



ACCIÓN CLIMÁTICA Y BIODIVERSIDAD



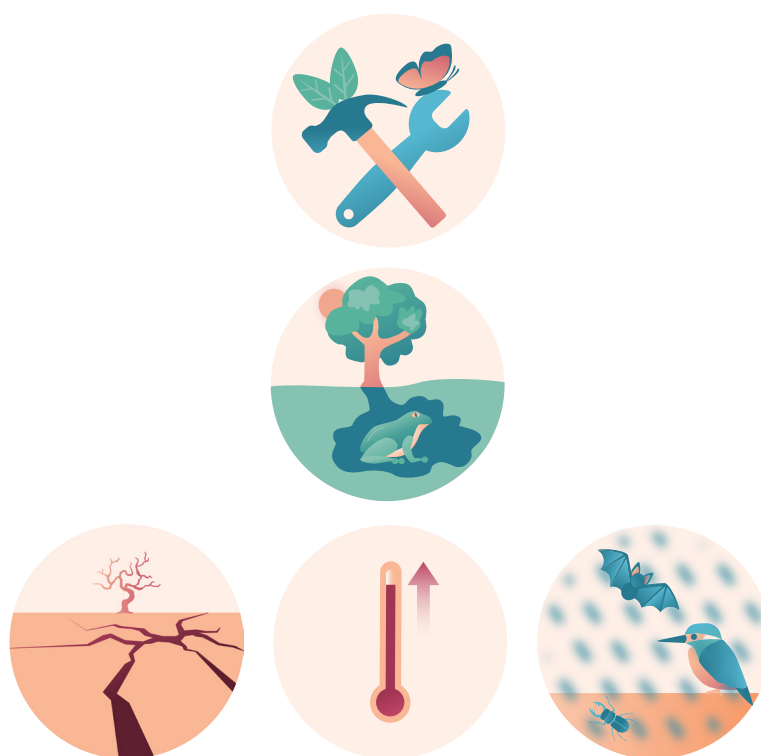
Herramienta para la clasificación bioclimática de la CAPV

Guía de uso



Herramienta para la clasificación bioclimática de la CAPV

Guía de uso





Ihobe, Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa
Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

Edita:

Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental
Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente
Gobierno Vasco
Alda. de Urquijo n.º 36 - 6.ª (Plaza Bizkaia)
48011 Bilbao
info@ihobe.eus | www.ihobe.eus
www.ingurumena.eus

Edición:

Septiembre 2021







Contenido:

Este documento ha sido elaborado por Ihobe en colaboración con
IDOM Consulting, Engineering, Architecture, S.A.U.

CONTENIDO

GLOSARIO DE ICONOS	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. A QUIÉN VA DIRIGIDA	8
3. REQUISITOS PREVIOS	9
4. EL MODELO BIOCLIMÁTICO	10
Contenido de la herramienta	11
5. ¿CÓMO USAR LA HERRAMIENTA?	12
5.1. Selección y descarga de los datos de entrada	12
5.2. Inicio del software y conexión a la carpeta de datos	15
5.3. Inicio de la herramienta y selección de datos de entrada	16
5.4. Visualización de los resultados	19
5.5. Asignación de simbología	19
6. REFERENCIAS	21
ANEXO 1. NOMENCLATURA Y DESCARGA DE LOS DATOS CLIMÁTICOS	22
ANEXO 2. FUNCIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA PARA LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA CAPV	26

GLOSARIO DE ICONOS

ICONO	DESCRIPCIÓN
	<p>Adaptación</p> <p>Enfoque de la acción climática que engloba el proceso de ajuste al clima actual o esperado y a sus efectos. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar dicho proceso. En los sistemas humanos, la adaptación busca moderar el daño o explotar las oportunidades beneficiosas que se deriven de los cambios.</p>
	<p>Criterios o recomendaciones</p> <p>El contenido señalado con este icono identifica los criterios o recomendaciones generados o recopilados de la bibliografía para abordar la acción climática del patrimonio natural.</p>
	<p>Herramientas</p> <p>El contenido señalado con este icono identifica las herramientas diseñadas para abordar la acción climática del patrimonio natural.</p>
	<p>Incremento de la temperatura</p> <p>Amenaza climática definida para la CAPV.</p>
	<p>Inundaciones por precipitaciones extremas</p> <p>Amenaza climática definida para la CAPV.</p>
	<p>Sequías</p> <p>Amenaza climática definida para la CAPV.</p>

1

INTRODUCCIÓN

Disponer de datos bioclimáticos es de gran utilidad para la valoración del impacto y del riesgo del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres. La bioclimatología es la ciencia que estudia la relación entre el clima y los seres vivos, y emplea datos climáticos básicos, como la temperatura y la precipitación, para clasificar las diferentes regiones del mundo en base a su relación con la vegetación potencial. Por tanto, se puede valorar en qué medida las modificaciones de las condiciones climáticas van a afectar a la vegetación existente mediante la predicción de la clasificación bioclimática que se establecerá en el futuro en diferentes escenarios de cambio climático en una región determinada. Asimismo, puede servir para predecir el tipo de vegetación que potencialmente podría establecerse en un escenario de cambio climático.

La herramienta para el cálculo de la clasificación bioclimática de la CAPV es una aplicación basada en la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) que permite el cálculo de las diferentes unidades bioclimáticas para cualquier escenario y horizonte temporal. Está diseñada en base a la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez (Rivas-Martínez, 2004), y exclusivamente para los macrobioclimas Templado y Mediterráneo, que son los presentes en la CAPV¹. No obstante, esta herramienta podría procesar datos climáticos de cualquier región del mundo dentro de estos dos macrobioclimas.

El resultado de esta herramienta es una serie de mapas georreferenciados de los macrobioclimas, bioclimas, pisos bioclimáticos (ombrotipos y termotipos) e isobioclimas, en formato *tif* y *shape* (Figura 1).

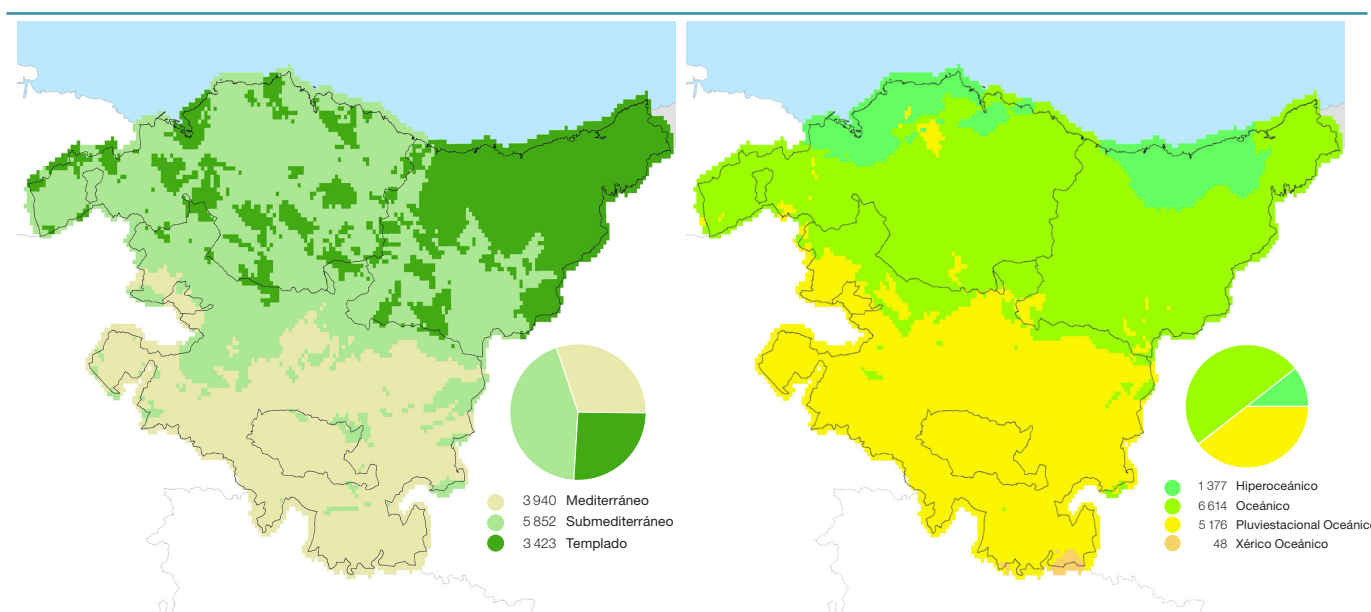


Figura 1. Ejemplo de los resultados cartográficos obtenidos con la aplicación de la herramienta: cartografía de los macrobioclimas (izquierda) y bioclimas (derecha) de la CAPV en el horizonte temporal 2041-2070 RCP 8.5.

¹ Para más información sobre la clasificación bioclimática de la CAPV y la aplicación de los resultados de la herramienta, se puede consultar el documento “Análisis bioclimático de la Comunidad Autónoma del País Vasco en escenarios de cambio climático” (Ihobe, 2021).

2

¿A QUIÉN VA DIRIGIDA?

Esta herramienta está dirigida a cualquier persona o entidad que desee realizar una valoración del impacto y/o el riesgo climático en la CAPV o en alguna zona concreta de la CAPV, en base al análisis bioclimático. Está especialmente dirigida a organismos que planifiquen o gestionen el medio natural, los espacios naturales protegidos y la fauna y flora, ya que permite

visualizar de manera muy intuitiva y desde una visión ecosistémica cómo las variaciones en las condiciones climáticas pueden afectar a la supervivencia de la vegetación y de los ecosistemas.

En todo caso, la persona usuaria de la herramienta debe tener conocimientos básicos del concepto y uso de herramientas de GIS.

3

REQUISITOS PREVIOS

La herramienta está diseñada con el programa ArcMap, componente principal del conjunto de programas de procesamiento geoespacial ArcGIS de ESRI, y es necesario tener una licencia *Advanced* para poder ejecutarla.

Además, se deberá disponer de datos climáticos regionalizados con una resolución de 1 km x 1 km, y deben estar en formato Ascii (.asc). Para el caso de la CAPV, en el apartado *5.1 Selección y descarga de los datos de entrada*, se indica dónde y cómo descargarse los datos climáticos regionalizados necesarios para utilizar la herramienta.

4

EL MODELO BIOCLIMÁTICO

La herramienta se alimenta de datos de temperatura y precipitación determinados con los que se calculan ciertos índices bioclimáticos (Figura 2) utilizando fórmulas matemáticas.

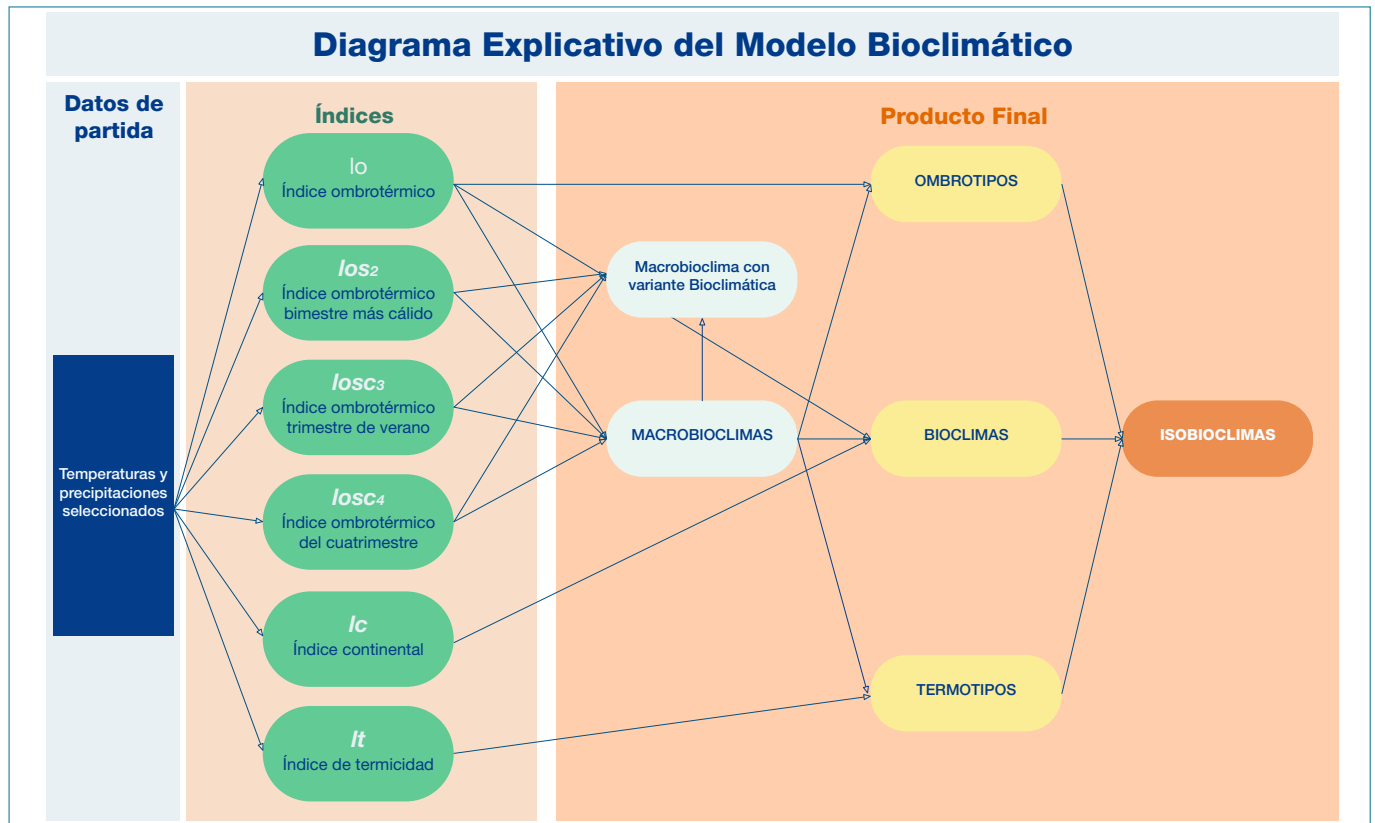


Figura 2. Diagrama del funcionamiento de la herramienta para obtener los mapas bioclimáticos.

Los resultados de estos índices se cruzan siguiendo las claves y tablas de Rivas-Martínez (Figura 3), obteniendo como resultado los mapas bioclimáticos. La clasificación bioclimática propuesta por Rivas-Martínez reconoce 5 macrobioclimas, 28 bioclimas y 5 variantes bioclimáticas. En la Figura 3 se recoge la síntesis de

la clasificación bioclimática a nivel global, donde se indican los valores de los diferentes índices bioclimáticos que se emplean para determinar los isobioclimas. La explicación de los índices, así como el método de su cálculo, se recogen en el Apartado 2.2. del presente documento.

