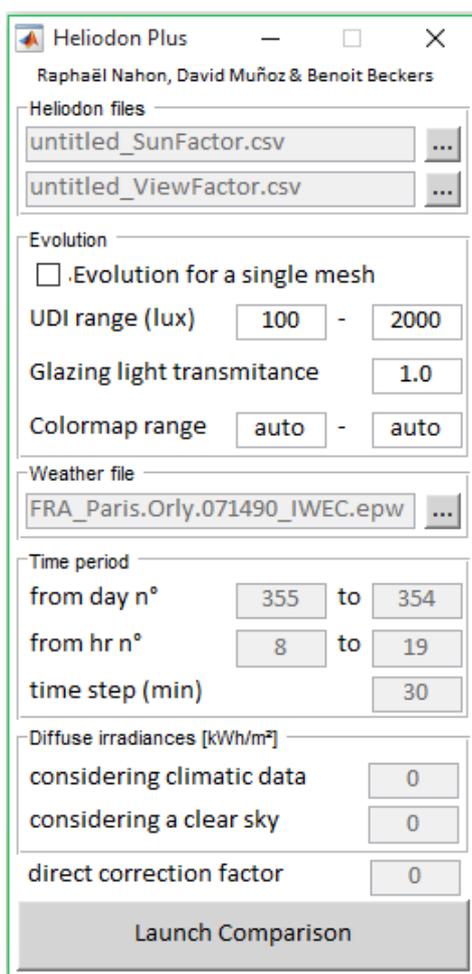


Manual de usuario de Heliodon Plus

Raphaël Nahon, David Muñoz y Benoit Beckers (Mayo 2016)

Qué es Heliodon Plus

Heliodon Plus es un post procesador que permite importar archivos en formato CSV tal cual los genera *Heliodon 2* [Beckers 2006] y también un archivo con datos climáticos en formato *EPW* (Energy Plus), generado, por ejemplo, por *Meteonorm*.



Realizando una serie de cálculos, se consigue nueva información, lo cual añade funcionalidades a *Heliodon 2* y da más soporte a la toma de decisiones por parte de los usuarios.

Para poder usar *Heliodon Plus*, no se necesita más que el propio *Heliodon 2* para realizar los cálculos solares sobre el caso de estudio y un archivo con datos climáticos de la zona sobre la cual se situará dicho caso.

En este tutorial, se indican los pasos a seguir para conseguir añadir mediante *Heliodon Plus* información climática a los datos exportados desde *Heliodon 2*.

Qué datos aporta Heliodon Plus

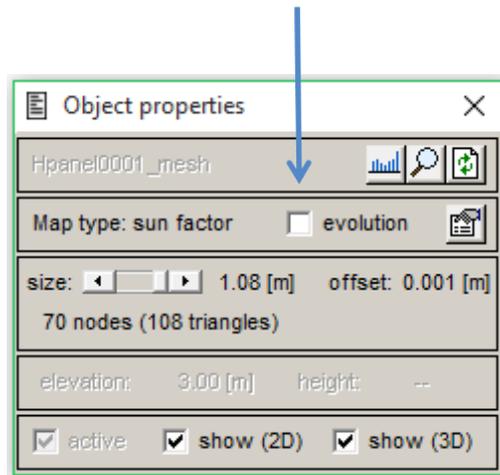
Heliodon Plus ha sido creado para enriquecer los datos de salida de *Heliodon 2* añadiendo el factor climático a sus ecuaciones, ya que *Heliodon* realiza sus cálculos asumiendo un cielo totalmente despejado.

Con la inclusión de un archivo de datos climáticos, se obtienen cálculos adicionales muy útiles como la radiación solar directa o difusa teniendo en cuenta la atenuación de las nubes, la iluminancia en luxes y el factor UDI (Useful Daylight Illuminance) sobre las superficies de estudio, además de poder establecer el porcentaje de transmitancia de la luz, pudiendo simular así la atenuación de la luz directa a través de un cristal (por ejemplo una ventana).

Nota: Se recuerda que *Heliodon 2* no calcula la reflexión de las superficies y, por lo tanto, los valores de UDI serán correctos asumiendo siempre que todas las paredes son negras.

