.0	0.0	33.8	72.0	88.4
2001	161.8	37.6	90.4	8.0	48.4	0.0	0.0	1.0	37.8	98.0	36.8	61.8
2000												49.2

Por tanto, la precipitación media mensual es:

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2015	48.2	36.6	48.3	40.3	24.5	6.9	0.8	1.4	14.8	36.6	55.9	51.7

De forma gráfica, queda recogida en la tabla a continuación. Queda reflejada claramente la estación seca.



La precipitación total anual de la serie es la que se indica a continuación.

PP Annual (mm)		PP Annual (mm)	
Año	PP (mm)	Año	PP (mm)
2015	*	2007	263,8
2014	447	2006	401,4
2013	519	2005	192,2
2012	519,8	2004	401,8
2011	409,4	2003	466,6
2010	702,4	2002	459
2009	521	2001	581,6
2008	481,2	2000	*

* Año incompleto. Datos precipitaciones registrados hasta agosto de 2018.

Por tanto, la precipitación media anual para la serie de años registrados es de 454,72 mm.

Para cada mes del registro, la precipitación máxima diaria es la siguiente.

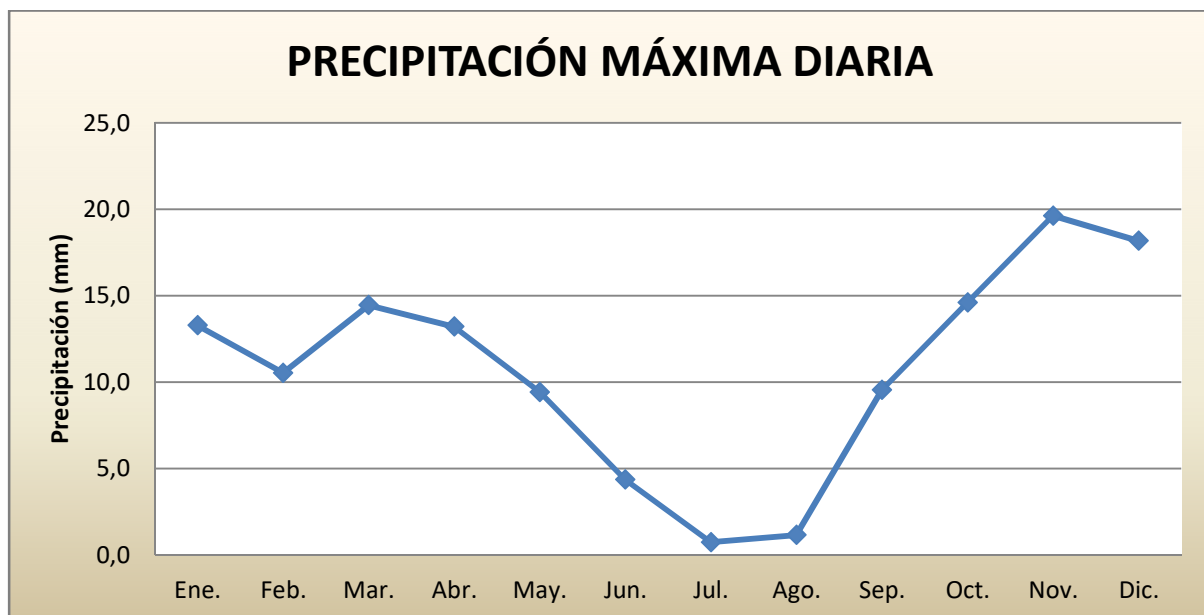
MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA (mm)												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	14.6	5.4										
2014	15.2	22.6	15.0	14.2	0.2	3.6	0.0	0.0	8.2	23.2	25.0	4.0
2013	25.4	21.0	31.6	12.8	11.8	0.0	0.0	1.8	14.2	3.8	4.2	65.8
2012	14.0	2.6	6.2	17.0	18.4	0.2	0.0	0.0	41.4	53.2	40.8	10.2
2011	12.0	19.0	19.0	21.0	23.2	21.6	0.0	0.0	0.0	30.0	33.2	4.0
2010	40.8	19.4	16.8	14.6	3.8	9.0	0.2	7.0	9.6	10.8	23.6	24.0
2009	17.8	5.0	28.2	17.0	3.6	5.4	0.2	0.2	6.4	20.2	25.8	46.6

