



CAPÍTULO 3: CLIMATOLOGÍA

1. INTRODUCCIÓN:

Los factores del clima son fijos y asociados a las constantes del lugar que, para Villamartín, son los de una latitud de $36^{\circ}52'$ y una longitud de $-5^{\circ}38'$. Ello, junto con la orografía y la influencia topográfica, genera un modelo de clima peculiar que se desarrolla alrededor de unos valores como el de una temperatura media de $17,42^{\circ}\text{C}$ y un número de horas solares de 2.893. Así, más de un tercio de los días del año son despejados (120 días/año), la pluviometría es de 506 mm/m^2 año y la humedad relativa es del 63,79 %.

Para la elaboración de los datos climatológicos de Villamartín, se han utilizado los valores de la estación meteorológica situada en el mismo municipio y los de otras dos estaciones emplazadas en zonas equiparables a las condiciones climatológicas que afectan a todo el término municipal como son las de Arcos de la Frontera y Utrera. Esto se ha debido a que la serie de datos de la estación del propio municipio es muy escasa (sólo de 4 años) lo que provoca dificultad a la hora de caracterizar de forma certera la climatología existente, para solventar este problema se han comparando los datos con las series históricas mencionadas que existen en los municipios vecinos.

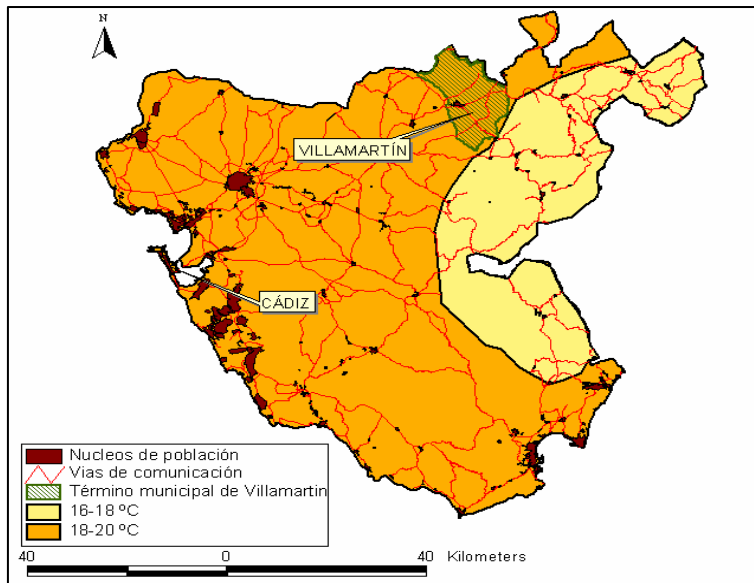
2. RÉGIMEN DE TEMPERATURAS

Como se puede apreciar en el Mapa 1, por el término municipal de Villamartín pasa una sola isoterma, comprendida entre 18 y 20°C aunque por su límite suroccidental roza con la isoterma de $16-18^{\circ}\text{C}$ que representa la influencia del Mar



Mediterráneo, ello explica que, en ocasiones, en Villamartín se deje sentir esa influencia costera.