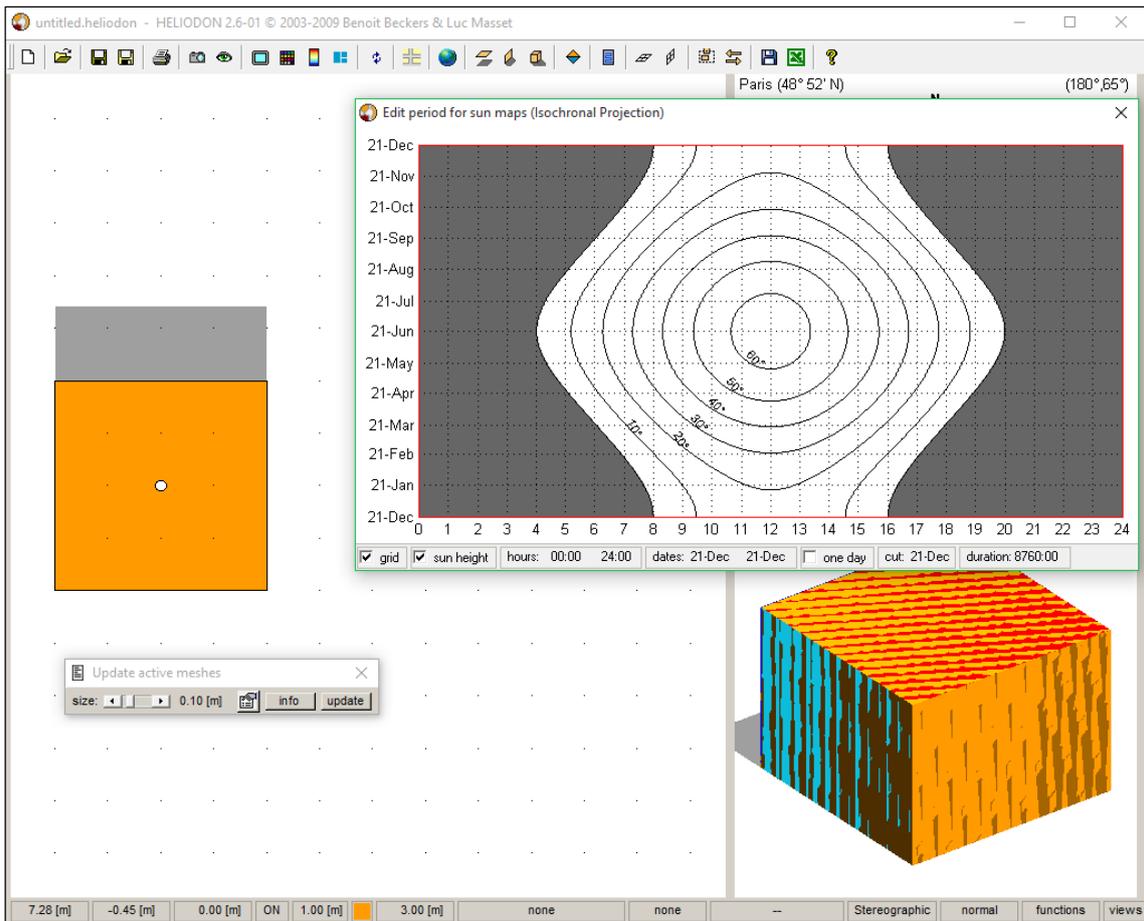
Preparando los datos de entrada

El primer paso es decidir qué tipo de cálculo interesa. En *Heliodon 2*, es posible exportar cálculos de energía de forma global o bien conservando la evolución a lo largo del periodo seleccionado.



Como lo explica el manual de *Heliodon 2*, hay que ajustar el periodo, la precisión, la fecha central y el rango horario de la medición antes de lanzar el cálculo.

En el caso de ejemplo que se muestra a continuación, se ha creado un prisma y se ha ajustado el cálculo a las 24 horas del día durante todo un año, mallando todas sus caras.



Una vez hecho, podremos exportarlo a CSV pulsando el botón correspondiente de la barra de herramientas de *Heliodon 2*.



Esto permitirá guardar un documento CSV con el formato de la siguiente imagen, aunque la cabecera puede variar en función de los parámetros que configuremos antes de ejecutar el cálculo (por ejemplo elegir latitud, rango de días y de horas, etc.), pero siempre habrá el mismo número de columnas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Town:	Paris								
2	Latitude:	48° 52' N								
3	Number of days:	365								
4	Starting day:	21-Dec								
5	Ending day:	21-Dec								
6	Starting hour:	0:00								
7	Ending hour:	24:00:00								
8	Grid precision:	5 min								
9										
10	Object	Area (m ²)	Total energy (kWh)							
11	Prism0001	63.9	47225.6							
12										
13	Object	Surface	Area (m ²)	Mean daylight (h)	Min daylight (h)	Max daylight (h)	Total energy (kWh)	Min local flux (kWh/m ²)	Max local flux (kWh/m ²)	Variability factor
14	Prism0001	Prism0001_mesh_roof	16	4379	4379	4379	20525.9	1284.2	1284.2	1
15		Prism0001_mesh_face1	12	2189.5	2189.5	2189.5	6904.4	576	576	1
16		Prism0001_mesh_face2	12	3597.3	3597.3	3597.3	12534.6	1045.8	1045.8	1
17		Prism0001_mesh_face3	12	2189.5	2189.5	2189.5	6904.4	576	576	1
18		Prism0001_mesh_face4	12	781.7	781.7	781.7	356.4	29.7	29.7	1