Macrobioclimas ⁽¹⁾	Bioclimas ⁽²⁾	Sigla	Intervalos bioclimáticos			Pisos bioclimáticos: termostipos			Sigla	Pisos bioclimáticos: ombrotipos		Sigla	
			lc	lo		lt (ltc)	tp ⁽³⁾			lo			
Zona cálida: subtropical y templada, eutemplada (23° a 52° N & S), con sequía P < 2T, al menos bimestral tras el solsticio de verano: los ₂ ≤ 2, losc ₄ ≤ 2. En subtropical (23° a 35° N & S) al menos dos valores: T < 25°, m < 10°, ltc < 580.	Me. Pluviestacional Oceánico	mepo	≤21	>2.0	-	-					1.Ultrahiperárido	<0.2	uha
	Me. Pluviestacional Continental	mepc	>21	>2.0	-	-	1.Inframediterráneo	450-580	>2.400	ime	2.Hiperárido	0.2-0.4	har
	Me. Xérico Oceánico	mexo	≤21	1.0-2.0	-	-	2.Termomediterráneo	350-450	>2.100	tme	3.Árido	0.4-1.0	ari
	Me. Xérico Continental	mexc	>21	1.0-2.0	-	-	3.Mesomediterráneo	220-350	>1.500	mme	4.Semiárido	1.0-2.0	sar
	Me. Desértico Oceánico	medo	≤21	2.0-1.0	-	-	4.Supramediterráneo	80-230	>900	sme	5.Seco	2.0-3.6	sec
	Me. Desértico Continental	medc	>21	2.0-1.0	-	-	5.Orromediterráneo	<80	450-900	ome	6.Subhúmedo	3.6-6.0	shu
	Me. Hiperdesértico Oceánico	meho	≤21	<0.2	-	-	6.Crioromediterráneo	-	1-450	cme	7.Húmedo	6.0-12.0	hum
	Me. Hiperdesértico Continental	mehc	>21	<0.2	-	-	7.Gélido ⁽⁴⁾	-	0	gme	8.Hiperhúmedo	12.0-24.0	hhu
											9.Ultrahiperhúmedo	24.0-48.0	uhh
										10.Hiperhúmedo Extremo	>48	hhe	
Zona cálida: subtropical y templada (23° a 66° N & 23° a 54° S). De 23° a 35° N & S, a < 200 m, al menos dos valores: T < 21°, M < 18°, ltc < 470. los ₂ > 2, losc ₄ > 2.	T. Hiperocéánico	teho	≤11	>3.6	-	-	1.Infratemplado	>410	>2350	ite	4.Semiárido	<2.0	sar
	T. Oceánico	teoc	11-21	>3.6	-	-	2.Termotemplado	290-410	>2000	tte	5.Seco	2.0-3.6	sec
	T. Continental	teco	>21	>3.6	-	-	3.Mesotemplado	190-290	>1400	mte	6.Subhúmedo	3.6-6.0	shu
	T. Xérico	texe	≥4	≤3.6	-	-	4.Supratemplado	<190	>800	ste	7.Húmedo	6.0-12.0	hum
							5.Orrotemplado	-	380-800	ote	8.Hiperhúmedo	12.0-24.0	hhu
							6.Criorotemplado	-	1-380	cte	9.Ultrahiperhúmedo	24.0-48.0	uhh
							7.Gélido	-	0	gte	10.Hiperhúmedo Extremo	>48	hhe

Figura 3. Extracto de la tabla sinóptica de los bioclimas mundiales según Rivas-Martínez (Rivas-Martínez, *Sinopsis bioclimática (tablas)*, 2004), relativa a los macrobioclimas Templado y Mediterráneo.

En el **Anexo II** se detalla el funcionamiento de la herramienta.

Contenido de la herramienta

La herramienta consta de una aplicación almacenada en una ArcGIS ToolBox «.tbx» y las capas *layer* para la asignación de la simbología. La persona usuaria debe seleccionar y descargar los datos climáticos necesarios e iniciar la aplicación.

5

¿CÓMO USAR LA HERRAMIENTA?



En este apartado, se explica paso a paso cómo utilizar la herramienta de cálculo de bioclimas de la CAPV, desde la descarga de los datos hasta la produc-

ción de los mapas. Se incluyen además recomendaciones para facilitar su uso.

5.1.

Selección y descarga de los datos de entrada

Los datos de entrada hacen referencia a datos climatológicos de una determinada zona. Estos datos deben disponerse como **ráster** en **formato Ascii** (**extensión “.asc”**) almacenados en el equipo.

Se utilizarán preferentemente datos referentes al territorio de la CAPV, ya que la herramienta ha sido diseñada teniendo en cuenta las características de ese territorio. No obstante, siempre que se cumpla con el requisito indicado, se pueden incorporar los datos de

cualquier parte del mundo dentro de los macrobioclimas Templado y Mediterráneo, siempre que se den ciertas condiciones como que no haya ningún mes con temperatura media inferior a 0°C, el I_t sea mayor a 120 o que no sea necesario calcular el I_{tc} .

Para que el análisis pueda aplicarse a estudios de cambio climático, se recomienda que los datos de entrada tengan una resolución adecuada al ámbito de estudio.

Datos de los escenarios climáticos regionalizados de Euskadi

Los escenarios climáticos regionales permiten disponer de datos climáticos de alta resolución calculados a partir de los escenarios internacionales de la iniciativa Euro-Cordex, para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 descritos en el último informe AR5 del IPCC. Para el ámbito de la CAPV se dispone de un visor de escenarios climáticos y series de datos (<http://escenariosklima.ihobe.eus/home>) con una alta resolución

espacial (1km x 1 km) y alta resolución temporal (datos diarios) hasta el año 2100 de las variables de temperatura, precipitación y de indicadores derivados (olas de calor, noches tropicales, días de helada...) (Ihobe, 2018). Esta herramienta permite además la descarga de series temporales de datos, por años o por estaciones, bien medias anuales o bien datos diarios, en diferentes formatos (**Figura 4**).

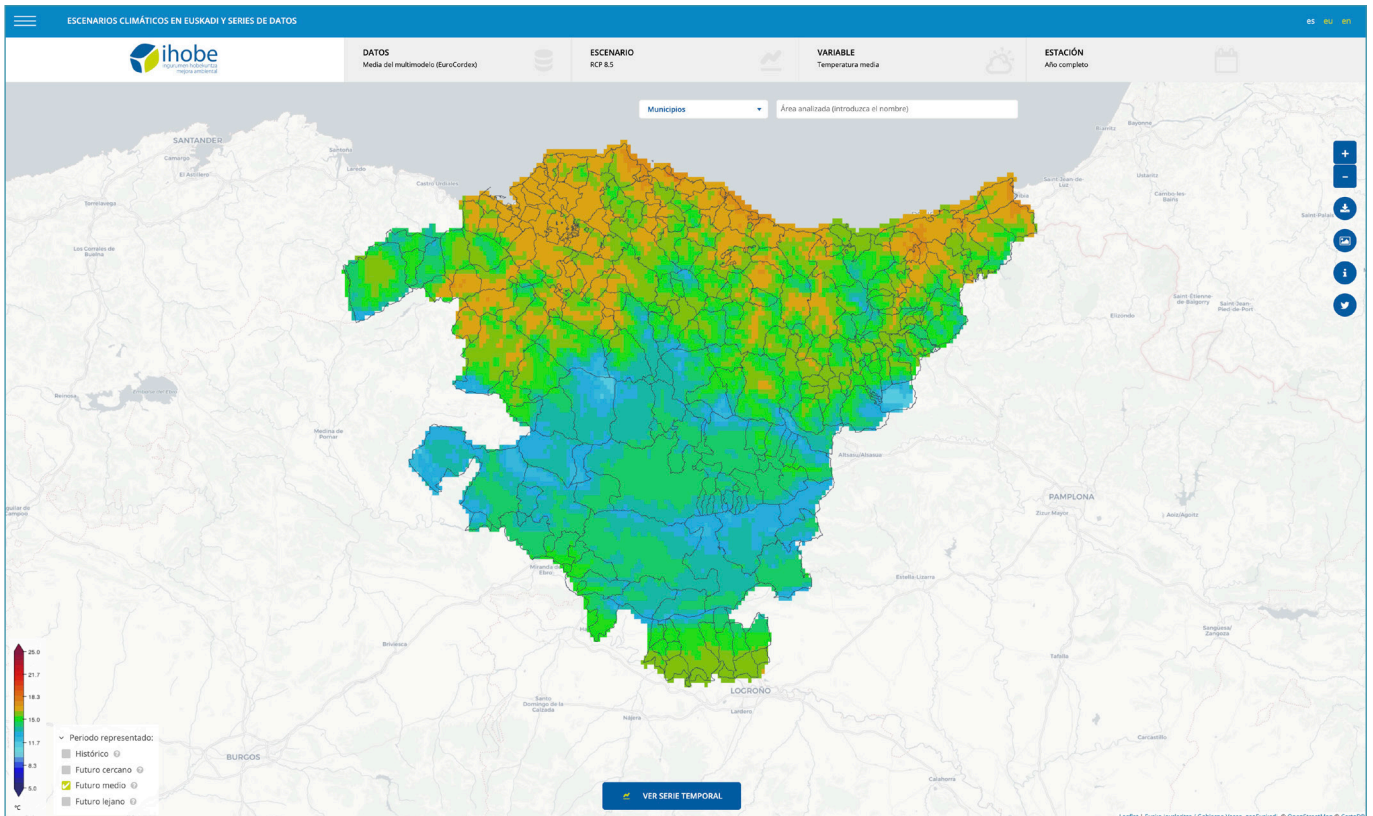


Figura 4. Vista del visor de escenarios climáticos y series de datos con alta resolución espacial (Ihobe, 2018).

Para poder incorporar los datos de los escenarios climáticos regionalizados en la herramienta de cálculo de los bioclimas, pueden descargarse desde el servicio de descarga de FTP del visor (<http://escenariosklima.ihobe.eus/data>).

Los datos deben descargarse en formato **Ascii (“.asc”)** (Figura 5).



Figura 5. Capturas de pantalla del área de descarga de datos FTP del visor de escenarios climáticos (Ihobe, 2018).

Para obtener la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez para la región de la CAPV, solamente son necesarios datos referentes a la temperatura (en grados centígrados) y a la precipitación (en milímetros), ya que no se considera una zona ni muy oceánica ni muy continental, en cuyo caso sería necesario contar con datos complementarios.

Para algunos datos, será necesario disponer de valores medios anuales, mientras que para otros se necesitarán valores medios mensuales. En la **Figura 6** se resumen los datos necesarios para el uso de la herramienta:

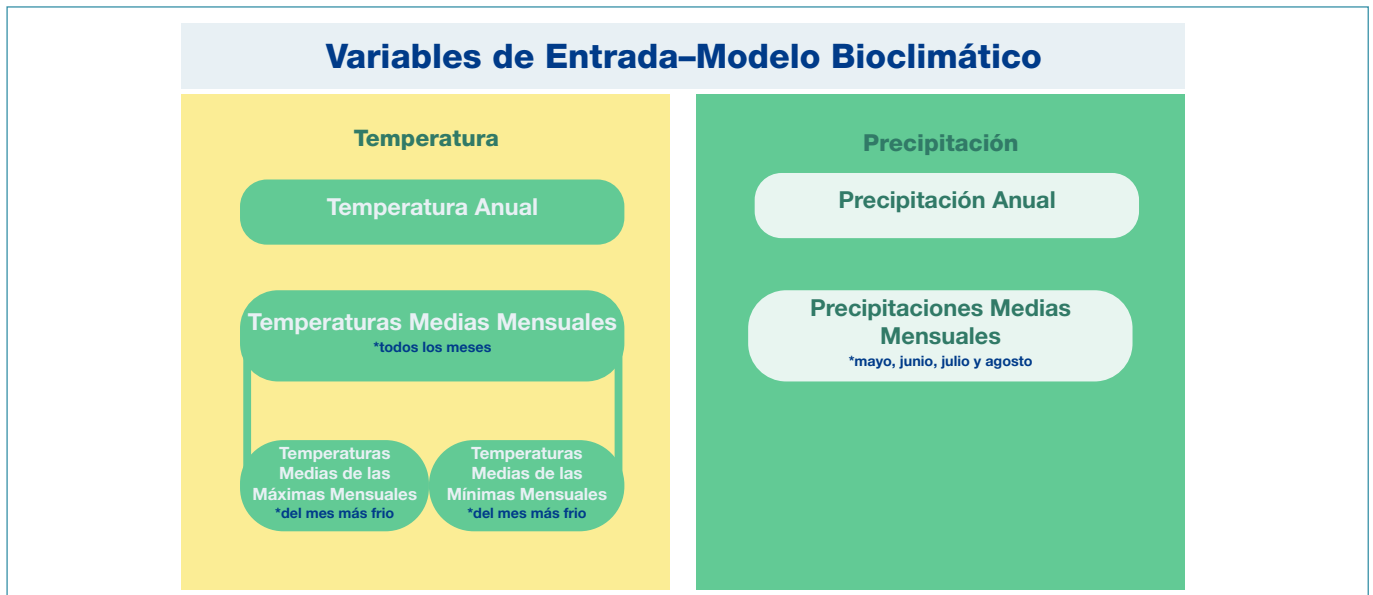


Figura 6. Datos de precipitación y temperatura necesarios para el cálculo de las unidades bioclimáticas mediante la herramienta.

Con los datos de temperaturas y precipitaciones del escenario climático regionalizados para la CAPV se pueden calcular todos los índices necesarios para poder obtener los resultados deseados en la herra-

mienta: macrobioclimas (y las variantes bioclimáticas), bioclimas, ombrotipos, termotipos, y, por último, los isobioclimas.



En el **Anexo I** se explica la nomenclatura de los datos, y se indica paso a paso cómo seleccionar y descargar los datos de entrada del modelo.

En el **Anexo II** se explica el funcionamiento de la herramienta.



Recomendación: crear una carpeta denominada “Visor Bioclimático” donde guardar los datos de entrada, así como la propia herramienta.

Aunque no es necesario, es muy recomendable antes de abrir el ArcMap seleccionar los datos que se van a necesitar para obtener los resultados y guardarlos en una carpeta específica. También es recomendable que esta carpeta se encuentre alojada en un

servidor local. Se sugiere denominar la carpeta como «Visor Bioclimático» y dentro crear otra carpeta donde guardar los datos de entrada: *Visor Bioclimático*\Datos de entrada (**Figura 7**):

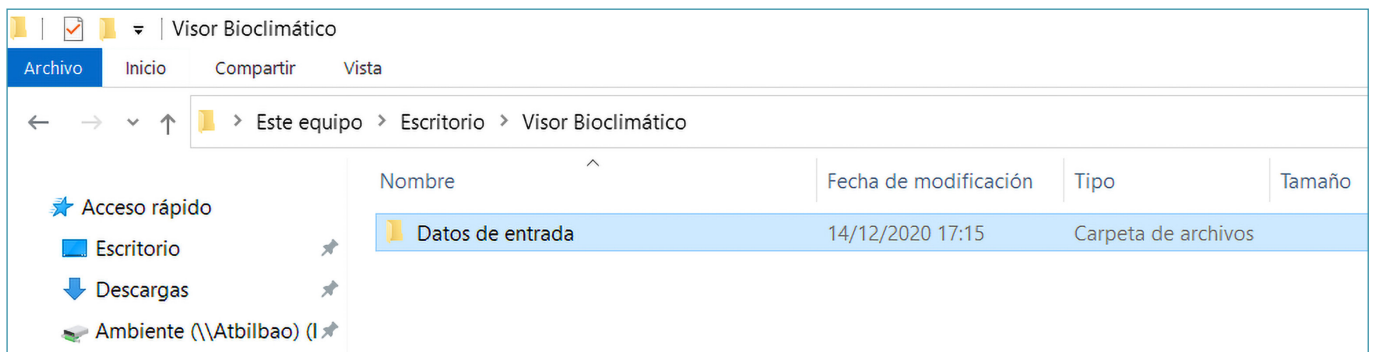


Figura 7. Creación de la carpeta donde almacenaremos los datos de entrada para el modelo.