Mapa 1. Isotermas medias anuales en la provincia de Cádiz

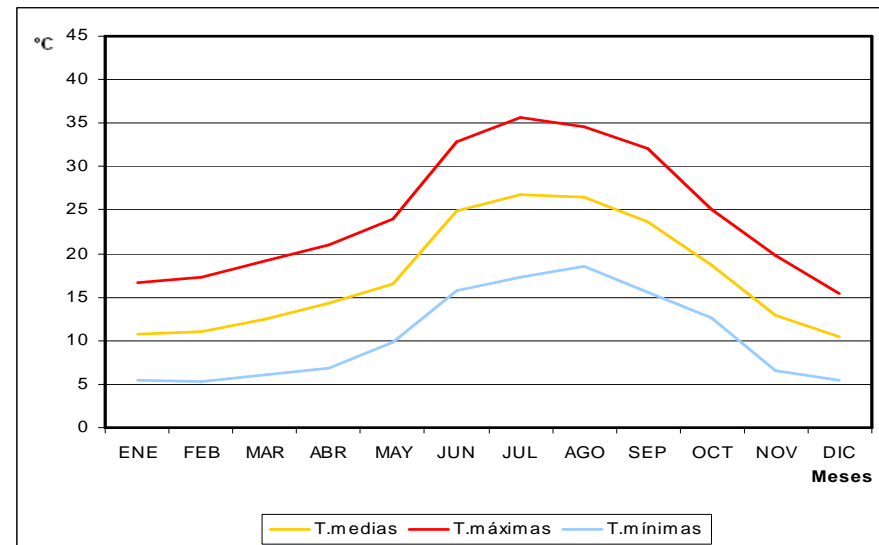


Elaboración Propia, 2004

En general, los valores correspondientes a la provincia no generan unas situaciones muy diferenciadas salvo la ya mencionada influencia marítima del litoral oriental.

Del análisis de la serie de datos, se obtiene que la temperatura media anual es de 17,42 °C, por lo que podemos considerar esta serie de la máxima fiabilidad, comparando el dato con la cartografía, para caracterizar climatológicamente al municipio de Villamartín. En el Gráfico 1 se puede apreciar la distribución mensual de las temperaturas medias tras el análisis del citado registro.

Gráfico 1: Temperaturas medias mensuales en Villamartín (1975-2004)



Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartín, Arcos de la Frt. Y Utrera.

**Tabla 1. Temperaturas medias mensuales en Villamartín (1975-2004)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T. Medias	10,8	11,1	12,5	14,3	16,5	24,9	26,8	26,4	23,6	18,7	12,9	10,5	17,4
T. Máximas	16,6	17,3	19,2	21	24	32,9	35,7	34,6	32	25,1	19,7	15,4	24,47
T. Mínimas	5,5	5,3	6	6,9	9,8	15,7	17,3	18,6	15,6	12,6	6,6	5,4	10,4

Elaboración Propia: Fuentes: Estancia meteorología de Villamartín, Arcos de la Frt. Y Utrera.

Como se desprende del gráfico 1, el mes más frío corresponde a Diciembre, con una media para todo el periodo de 10,5 °C. La temperatura máxima se da en Julio, con un valor medio de 26,8 °C, muy cercana a la media de Agosto para la serie considerada (26,4 °C).

En Villamartín, se aprecia un lento aumento de las temperaturas en los meses de Febrero a Abril y un descenso más rápido en otoño. El calentamiento en la primera parte del año se produce de manera más lenta que el enfriamiento, que se ralentiza entre Diciembre y Enero. Es a partir de Abril cuando más rápidamente aumentan las temperaturas, mientras que el enfriamiento más brusco ocurre de Octubre a Noviembre (5,8 °C).

El ciclo de las temperaturas máximas y mínimas medias ofrecen las mismas características que las temperaturas medias mensuales, con mínimas en Diciembre y máximas en Julio y Agosto.

La amplitud térmica anual es de 16,3 °C, propia de una zona intermedia donde no se encuentran efectos costeros que amortigüen las diferencias de temperaturas y se van apreciando, cada vez más, los elementos continentales que distancian las temperaturas del invierno y el verano.

La mínima absoluta registrada es de -3,4 °C en el mes de Enero y la máxima absoluta es de 43,3 °C en Agosto.