También hay que lanzar y guardar en CSV el cálculo del factor de vista (View Factor), cambiando de proyección estereográfica a ortográfica en *Heliodon 2* [Beckers 2009]. Esto generará un documento CSV como el siguiente.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Town:	Paris					
2	Latitude:	48° 52' N					
3	Grid size:	100x100					
4							
5	Object	Surface	Area (m ²)	Mean view factor (%)	Min view factor (%)	Max view factor (%)	Variability factor
6	Prism0001	Prism0001_mesh_roof	16	100	100	100	1
7		Prism0001_mesh_face1	12	50	50	50	1
8		Prism0001_mesh_face2	12	50	50	50	1
9		Prism0001_mesh_face3	12	50	50	50	1
10		Prism0001_mesh_face4	12	50	50	50	1

Una vez hecho esto, hay dos archivos CSV con los datos de los cálculos, uno con la energía y otro con el factor de vista.

Para el archivo de clima, se pueden utilizar datos climáticos de la estación meteorológica más cercana al caso de estudio, eligiendo el formato *EnergyPlus* (EPW).

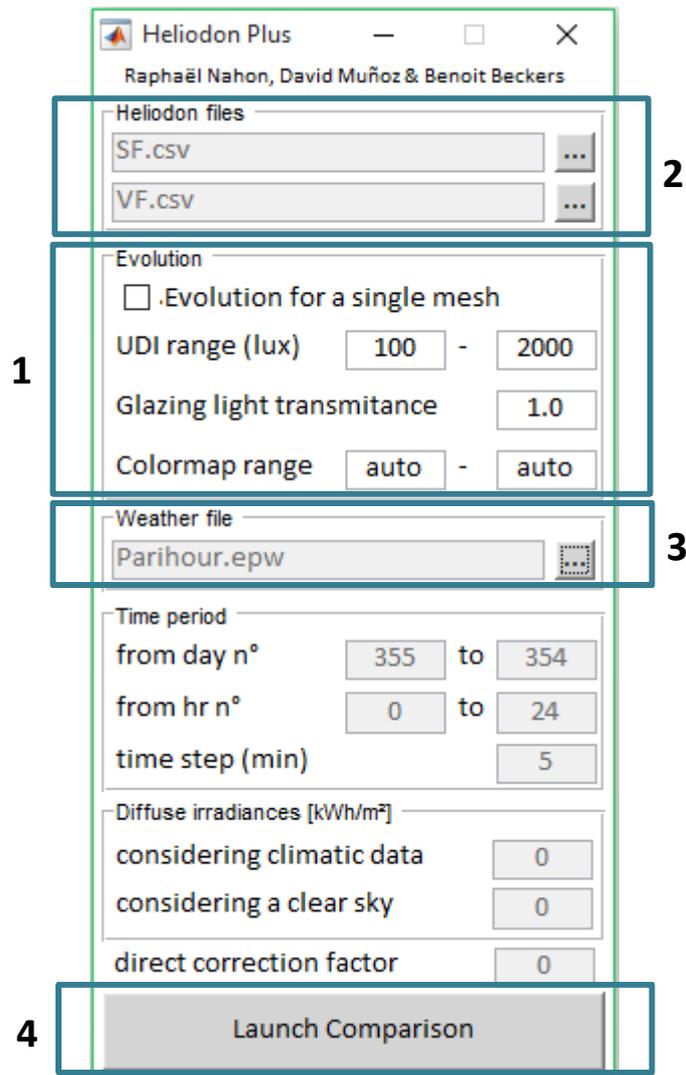
Estos tres archivos contienen todo lo necesario para utilizar *Heliodon Plus* y enriquecer los datos.

