



## Estudio Solar para el análisis de sombras de la Viga AASHTO I

### 1. Introducción

En el presente documento se detallan los aspectos más relevantes del análisis de sombras realizado para la “Viga AASHTO I”, el cual fue realizado con el fin de determinar las franjas horarias en las que la Viga AASHTO I experimentó sombras durante el año 2023. Este análisis hace parte del proyecto de investigación titulado “Evaluación experimental del gradiente térmico vertical de una viga I compuesta de concreto reforzado bajo las condiciones climáticas de Bucaramanga”.

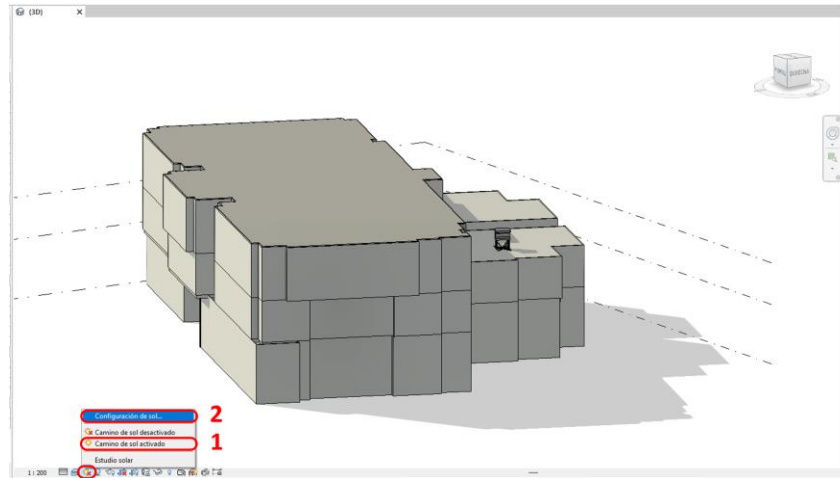
### 2. Metodología

Para el desarrollo de este análisis se utilizó el software de modelado de información de construcción, Autodesk Revit® versión 2023, en el cual se crearon veinte (20) recorridos del sol para el año 2023 (desde el 1/enero/2023 hasta el 31/diciembre/2023), correspondientes a un recorrido cada treinta (30) minutos, durante la franja horaria de 6:30:00 a 16:00:00; los cuales fueron realizados de acuerdo con lo detallado en la sección 2.1. Para cada recorrido se determinaron las fechas en las que la Viga AASHTO I experimentó sombras según la posición del sol. Seguido a ello, en la sección 3.1. se presenta una tabla que resume las horas y fechas en las que la estructura experimenta sombras.

Así mismo, se crearon cuatro (4) recorridos de un día completo (horas comprendidas desde las 00:00:00 hasta las 23:30:00), correspondientes al equinoccio de primavera (20 de marzo de 2023), al solsticio de verano (21 de junio de 2023), al equinoccio de otoño (23 de septiembre de 2023) y al solsticio de invierno (21 de diciembre de 2023); los cuales fueron realizados de acuerdo con lo detallado en la sección 2.2.

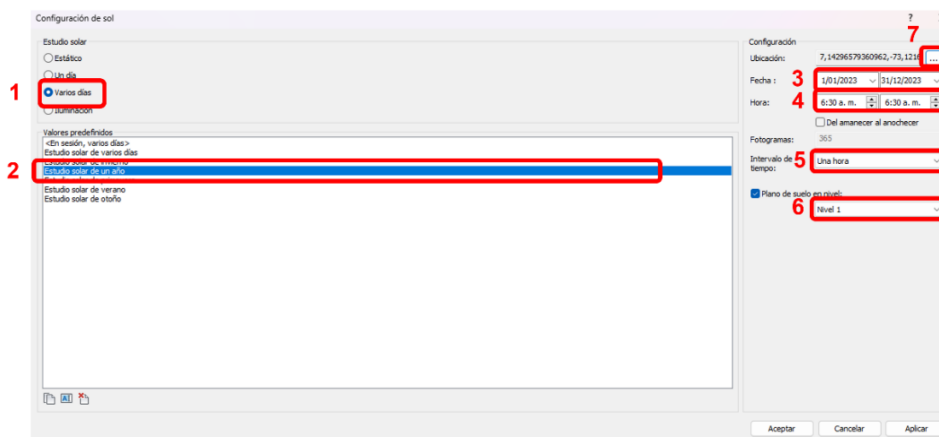
#### 2.1. Recorridos anuales a las horas de registro fotográfico.