Además, se recomienda guardar también la propia herramienta (almacenada en una ArcGIS Toolbox «.tbx») y las capas *layer* (.lyr) asociadas en la misma carpeta

«*Visor Bioclimático*», con la denominación *Visor Bioclimático\Herramienta* (Figura 8).

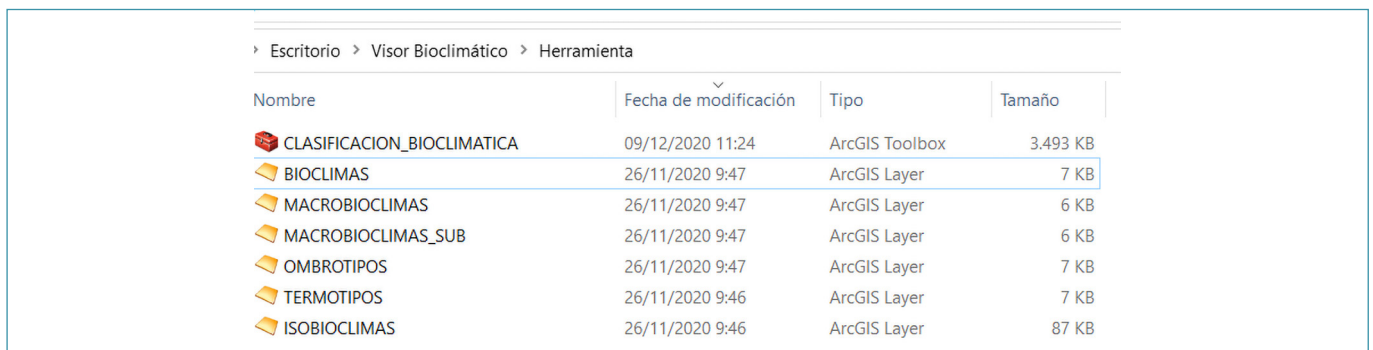


Figura 8. Ejemplo orientativo de la estructura de la carpeta *Visor Bioclimático\Herramienta*.

5.2. Inicio del software y conexión a la carpeta de datos

Una vez seleccionados y organizados datos que se van a utilizar, se ejecuta el software **ArcMap con licencia Advanced** y se conecta la carpeta de «*Visor Bioclimático*».

La conexión a la carpeta se realiza mediante **ArcCatalog** (normalmente se encuentra en la parte derecha del monitor), seleccionando en la barra de herramientas «Conectar a Carpeta», donde se debe buscar y añadir la carpeta creada (Figura 9).

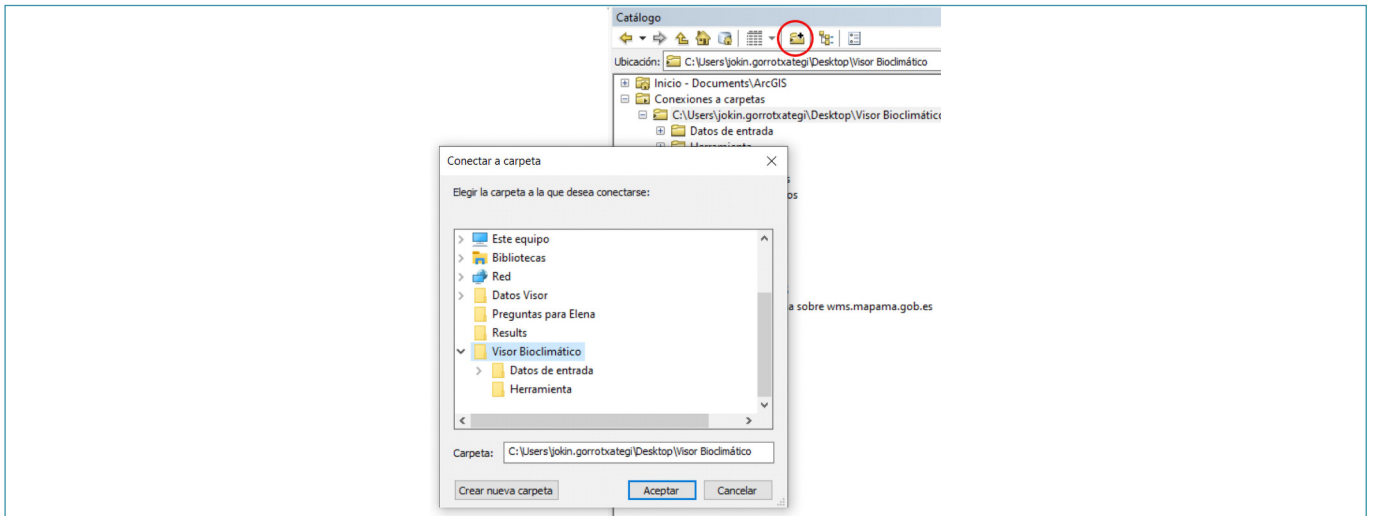


Figura 9. Método para conectar la carpeta de *Visor Bioclimático* con ArcCatalog. En rojo se señala la herramienta para conectar la carpeta.

5.3.

Inicio de la herramienta y selección de datos de entrada

Dentro de la herramienta “CLASIFICACIÓN_BIOCLIMATICA.TBX”, se debe iniciar (haciendo doble click) sobre la aplicación “Clasificación_bioclimatica”

(Figura 10). Automáticamente se abre un cuadro de diálogo donde deben introducirse los datos almacenados previamente.

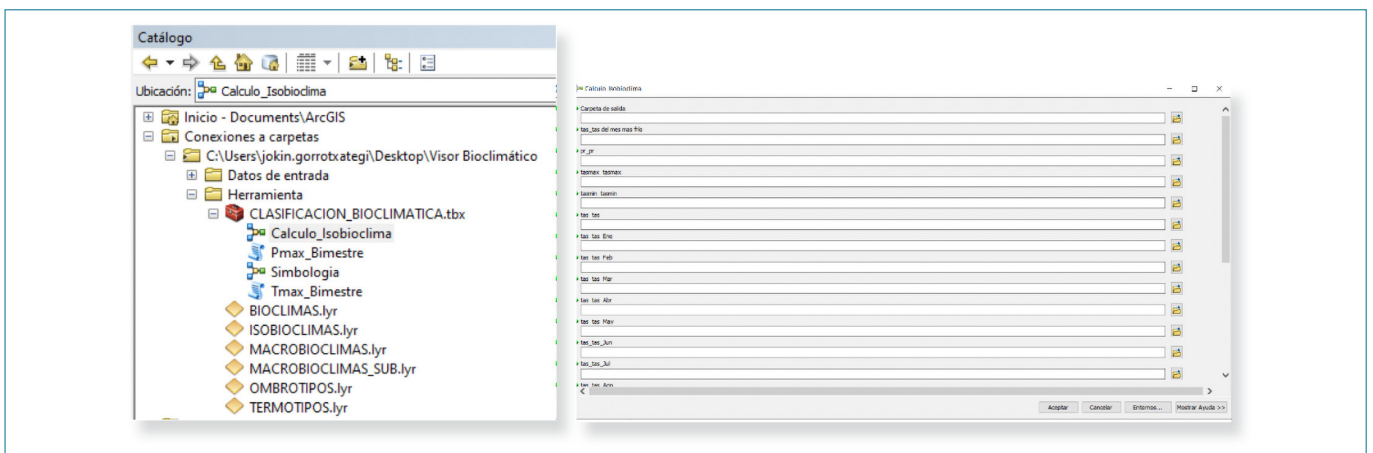


Figura 10. Abrir la herramienta que se encuentra en la ArcToolBox denominada CLASIFICACION_BIOCLIMATICA.tbx y abrir (doble click) la herramienta de “Clasificación_bioclimatica”. La imagen de la derecha muestra la herramienta una vez abierta.

En el cuadro de diálogo se debe seleccionar primero la carpeta de salida. Esta carpeta será donde se almacenen los resultados de la herramienta (archivos *.tif* y *.shp*). Para facilitar el uso de la herramienta, se recomienda seleccionar la carpeta creada previamente denominada «*Visor Bioclimático*».

Posteriormente, se deben introducir cada uno de los datos de entrada que previamente se han almacenado

en la carpeta «*Visor Bioclimático\Datos de entrada*», según las orientaciones de la **Figura 11** y del **Anexo I**.

La propia herramienta ofrece una ayuda (botón de «Mostrar Ayuda >>» que se encuentra en la parte inferior derecha de la herramienta) para seleccionar adecuadamente los datos de entrada de cada variable climática.



¡ATENCIÓN! Se debe de modificar el «tamaño de celda» (hace referencia a la resolución espacial) de los resultados.

Para los datos de los escenarios climáticos regionalizados de la CAPV, las unidades de los datos de entrada están en grados y tienen una resolución de 0.008333, es decir de aproximadamente 1 Km de paso de malla (ver Figura 11).

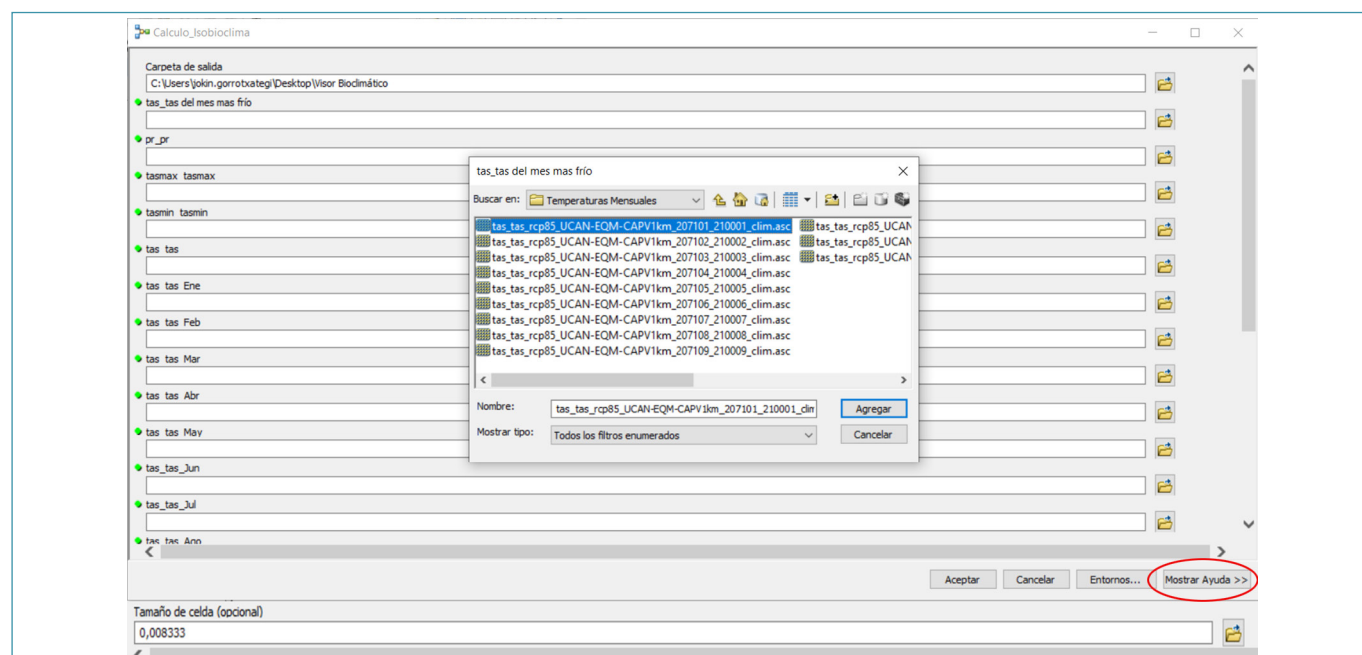


Figura 11. Selección de la carpeta donde se almacenarán los resultados y selección de los datos de entrada. En este caso, se selecciona la temperatura media del mes más frío (enero), *tas_tas* del mes más frío. Se debe de modificar el tamaño de la celda para que coincida con la resolución de los datos de entrada, es decir, 0.008333°. En rojo el botón para mostrar ayuda para la selección de la variable climática de forma correcta.

Una vez seleccionados todos los datos de entrada, se pulsa “Aceptar”. La herramienta tardará unos minutos en ejecutarse.



¡IMPORTANTE! Antes de ejecutar la herramienta pulsando “Aceptar”, es conveniente revisar que se han cargado los archivos correctos en cada campo, ya que la herramienta se ejecutará igualmente, aunque el archivo cargado no sea el correspondiente, dando un resultado que puede conllevar interpretaciones erróneas.

Los resultados se guardarán automáticamente en la carpeta «*Visor Bioclimático*», en una carpeta denominada «*Visor Bioclimático\EscenariosBioclimáticos*» que a su vez contiene dos carpetas: «*Visor Bioclimático\EscenariosBioclimáticos\PasosIntermedios*», donde se

guardan todos los resultados de los cálculos intermedios que realiza la herramienta para obtener el resultado final (**Figura 12**) y «*Visor Bioclimático\EscenariosBioclimáticos\Resultados*».

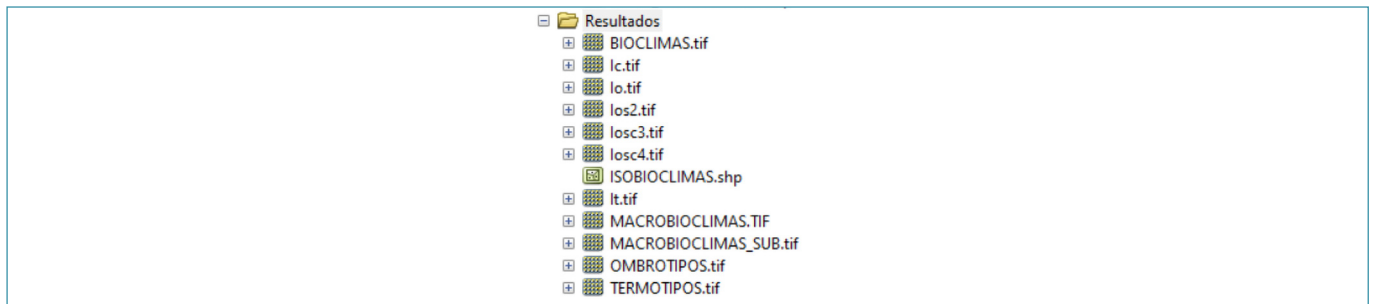


Figura 12. Resultados finales que se guardan en la carpeta “*Resultados*”.

En esta segunda carpeta se guardarán todos los resultados finales de la herramienta² así como otros

resultados que pueden resultar de interés, como los índices bioclimáticos (**Figura 13**).