Procedimiento

Ejemplo de uso 1: Radiación solar sin evolución

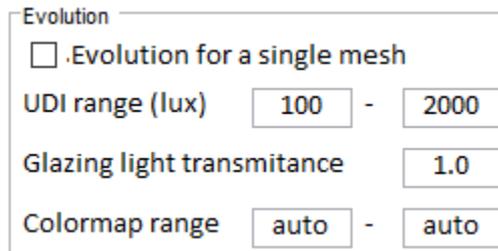
A continuación se va a mostrar un paso a paso para aprender cómo usar la interfaz de *Heliodon Plus* para añadir datos climáticos a la información obtenida mediante *Heliodon 2*. En este primer ejemplo se usarán los datos sin evolución mostrados en el apartado anterior de la guía de uso.

Esta es la interfaz de *Heliodon Plus* y la función de cada elemento interactivo que la compone.



- 1) En primer lugar, hay que aclarar que *Heliodon Plus* trabaja de forma distinta según si se han realizado cálculos globales o con evolución. Así pues, lo primero que hay que hacer es ajustar el "checkbox" correspondiente indicando el caso (activado cuando se trabaja con evolución, desactivado en caso contrario). Siguiendo nuestro ejemplo, dejaremos sin marcar el "checkbox", ya que los archivos CSV son resultados de un cálculo sin la evolución. Si se calculase la evolución, sería posible ajustar el rango de luxes para los cálculos de autonomía de luz natural y establecer el porcentaje de transmitancia luminosa, como se explicará más adelante en otro ejemplo. Para este caso, se dejarán los parámetros por defecto, pues no son necesarios si se trabaja sin la

evolución. Además, cuando se calcula la evolución por un año completo es posible ver gráficas en pantalla para obtener información de forma visual. Los dos campos de “Colormap range” son para ajustar entre qué valores estará la barra de color de las gráficas. Estos dos campos también se dejarán en “auto”, ya que no se usan sin la evolución.



Evolution

.Evolution for a single mesh

UDI range (lux) 100 - 2000

Glazing light transmittance 1.0

Colormap range auto - auto

- 2) Seguidamente, hay que añadir los dos archivos CSV generados por *Heliodon* desde el menú, en los dos contenedores de la sección “Heliodon files”. El archivo superior es el de la radiación solar directa y el inferior el del factor de vista. Cuando se añade el archivo superior, los campos de la sección “Time period” se actualizan, ajustándose a los utilizados en *Heliodon 2*.

Nota importante: Para el correcto funcionamiento de *Heliodon Plus* se recomienda no incluir caracteres espaciadores en el nombre de los archivos, aunque sí pueden incluirse en los directorios en que se encuentren dichos archivos.



Heliodon files

SF.csv ...

VF.csv ...

- 3) A continuación, se añade el archivo de datos climáticos (en formato “.epw”) en el contenedor de la sección “Weather file”. En este caso, se ha utilizado un archivo de datos meteorológicos de París.



Weather file

Parihour.epw ...

- 4) Finalmente, se pulsa el botón “Launch Comparison” y se espera a que se ejecuten los cálculos. En el directorio de trabajo aparecerá un archivo CSV nuevo llamado “output” (o “outputEvolution” si se trabaja en *Heliodon* con la evolución y no con cálculos globales) con los datos resultantes. Una barra irá indicando el proceso y se cerrará cuando el archivo resultante se haya generado completamente.

Nota importante: No se debe abrir el archivo de salida hasta que la barra de progreso se haya completado y cerrado, ya que no se habrá completado la escritura de datos hasta ese momento.

El archivo CSV resultante del proceso contiene los datos más relevantes de los archivos de entrada y añade nuevas variables:

- Radiación directa (Ib) en kWh: Resultado del producto de la radiación solar directa por un factor de corrección calculado a partir de los datos climáticos introducidos en *Heliodon Plus*.
- Radiación difusa (Id) en kWh: Resultado del producto del factor de vista de las superficies por la irradiación difusa considerando la información climática.