En primer lugar, fue necesario modelar tanto la “Viga AASHTO I” con su respectiva estructura metálica, como la geometría del edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Tal y como se observa en la Figura 1, se importó la estructura y se posicionó en la ubicación respectiva del modelo, seguido a ello se seleccionó la opción de “*Camino del sol activado*” y se seleccionó la opción de “*Configuración del sol...*” desde la cual se modificaron las condiciones de los estudios de interés.



**Figura 1.** Modelo de la Viga AASHTO I ubicada en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón.

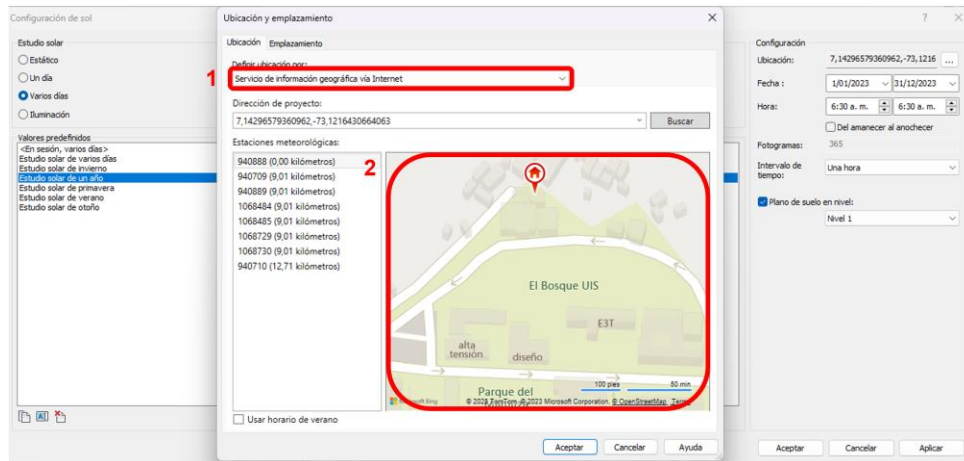
En este menú (ver Figura 2) se ajustó el estudio solar a “*Varios días*” y en los valores predefinidos se seleccionó la opción de “*Estudio solar de un año*”. En el apartado de configuración se asignó el 1 de enero de 2023 (“1/01/2023”) y el 31 de diciembre de 2023 (“31/12/2023”) como las fechas de inicio y fin del estudio, respectivamente. Posteriormente, la hora de inicio y fin se asignaron al mismo instante de tiempo (por ejemplo 6:30 a.m.), lo que permitió obtener un total de 365 fotogramas, correspondientes a un fotograma por cada día del año (al ajustar el intervalo de tiempo a “*Una hora*”). Seguido a ello se seleccionó el plano de suelo en el “*Nivel 1*” (este nivel corresponde al plano del suelo dentro del modelo).



**Figura 2.** Menú desplegable para realizar la configuración del sol para los estudios solares anuales a las horas de registro fotográfico.

Posteriormente, se definió la ubicación del modelo (ver Figura 3) con la opción de “*Servicio de información geográfica vía Internet*”, en la cual se desplazó el logotipo de la casa hasta posicionarlo en el sitio correspondiente a la ubicación real de la

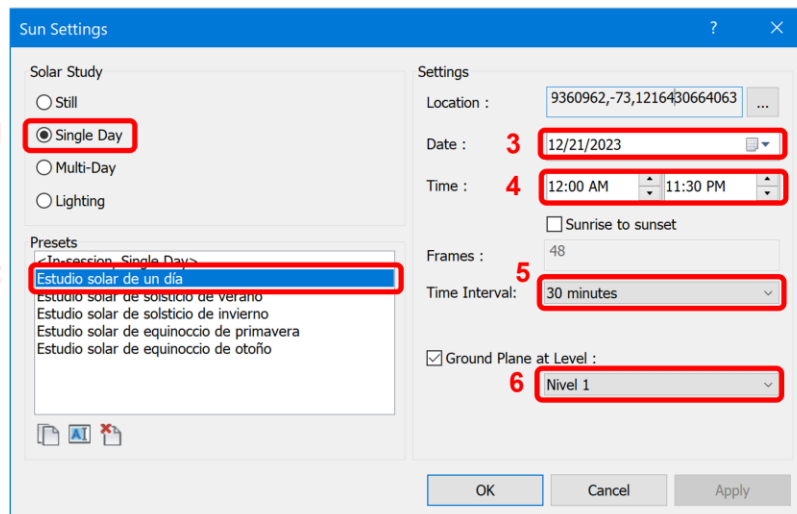
“Viga AASHTO I”. Finalmente, se aplicaron y aceptaron todas las modificaciones para ajustar el estudio solar. Para completar los 20 estudios solares se realizó el procedimiento mencionado anteriormente con la salvedad de que la hora de inicio y fin se ajustaron a los 20 instantes de registro fotográfico (momentos de interés).