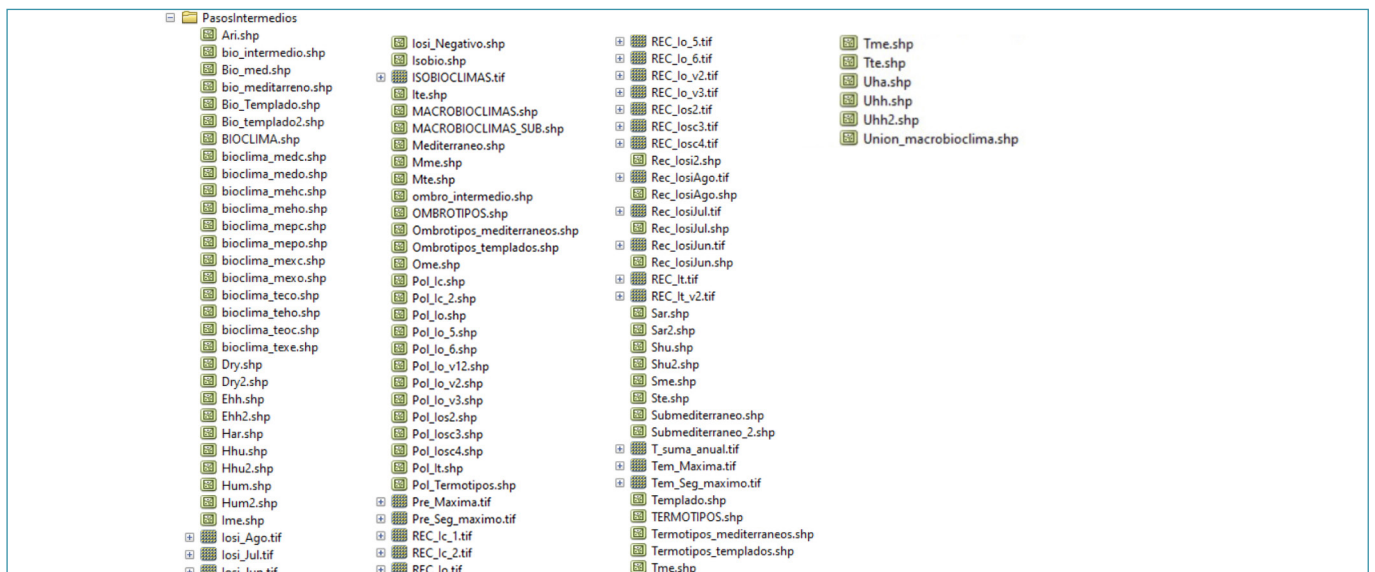


Figura 13. Resultados que se guardan en la carpeta “*PasosIntermedios*”.

² Los archivos *.tif son raster georeferenciados, a los que hay que adjudicar un sistema de coordenadas. Solo los isobioclimas se generan en formato *.shp.

5.4. Visualización de los resultados

Para visualizar las capas resultantes se deben incorporar los archivos a **ArcMap**, arrastrándolos desde la carpeta a la tabla de contenidos del visor (**Figura 14**).

Con el objeto de dar mayor libertad a la hora de emplear la herramienta, los datos resultantes no disponen de un sistema de coordenadas asignado.

Para poder proyectar los mapas, se debe seleccionar un sistema de coordenadas.

En el caso de los datos de los escenarios regionalizados de la CAPV, se encuentran por defecto en el sistema de coordenadas geográficas WGS84 (EPSG4326) y las unidades están definidas en grados decimales, por lo que se recomienda utilizar esa proyección.

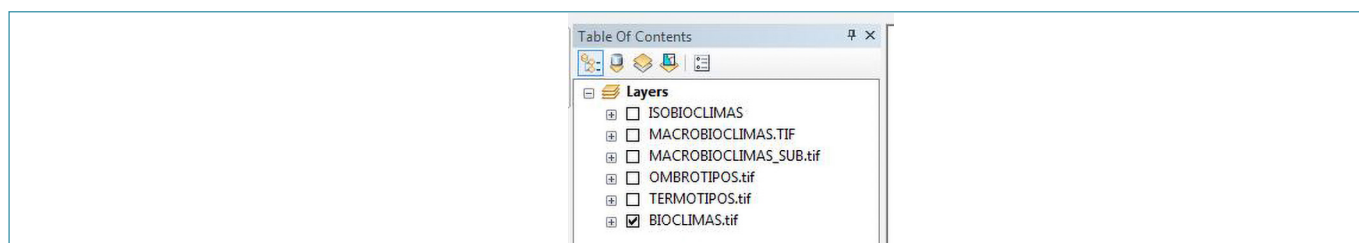


Figura 14. Tabla de Contenidos después de añadir las capas de los resultados.

5.5. Asignación de simbología

Los archivos resultantes tienen una simbología aleatoria. Para poder visualizarlos con una simbología más representativa y acorde con la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez, se ha elaborado otra herramienta llamada “Simbología”, que se facilita junto con el modelo de los visores bioclimáticos. Este paso es opcional, ya que cada persona usuaria puede asignar la simbología que considere más adecuada.

Para que la herramienta “Simbología” funcione, se deben haber cargado todos los resultados finales obtenidos, es decir, las capas correspondientes a Macrobioclimas, Macrobioclimas con variante submediterránea, Bioclimas, Termotipos, Ombrotipos e Isobioclimas (no es necesario visualizar los resultados de los índices bioclimáticos). Una vez abierta la herramienta de “Simbología” (haciendo doble click), abre un cuadro de diálogo (**Figura 15**) donde se deben incorporar los archivos con formato *layer* (.lyr) que se encuentran en la carpeta *Visor Bioclimático\Herramienta*:

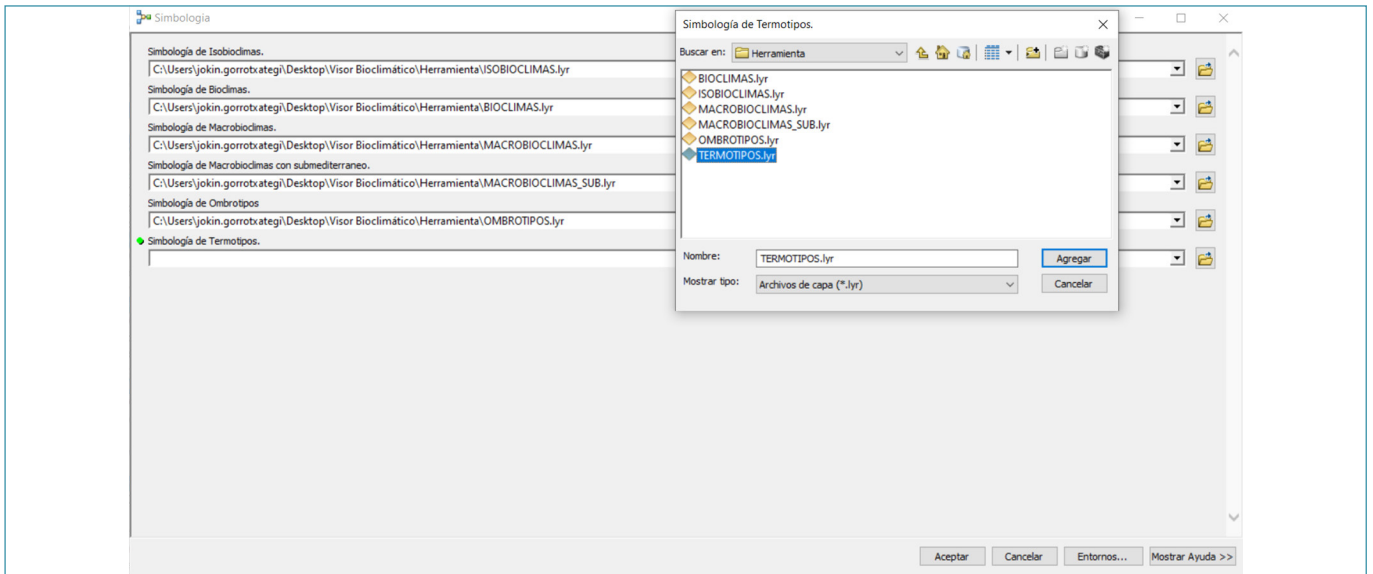


Figura 15. Proceso de añadir las capas “.lyr” para poder cambiar la simbología de los resultados a una más acorde con la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez (Rivas-Martínez, Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial, Versión 27-08-2004, 2004).



¡ATENCIÓN! Cuando concluya el modelo para cambiar la simbología, se debe “refrescar” tanto el visor del mapa como la tabla de contenidos a la izquierda del visor. Para refrescar los datos del visor, bastará con pulsar en el botón de actualizar en el margen inferior izquierdo del visor. Para refrescar la simbología de la tabla de contenidos, se deberá de alternar de vista y se actualizará solo.

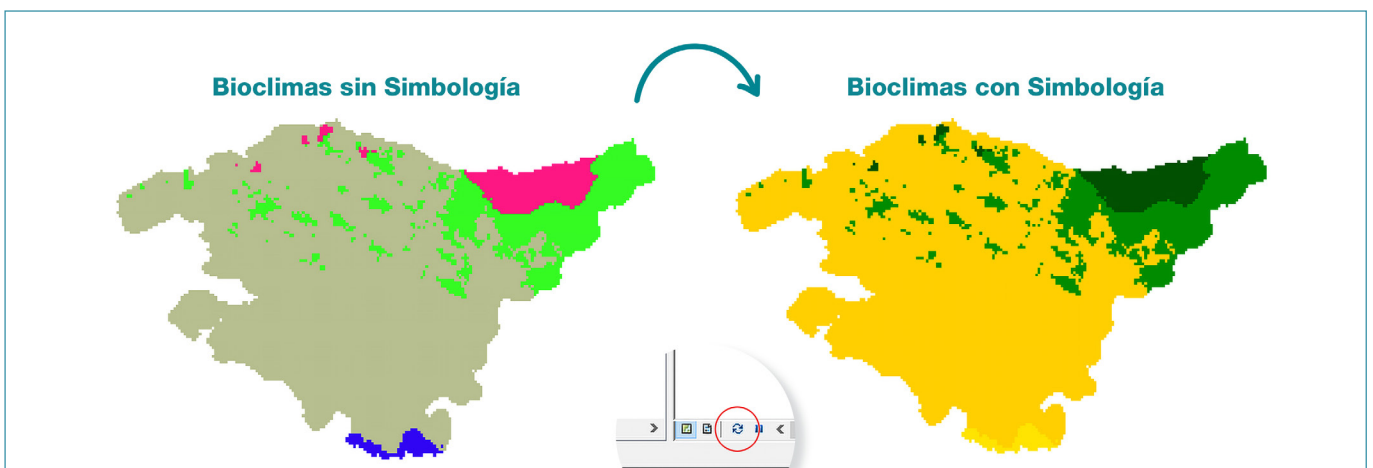


Figura 16. Resultado del proceso de aplicación de la simbología de los resultados a una más acorde con la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez.

6

REFERENCIAS

- Ihobe. (2017). *Elaboración de escenarios regionales de alta resolución para el País Vasco*. Proyecto Klimatek 2016, Bilbao. Obtenido de <https://www.ihobe.eus/publicaciones/escenarios-cambio-climatico-alta-resolucion-para-pais-vasco-3>
- Ihobe. (2018). Escenarios climáticos en Euskadi y series de datos. Obtenido de <http://escenariosklima.ihobe.eus/home>
- Ihobe. (2019). *Escenarios de cambio climático de alta resolución para el País Vasco. Fase II: Datos diarios con metodologías de corrección de sesgo*. Bilbao: Ihobe. Obtenido de <https://www.ihobe.eus/publicaciones/escenarios-cambio-climatico-alta-resolucion-para-pais-vasco-2>
- Ihobe. (2021). *Análisis bioclimático de la Comunidad Autónoma del País Vasco en escenarios de cambio climático*. Bilbao.
- Rivas-Martínez, S. (27 de 08 de 2004). *Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial, Versión 27-08-2004*. (C. d. Fitosociológicas, Editor) Recuperado el 14 de 10 de 2021, de https://webs.ucm.es/info/cif/book/bioc/global_bioclimatics_0.htm

ANEXO 1

NOMENCLATURA Y DESCARGA DE LOS DATOS CLIMÁTICOS

Para orientar a las personas usuarias de la herramienta de los bioclimas de la CAPV en la correcta selección de los datos, en el presente anexo se presenta

con detalle la tipología de datos a descargar y una explicación de su nomenclatura.



Figura I. Elección del formato de los datos de entrada. Para la herramienta es necesario que los datos estén en formato Ascii.

Formato de los datos

Como se ha indicado anteriormente, los datos que la herramienta necesita han de estar en formato **ASCII (.asc)**. Sin embargo, en las páginas de descarga se pueden encontrar los datos climáticos también en otros formatos (**Figura I**): en formato de CSV (.csv) y

en formato de NETCDF (.nc). El primero es un formato tabular que puede leerse en Excel y el segundo es el formato más utilizado por la comunidad científica para el procesamiento de datos climáticos.

Contenido de los datos

Dentro de cada uno de los formatos y para los datos en formato Ascii también, se encuentran dos tipos de datos de acuerdo con sus contenidos: los datos sobre la señal del cambio denominado “delta” y los valores climáticos que se encuentran almacenados dentro de la carpeta “clim”. Para el uso de la herramienta, se deben seleccionar los datos de la carpeta “**clim**”.

Temporalidad

Los datos también tienen diferente temporalidad: anual, mensual y estacional. Para su uso en la herramienta son necesarios los datos **anuales y mensuales**.

Corrección de sesgos

Los datos climáticos requieren de una corrección de sesgos que eliminen desviaciones graves, errores u omisiones, y para ello se suelen utilizar dos métodos: uno paramétrico denominado *Generalized Parametric Quantile Mapping (GPQM)*, y otro empírico denominado *Empirical Quantile Mapping (EQM)*. Para la CAPV están disponibles los datos con las dos correcciones de sesgo, y ambos son válidos para su uso en la herra-

mienta. El único requisito es seleccionar siempre los datos con la misma corrección de sesgo para que los resultados de la herramienta sean adecuados. (Nota: en el ejemplo del presente manual de uso, se han seleccionado los datos con corrección de sesgo EQM por coherencia, ya que en estudios previos de modelización de bioclimas se han utilizado esos datos).

Selección de datos

Finalmente, el visor de escenarios ofrece la descarga de diferentes valores, el valor promedio y diferentes estadísticos que son indicadores del grado de incertidumbre de un determinado valor de los escenarios: desviación estándar, coeficiente de variación y señal/ruido.

Para la obtención de los mapas bioclimáticos se utilizan los valores promedio.

Nomenclatura de los datos a seleccionar

En la **Figura II** se recoge la nomenclatura de todos los datos necesarios para la aplicación de la herramienta y que contiene toda la información relativa a los datos climáticos.

Escenarios II									
Variables anuales			Jerarquía del archivo Ascii						
Variable	Acrónimo - ArcMap	Acrónimo - Origen de los datos	Escenario	Método de Corrección de Sesgos	Ámbito	Resolución espacial	Periodo	Tipo de dato	Estadístico
Temperatura media anual	tas_tas	tas_tas	Rcp 8.5	UCAN-EQM UCAN-GPQM	CAPV	1km	1971_2001	clim	Media "" Desviación estándar "_std" Coeficiente de variación "_cv" Signal to noise "_snr"
Precipitación media anual	pr_pr	pr_pr					1971_2016		
Variables mensuales			Jerarquía del archivo Ascii						
Variable	Acrónimo - ArcMap	Acrónimo - Origen de los datos	Escenario	Método de Corrección de Sesgos	Ámbito	Resolución espacial	Periodo	Tipo de dato	Estadístico
Temperatura media mensuales	tas_tas_mes	tas_tas	Rcp 8.5	UCAN-EQM UCAN-GPQM	CAPV	1km	1971mm_2001mm	clim	Valor medio "" Desviación estándar "_std" Coeficiente de variación "_cv" Signal to noise "_snr"
Temperatura medias de las máximas mensuales	tasmax_tasmax	tasmax_tasmax					1971mm_2016mm		
Temperatura medias de las mínimas mensuales	tasmin_tasmin	tasmin_tasmin					1981mm_2010mm		
Precipitación media mensuales	pr_pr_mes	pr_pr					2011mm_2040mm		

Figura II. Esquema de la nomenclatura de los datos necesarios de Escenarios II (Ihobe, 2019) para el uso de la herramienta de los bioclimas de la CAPV.