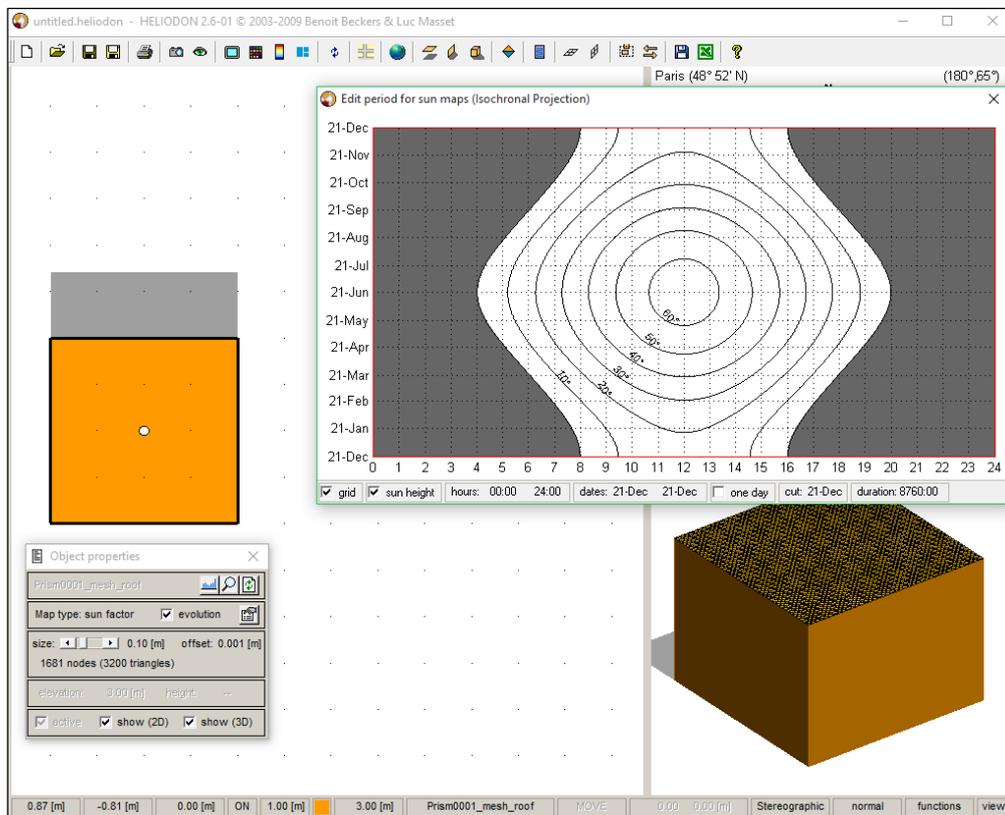
En el caso mostrado, el archivo de salida es el siguiente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Town:	Paris							
2	Latitude:	48° 52' N							
3	Number of days:	365							
4	Starting day:	21-Dec							
5	Ending day:	21-Dec							
6	Starting hour:	0:00							
7	Ending hour:	24:00:00							
8	Grid precision:	5 min							
9	Object	Area (m ²)	Total energy (kWh)						
10	Prism0001	63.9	47225.6						
11	Object	Surface	Area (m ²)	Mean daylight (h)	Total energy (kWh)	SVF (%)	Ib (kWh)	Id (kWh)	Direct + Diffuse
12	Prism0001	Prism0001_mesh_roof	16	4379	20525.9	100	7462.245	9687.392	17149.637
13		Prism0001_mesh_face1	12	2189.5	6904.4	50	2510.1128	3632.772	6142.8848
14		Prism0001_mesh_face2	12	3597.3	12534.6	50	4556.9868	3632.772	8189.7588
15		Prism0001_mesh_face3	12	2189.5	6904.4	50	2510.1128	3632.772	6142.8848
16		Prism0001_mesh_face4	12	781.7	356.4	50	129.5702	3632.772	3762.3422

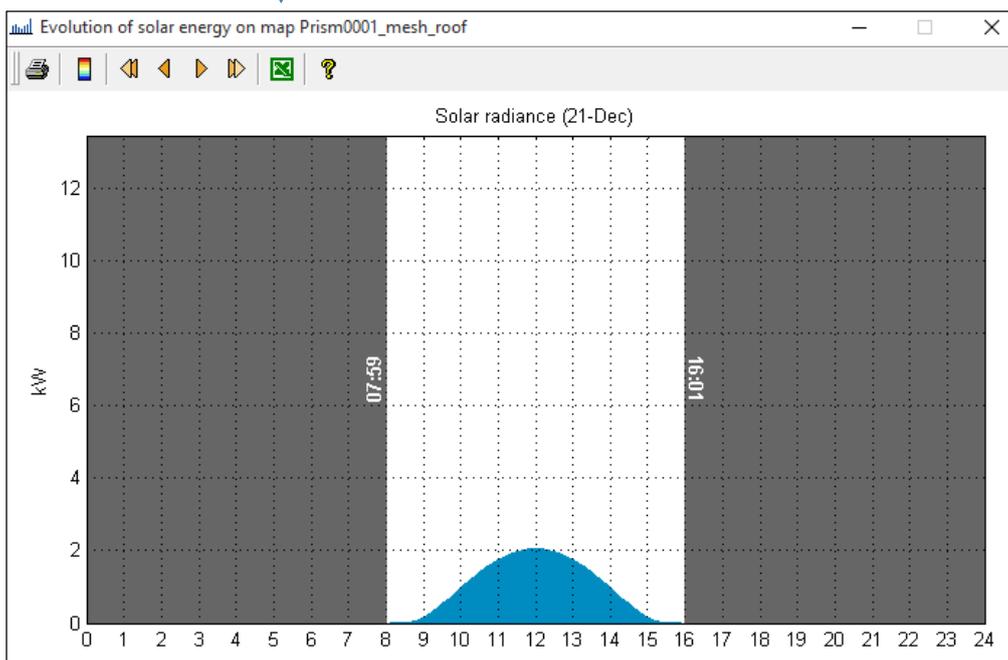
Se pueden observar estos nuevos valores así como la suma de ambos en la última columna, permitiendo la comparación con los datos teóricos originales.