2008	11.0	16.8	10.2	18.8	18.6	5.2	11.2	0.0	10.6	23.0	52.2	19.4
2007	7.4	16.0	2.4	11.0	29.4	0.0	0.0	0.0	4.6	21.0	9.2	9.2
2006	7.0	18.0	20.4	10.2	11.8	4.4	0.0	10.8	16.6	7.0	14.2	3.0
2005	1.0	5.8	25.0	2.8	4.4	2.4	0.8	0.0	4.8	9.2	11.6	21.8
2004	6.6	9.8	15.4	36.4	13.6	22.8	0.6	0.0	9.0	2.4	9.2	28.4
2003	21.6	9.8	16.4	15.0	2.2	1.2	0.4	0.0	1.4	7.8	31.0	18.2
2002	11.6	9.2	30.4	40.0	12.6	2.6	0.0	0.0	0.0	9.4	30.0	21.4
2001	33.0	9.2	23.0	7.0	16.0	0.0	0.0	1.0	35.6	27.2	23.6	31.0
2000												20.0

La precipitación máxima diaria para cada, de media para la serie de datos, es:

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	13.3	10.5	14.4	13.2	9.4	4.4	0.7	1.2	9.6	14.6	19.6	18.2

De forma gráfica, se siguen apreciando los meses secos.



A continuación se indican el número de días con precipitación que se han registrado para cada mes de la serie de años indicada.

NÚMERO DÍAS CON PP (mm)												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	11	7	8	9	0	0	0	0	6	17	7	4
2014	19	18	7	6	1	6	0	0	6	8	12	11
2013	23	11	27	7	11	0	0	4	6	6	6	6
2012	7	1	3	12	8	1	0	0	4	13	19	12
2011	15	8	9	11	12	4	0	0	0	6	11	8
2010	18	21	16	7	7	5	1	2	5	6	17	17
2009	23	1	7	11	2	3	1	1	7	4	4	21
2008	7	10	8	9	12	3	2	0	9	10	7	13
2007	8	14	4	16	8	0	0	0	7	9	4	5
2006	14	16	14	5	8	5	0	2	4	8	8	7
2005	7	4	13	4	3	2	2	0	3	8	11	10
2004	11	9	12	14	12	9	1	0	2	3	8	7
2003	17	9	10	16	5	1	1	0	2	11	16	15
2002	15	4	10	16	5	1	0	0	0	11	11	20
2001	22	12	17	2	9	0	0	1	2	14	13	10
2000												15

Y el número medio de días con lluvia para la serie de datos en cada es la que el que se indica en la siguiente tabla.

NÚMERO DÍAS CON PP (mm)												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	12.1	8.1	9.2	8.1	5.7	2.2	0.4	0.6	3.7	7.9	9.1	10.1

De los días con lluvia para cada mes, aquellos que han registrado unas precipitaciones superiores a 10 mm., son los indicados a continuación.

Nº DE DÍAS CON PP MAYORES DE 10 MM.												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	2	0										
2014	3	4	1	2	0	0	0	0	0	3	4	0
2013	1	1	9	1	1	0	0	0	1	0	0	2
2012	1	0	0	3	1	0	0	0	1	4	7	1
2011	1	2	2	1	2	1	0	0	0	2	3	0
2010	6	9	3	2	0	0	0	0	0	1	3	5
2009	2	0	1	2	0	0	0	0	0	2	1	8
2008	2	1	1	3	4	0	1	0	1	1	3	3
2007	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0
2006	0	3	3	1	1	0	0	1	1	0	2	0
2005	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2004	0	0	2	5	2	1	0	0	0	0	0	1

2003	4	0	3	2	0	0	0	0	0	0	5	2
2002	1	0	3	4	1	0	0	0	0	0	1	4
2001	6	0	4	0	2	0	0	0	1	5	1	2
2000												1

Nº DE DÍAS CON PP MAYORES DE 10 MM.												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	1.6	1.2	1.9	1.5	0.8	0.1	0.1	0.1	0.3	1.2	1.8	1.7

La estación meteorológica empleada no aporta registros de días de granizo, niebla y nieve.