Si bien la herramienta está pensada para ser utilizada principalmente con los datos climáticos generados en el proyecto Escenarios II o “Escenarios de cambio climático de alta resolución para el País Vasco II: datos diarios con metodologías de corrección de sesgo” (Ihobe, 2019), también pueden utilizarse los

datos del proyecto Escenarios I o “Elaboración de escenarios regionales de alta resolución para el País Vasco)” (Ihobe, 2017). En ese caso, se debe tener en cuenta que la nomenclatura de los archivos varía sensiblemente (**Figura III**).

Escenarios I									
Variables anuales			Jerarquía del archivo Ascii						
Variable	Acronimo - ArcMap	Acronimo - Origen de los datos	Escenario	Método de Corrección de Sesgos	Ámbito	Resolución espacial	Periodo	Tipo de dato	Estadístico
Temperatura media anual	tas_tas	tas_tg	Rcp 4.5	No Aplica	CAPV	1km	1971_2000	clim	Media ""
Precipitación media anual	pr_pr	pr_prcptot	Rcp 8.5				2011_2040		Desviación estandar "_std"
							2041_2070		Coefficiente de variación "_cv"
				2071_2100	Signal to noise "_snr"				

Variables mensuales										
Jerarquía del archivo Ascii										
Variable	Acronimo - ArcMap	Acronimo - Origen de los datos	Escenario	Método de Corrección de Sesgos	Ámbito	Resolución espacial	Periodo	Tipo de dato	Estadístico	Mes
Temperatura media mensual	tas_tas_mes	tas_tg	Rcp 4.5 Rcp 8.5	No Aplica	CAPV	1km	1971_2000 2011_2040 2041_2070 2071_2100	clim delta	Valor medio "" Desviación estandar "_std" Coefficiente de variación "_cv" Signal to noise "_snr"	_01
Temperatura medias de las máximas mensuales	tasmax_tasmax	tasmax_tx								_02
Temperatura medias de las mínimas mensuales	tasmin_tasmin	tasmin_tn								_03
										_04
									_05	
										_06
										_07
										_08
										_09
										_10
										_11
										_12

Figura III. Esquema y nomenclatura de los datos de Escenarios I (Ihobe, 2017) que se deben seleccionar y descargar.

Con el fin de facilitar la identificación de los datos necesarios, se presentan a continuación dos ejemplos que se ilustran en las **Figura IV** y **V**.

Ejemplo 1: el dato promedio temperatura media para el periodo 2071-2100 del RCP 8.5, con el método de corrección de sesgos EQM, con una resolución espacial 1x1 km (**Figura III**).

tas_tas_rcp85_UCAN-EQM-CAPV1km_2071_2100_clim.asc

Hace referencia a la variable que se está seleccionando, en este caso la temperatura media
Hace referencia al escenario climático , en este caso el escenario RCP8.5
Hace referencia al método de corrección de sesgos , en este caso el método de Empirical Quantile Mapping (EQM)
Hace referencia a la resolución del archivo, siendo este de 0.00833° ≈ 1 x 1 km
Hace referencia al periodo temporal , en este caso, como se trata de una variable anual , se compone de cuatro números (seis en el caso de datos mensuales)
Hace referencia al dato seleccionado, en este caso el promedio de la estimación y no en los estadísticos de dispersión (ej: desviación estándar que se escribiría → clim_std)

Figura IV. Categorización de cada una de las partes que componen la denominación de los archivos con los datos climáticos de los escenarios (I y II).

Ejemplo 2: temperatura media mensual de agosto para el periodo 2041-2070 y RCP 8.5, con corrección de sesgos EQM (Figura V).

descarga. Se ha desglosado el nombre y se han resaltado las partes más sensibles o difíciles de interpretar, con el objetivo de facilitar la comprensión y la búsqueda de los archivos necesarios para su descarga.

En la **Figura V** puede observarse un ejemplo de un archivo que se puede encontrar en el área de

Temperatura media mensual de agosto para el periodo 2041-2070 del Escenario II y con corrección de sesgos EQM

Variables mensuales		Jerarquía del archivo Ascii							
Variable	Acrónimo - ArcMap	Acrónimo - Origen de los datos	Escenario	Método de Corrección de Sesgos	Ámbito	Resolución espacial	Periodo	Tipo de dato	Estadístico
Temperatura media mensuales	tas_tas_mes	tas_tas	Rcp 8.5	UCAN-EQM UCAN-GPQM	CAPV	1km	1971mm_2001mm 1971mm_2016mm 1981mm_2010mm 2011mm_2040mm 2041mm_2070mm 2071mm_2100mm	clim delta	Valor medio " Desviación estandar "_std" Coeficiente de variación "_cv" Signal to noise "_snr"
Temperatura medias de las máximas mensuales	tasmax_tasmax	tasmax_tasmax							
Temperatura medias de las mínimas mensuales	tasmin_tasmin	tasmin_tasmin							
Precipitación media mensuales	pr_pr_mes	pr_pr							

tas_tas_rcp85_UCAN-EQM-CAPV1km_204108_207008_clim.asc

Sin Extensión

Figura V. Ejemplo concreto para la selección de un archivo.

ANEXO 2

FUNCIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA PARA LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA CAPV

En este anexo se recoge de forma pormenorizada el funcionamiento de la herramienta, indicando todos los cálculos y operaciones que realiza la herramienta para obtener los mapas bioclimáticos.

En el proceso del cálculo de los mapas es necesario el cálculo de variables intermedias (**Figura VI**), índices bioclimáticos de la metodología propuesta por Rivas-Martínez (Rivas-Martínez, 2004), que, aunque no son el objetivo final, aportan también información

de interés. Toda la información generada por la herramienta se almacena en dos carpetas que se crean de manera automática (“Pasos intermedios” y “Resultados”).

Muchas de las operaciones que realiza la herramienta en el proceso de la obtención de los resultados precisan del uso de herramientas de “Spatial Analyst”, por lo que, para poder usar la herramienta es necesario tener activada la licencia *Advanced* de ArcGis.

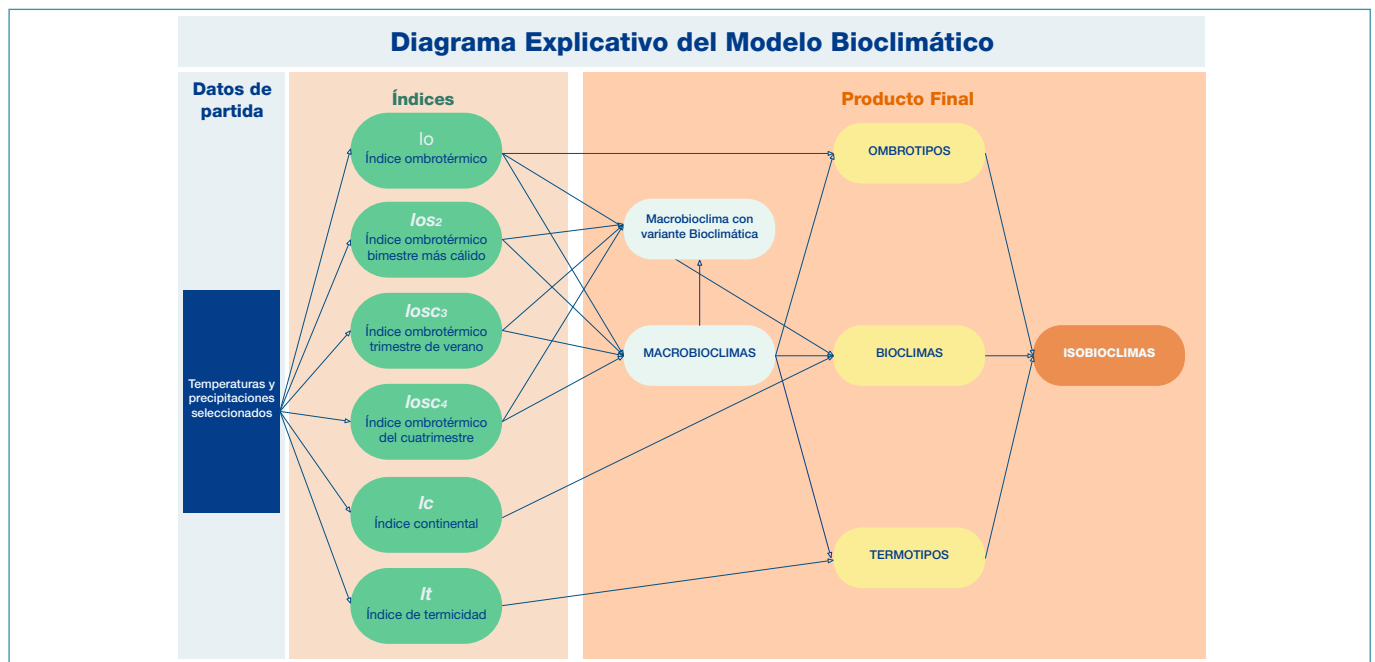


Figura VI. Diagrama explicativo y resumen del modelo bioclimático aplicado en la herramienta.

Todos los pasos y las operaciones necesarias se han diseñado mediante la aplicación *ModelBuilder*³ de ArcGIS, por lo que se realizan de manera automática sin ser necesario utilizar herramientas de geoprocésamiento por parte de las personas usuarias. Además, para algunas operaciones y para la selección de datos de partida, se han insertado comandos de *Python*⁴. En la **Figura VI**, se expone de manera gráfica y resumida el flujo de los cálculos y de los productos de la herramienta.

Se presentan de manera esquemática y resumida los pasos que sigue la herramienta para obtener los mapas bioclimáticos: empezando por los datos de partida, la obtención de las variables intermedias (índices bioclimáticos) y el cálculo de los mapas bioclimáticos.

Datos de partida

Para el cálculo de los índices intermedios, que se corresponden con los índices bioclimáticos, es necesario disponer de ciertos datos de temperatura y precipitación para el periodo seleccionado. Los datos necesarios son tanto variables anuales (un dato para el periodo completo por píxel) como mensuales (un dato por mes para el periodo completo por píxel).

Variables anuales:

- Temperatura media anual
- Precipitación media anual
- Precipitación anual

Variables mensuales:

- Temperatura media mensual (para todos los meses)
- Temperatura media de las máximas mensuales (del mes más frío)
- Temperatura media de las mínimas mensuales (del mes más frío)
- Precipitación media mensual (mayo, junio, julio y agosto)

Para facilitar el uso de la herramienta, se ha reducido el número de variables a seleccionar dadas las características de la región de la CAPV. Por ejemplo, si bien para el cálculo del Índice ombrotérmico anual (I_o) sería necesario sumar las precipitaciones medias mensuales de todos los meses del año con una temperatura media superior a 0°C, en la práctica, el dato que se selecciona es la precipitación media anual, ya que en la CAPV ningún mes tiene una temperatura media inferior a 0°C.

Cálculo de variables intermedias (índices bioclimáticos)

Los datos resultantes se almacenan en la carpeta "Resultados". A continuación se desglosan los diferentes índices utilizados:

— Índice ombrotérmico anual (I_o):

El Índice ombrotérmico anual mide el confort hídrico y es una variable clave para la definición de los macrobioclimas, los bioclimas y los ombrotipos.

³ *ModelBuilder* es una aplicación que se utiliza para crear, editar y administrar modelos. Los modelos son flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas de geoprocésamiento y suministran la salida de una herramienta a otra herramienta como entrada. *ModelBuilder* también se puede considerar un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo.

⁴ *Python* es un lenguaje de programación gratuito, multiplataforma y de código abierto compatible con ArcGIS (python.org).

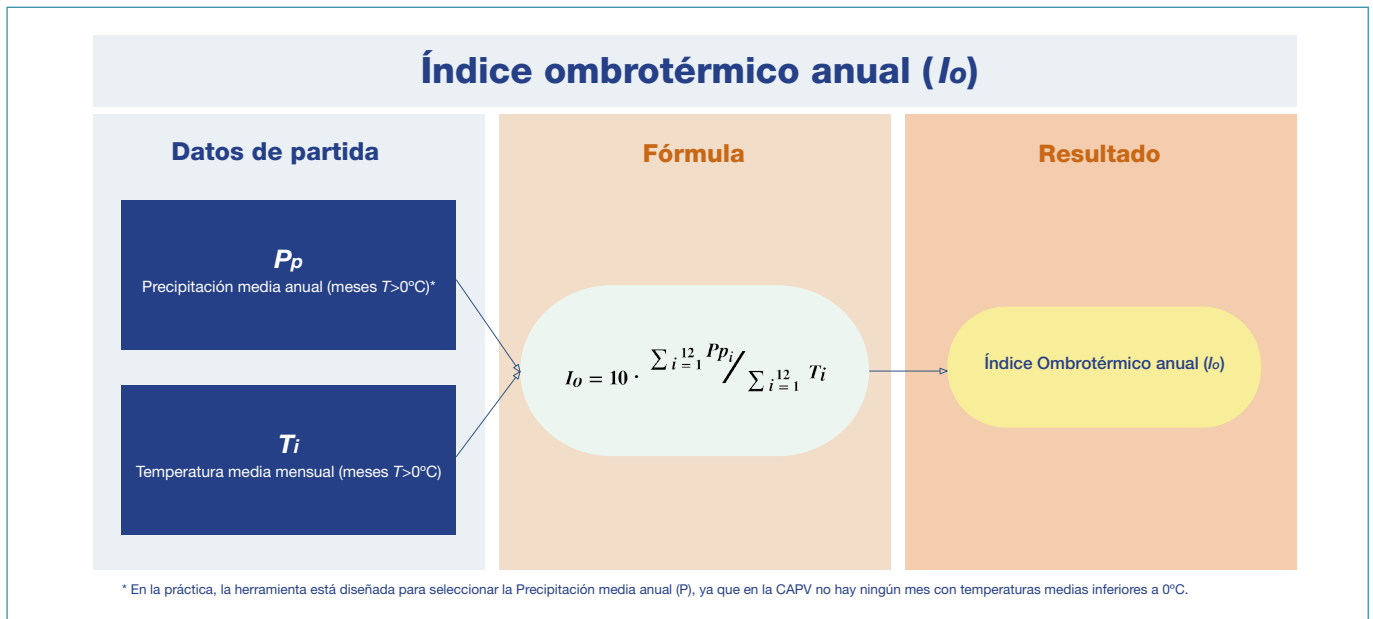


Figura VII. Diagrama del cálculo del índice ombrotérmico.

La herramienta no necesita los datos de precipitación de todos los meses ya que el sumatorio de estos es igual a la precipitación anual (*pr_pr*), pero sí necesita los datos sobre la temperatura mensual (*tas_tas_mes*) de todos los meses del año, ya que es

necesario conocer el sumatorio de estos para calcular el índice ombrotérmico (**Figura VII**).