**Figura 3.** Ubicación y emplazamiento del estudio.

## 2.2. Recorridos diarios en los equinoccios y solsticios

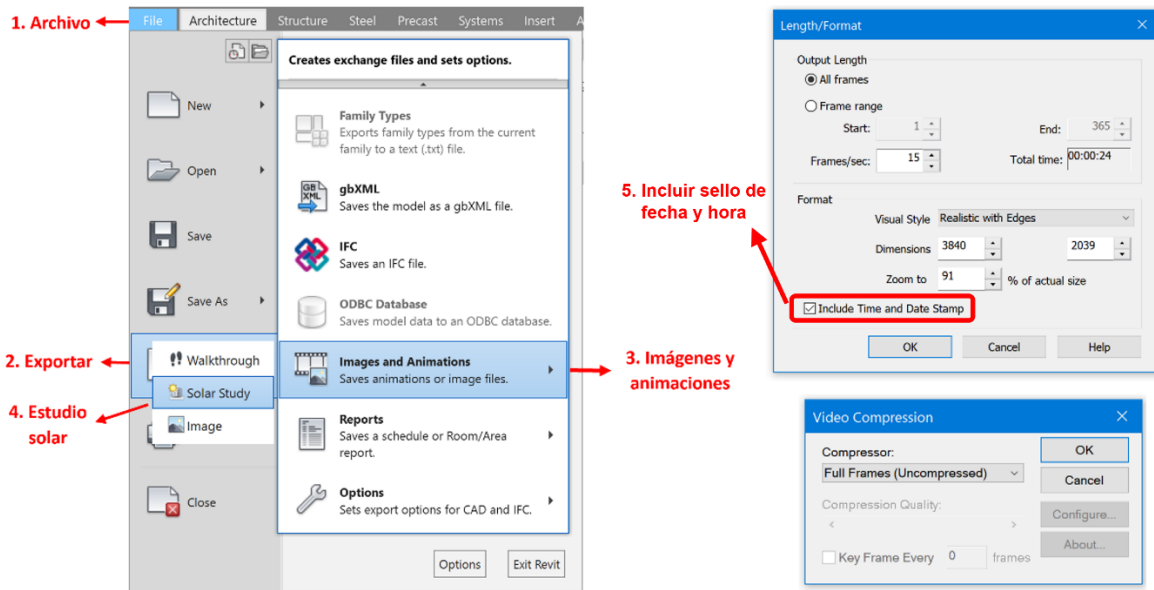
Para la configuración de estos recorridos se seleccionó la opción de estudio solar de “Un día” y se ajustó la ubicación tal y como se mencionó en la sección anterior. En la fecha se seleccionó cada uno de los días de interés y para la hora inicial se seleccionaron las 12:00 a.m. (correspondientes a las 00:00), hasta las 11:30 p.m. (correspondientes a las 23:30) y se ajustó el intervalo de tiempo cada treinta (30) minutos para un total de 48 fotogramas.



**Figura 4.** Menú desplegable para realizar la configuración del sol para los estudios solares de días completos para los solsticios y equinoccios de 2023.

### 2.3. Exportación de los videos de los recorridos

Para exportar el recorrido del sol se seleccionaron las opciones detalladas en la Figura 5, seleccionando “Archivo”, “Exportar”, “Imágenes y Animaciones” y “Estudio Solar”. Se recomienda seleccionar la opción 5 (“Incluir sello de fecha y hora”), y luego aceptar y aplicar para generar y guardar el archivo.

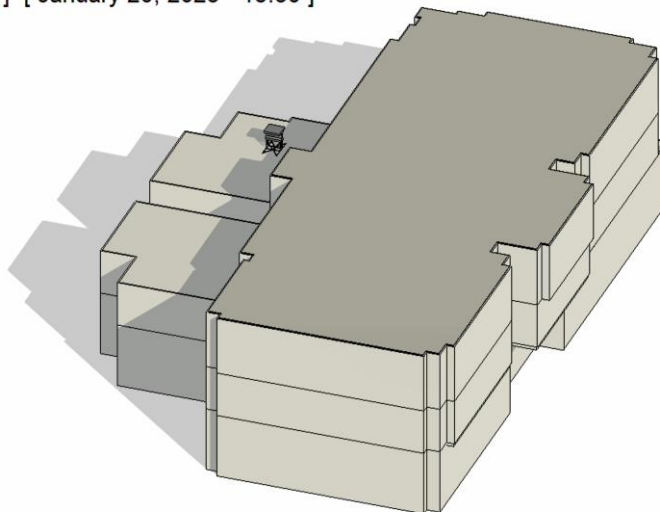


**Figura 5.** Paso a paso para la exportación de los estudios solares.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Recorridos anuales a cierta hora determinada