3.4. TEMPERATURAS

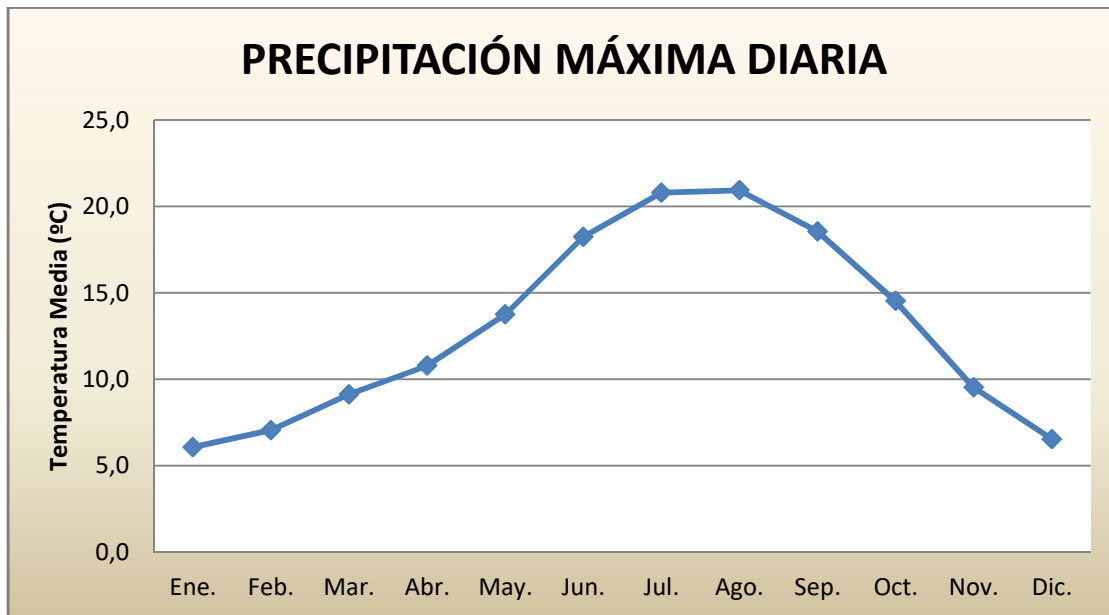
A partir de los datos de temperatura registrados por la estación agroclimática situada en Casanueva, se han calculado algunos aspectos e indicadores que describen las temperaturas en la zona.

La temperatura media diaria para cada mes registrado es la siguiente.

TEMPERATURA MEDIA DIARIA (°C)												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	6.1	7.9	12.0									
2014	7.6	8.2	11.0	15.8	19.0	22.3	25.9	25.9	22.1	18.2	12.3	6.6
2013	6.5	7.1	9.8	14.3	15.8	21.9	26.2	27.0	21.8	18.3	9.7	7.2
2012	6.3	6.2	11.5	12.4	19.2	25.7	26.6	27.9	22.4	16.2	11.1	7.2
2011	7.7	8.3	10.5	16.4	18.4	23.1	26.4	27.2	22.8	17.8	11.5	7.2
2010	9.7	8.6	10.9	15.1	17.4	22.3	28.3	27.9	22.6	15.8	9.8	9.0
2009	7.5	11.2	12.8	12.6	19.5	25.0	28.1	27.0	21.4	18.8	13.1	8.8
2008	8.6	10.9	12.0	14.7	17.1	23.5	26.7	27.2	21.5	16.7	9.4	6.6
2007	6.9	9.8	11.1	12.7	17.7	22.7	27.1	26.8	22.4	16.8	11.2	7.6
2006	6.7	7.6	9.3	15.5	19.8	24.0	27.4	26.1	23.1	18.5	13.5	7.3
2005	6.2	5.4	9.0	14.2	19.3	24.5	27.7	26.4	22.6	17.9	12.7	7.1
2004	7.2	9.9	10.1	11.5	14.1	21.9	26.9	26.7	24.5	19.0	11.0	8.5
2003	6.3	7.4	11.6	12.7	18.3	24.2	26.0	28.1	23.1	17.9	12.3	8.3
2002	7.7	9.4	10.8	12.0	16.7	23.0	25.5	26.0	21.4	17.2	12.9	9.5
2001	8.3	9.2	11.8	14.2	15.2	24.0	25.3	26.6	23.7	17.7	11.4	7.7
2000												9.1

La media de las temperaturas medias para cada mes del año son las que se indican en la siguiente tabla.

MEDIA DE TEMPERATURAS MEDIAS (°C)												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	6.1	7.1	9.1	10.8	13.7	18.2	20.8	20.9	18.5	14.5	9.5	6.5