Ejemplo de uso 2: Evolución de la radiación solar

A continuación se muestra otro ejemplo calculando esta vez la evolución sobre un único plano horizontal (recordemos que la evolución sólo es posible cuando se trabaja con una única superficie). Para esto se va a mallar solamente la cara superior del prisma usado en el caso anterior, para calcular la evolución de la radiación solar directa sobre el mismo.



Para exportar el archivo CSV, el botón se encuentra en la barra de herramientas de la gráfica resultante.



Acto seguido, se calcula y guarda el cálculo estereográfico, tal como se ha mostrado en el ejemplo previo. Este es el archivo CSV resultante del cálculo estereográfico.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Town:	Paris								
2	Latitude:	48° 52' N								
3	Number of days:	365								
4	Starting day:	21-Dec								
5	Ending day:	21-Dec								
6	Starting hour:	0:00								
7	Ending hour:	24:00:00								
8	Grid precision:	5 min								
9										
10										
11	Actual solar radiance (kW)									
12		21-Dec	22-Dec	23-Dec	24-Dec	25-Dec	26-Dec	27-Dec	28-Dec	29-Dec
13	0:03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0:08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0:13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0:17	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Se puede observar que contiene muchos más datos que el de nuestro ejemplo previo, puesto que da los cálculos a cada paso en el rango de tiempo que se ha especificado.

Nota importante: Cuando se trabaja almacenando la evolución, la radiación directa y la radiación difusa no se expresan en kWh, sino en kW/m², ya que se trabaja sobre una única superficie y se obtienen todos los valores para cada paso de tiempo. De ese modo será posible obtener el factor de conversión para calcular la iluminancia en luxes a partir de kW/m².

El archivo del cálculo ortográfico mostrará siempre una única superficie.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Town:	Paris					
2	Latitude:	48° 52' N					
3	Grid size:	100x100					
4							
5	Object	Surface	Area (m ²)	Mean view factor (%)	Min view factor (%)	Max view factor (%)	Variability factor
6	Prism0001	Prism0001_mesh_roof	16	100	100	100	1

Nota importante: Si el cálculo se ha realizado con la evolución, sólo hay datos de una única superficie y, por lo tanto, hay que realizar el cálculo de factor de vista sobre esa misma superficie únicamente para que los datos se relacionen correctamente en Heliodon Plus.

Esta vez hay que marcar el “checkbox” de Heliodon Plus indicando que el cálculo es con evolución. Se dejarán los valores por defecto para el UDI (entre 100 y 2000 luxes) y del mismo modo la transmitancia luminosa (en 1.0). También se dejará en “auto” el rango de colores de los gráficos. Se podrían especificar valores de mínimo y máximo en los dos campos o volver a escribir “auto” para dejarlo en automático.

Evolution

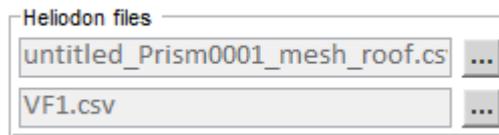
.Evolution for a single mesh

UDI range (lux) -

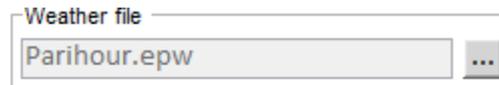
Glazing light transmittance

Colormap range -

A continuación se añaden los archivos CSV a sus correspondientes paneles.



Se mantiene el mismo archivo de datos climáticos, pues se supondrá que el cálculo se realiza en la misma localización que el ejemplo anterior.



Lanzando el cálculo, que tardará unos segundos en realizarse ya que esta vez hay muchos más datos que procesar, se obtiene un archivo CSV llamado "OutputEvolution". Se puede observar que contiene los mismos datos que el archivo estereográfico original añadiendo variables nuevas al final.

