



Manual de Uso: “Herramienta de cálculo de térmico como insumo para la comprobación de demanda energética para refrigeración Viviendas en Colombia”

Autores: E3 Ingeniería - Chile



Tabla de contenidos

1	ANTECEDENTES.....	1
1.1	Disposiciones generales	1
2	DESCRIPCIÓN DE PARTES DEL SISTEMA	2
3	DIRECTRICES PARA EL USO DE LA HERRAMIENTA ISO 52.016	4
3.1	Hoja 0. Introducción	4
3.2	Hoja 1. Envolvente térmica.....	4
3.2.1	Sección “1. Cálculo de transmitancia térmica”	4
3.2.2	Sección “2. Características de la envolvente”	5
3.2.2.1	Tabla Muros.....	5
3.2.2.2	Tabla Ventanas	6
3.2.2.3	Tabla Cubiertas	6
3.2.2.4	Tabla Puertas	7
3.2.2.5	Tabla Pisos	7
3.3	Hoja 2. Ingreso Datos.....	9
3.3.1	Sección “1. Datos del Proyecto”	9
3.3.2	Sección 2. “Elementos de la envolvente”	9
3.3.2.1	Muros.....	10
3.3.2.2	Ventanas	10
3.3.2.3	Puertas:	12
3.3.2.4	Pisos:	13
3.3.2.5	Cubiertas:	14
3.3.3	Sección “3. Perfil de ocupación”	15
3.3.3.1	Caudales de ventilación.....	15
3.3.3.2	Iluminación.....	15
3.3.3.3	Usuarios.....	16
3.3.4	Sección 4. Cálculo detallado.....	16
3.3.4.1	Puentes Térmicos.....	16
3.4	Hoja 3. Resultados	21
3.4.1	Sección “1. Información General”	21
3.4.2	Sección “2. Demanda Energética para Refrigeración”	22
3.4.3	Sección “3. Demanda Energética para Deshumidificación”	22
3.4.4	Sección “4. Consumo Energético para ACS”	23
3.4.5	Sección “5. Consumo Energético”	23

1 ANTECEDENTES

1.1 Disposiciones generales

El presente documento corresponde a el Manual de Uso de la “Herramienta de cálculo de demanda energética para refrigeración Residencial” desarrollada para Colombia y contiene las directrices técnicas y procedimentales para calcular la demanda energética mensual de refrigeración para una edificación, basado en la norma internacional ISO 52.016.

Para realizar estos cálculos se consideran aspectos como ubicación del proyecto, orientación, superficie útil, envolvente exterior, porcentaje de superficie vidriada y materialidad de sus elementos constructivos, con el objetivo de calcular la demanda energética para la refrigeración y deshumidificación según corresponda.

La creación de esta herramienta responde a la necesidad de que los diseños arquitectónicos tengan en cuenta las características de la zonificación bioclimática en la que se ubican las edificaciones. Esto con el objetivo de adaptar dichos diseños a la realidad climática permitiendo alcanzar niveles de confort térmico a sus habitantes y promoviendo una cultura de eficiencia energética en edificaciones a nivel nacional.

En particular para esta herramienta, se incluyeron cuatro ciudades las cuales son: Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín que representan a los cuatro climas definidos en el Anexo N°2 de la Res. N°0549 DEL 2015 y que son: cálido húmedo, frío, cálido desértico y templado respectivamente.

Los cálculos son realizados por vivienda, analizada como una monozona. El usuario podrá posteriormente ponderar los resultados para obtener un único resultado por edificación o conjunto habitacional.

2 DESCRIPCIÓN DE PARTES DEL SISTEMA

La herramienta de cálculo corresponde a una planilla Excel®, la cual, a través de la arquitectura de un proyecto de edificación y su perfil de uso, calcula la demanda energética mensual de refrigeración.

Para esto, la herramienta se divide principalmente en tres procesos principales, los cuales están relacionados con cada una de las tres hojas de la planilla Excel®. Tales hojas poseen distintas funciones, las cuales se detallan a continuación:

1. **Hoja 1. Envolvente Térmica:** La función de esta hoja es registrar y almacenar la información de cada elemento constructivo (piso, muro, techo, puertas y ventanas) que forma parte de la arquitectura del proyecto para obtener las transmitancias térmicas de los elementos. Esta hoja se estructura en base a distintos apartados, los cuales están relacionados con cada elemento constructivo que conforma la envolvente de la edificación. Los datos que el usuario debe ingresar en los apartados de elementos constructivos opacos (muros, cubiertas y pisos) son: nombre del elemento constructivo, transmitancia térmica, espesor del material sólido, posición de la aislación térmica, espesor de la aislación térmica, categoría másica del elemento, capacidad calorífica y color de la superficie. Particularmente para el caso de pisos, además de los datos anteriores, es necesario ingresar: conductividad térmica de la aislación, espesor aislación del refuerzo vertical y horizontal y longitud de la refuerzo vertical y horizontal según corresponda. Para elementos traslucidos el usuario deberá ingresar: nombre del elemento traslucido, transmitancia térmica, factor de sombra, porcentaje de marco y transmitancia térmica del marco.