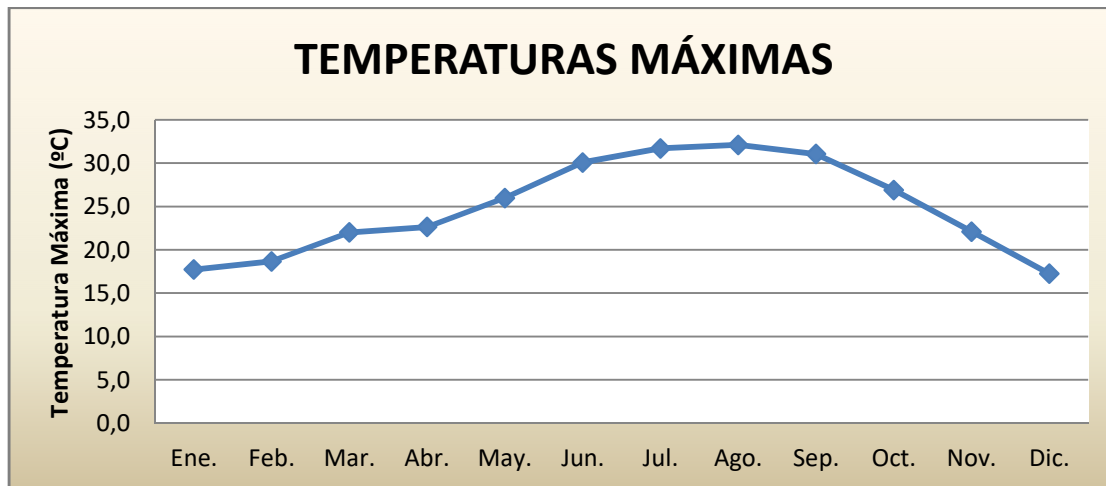
La temperatura media anual que se registra en la zona es de 13°C.

La zona de la Vega de Granada es conocida por registrar altas temperaturas durante la estación cálida. Dichas temperaturas pueden interferir en el desarrollo normal de una obra. En la siguiente tabla se recogen los valores máximos de temperatura registrados.

TEMPERATURA MÁXIMA (°C)												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	21.3	21.4	26.3									
2014	23.9	20.6	25.5	30.8	34.1	37.8	41.5	39.7	40.8	34.1	27.4	19.9
2013	21.3	20.7	21.2	31.2	29.9	38.1	38.9	41.0	35.3	33.4	26.8	19.2
2012	21.1	23.3	26.9	28.7	36.3	41.9	41.1	45.4	36.9	32.3	21.7	23.6
2011	20.5	23.4	24.2	32.0	32.0	40.2	39.5	40.8	37.2	33.3	26.7	21.0
2010	24.5	24.7	24.5	31.4	33.0	36.9	41.3	43.1	37.8	32.7	25.1	27.2
2009	21.9	22.2	28.4	29.0	35.5	40.0	42.1	39.5	38.4	34.5	29.3	20.3
2008	23.3	22.8	28.0	31.5	32.5	39.7	39.3	41.3	35.1	29.9	20.8	21.4
2007	22.2	25.5	27.9	28.4	34.2	36.1	41.2	40.6	36.9	30.9	24.7	20.2
2006	23.5	19.6	24.7	29.2	38.4	38.8	42.6	39.8	40.1	34.3	31.9	19.7
2005	21.8	21.8	26.0	28.1	33.3	39.4	42.6	42.9	38.0	32.3	29.2	18.3
2004	20.3	23.2	26.2	25.5	27.8	35.1	40.9	41.9	43.4	36.4	31.4	19.3
2003	16.1	21.3	27.0	26.6	33.4	38.9	40.9	43.1	35.6	32.1	21.4	19.3
2002	18.1	24.1	29.0	27.4	34.8	39.3	38.2	38.4	33.5	29.5	29.0	20.2
2001	19.2	21.2	30.1	27.6	32.1	38.9	40.3	40.3	38.9	31.5	30.2	19.5
2000												21.2

Y la media de dichas temperaturas máximas serán las siguientes.

MEDIA DE TEMPERATURAS MÁXIMAS (°C)												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	17.7	18.7	22.0	22.6	26.0	30.1	31.7	32.1	31.1	26.9	22.1	17.2



Se han calculado además, el número de días que presentan temperaturas superiores a 30°C.