- Iluminancia directa (Lb) en Luxes: Resultado del producto de la radiación directa (Ib) con un factor de conversión calculado a cada paso de la evolución.
- Iluminancia difusa (Ld) en Luxes: Resultado del producto de la radiación difusa (Id) con un factor de conversión también calculado a cada paso de la evolución.
- UDI: Porcentaje del tiempo total en que la superficie mallada cuenta con luz del día útil (por defecto entre un mínimo de 100 luxes y un máximo de 2000 luxes, pero ajustable desde la interfaz). Estas medidas son presentadas y usadas en varios trabajos [Nabil 2005, Nahon 2015, Reinhart 2006]

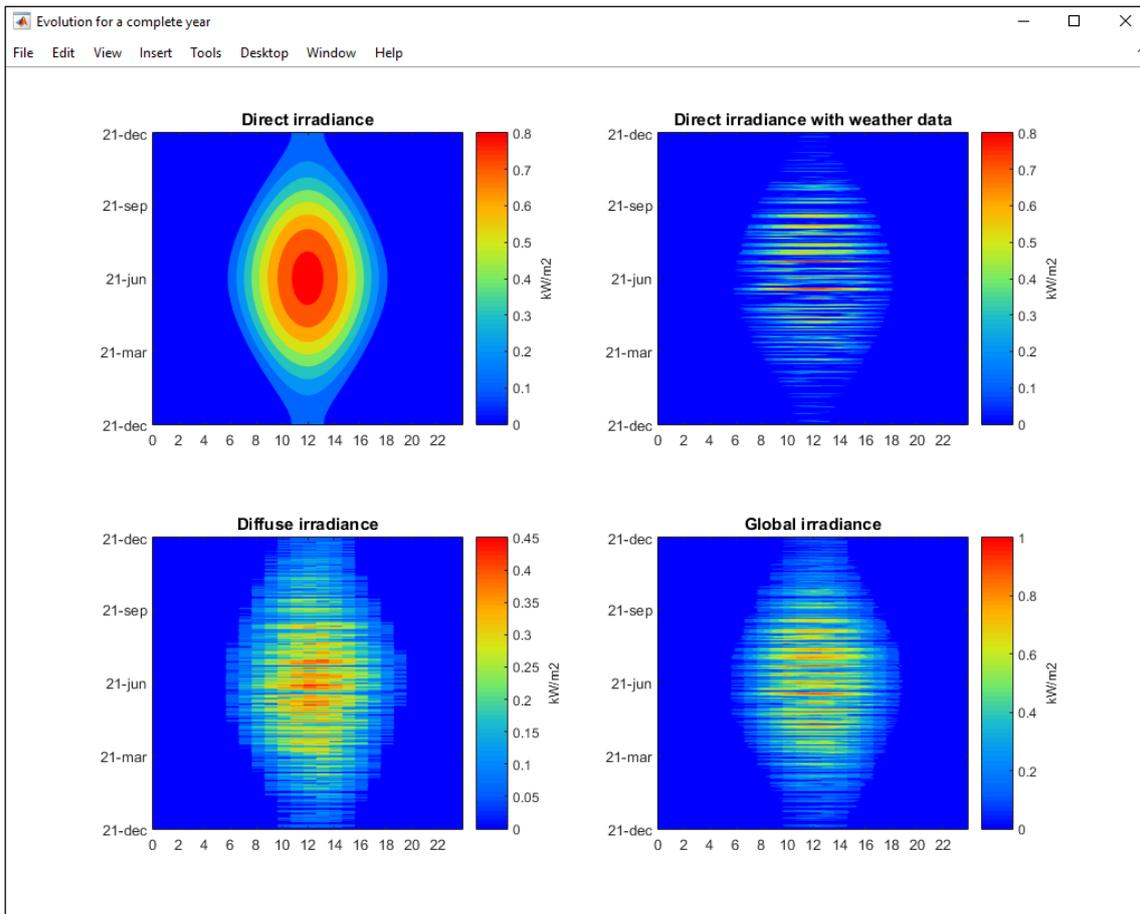
4070	UDI (%)	2.95	(100 -2000 lux)
------	---------	------	-----------------

Con este procedimiento, se observa cómo con *Heliodon Plus* se consigue un único archivo CSV que, además de toda la información que ya proporciona *Heliodon 2*, contiene también los datos de la radiación y la luminancia (directas y difusas), así como el UDI al final del documento.