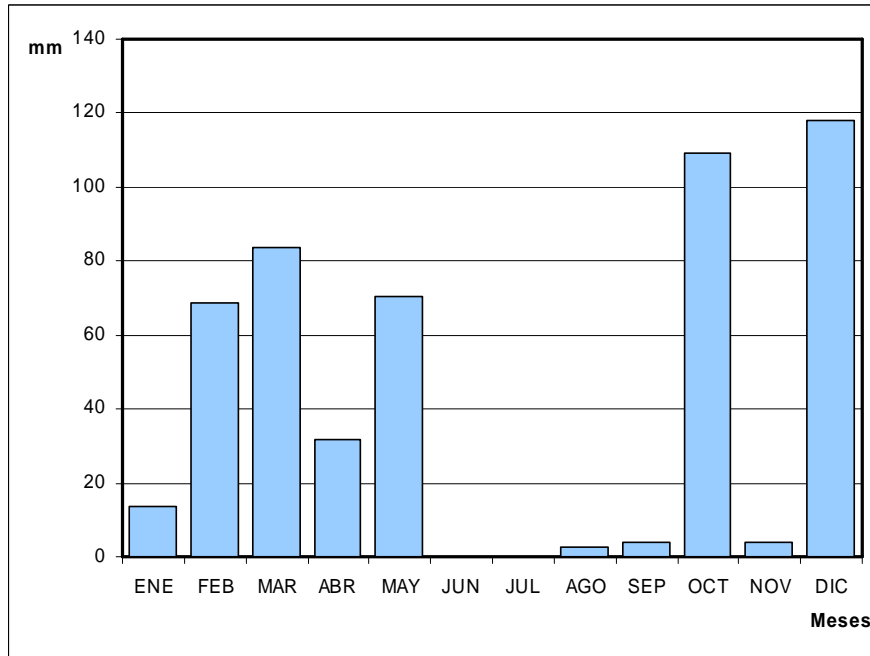
3. PRECIPITACIONES

Villamartín marca una precipitación total anual de 506 mm. Los meses que recogen la máxima cantidad de precipitación, para la serie de datos considerada, son Diciembre, Octubre y Marzo con una media de 103,6 mm. Los meses de menor cantidad de precipitación son Junio y Julio, con 0 mm.

De estos datos podemos concluir diciendo que la estación de invierno es la más lluviosa y en verano se produce la típica estación seca del clima mediterráneo. De los meses de invierno, Diciembre es el más húmedo de los 5 meses húmedos que se aprecian durante todo el año.



Gráfico 3. Precipitaciones medias mensuales (1975-2004)



Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera.

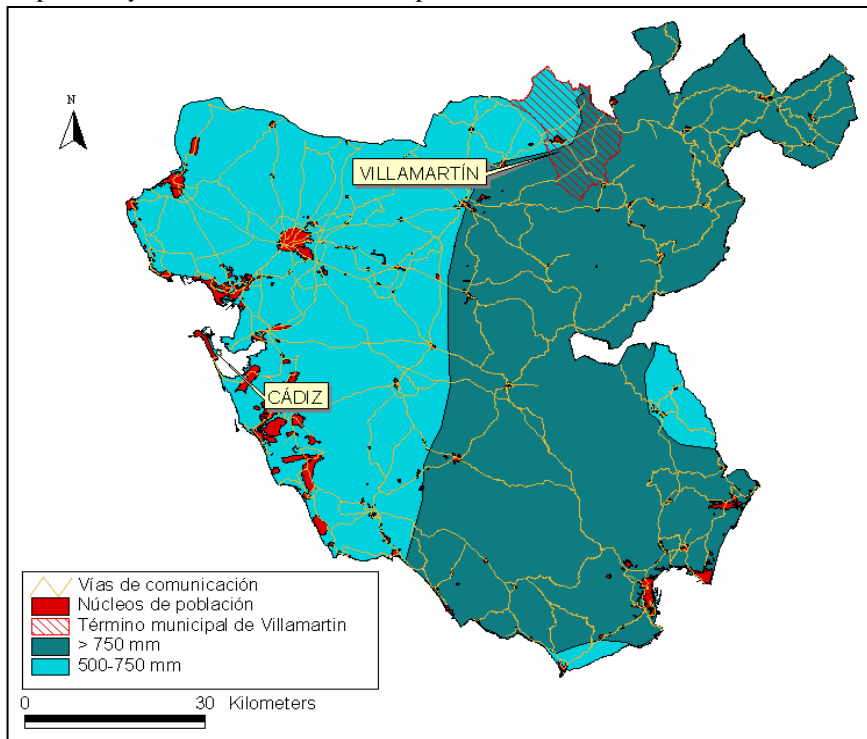
Tabla 3. Precipitaciones medias mensuales (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Precipitaciones	14	69	83,6	31,8	70,6	0	0	2,6	4	109	3,8	118,2	506

Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera.