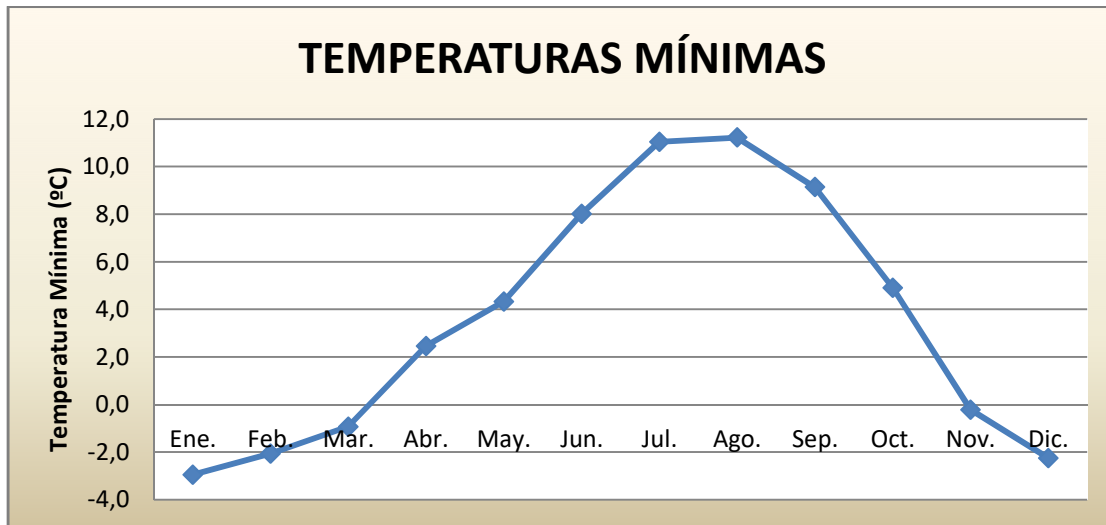
NÚMERO DE DÍAS CON TEMPERATURA MÁXIMA SUPERIOR A 30°C												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	0	0	0									
2014	0	0	0	3	11	25	29	31	18	8	0	0
2013	0	0	0	3	0	20	31	30	26	6	0	0
2012	0	0	0	0	18	29	31	31	24	5	0	0
2011	0	0	0	2	6	19	31	31	26	12	0	0
2010	0	0	0	2	8	20	31	31	18	5	0	0
2009	0	0	0	0	11	25	31	31	14	8	0	0
2008	0	0	0	2	4	20	31	31	18	0	0	0
2007	0	0	0	0	8	23	31	31	21	1	0	0
2006	0	0	0	0	12	26	31	27	19	7	1	0
2005	0	0	0	0	13	26	31	31	20	7	0	0
2004	0	0	0	0	20	30	30	27	11	1	1	1
2003	0	0	0	0	8	21	31	31	25	3	0	0
2002	0	0	0	0	6	18	31	31	16	0	0	0
2001	0	0	1	0	1	25	27	31	25	1	1	0
2000												0

MEDIA DE NÚMERO DE DÍAS CON TEMPERATURA MÁXIMA SUPERIOR A 30°C												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	0.0	0.0	0.1	0.7	7.0	18.2	23.7	23.6	16.5	3.8	0.2	0.1

Análogamente se han procesado los datos de temperaturas mínimas.

TEMPERATURA MÍNIMA (°C)												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	-5.8	-3.9	-1.8	9.3	8.5	11.1	16.4	13.9	10.1	10.8	0.2	2.8
2014	-2.0	-1.0	0.2	3.1	4.8	8.3	11.7	12.3	11.5	6.8	1.3	-6.3
2013	-3.1	-3.5	-1.4	1.4	4.9	7.9	12.2	14.1	12.3	4.4	-3.6	-4.5
2012	-3.2	-8.3	-1.6	1.1	1.8	11.3	13.3	14.2	8.8	3.7	0.1	-3.9
2011	-2.2	-3.3	-2.5	6.8	6.3	8.9	12.9	14.4	9.0	5.6	0.1	-3.2
2010	-3.6	-2.0	-1.2	2.4	3.5	9.2	16.2	15.9	9.6	0.7	-0.6	-4.1
2009	-4.7	3.5	3.3	1.1	6.4	9.9	14.1	14.0	9.3	7.2	1.1	-2.8
2008	-1.4	-0.3	-2.4	1.7	5.9	8.8	13.9	13.1	11.2	1.2	-1.8	-1.7
2007	-5.1	-0.5	-1.1	0.5	5.8	11.1	12.2	12.9	10.8	5.7	-1.7	-2.6
2006	-2.6	-4.8	-2.5	4.4	6.9	9.6	12.4	11.2	9.7	8.2	1.3	-3.0
2005	-5.8	-9.5	-5.4	2.5	4.6	12.0	13.7	12.7	6.9	6.1	1.9	-3.6
2004	-4.3	0.1	-3.4	0.6	4.4	10.1	11.8	12.8	11.3	4.7	-3.5	-1.0
2003	-4.3	-3.2	2.5	1.7	6.0	8.7	12.9	14.2	11.9	5.0	2.4	-1.7
2002	-3.1	-0.8	0.3	3.4	3.6	6.4	13.0	13.9	10.7	4.4	1.3	-0.5
2001	-2.0	0.3	0.1	4.2	4.4	10.9	12.0	12.3	12.2	8.7	-2.3	-3.0
2000												-1.5

MEDIA DE TEMPERATURAS MÍNIMAS (°C)												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	-3.0	-2.1	-0.9	2.5	4.3	8.0	11.0	11.2	9.1	4.9	-0.2	2.3



También una temperatura excesivamente baja, puede inferir en algunos procesos constructivos. Se indican a continuación el número de días con una temperatura mínima por debajo de 0°C.