Esta fórmula se aplica también para el cálculo de los índices ombrotérmicos trimestrales, mensuales, estivales, etc.

Fórmula aplicada en *ModelBuilder*:

$$I_o = 10 \cdot ('pr_pr' / (10 * 'tas_tas_ene' + 10 * 'tas_tas_feb' + \dots))$$

— Índices ombrotérmicos estivales:

Estas variables son necesarias para la determinación de los bioclimas, así como de las variantes bioclimáticas, al encontrarse la CAPV en una zona de transición entre dos macrobioclimas. Para ello, es necesario el cálculo de los denominados “índices ombrotérmicos estivales compensables” (*los₂*, *los₃*, *los₄*), que miden la aridez estival y su compensación, de manera que pueden discriminar entre las variantes bioclimáticas (**Figura VIII**).

- Índice ombrotérmico del bimestre más cálido (*los₂*), de los meses de julio y agosto.
- Índice ombrotérmico del trimestre más cálido (*los₃*), de los meses de junio, julio y agosto.
- Índice ombrotérmico del cuatrimestre más cálido (*los₄*), de los meses de mayo, junio, julio y agosto.

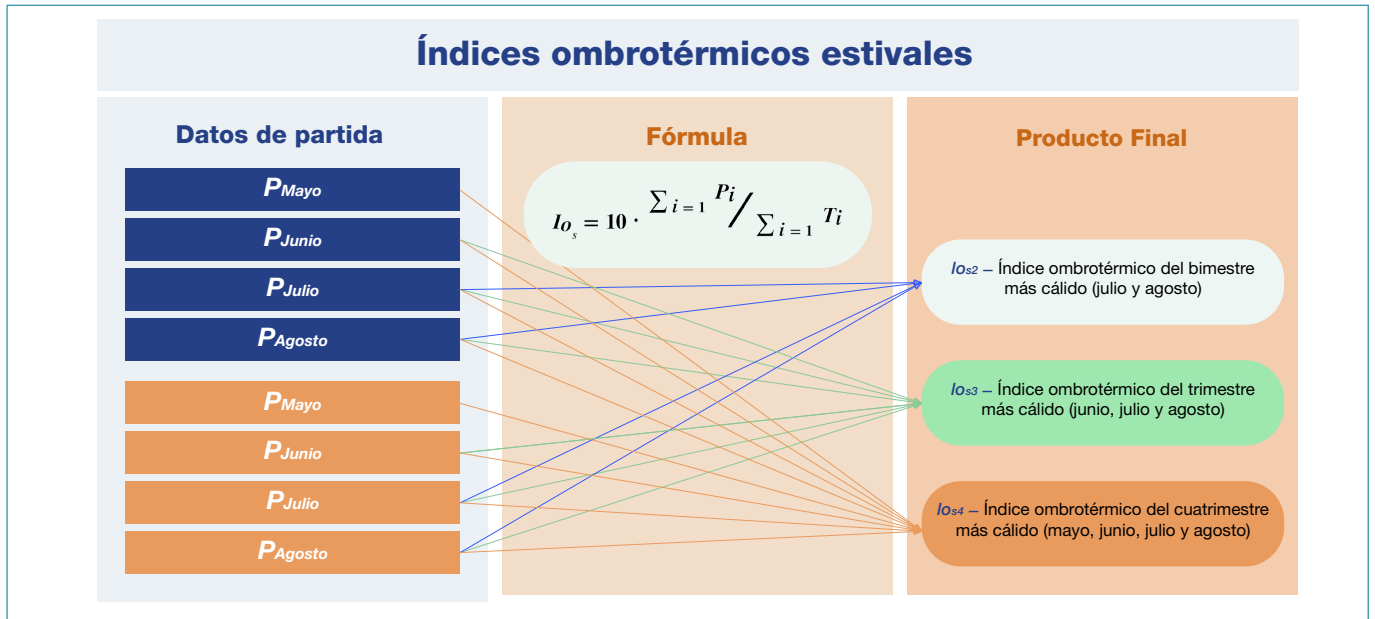


Figura VIII. Diagrama del cálculo de los índices ombrotérmicos estivales.

– Índice de continentalidad (I_c):

Este índice mide la amplitud de la oscilación de la temperatura a lo largo del año y es necesario para determinar el bioclima (Figura IX).

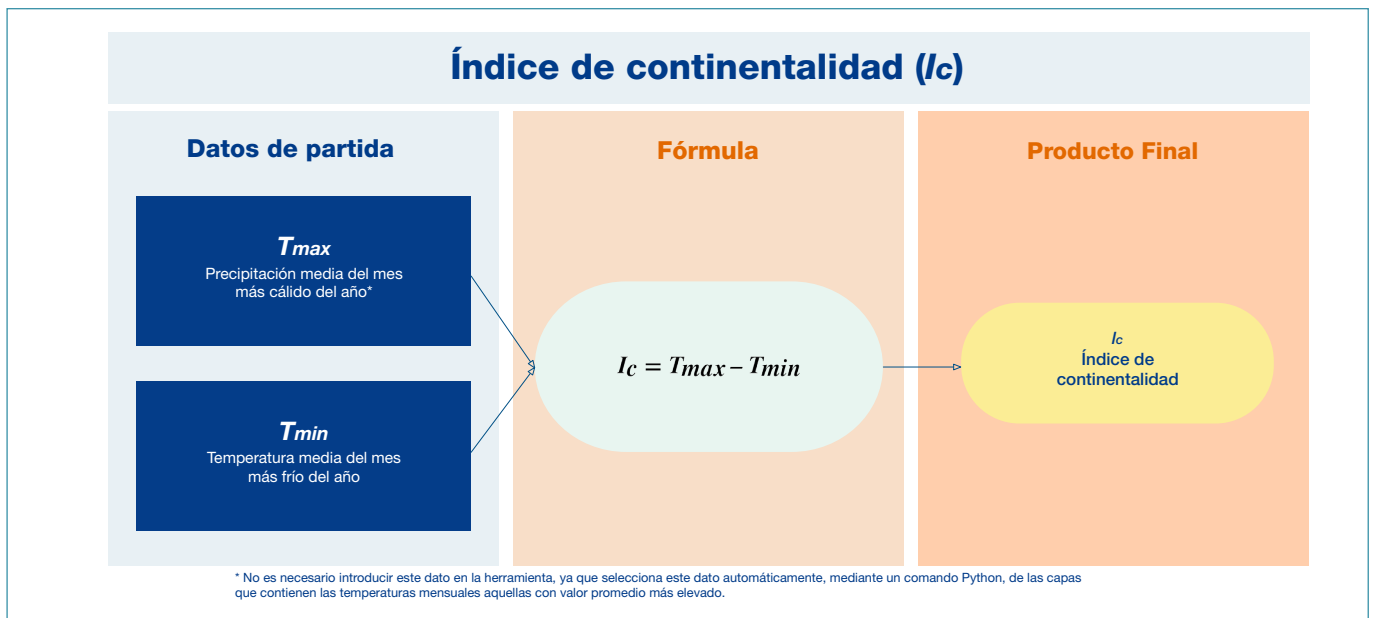


Figura IX. Diagrama del cálculo del índice de continentalidad.

Fórmula aplicada en *ModelBuilder*:

$$I_c = "Tem_Maxima.tif" - "tas_tas_del_mes_más_frío"$$

— **Índices de termicidad (I_t):**

Este índice pondera la intensidad del frío, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales.

De acuerdo con la metodología de Rivas-Martínez, para aquellas zonas con una continentalidad muy elevada o reducida es necesario compensar el índice de termicidad para que los resultados sean compa-

rables. Para tener que calcular el índice de termicidad compensado, Rivas-Martínez establece el límite para las zonas con un índice de continentalidad simple I_c inferior a ocho o superior a 18 ($I_c < 8$ y $I_c > 18$). En el caso de la CAPV, el índice de continentalidad simple siempre oscila dentro de este rango, es decir $8 < I_c < 18$ (Tabla I), por lo que no será necesario calcular el índice de termicidad compensado:

Tabla I. Los índices de continentalidad de los distintos horizontes temporales de Escenarios II. Nótese que todos los valores oscilan entre 8 y 18.

Escenarios II	Índice de Continentalidad Simple - I_c		
	Horizonte temporal	Valor inferior	Valor superior
	1971 – 2000	9.27	17.35
	1971 – 2016	9.65	17.12
	1981 – 2010	9.50	17.13
	2011 – 2040	9.47	15.82
	2041 – 2070	9.80	16.53
	2071 – 2100	9.94	17.87

Por lo tanto, el Índice de termicidad se calcula de la siguiente manera:

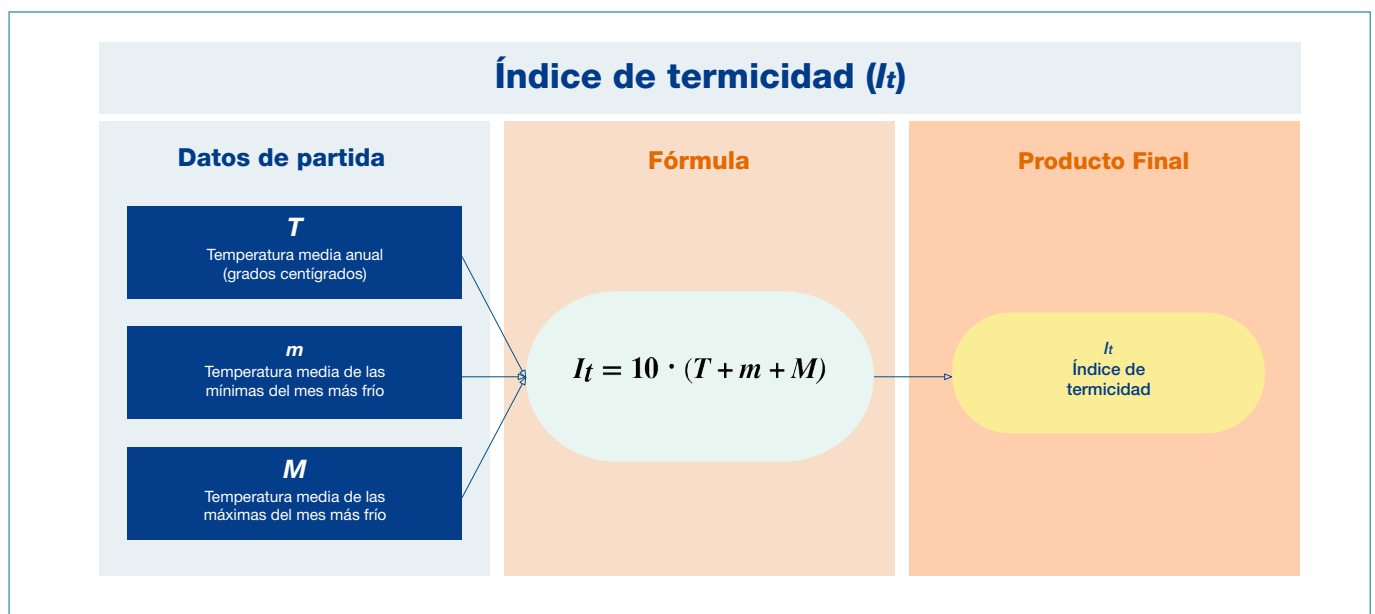


Figura X. Diagrama del cálculo del índice de termicidad.

Cálculo de mapas bioclimáticos

MACROBIOCLIMAS

La primera variable bioclimática que calcula la herramienta es el macrobioclima, ya que el resto de las variables dependen de esta; es necesario conocer a qué macrobioclima pertenece cada pixel o localización para calcular los bioclimas y los pisos bioclimáticos.

La CAPV está ubicada en una latitud entre los 42°N y los 44°N. Según Rivas-Martínez, en esas latitudes solamente pueden existir los macrobioclimas mediterráneo, templado y boreal. Las condiciones climáticas de la CAPV no se corresponden con las características propias de un macrobioclima boreal, por lo que

en la CAPV solamente existen dos macrobioclimas: el macrobioclima mediterráneo y el macrobioclima templado.

El factor más determinante que diferencia estos dos macrobioclimas, según la metodología aplicada, hace referencia a la presencia o ausencia de una sequía estival donde la evapotranspiración potencial sea superior a la precipitación acumulada derivando en un estrés hídrico (Tabla II). Es conocido que este factor es uno de los más importantes para explicar la distribución de la vegetación.

Tabla II. Tabla obtenida de Rivas-Martínez (2008), donde se muestra las condiciones para considerar una localización como mediterránea o templada.

<i>I_o</i>	<i>I_{os2}</i>	<i>I_{os3}</i>	<i>I_{os4}</i>
2.0 - 2.8	>= 1.9	>= 2.0	>= 2.0
2.8 - 3.6	>= 1.8	>= 1.9	>= 2.0
3.6 - 4.8	>= 1.8	>= 1.9	>= 2.0
4.8 - 6.0	>= 1.7	>= 1.9	>= 2.0
6.0 - 7.0	>= 1.5	>= 1.8	>= 2.0
7.0 - 8.0	>= 1.4	>= 1.8	>= 2.0
8.0 - 9.0	>= 1.3	>= 1.8	>= 2.0
9.0 - 10.0	>= 1.2	>= 1.8	>= 2.0
10.0 - 11.0	>= 1.1	>= 1.7	>= 2.0
11.0 - 12.0	>= 1.0	>= 1.7	>= 2.0
> 12.0	>= 0.9	>= 1.7	>= 2.0

Para determinar si una determinada localización pertenece o no al macrobioclima mediterráneo se estudian los índice ombrotérmicos, tanto el anual como los estivales, siguiendo el esquema de la **Figura XI**.

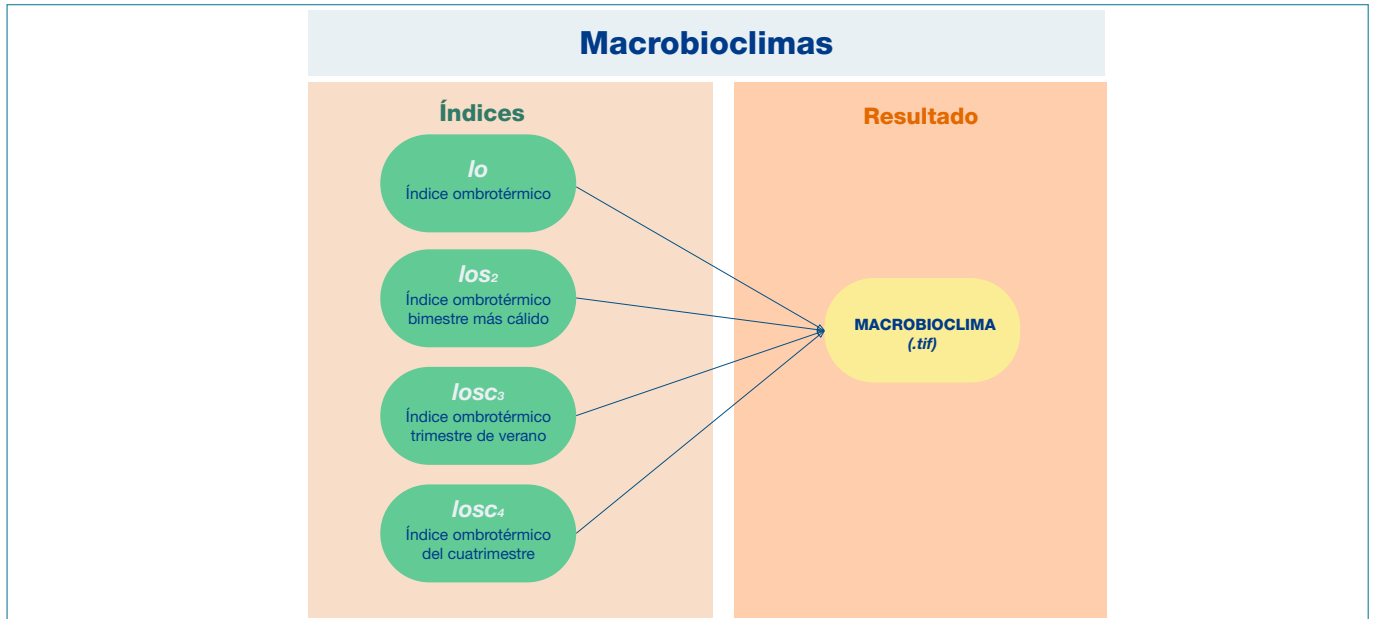


Figura XI. Diagrama del cálculo del mapa de macrobioclimas.