Mapa 2. Isoyetas anuales medias de la provincia de Cádiz



Elaboración Propia, 2004

Si comparamos los resultados de la serie utilizada con el mapa 2, apreciamos que en la cartografía aparecen dos isoyetas distintas para el municipio de Villamartín, comportamiento derivado de las distintas elevaciones dentro del término municipal, cuyos valores oscilan entre 500 y 750 mm. Esto nos afianza la validez

de los datos ya que el valor obtenido de la serie, 506 mm, está dentro del intervalo cartográfico.

A partir de los datos de la estación meteorológica de Villamartín, se calcula el número de días con precipitación (superior o igual a 1mm). El total anual es de 71 días de media para el periodo de estudio. El mes que cuenta con mayor días de lluvia es Diciembre seguido de Octubre y Febrero. Los de menor precipitación son Junio y Julio, representantes de la sequía estival.

Tabla 4. Días medios de precipitación por meses y total

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Días medios	6	11	9	6	9	0	0	1	3	11	3	12	71

Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartín, Arcos de la Frt. Y Utrera.

HUMEDAD DEL AIRE

La humedad del aire es la cantidad de vapor que éste contiene. La importancia de este elemento se debe a que se encuentra en todos los fenómenos de condensación: formación de nubes, niebla y precipitación. También tiene un papel decisivo en la radiación, visibilidad y electricidad del aire.

El parámetro de mayor importancia en los estudios climáticos es el de la humedad relativa (%) ya que hace referencia a la proporción entre la humedad real y la saturación o máxima posibles.



Tabla 5. Humedad relativa media (% sobre el punto de rocío)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media	78	78	73	67	69	51	43	47	51	66	63	79

Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera.

Los mayores valores de humedad relativa se alcanzan en los meses de Diciembre, Enero y Febrero. La amplitud a lo largo del año es elevada (36 %) debido a la ubicación de Villamartín, caracterizada por la continentalidad.

4. INDICES TERMOPLUVIOMÉTRICOS

Para determinar las características de un clima entran en juego un gran número de elementos climatológicos, cuya variedad supone un elevado número de combinaciones posibles.

Una de las principales cuestiones que interesan determinar es el balance de agua, puesto que éste modifica los valores y oscilaciones de la temperatura, y tiene importantes repercusiones en el desarrollo de la vegetación. Por esta razón se han elaborado índices que evalúan las relaciones pluviométricas y el grado de aridez.

Tabla 6. Índices termoplumiométricos de Villamartín

INDICE	VALOR	CLASIFICACIÓN
Indice de Lang	20,05	Clima árido
Indice Martonne	18,45	Clima árido
Clasificación de Thornthwaite	(ver a continuación)	C ₂ B ₃
Clasificación de Papadakis	(ver a continuación)	Mediterráneo subtropical

Elaboración Propia, 2004

Indice de Lang:

Viene expresado por la siguiente fórmula:

$$L=P/T$$

P: precipitación anual en mm

T: temperatura media anual en grados centígrados

Los baremos que establece para una clasificación climática a través de los resultados obtenidos son los siguientes:



0-40: clima árido

40-160: climas húmedos

160: climas superhúmedos

Para el caso concreto de Villamartín, el Índice de Lang nos genera un valor de $L=29,05$, de donde se deduce que se trata de un **clima árido**.