NÚMERO DE DÍAS CON TEMPERATURA MÍNIMA INFERIOR A 0°C												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2015	23	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
2013	12	10	3	0	0	0	0	0	0	0	10	16
2012	20	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13
2011	1	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2010	4	4	5	0	0	0	0	0	0	0	2	6
2009	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2008	4	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	16
2007	19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9
2006	14	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12
2005	26	23	11	0	0	0	0	0	0	0	0	12
2004	12	0	5	0	0	0	0	0	0	0	7	4
2003	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2002	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2001	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
2000												4

MEDIA DE NÚMERO DE DÍAS CON TEMPERATURA MÍNIMA INFERIOR A 0°C												
Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2001-2018	9.4	5.7	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	7.7

3.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

El objetivo de la clasificación del clima es establecer tipos climáticos (conjuntos homogéneos de condiciones climáticas), con los cuales definir regiones climáticas y proceder así a caracterizar el área donde se va a ejecutar el Proyecto. Una gran mayoría de los índices y clasificaciones climáticas usuales hacen referencia a la influencia del clima sobre las comunidades vegetales, son los límites fitoclimáticos. Teniendo en cuenta los objetivos del presente estudio y el conjunto de datos climáticos disponibles, se propone la elaboración de los siguientes índices, climodiagramas y clasificaciones climáticas, en las estaciones con datos suficientes:

- Índice de aridez de Martone
- Índice termopluviométrico de Dantin-Revenga
- Clasificación de Papadakis

ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONE

El Índice de Aridez de Martone se determina por medio de la siguiente expresión:

$$I_a = \frac{P}{t + 10}$$

Siendo:

- I_a : Índice de Aridez de Martone
- P: Precipitación media anual en mm.
- t : Temperatura media anual, en °c

la	CLIMA
<60	Per-húmedo
60-30	Húmedo
30-20	Sub-húmedo
20-15	Semiárido (mediterráneo)
5-0	Árido (estepario)

Según los datos de la estación agroclimática de Casanueva, se tienen los siguientes valores:

ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONE	
Estación:	Casanueva
P (mm)	454,73
T (°C)	13,0

la	19,77
----	-------

Se trata por tanto de **un clima Semiárido (mediterráneo) en la frontera con un clima Sub-húmedo.**

ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTIN - REVENGA

El Índice se clacula por medio de la siguiente expresión:

$$I = \frac{100 t}{P}$$

Siendo:

- I: Índice
- P: Precipitación media anual en mm.
- t: Temperatura media anual, en °c

la	CLIMA
0-2	Zona Húmeda
2-3	Zona Semiárida
3-6	Zona Árida
>6	Zona Subdesértica

Según los datos de la estación agroclimática de Casanueva, se tienen los siguientes valores:

ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONE	
Estación:	Casanueva
P (mm)	454,73
T (°C)	13,0
I	2,85

Se trata por tanto de **una zona árida, cercana a semiárida.**

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS

La clasificación climática de Papadakis debe considerarse como una característica agroecológica a nivel macroclimático, ya que en estos niveles intervienen de forma clave factores tales como la topografía o el relieve. Esta clasificación utiliza variables climáticas basadas en valores extremos, que se consideran más representativos y restrictivos para estimar las respuestas óptimas de los distintos cultivos.

Se trata pues de una clasificación habitual destinada a la caracterización agroclimática, y los umbrales que se fijan para caracterizar los tipos climáticos, responden a los límites naturales de determinados cultivos. Resultan relevantes así el "frío invernal", el "calor estival" y la "aridez" distribuida a lo largo del año. Con estos parámetros se definen los tipos de invierno y de verano, y los regímenes térmicos y de humedad, así como los grupos climáticos.

Siguiendo la clasificación de Papadakis se establece que:

- Se puede considerar que existe un **invierno tipo AVENA Citrus "Ci"**

TIPOS DE INVIERNO Y SUS LÍMITES EN TÉRMINOS DE TEMPERATURAS			
TIPO DE INVIERNO	T media de las mínimas absolutas del mes más frío	T media de las mínimas del mes más frío	T media de las máximas del mes más frío
AVENA			
Citrus	7° a -2,5°		10 a 21°
Av (cálido)	-2,5° a -10°	> de -4°	> de 10°
Av (fresco)	> de -10°		5° a 10°
TRITICUM			
Tv (trigo - avena)	-10° a -29°		> de 5°
Ti (cálido)	> de -29°		0° a 5°
Ti (fresco)	> de -29°		< de 0°