Se destaca que esta hoja entrega la posibilidad de calcular la transmitancia para cualquier tipo de elemento constructivo opaco. Para realizar este proceso es necesario que el usuario utilice el apartado "1. Cálculo de transmitancia térmica". Una vez generados los resultados, deben ser copiados en el apartado que corresponda.

2. **Hoja 2. Ingreso Datos:** El objetivo de esta hoja es registrar los datos principales del proyecto; la envolvente térmica de cada unidad de vivienda, sus perfiles de ocupación y las eficiencias de los equipos de climatización y Agua Caliente Sanitaria (ACS) a utilizar. Para realizar estos registros la hoja cuenta con tres apartados. El primero tiene como función registrar los datos principales del proyecto y de los equipos a utilizar. El segundo, es para construir o conformar la envolvente térmica de cada unidad de vivienda, para esto el usuario deberá seleccionar los elementos constructivos a través de los menús desplegables y que fueron desarrollados en los elementos de la hoja "1. Envolvente Térmica" y luego se deberá ingresar información de la arquitectura del proyecto, por ejemplo, orientaciones, superficies, tipos de adyacencia, protecciones y obstrucciones solares. El tercer apartado, es para ingresar información acerca del uso de la edificación, por lo tanto, el usuario debe conocer variables como caudales de ventilación, densidad de iluminación y densidad de ocupación.
3. **Hoja 3. Resultados:** La función de esta hoja es netamente informativa. En ella se entrega un resumen de los resultados, los cuales están divididos en cinco secciones, que corresponden a: información general del proyecto, demanda energética para refrigeración, demanda energética para deshumidificación, consumo energético para ACS y consumo energético teórico total.

El siguiente diagrama integra de manera general las distintas hojas de la herramienta y su objetivo.