Índice Martonne:

Queda expresado por el cociente:

$$M=P/(T+10)$$

P: precipitación anual en mm

T: temperatura media anual en grados centígrados

Los baremos que se aplican a sus resultados son los siguientes:

<5: clima desértico

5-10: clima estepario

10-20: clima árido

>20: clima húmedo

Como puede observarse, el clima de Villamartín se clasifica, según Martonne ($M=18,45$), dentro del **tipo árido**.

Clasificación de Thornwaite:

La aridez no depende sólo del mayor o menor volumen de precipitaciones y de la integral térmica, sino también de la eficacia de la lluvia en el suelo. A su vez, la eficacia climática está condicionada por las condiciones atmosféricas reinantes (radiación solar, temperatura, humedad, viento, turbulencia...) y de la extensión y condiciones de la superficie (agua libre, cubierta vegetal considerando su diferente fisiología, y la humedad del suelo considerando su diferente estructura y permeabilidad).

De esta interacción suelo-atmósfera surge el concepto de evapotranspiración desarrollado por Thornthwaite, basado en la pérdida potencial de agua durante el año como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas. Se trata de cuantificar la relevancia de los periodos secos, del agua almacenada en el suelo y la cantidad de la misma que se precisa en cada momento.

Tabla 7 . Balance hídrico. (1975-2004)

ETP	38,42	63,6	96,83	151,68	203,93	277,59	199,62	130,78	92,42	76,31	52,23	43,58	1426,99
P	13,6	68,8	83,6	31,8	70,6	0	0	2,6	4	109	3,8	118,2	506
VR	-24,82	5,2	-13,23	-100	-100	-100	-100	-100	-88,42	32,69	-48,43	74,62	-100
R	0	5,2	0	0	0	0	0	0	0	32,69	0	74,62	
ETA	13,6	63,6	83,6	31,8	70,6	0	0	2,6	4	76,31	3,8	43,58	393,49



F	24,82	0	13,23	119,88	133,33	277,59	199,62	128,18	88,42	0	48,43	0	1033,5
EX	24,82	0	13,23	100	100	100	100	100	88,42	0	48,43	0	
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC AÑO

Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera

ETP: Evapotranspiración potencial mensual (mm), cuya expresión es:

$$ETP = 16(10T/I)^a$$

I= Índice de calor anual: a la suma de los 12 valores del índice de calor mensual (i). Donde $i = (T/5)^{1.514}$

T= temperatura media mensual en °C.

a= función del índice de calor anual (I), que simplificada equivale a $0,016I+0,5$

Esta expresión nos proporcionará la Evapotranspiración Potencial sin corregir (en mm), sin embargo, se deberá tener en cuenta el índice de iluminación mensual (en relación a la latitud, que para Villamartín es de $36^{\circ}52'$), expresado en unidades de 12 horas. De esta forma obtendremos la Evapotranspiración Potencial ya ajustada

P: Precipitación mensual en mm.

VR: Variación de la reserva, puede ser positiva hasta 100 mm. (máximo) y negativa hasta los -100 mm (mínimo). Sería igual a la P-ETP.

R: Reserva. Su expresión es $R=(P-ETP)+R_0$. Se considera que un suelo puede almacenar como máximo 100 mm. de altura de agua y como mínimo 0.

ETA: Evapotranspiración actual. Se expresa mediante $ETA=R_0+P$. Como máximo la ETA puede ser igual a la ETP.

F: Déficit, falta de agua. $F=ETP-ETA$.

D: Desagüe, $D_1=(D_0+EX_1)/2$

EX: $P-(ETA+VR)$

Índice de humedad: $I_h=100s/n$, donde s: exceso de agua y n: necesidad de agua (evapotranspiración potencial). I_h para Villamartín: 47,29.

Índice de aridez: $I_a=100d/n$, donde d: falta de agua y n: necesidad de agua (evapotranspiración potencial). I_a para Villamartín: 72,42.

Sin embargo, a lo largo del año se dan estaciones contrastadas, en la que alternan humedad y sequía, por lo que hay que establecer el índice general de humedad (I_m). Éste se expresa de la siguiente manera:

$I_m = (10s - 60d)/n$, donde s: exceso de agua, d: falta de agua y n: necesidad de agua (evapotranspiración potencial).