[ 20 de 365 ] [ January 20, 2023 - 15:30 ]



**Figura 6.** Pantallazo de un video del recorrido del sol para las 15:30



En la Figura 6 se observa un fotograma de uno de los veinte estudios solares anuales realizados a la hora de registro fotográfico. En la Tabla 1 se resumen los resultados del análisis donde se destaca que durante la franja horaria de 3:00 p.m. (15:00) a 4:00 p.m. (16:00) la Viga AASHTO I experimento sombras debido a la estructura del edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Lo cual es un aspecto importante a tener en cuenta al momento de analizar los resultados globales del proyecto debido a la incidencia de sombras sobre la estructura y el cambio de temperatura que podría llegar a generar en las termocuplas.

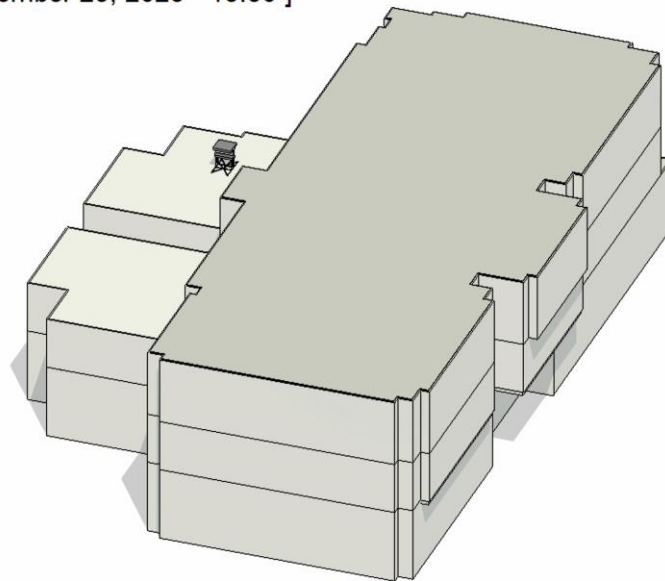
**Tabla 1.** Resumen de los resultados del análisis de sombras.

Estudio Solar	Hora	¿Experimentó sombras?	Fechas
1	6:30	No	Ninguna
2	7:00	No	Ninguna
3	7:30	No	Ninguna
4	8:00	No	Ninguna
5	8:30	No	Ninguna
6	9:00	No	Ninguna
7	9:30	No	Ninguna
9	10:30	No	Ninguna
10	11:00	No	Ninguna
11	11:30	No	Ninguna
12	12:00	No	Ninguna
13	12:30	No	Ninguna
14	13:00	No	Ninguna
15	13:30	No	Ninguna
16	14:00	No	Ninguna
17	14:30	No	Ninguna
18	15:00	Si	<b>Primera fecha:</b> del 1 de enero de 2023 al 5 de enero de 2023 <b>Segunda fecha:</b> del 18 de noviembre de 2023 al 31 de diciembre de 2023
19	15:30	Si	<b>Primera fecha:</b> del 1 de enero de 2023 al 27 de enero de 2023 <b>Segunda fecha:</b> del 24 de octubre de 2023 al 31 de diciembre de 2023
20	16:00	Si	<b>Primera fecha:</b> del 1 de enero de 2023 al 7 de febrero de 2023 <b>Segunda fecha:</b> del 21 de octubre de 2023 al 31 de diciembre de 2023

### 3.2. Recorridos diarios en los solsticios y equinoccios

A manera ilustrativa, se obtuvo un recorrido para cada uno de los solsticios y equinoccios del año 2023, los cuales permiten observar el comportamiento del sol en días clave de control del movimiento solar. Como dato adicional, cabe aclarar que el equinoccio de otoño de 2023 (23 de septiembre de 2023) se experimentó durante la fase de registro fotográfico. A continuación, en la Figura 7 se observa un pantallazo de dicho evento.

[ 28 de 48 ] [ September 23, 2023 - 13:30 ]



**Figura 7.** Pantallazo del video del recorrido del sol el día del equinoccio de otoño de 2023.

### 4. Conclusiones

Debido a la localización de la estructura en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón de la universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia; la Viga AASHTO experimentó sombras después de las 3:00 p.m. (15:00) durante los primeros y últimos días del año, debido a la proyección del edificio generada por el recorrido del sol. La incidencia de estas sombras podría afectar la temperatura registrada por las termocuplas. Por lo cual, es un aspecto que se tuvo en cuenta al momento de analizar los de datos de esta investigación.