Con los índices ya calculados, la herramienta realiza una reclasificación de los valores para su discretización (**Tabla III**):

Tabla III. Reclasificación llevada a cabo por la herramienta para discretizar los valores obtenidos para los distintos índices ombrotérmicos.

<i>Io</i>		<i>Ios2</i>		<i>Iosc3</i>		<i>Iosc4</i>	
Rango	Valor	Rango	Valor	Rango	Valor	Rango	Valor
0 – 2	1	0 – 1	1	0 – 1.6	1	< 2	1
2 – 2.8	2	1 – 1.4	2	1.61 – 1.7	2	2 <	2
2.8 – 3.6	3	1.4 – 1.6	3	1.71 – 1.8	3		
3.6 – 4.8	4	1.6 – 1.7	4	1.81 – 1.9	4		
4.8 – 6	5	1.7 – 1.8	5	1.91 – 2	5		
6 – 8	6	1.8 – 1.9	6	2	6		
8 – 10	7	1.9 – 2	7	2 <	7		
10 – 12	8	2 <	8				
12 <	9						

De esta forma, la herramienta es capaz de aplicar la lógica de Rivas-Martínez (Tabla II) para asignar la localización a cada macrobioclima (Tabla IV):

Tabla IV. Lógica aplicada por la herramienta para poder cumplir con las condiciones de la Tabla II.

Macrobioclima Templado	Macrobioclima Mediterráneo
	$l_0 = 1$
$l_0 = 2$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 2$ y $l_{os2} = 7$ y $l_{osc3} = 6$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 2$ y $l_{os2} = 7$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 2$ y $l_{os2} = 7$ y $l_{osc3} = (1:5)$
$l_0 = 2$ y $l_{os2} = 7$ y $l_{osc3} = 6$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 2$ y $l_{os2} = (1:6)$
$l_0 = 3$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 3$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = 5$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 3$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 3$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = (1:4)$
$l_0 = 3$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = 5$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 3$ y $l_{os2} = (1:5)$
$l_0 = 4$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 4$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = 5$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 4$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 4$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = (1:4)$
$l_0 = 4$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = 5$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 4$ y $l_{os2} = (1:5)$
$l_0 = 5$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 5$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = (4:5)$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 5$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 5$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = (1:3)$
$l_0 = 5$ y $l_{os2} = (6:7)$ y $l_{osc3} = (4:5)$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 5$ y $l_{os2} = (1:5)$
$l_0 = 6$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 6$ y $l_{os2} = (5:7)$ y $l_{osc3} = (4:5)$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 6$ y $l_{os2} = (5:7)$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 6$ y $l_{os2} = (5:7)$ y $l_{osc3} = (1:3)$
$l_0 = 6$ y $l_{os2} = (5:7)$ y $l_{osc3} = (4:5)$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 6$ y $l_{os2} = (1:4)$
$l_0 = 7$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 7$ y $l_{os2} = (4:7)$ y $l_{osc3} = (3:5)$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 7$ y $l_{os2} = (4:7)$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 7$ y $l_{os2} = (4:7)$ y $l_{osc3} = (1:2)$
$l_0 = 7$ y $l_{os2} = (4:7)$ y $l_{osc3} = (3:5)$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 7$ y $l_{os2} = (1:3)$
$l_0 = 8$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 8$ y $l_{os2} = (3:7)$ y $l_{osc3} = (3:5)$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 8$ y $l_{os2} = (3:7)$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 8$ y $l_{os2} = (3:7)$ y $l_{osc3} = (1:2)$
$l_0 = 8$ y $l_{os2} = (3:7)$ y $l_{osc3} = (3:5)$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 8$ y $l_{os2} = (1:2)$
$l_0 = 9$ y $l_{os2} = 8$	$l_0 = 9$ y $l_{os2} = (2:7)$ y $l_{osc3} = (2:5)$ y $l_{osc4} = 1$
$l_0 = 9$ y $l_{os2} = (2:7)$ y $l_{osc3} = 7$	$l_0 = 9$ y $l_{os2} = (2:7)$ y $l_{osc3} = 1$
$l_0 = 9$ y $l_{os2} = (2:7)$ y $l_{osc3} = (2:5)$ y $l_{osc4} = 2$	$l_0 = 9$ y $l_{os2} = 1$

Los resultados de los macrobioclimas se almacenan en la carpeta de “Resultados” con el nombre de “MACROBIOCLIMAS.TIF”.

VARIANTES BIOCLIMÁTICAS

Dentro del macrobioclima templado, se diferencia para el territorio de la CAPV la variante submedite-

rránea, que se caracteriza porque experimenta una sequía estival de al menos un mes, en el que:

$$P_i < 2.8 \cdot T_i \quad [1]$$

Donde,

P_i es la precipitación [mm] del mes.

T_i es la temperatura [°C] del mismo mes.

La herramienta selecciona aquellas localidades donde para cualquiera de los meses estivales se cumpla la condición de la ecuación 1 para después

realizar una intersección entre estas localizaciones y las localizaciones con macrobioclima templado:

$$“P_p < 2.8 \cdot T” \cap \text{Localizaciones Templadas} \quad [2]$$

Se generan unas capas intermedias que se almacenan en la carpeta de “Resultados Intermedios”: “losi_Negativo.shp” y “Templado.shp”, respectivamente.

las temperaturas mensuales, la precipitación anual y la precipitación mensual de los meses más cálidos del año (Figura XII).

Por lo tanto, para calcular los macrobioclimas y sus variantes la herramienta necesita conocer todas

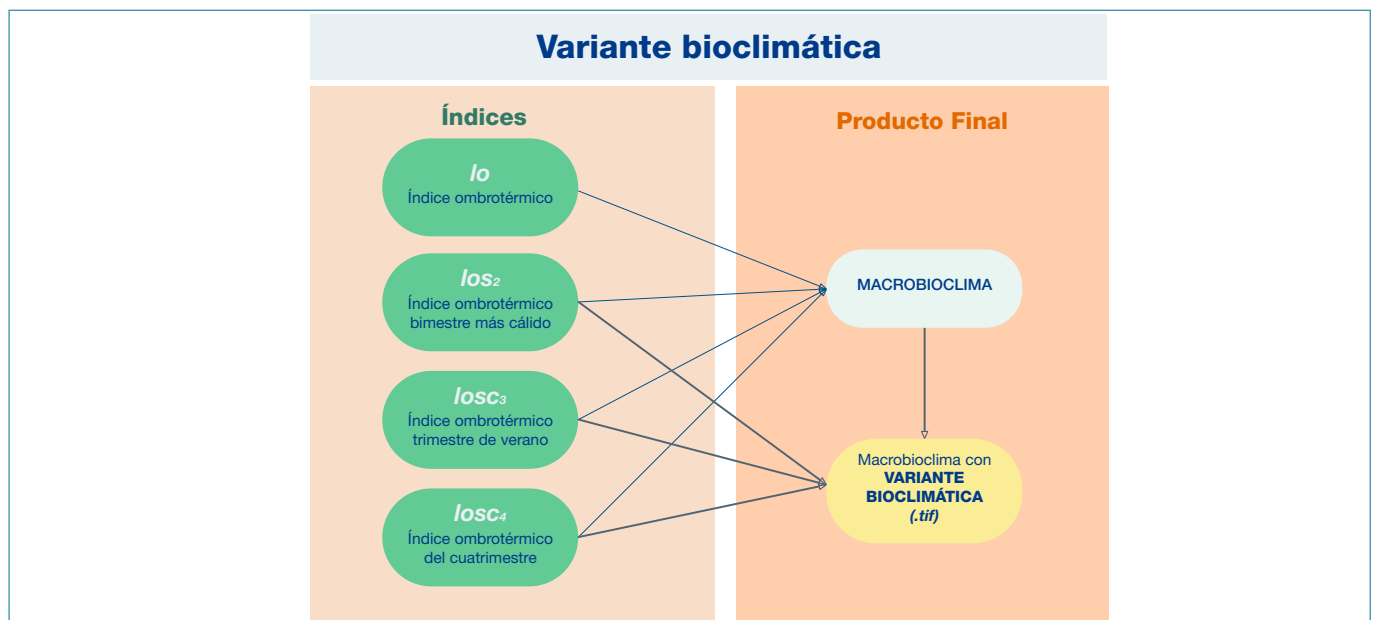


Figura XII. Diagrama del cálculo del mapa de macrobioclimas con variantes bioclimáticas.

Los resultados de los macrobioclimas con sus variantes bioclimáticas se almacenan en la carpeta de “Resultados” con el nombre de “MACROBIOCLIMAS_SUB.tif”.

OMBROTIPOS

Los ombrotipos, dentro de cada macrobioclima, quedan definidos exclusivamente por el Índice ombrotérmico anual (**Figura XIII**).

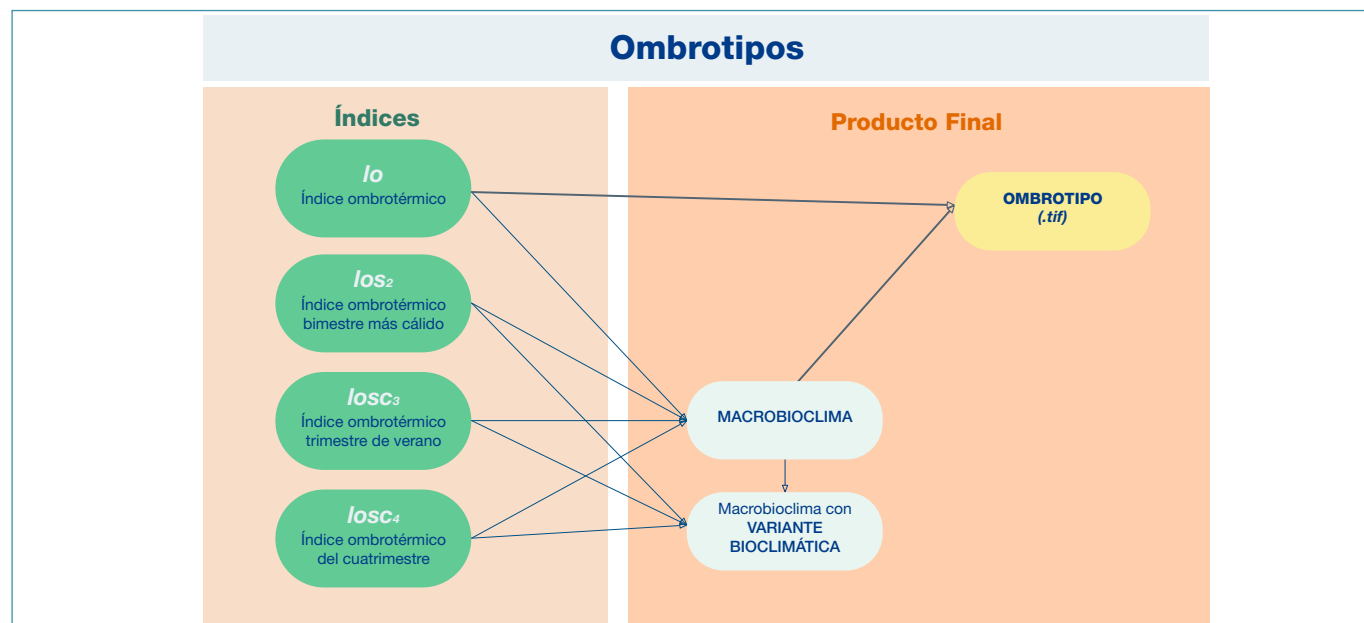


Figura XIII. Diagrama del cálculo del mapa de ombrotipos.

Tabla V. Tabla obtenida de la tabla sinóptica de Rivas-Martínez *et al.* actualizada en el año 2020 donde se pueden observar los límites de los diversos ombrotipos de los macrobioclimas templado y mediterráneo.

Macrobioclimas ⁽¹⁾	Pisos bioclimáticos: ombrotipos	Sigla
Mediterráneo		
Zona cálida: subtropical y templada, eutemplada (23° a 52° N & S), con sequía P < 2T, al menos bimestral tras el solsticio de verano: los ₂ ≤ 2, losc ₃ ≤ 2. En subtropical (23° a 35° N & S) al menos dos valores: T < 25°, m < 10°, ltc < 580.		Io
	1. Ultrahiperárido	<0.2
	2. Hiperárido	0.2-0.4
	3. Árido	0.4-1.0
	4. Semiárido	1.0-2.0
	5. Seco	2.0-3.6
	6. Subhúmedo	3.6-6.0
	7. Húmedo	6.0-12.0
	8. Hiperhúmedo	12.0-24.0
	9. Ultrahiperhúmedo	24.0-48.0
	10. Hiperhúmedo Extremo	>48
Templado		
Zona cálida: subtropical y templada (23° a 66° N & 23° a 54° S). De 23° a 35° N & S, a < 200 m, al menos dos valores: T < 21°, M < 18°, ltc < 470. los ₂ > 2, losc ₃ > 2.		Io
	4. Semiárido	<2.0
	5. Seco	2.0-3.6
	6. Subhúmedo	3.6-6.0
	7. Húmedo	6.0-12.0
	8. Hiperhúmedo	12.0-24.0
	9. Ultrahiperhúmedo	24.0-48.0
	10. Hiperhúmedo Extremo	>48

La herramienta discrimina entre los dos macrobioclimas presentes en la CAPV para asignar el ombrotipo correspondiente de acuerdo con la **Tabla V**. Los resul-

tados de los ombrotipos se almacenan en la carpeta de "Resultados" con el nombre de "OMBROTIPOS.tif".

TERMOTIPOS

Para el cálculo de los termotipos, la herramienta cruza las capas del índice de termicidad con la capa de los macrobioclimas (**Figura XIV**).