Para Villamartín obtenemos un valor de -38,7.

Necesidades de agua (cm). $ETP=142,7$

**CLASIFICACIÓN:**

1. Según el índice de humedad; Tipo: **Subhúmedo húmedo**. Sigla: **(C₂)**
2. Eficacia térmica: Tipo: **Tercer mesotérmico**. Sigla: **B'₃**
3. Variación estacional de la humedad: Tipo = Pequeño o ningún exceso de agua en invierno.
4. Concentración de la necesidad de agua en verano:

Clima: **C₂ B'₃**

Clasificación de Papadakis:

El objetivo aquí es fijar umbrales de limitación y óptimos biológicos para el desarrollo de los cultivos. Esta clasificación agroecológica tiene en cuenta parámetros de variables analíticas del clima (temperaturas medias mínimas absolutas, anuales y mensuales, duración de la estación libre de heladas, meses secos...).

Régimen térmico: Viene definido por los tipos de invierno y por los tipos de verano que se den en una determinada región.

Así, en la determinación del tipo de inviernos en el municipio de Villamartín, se han utilizado:

- La temperatura media mínima del mes más frío (5,4 °C).

- La temperatura media de máximas del mes más frío (15,4 °C)

Atendiendo a estos parámetros, tenemos un tipo: **Citrus (Ci)**.

Para clasificar el tipo de verano se han tomado los valores de:

- La media de máximas del mes más cálido (35,7 °C)
- La media de mínimas del mes más cálido (18,61 °C)
- La media de la media de mínimas de los dos meses más cálidos (18 °C)

De esta forma se obtiene que el tipo de veranos es **Gossypium cálido (G)**

Con el tipo de inviernos y de veranos determinados, se obtiene que el régimen térmico para Villamartín es **Subtropical cálido (SU)**

Régimen hídrico: Aquí tendremos que calcular el Índice de humedad anual (Ih) en función de: $Ih = P/ETP$. Concretamente para Villamartín obtenemos un valor de 0,35.

Esto, unido al hecho de que la precipitación invernal es mayor que la precipitación estival y que nos encontramos a una latitud superior a 20° determina según, Papadakis un régimen hídrico denominado **Mediterráneo seco (Me)**.

En función del régimen térmico y del régimen hídrico establecidos tenemos un tipo climático que caracteriza a Villamartín: **Mediterráneo subtropical**.

Diagrama ombrotérmico de Gaussen:

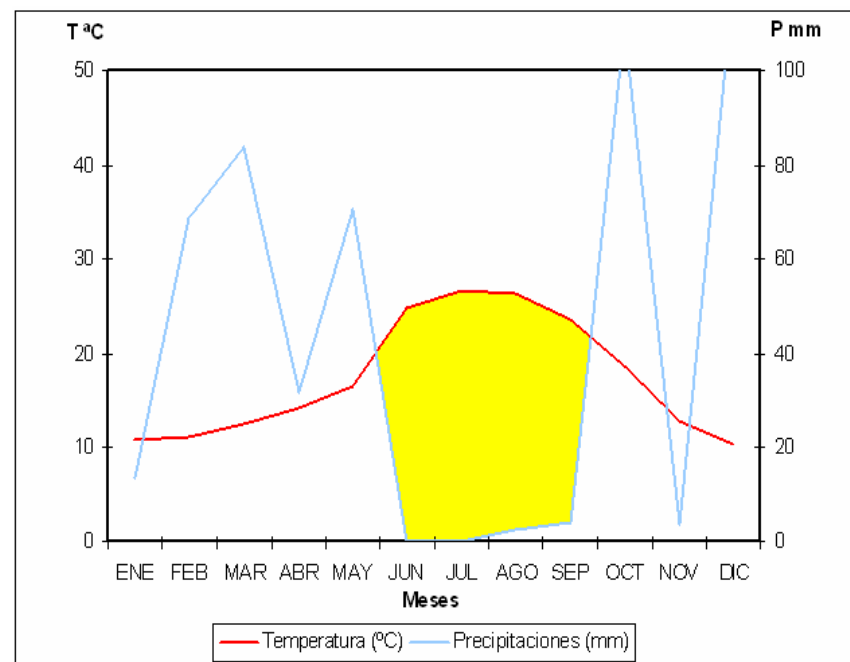


La representación de curvas ombrotérmicas va asociada al índice de Gaussen, que valora el periodo de tiempo biológicamente seco.