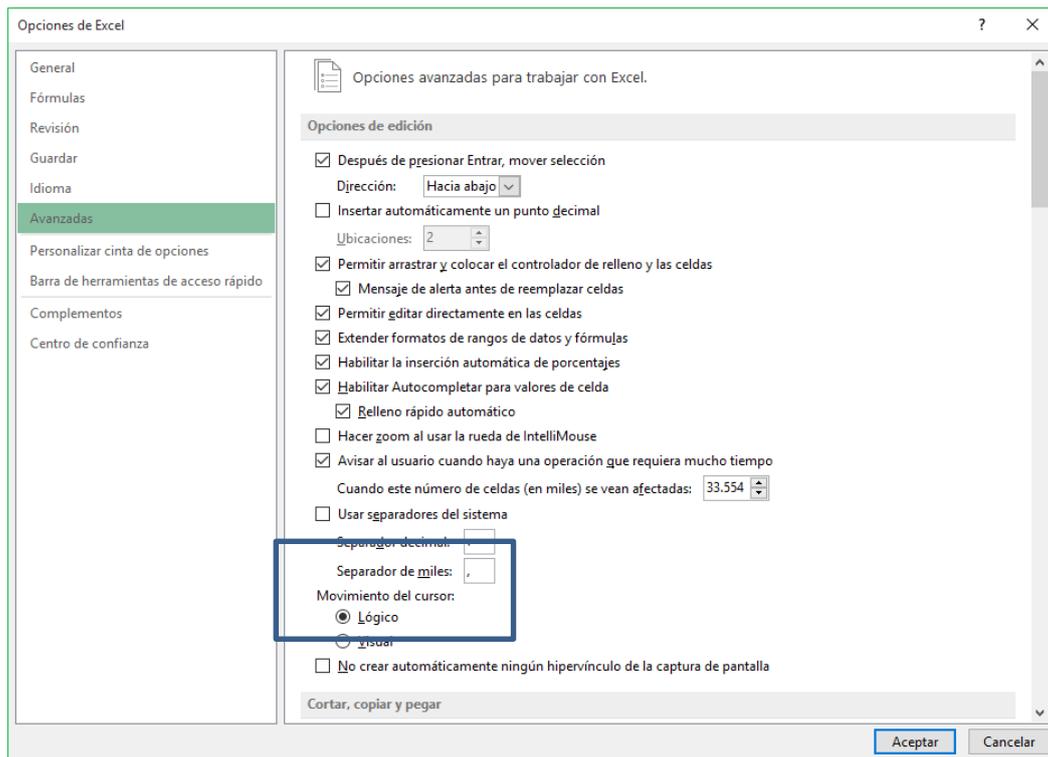
Además, como en este caso se ha trabajado con la evolución y durante un período temporal de un año completo, al terminar el proceso *Heliodon Plus* mostrará cuatro gráficas para poder estudiar de forma visual los resultados. Las gráficas muestran lo siguiente:

1. Direct irradiance (cálculo teórico de *Heliodon 2*)
2. Direct irradiance with weather data (cálculo corregido con los datos climáticos)
3. Diffuse irradiance (cálculo a partir del factor de vista y los datos climáticos)
4. Global irradiance (suma de los dos cálculos anteriores)

Estas son las gráficas resultantes del ejemplo.



Nota importante: Es necesario que los separadores de millares y decimales están ajustados en Excel de la siguiente manera para que los archivos tipo ".csv" sean leídos y escritos correctamente en Heliodon Plus. El separador decimal debe ser el punto (.) y el separador de miles la coma (,).



Referencias

[Beckers 2006] Benoit Beckers & Luc Masset, Heliodon 2, Software, referencias y manuales (en Francés y Español), 2006 <http://www.heliodon.net>

[Beckers 2009] Geometrical interpretation of sky light in architecture projects, B. Beckers, Actes de la Conférence Internationale Scientifique pour le BATiment CISBAT 2009, September 2009, EPFL, Lausanne, Suisse.

[Nabil 2005] Nabil, A., & Mardaljevic, J. (2005). Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings. *Lighting Research and Technology*, 37(1), 41-57.

[Nahon 2015] Exploring metrics on the evaluation of the bioclimatic potential at early stages of urban project, R. Nahon, G. Besuievsky, E. Fernández, B. Beckers, O. Blanpain, International conference CISBAT on "Future buildings and districts sustainability from nano to urban scale", September 9-11, 2015, EPFL - Lausanne, Switzerland.

[Reinhart 2006] Reinhart, C. F., Mardaljevic, J., & Rogers, Z. (2006). Dynamic daylight performance metrics for sustainable building design. *Leukos*, 3(1), 7-31.