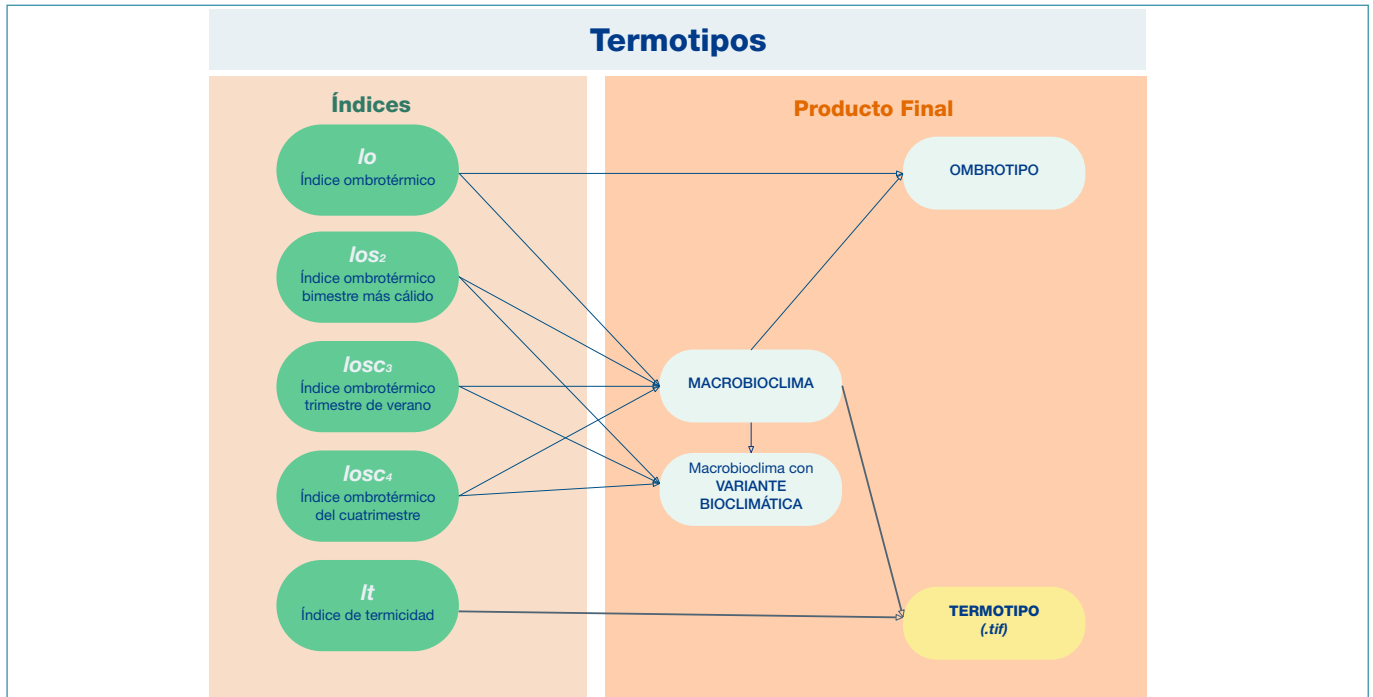


Figura XIV. Diagrama del cálculo del mapa de termotipos.

Según la metodología de Rivas-Martínez, a cualquier latitud, cuando el índice de termicidad es inferior a 120 o cuando el índice de continentalidad es igual o superior a 21, para calcular el termotipo se utiliza el valor de la temperatura positiva anual ⁵ (**Tabla VI**). En el caso de la CAPV, para todos los escenarios y horizontes temporales el índice de continentalidad oscila entre 8

y 18 ($8 < I_c < 18$), y ningún valor del índice de termicidad es inferior a 120 ($I_t > 120$), por lo que el termotipo se puede definir directamente por el índice de termicidad y el macrobioclima. Es por ello, que la herramienta no calcula ni el I_{tc} (índice de termicidad compensado) ni la T_p (temperatura positiva).

⁵ T_p , suma en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales: $T_{1-12} > 0^\circ\text{C}$.

Tabla VI. Tabla obtenida de la tabla sinóptica de Rivas-Martínez *et al.* actualizada en el año 2020 donde se pueden observar los límites de los diversos termotipos de los macrobioclimas templado y mediterráneo.

Macrobioclimas ⁽¹⁾	Pisos bioclimáticos: termotipos		Sigla
Mediterráneo	It (Itc)	Tp⁽²⁾	
Zona cálida: subtropical y templada, eutemplada (23° a 52° N & S), con sequía P < 2T, al menos bimestral tras el solsticio de verano: los ₂ ≤ 2, losc ₂ ≤ 2. En subtropical (23° a 35° N & S) al menos dos valores: T < 25°, m < 10°, Itc < 580.	1. Inframediterráneo	450-580 >2400	ime
	2. Termomediterráneo	350-450 >2100	tme
	3. Mesomediterráneo	220-350 >1500	mme
	4. Supramediterráneo	80-230 >900	sme
	5. Oromediterráneo	<80 450-900	ome
	6. Crioromediterráneo	- 1-450	cme
	7. Gélido ⁽³⁾	- 0	gme
Templado	It (Itc)	Tp	
Zona cálida: subtropical y templada (23° a 66° N & 23° a 54° S). De 23° a 35° N & S, a < 200 m, al menos dos valores: T < 21°, M < 18°, Itc < 470. los ₂ > 2, losc ₄ > 2.	1. Infratemplado	>410 >2350	ite
	2. Termotemplado	290-410 >2000	tte
	3. Mesotemplado	190-290 >1400	mte
	4. Supratemplado	<190 >800	ste
	5. Orotemplado	- 380-800	ote
	6. Criorotemplado	- 1-380	cte
	7. Gélido	- 0	gte

Los resultados de los termotipos se almacenan en la carpeta de “Resultados” con el nombre de “TERMO-TIPOS.tif”.

BIOCлимAS

Los bioclimas están definidos por el índice ombro-térmico anual y por el índice de continentalidad (simple) dentro de cada macrobioclima (**Tabla VII**).

Tabla VII. Tabla obtenida de la tabla sinóptica de Rivas-Martínez *et al.* actualizada en el año 2020 donde se pueden observar los límites de los diversos bioclimas de los macrobioclimas templado y mediterráneo.

Macrobioclimas ⁽¹⁾	Bioclimas ⁽²⁾	Sigla	Intervalos bioclimáticos	
			Ic	Io
Mediterráneo				
Zona cálida: subtropical y templada, eutemplada (23° a 52° N & S), con sequía P < 2T, al menos bimestral tras el solsticio de verano: los ₂ ≤ 2, losc ₂ ≤ 2. En subtropical (23° a 35° N & S) al menos dos valores: T < 25°, m < 10°, Itc < 580.	Me. Pluviestacional Oceánico	mepo	≤21	>2.0 - -
	Me. Pluviestacional Continental	mepc	>21	>2.0 - -
	Me. Xérico Oceánico	mexo	≤21	1.0-2.0 - -
	Me. Xérico Continental	mexc	>21	1.0-2.0 - -
	Me. Desértico Oceánico	medo	≤21	2.0-1.0 - -
	Me. Desértico Continental	medc	>21	2.0-1.0 - -
	Me. Hiperdesértico Oceánico	meho	≤21	<0.2 - -
	Me. Hiperdesértico Continental	mehc	>21	<0.2 - -
Templado				
Zona cálida: subtropical y templada (23° a 66° N & 23° a 54° S). De 23° a 35° N & S, a < 200 m, al menos dos valores: T < 21°, M < 18°, Itc < 470. los ₂ > 2, losc ₄ > 2.	T. Hiperoceánico	teho	≤11	>3.6 - -
	T. Oceánico	teoc	11-21	>3.6 - -
	T. Continental	teco	>21	>3.6 - -
	T. Xérico	texe	≥4	≤3.6 - -

Por ello, partiendo de los macrobioclimas y de los índices previamente calculados, la herramienta calcula y clasifica los bioclimas (**Figura XV**).

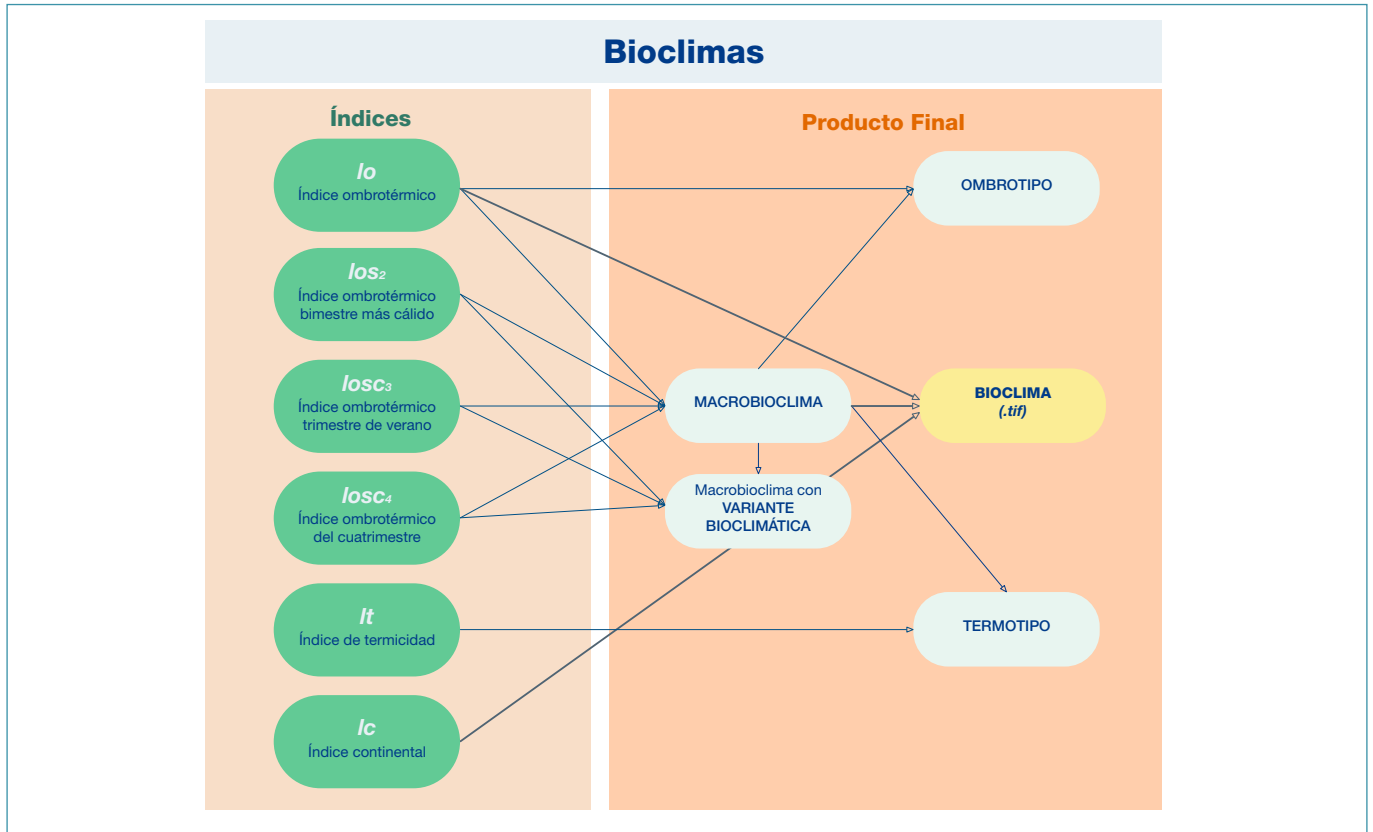


Figura XV. Diagrama del cálculo del mapa de bioclimas.

Los resultados de los bioclimas se almacenan en la carpeta de “Resultados” con el nombre de “BIOCLIMAS.tif”.

ISOBIOTIPOS

Para el cálculo de los isobiotipos, la herramienta agrega todas las demás variables bioclimáticas en una sola capa que se obtiene en formato *shapefile* (Figura XVI).

Los resultados de los isobiotipos se almacenan en la carpeta de “Resultados” con el nombre de “ISOBIOTIPOS.shp”.

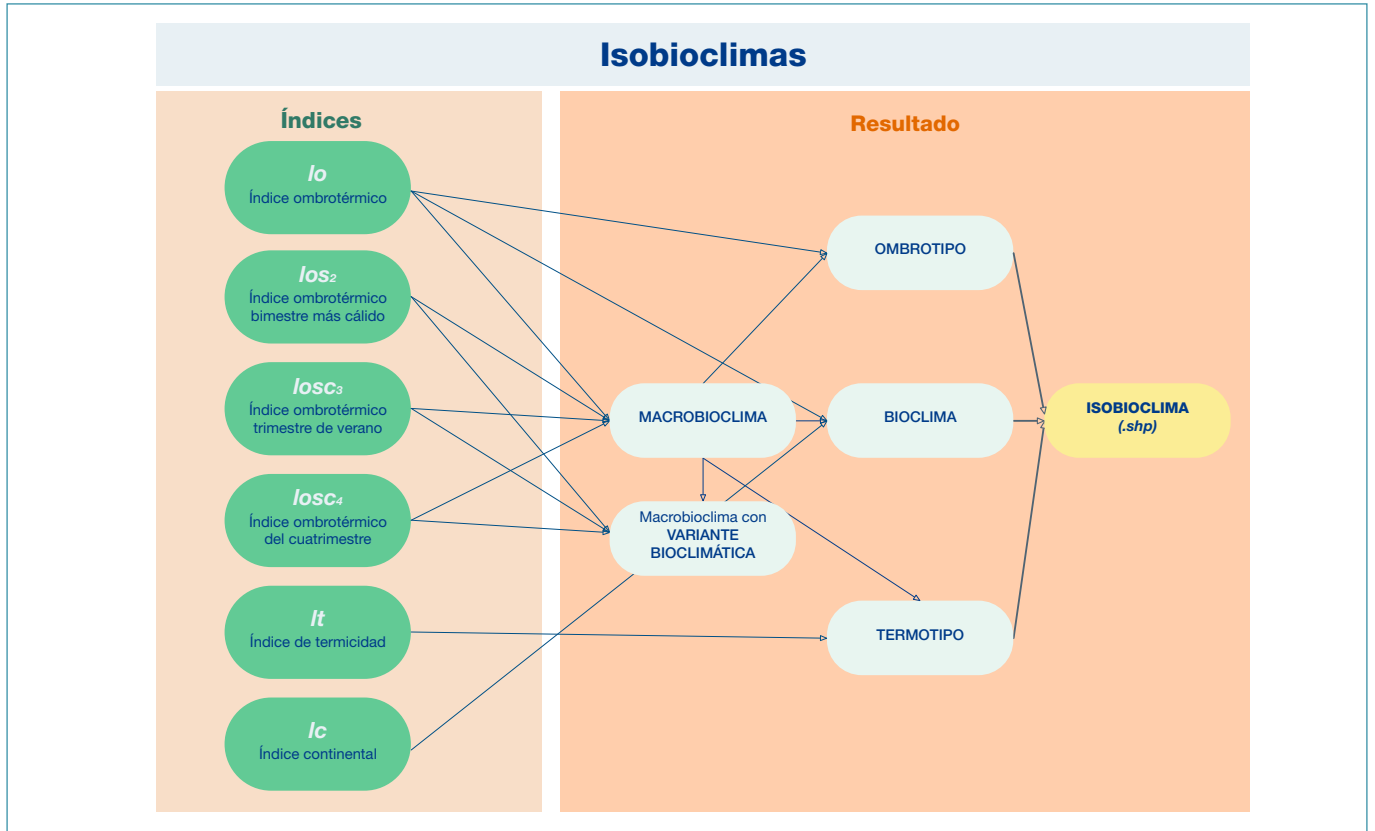


Figura XVI. Diagrama del cálculo del mapa de isobiotipos.



ACCIÓN CLIMÁTICA Y BIODIVERSIDAD



Herramienta para la clasificación bioclimática de la CAPV

Guía de uso