- Se puede considerar que existe un **verano Algodón (menos cálido) tipo g**

TIPOS DE VERANO Y SUS LÍMITES EN TÉRMINOS DE TEMPERATURAS				
TIPO DE VERANO	Duración de la estación libre de heladas en meses	Media de la media de las máximas de los n meses más cálidos	Media de las máximas del mes más cálido	Media de las mínimas del mes más cálido
Oryza (o)	Mínima > 4	21° a 25°, n=6		
Maíz (m)	Disponible > 4,5	> 21°, n= 6		
TRITICUM				
T (más cálido)	Disponible > 4,5	< 21°, n= 6 > 17°, n= 4		
t (menos cálido)	Dispon. 2,5 - 4,5	> 17°, n= 4		
Algodón (menos cálido) g	Mínima > 4,5	> 25°, n= 6	< 33,5°	> 20°

- La equivalencia de los regímenes de temperatura con los tipos de invierno y verano, según Papadakis es:

ESTACIÓN	Casanueva
RÉGIMEN TÉRMICO	Su
TIPO DE INVIERNO	Ci
TIPO DE VERANO	g

- La estación de "Casanueva" presenta un **clima MEDITERRÁNEO SUBTROPICAL**

3.6. DETERMINACIÓN DE DÍAS TRABAJABLES

El procedimiento consiste básicamente en la determinación de los días realmente laborables para distintas actividades, para cada uno de los meses del año, suponiendo que los días del calendario laboral van a verse afectados de unos coeficientes de reducción, que son consecuencia directa de las condiciones climáticas que afectan a cada unidad o tajo de obra de los que intervienen en la construcción de carreteras.

Los coeficientes de reducción que se van a emplear son los siguientes:

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.

T_m: Coeficiente de reducción por temperatura límite en riegos y tratamientos superficiales

Es el cociente del número de días en que la temperatura a las 9 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 9 de la mañana es igual o superior a 5 °C y el número de días del mes.

L_m: 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 de 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.

Antes de aplicar los mencionados coeficientes de reducción es preciso determinar los factores meteorológicos que afectan a cada fase de la obra, para obtener de este modo un coeficiente medio en función de los factores limitativos para cada trabajo y de su concurrencia.

Definimos a continuación las principales unidades de obra que componen la obra proyectada:

Unidad de obra	FACTORES QUE AFECTAN A LA OBRA				
	t _{min} > 0 °C	t ≥ 10°C	t ≥ 5 °C	p < 10 mm	p < 1 mm
Hormigones hidráulicos	SI			SI	
Explanaciones	SI			SI	SI
Aridos				SI	
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración		SI			SI
Mezclas bituminosas			SI		SI

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: $C_m = N_m \times L_m$
- Explanaciones: $C_m = (L_m + L'_m) \times N_m / 2$
- Producción de áridos: $C_m = L_m$
- Riegos y tratamientos superficiales: $C_m = T_m \times L'_m$
- Mezclas bituminosas: $C_m = T'_m \times L'_m$

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

- Los días festivos, que varían según el año y la localidad se determinarán utilizando el calendario laboral vigente en la zona en la que se desarrollan las obras. En este caso se ha tomado el calendario correspondiente a la localidad de Granada, correspondiente al año 2019.
- Los días de climatología adversa, cuyos coeficientes de reducción para las diferentes clases de obra se han determinado anteriormente.

Si para un mes determinado, C_f representa 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:

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

Se ha hecho aplicación del proceso descrito utilizando los datos obtenidos en los apartados anteriores. De esta forma se han calculado los coeficientes de reducción y el número de días trabajables, recopilando los resultados a continuación.

Se incluyen a continuación los datos de días laborables, recogido en el calendario laboral para Sevilla del año 2018.

● FESTIVO ESTATAL ● AUTONÓMICO ● EN GRANADA CIUDAD (local)