Gaussen establece la aridez de un clima considerando como crítico el momento en el que la relación P/T es inferior al valor 2. De este modo el índice xerotérmico de Gaussen define como meses secos aquellos en los que la precipitación es < 2 veces la a temperatura.

El clima se caracteriza por un periodo árido de 6 meses (Enero, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Noviembre), con un mes semihúmedo (Abril) y 5 meses húmedos (Febrero, Marzo, Mayo, Octubre y Diciembre)¹.

Gráfico 4. Diagrama Ombrométrico de Gaussen. (1975-2004)



Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera

¹ Un mes es húmedo cuando la precipitación en mm es superior a 3 veces la temperatura media en grados centígrados.

Un mes es semihúmedo cuando la precipitación en mm es superior a 2 veces la temperatura e inferior a 3 veces la temperatura media.

Un mes es árido cuando la precipitación en mm es inferior a 2 veces la temperatura media en grados centígrados.



5. RÉGIMEN DE VIENTOS

Otro elemento que destaca por su particular relevancia es el viento ya que constituye un recurso muy apreciado y, al mismo tiempo, es un elemento generador de riesgos considerables.

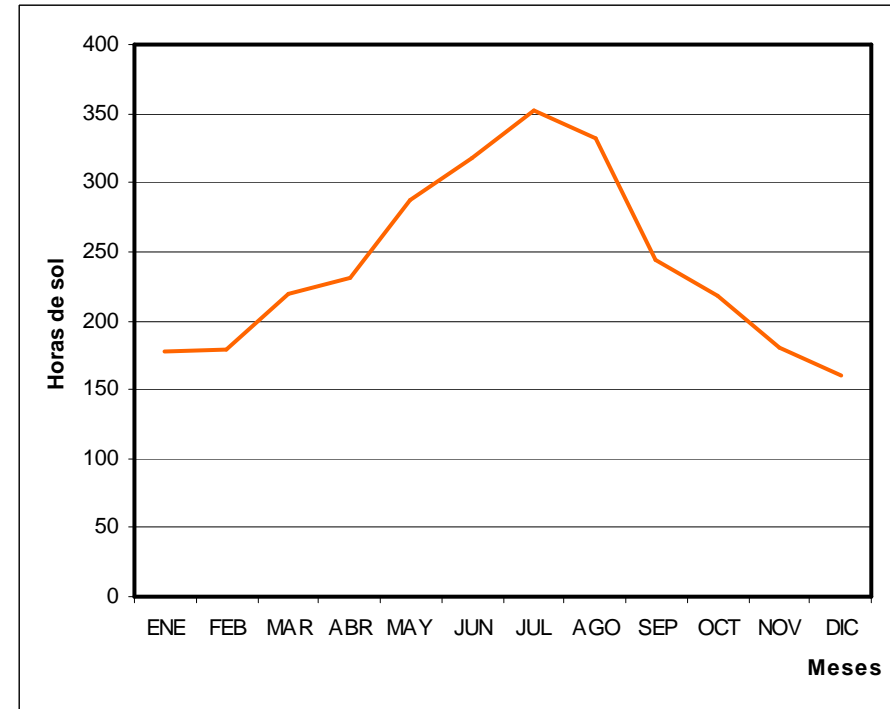
En el caso concreto de Villamartín, la velocidad media anual del viento es de 1,66 m/s, con una máxima media anual de 2,1 m/s y una mínima media anual de 1,3 m/s. Sin embargo, en la serie de datos considerada se han registrado una máxima absoluta de 5,5 m/s y una mínima de 0 m/s.

Por otra parte, la dirección predominante del viento en Villamartín corresponde a $246,96^\circ$ o, lo que es lo mismo, dirección SO.

6. INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD

Con insolación se hace referencia a las horas de sol recibidas. Para su cálculo se considera un horizonte libre de obstáculos y se toma como duración del día el tiempo transcurrido desde que se ve la parte superior del sol hasta el momento de su desaparición total. La insolación está en relación directa con la radiación solar.

Gráfico 5 . Insolación



Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera



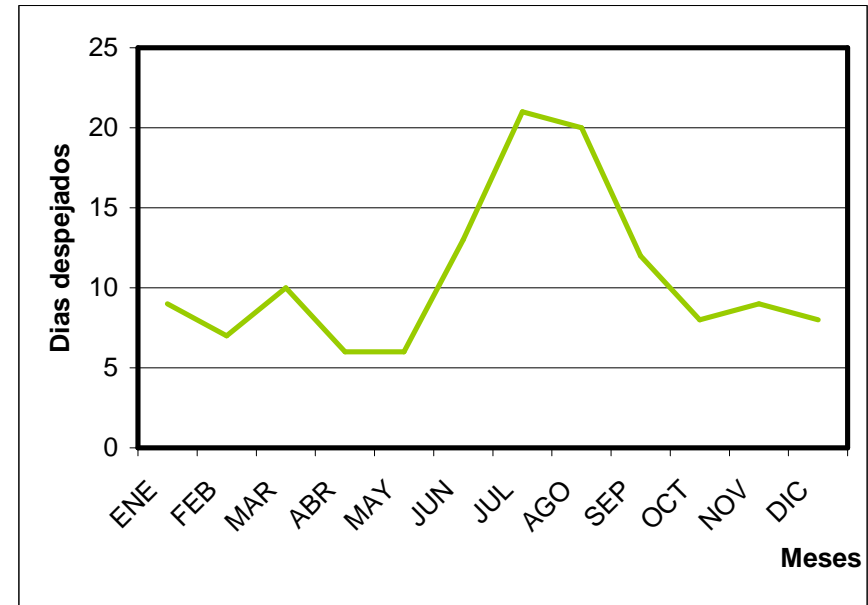
Tabla 8 . Días despejados y horas de sol

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Días despejados	6	7	10	6	6	13	21	20	8	8	7	8	120
Horas de sol	177	179	220	227	287	317	352	332	244	218	180	160	2893

Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera

Se considera la insolación eficaz, es decir, el número de horas que luce el sol con una intensidad superior a 120 W/m², lo que implica sol visible y un límite energético mínimo. En el caso de Villamartín, la mayor cantidad de horas de insolación el año se corresponde a los meses de verano, con un máximo en Julio.

Gráfico 6 . Días despejados



Elaboración Propia. Fuentes: Estancia meteorología de Villamartin, Arcos de la Frt. Y Utrera



7. SÍNTESIS

A partir del estudio de todas las variables climáticas del municipio de Villamartín, se puede extraer una síntesis que lo caracteriza.

La temperatura media anual es de 17,42 °C en nuestro periodo de estudio. El mes más frío corresponde a Diciembre, mientras que la temperatura máxima se da en Julio.

Las precipitaciones medias están alrededor de los 506 mm. El mayor volumen de lluvia se dan en Diciembre, Marzo y Octubre suelen presenta un carácter fuerte debido a la inestabilidad propia del clima mediterráneo. El verano es el periodo más seco, con valores muy bajos de precipitaciones.

Los días de lluvia oscilan en torno a los 71 días al año. Así, los meses de mayor humedad relativa son los comprendidos entre Diciembre y Marzo.

Todo ello, junto con un total de 2.893 horas de sol al año, define el clima que impera en el municipio de Villamartín.