ENERO								FEBRERO								MARZO									
L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D			
	1	2				6						1	2	3						1	2	3			
	7					13	Día de la Toma de Granada	4	5	6	7	8	9	10		4	5	6	7	8	9	10			
						20		11	12	13	14	15	16	17		11	12	13	14	15	16	17			
						27	Año nuevo Reyes (trasladada a lunes)	18	19	20	21	22	23	24		18	19	20	21	22	23	24			
						31		25	26	27	28					25	26	27	28	29	30	31			
ABRIL								MAYO								JUNIO									
L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D			
1	2	3	4			7	Viernes Santo				1			5								1	2		
8	9	10	11			14		6	7	8				12		3	4	5	6	7	8	9			
15	16	17				21		13	14	15	16	17	18	19		10	11	12	13	14	15	16			
22	23					28	Jueves Santo	20	21	22	23	24	25	26		17	18	19				23	20 Corpus Christi		
29	30							27	28	29	30	31				24	25	26	27			30			
JULIO								AGOSTO								SEPTIEMBRE									
L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D			
1	2	3	4	5	6	7					1	2	3	4									1		
8	9	10	11	12	13	14		5	6	7	8			11		2	3	4	5	6	7	8			
15	16	17	18	19	20	21		12	13	14				18		9	10	11	12	13	14	15			
22	23	24	25	26	27	28		19	20	21	22			25		16	17	18	19	20	21	22			
29	30	31						26	27	28	29	30	31			23	24	25	26	27	28	29			
																30									
OCTUBRE								NOVIEMBRE								DICIEMBRE									
L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D		L	M	M	J	V	S	D			
1	2	3	4	5	6							1		3									1		
7	8	9	10	11		13		4					8	9	10		2	3	4	5			6	7	8
14	15						Día de la Hispanidad	11	12	13	14					9	10	11	12	13	14	15			
21	22	23	24	25	26	27		18	19	20	21	22				16	17	18	19	20	21	22			
28	29	30	31					25	26	27	28	29	30			23	24					25	Navidad	29	
																30	31								

En la siguiente tabla se calculan los coeficientes reductores de días trabajables para cada actividad principal.

DATOS

DÍAS	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
t min > 0°C	21,6	22,3	28,7	30	31	30	31	31	30	31	28,5	23,3
tmin > 10°C	1	2	4	10	29	30	31	31	30	21	12	2
tmin > 5°C	15	18	22	29	31	30	31	31	30	29	18	14
P < 10mm	29,2	26,1	28,6	28,1	29,9	29,9	31,0	30,9	28,9	28,2	27,5	28,3
P < 1mm	24,8	22,3	26,2	24,7	27,1	28,7	30,8	30,3	28,1	25,5	23,9	24,1
n (días)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
f (festivos)	9	9	11	10	10	9	9	9	10	9	9	12
l (laborables)	22	19	20	20	21	21	22	22	20	22	21	19

COEFICIENTES DE REDUCCIÓN

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nm	0,70	0,80	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,75
Tm	0,03	0,07	0,13	0,33	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	0,68	0,40	0,06
T'm	0,48	0,64	0,71	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,60	0,45
Lm	0,94	0,93	0,92	0,94	0,96	1,00	1,00	1,00	0,96	0,91	0,92	0,91
L'm	0,80	0,80	0,85	0,82	0,87	0,96	0,99	0,98	0,94	0,82	0,80	0,78

Cm	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
Hormigones	0,66	0,74	0,85	0,94	0,96	1,00	1,00	1,00	0,96	0,91	0,87	0,69	0,88
Explanaciones	0,61	0,69	0,82	0,88	0,92	0,98	1,00	0,99	0,95	0,87	0,81	0,64	0,85
Áridos	0,94	0,93	0,92	0,94	0,96	1,00	1,00	1,00	0,96	0,91	0,92	0,91	0,95
Riegos y tratamientos	0,03	0,07	0,12	0,31	0,90	1,00	1,00	1,00	0,96	0,62	0,37	0,06	0,54
M.B.C.	0,39	0,51	0,60	0,80	0,87	0,96	0,99	0,98	0,94	0,77	0,48	0,35	0,72

Cf	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
Cf	0,71	0,68	0,65	0,67	0,68	0,70	0,71	0,71	0,67	0,71	0,70	0,61	0,68

Ct	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
Hormigones	0,76	0,83	0,91	0,96	0,98	1,00	1,00	1,00	0,98	0,94	0,91	0,81	0,92
Explanaciones	0,72	0,79	0,88	0,92	0,95	0,98	1,00	0,99	0,97	0,90	0,87	0,78	0,90
Áridos	0,96	0,95	0,95	0,96	0,98	1,00	1,00	1,00	0,98	0,94	0,94	0,95	0,97
Riegos y tratamientos	0,31	0,37	0,43	0,54	0,93	1,00	1,00	1,00	0,98	0,73	0,56	0,42	0,69
M.B.C.	0,57	0,67	0,74	0,86	0,91	0,97	1,00	0,98	0,96	0,84	0,63	0,60	0,81

DÍAS TRABAJABLES NETOS

DÍAS	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Hormigones	17	16	18	19	20	21	22	22	20	21	19	15
Explanaciones	16	15	18	18	20	21	22	22	19	20	18	15
Áridos	21	18	19	19	20	21	22	22	20	21	20	18
Riegos y tratamientos	7	7	9	11	20	21	22	22	20	16	12	8
M.B.C.	12	13	15	17	19	20	22	22	19	18	13	11