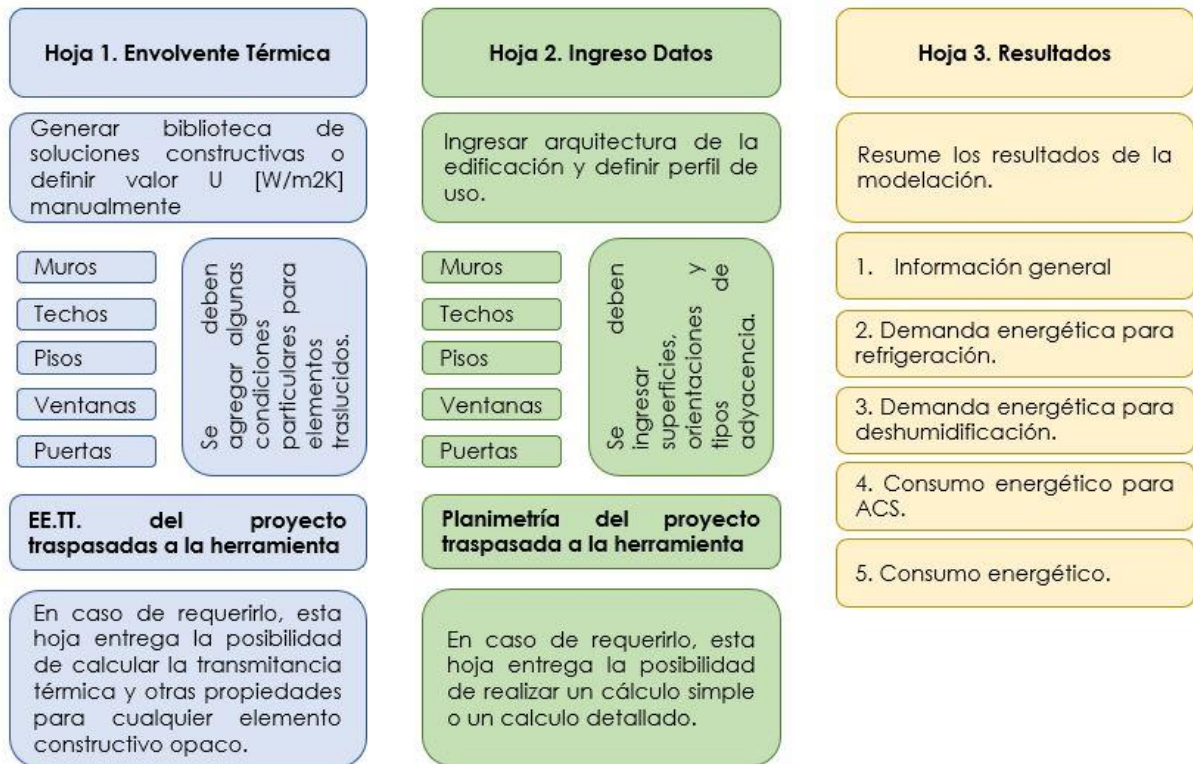


Figura 2.1 Diagrama de flujo de la herramienta.

3 DIRECTRICES PARA EL USO DE LA HERRAMIENTA ISO 52.016

3.1 Hoja 0. Introducción

Esta hoja explica brevemente como utilizar la planilla “Herramienta de cálculo ISO 52.016” para realizar los cálculos de demanda energética correctamente. Dado lo anterior, esta hoja entrega instrucciones generales del uso de cada hoja, por tanto, es recomendable leer esta sección la primera vez que se utiliza la planilla además de leer el presente manual.

3.2 Hoja 1. Envoltente térmica

La función de esta hoja es registrar y almacenar la información de cada elemento constructivo (piso, muro, techo y ventanas) que forma parte de la arquitectura del proyecto, simulando una función de “biblioteca” de transmitancias térmicas de las soluciones constructivas. Esta hoja se estructura en base a distintos apartados, los cuales están relacionados con cada elemento constructivo que conforma una envoltente.

Para esto el usuario debe ingresar directamente las propiedades del elemento en el caso que las conozca previamente, o en su defecto puede calcular dichas propiedades en la sección “1. Cálculo de transmitancia térmica”, y luego copiarlas al apartado correspondiente.

A continuación, se explica cómo utilizar esta hoja:

HOJA 1. ENVOLVENTE TÉRMICA	
3.2.1 Sección “1. Cálculo de transmitancia térmica” En el caso de que no se cuente con la información de transmitancia del elemento constructivo, esta sección permite realizar el cálculo de transmitancia térmica del tipo de elemento que se requiera. Para este cálculo es necesario que el usuario tenga la información respecto al número de capas que conforman el detalle constructivo, el material de estas y su espesor. Una vez ingresados todos los datos para la conformación de escantillón, a la derecha, desde la columna M hasta la columna Q de la fila 8, se generará de forma automática la información del elemento constructivo. Esta información debe ser copiada y pegada en la correspondiente al elemento constructivo que se está calculando, ejemplo tabla “Muros”, “Ventanas” o “Techos”. Las propiedades de los materiales aquí expuestos corresponden a los del listado de la NCh 853, norma chilena. El usuario puede ingresar soluciones constructivas nuevas, simplemente ingresando el valor U total de la solución constructiva, sin embargo actualmente no se permite ingresar materiales nuevos ya que la opción	Fila 1 1. Columna G <i>Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de elemento constructivo.</i> Filas 2 a 7 2. Columna G <i>Menú desplegable. Se debe seleccionar el material de la capa a especificar.</i> 3. Columna H <i>Se debe digitar el espesor de la capa expresado en milímetros.</i> 4. Columna I <i>No se puede modificar. Se muestra la conductividad térmica del material seleccionado.</i> 5. Columna J <i>No se puede modificar. Se muestra la densidad del material seleccionado.</i> 6. Columna K

de ingresar solución final resuelve dicho problema, pero el usuario debe calcularlo manualmente.	No se puede modificar. Se muestra el calor específico del material seleccionado. Fila 2 7. Columna M a Q Estas columnas entregan los resultados del cálculo de transmitancia térmica. El usuario debe copiar estas cinco celdas y pegarlas en la tabla del elemento constructivo que corresponda.
3.2.2 Sección “2. Características de la envolvente” En esta sección se encuentran las tablas en donde se deberá ingresar la información de cada uno de los elementos constructivos que se utilizarán en la conformación de la arquitectura de la vivienda a evaluar. Dado lo anterior, es posible aducir que esta sección tiene una función de biblioteca, en la cual existen subsecciones o tablas para cada elemento de la envolvente. 3.2.2.1 Tabla Muros En esta tabla se debe ingresar las propiedades asociadas a los muros que se utilizarán en la evaluación cómo, transmitancia, espesor de capas y capacidad calorífica, entre otros.	Filas 8 a 22 1. Columna F Se debe digitar el nombre de identificación para el muro seleccionado. 2. Columna G Se debe ingresar la transmitancia térmica del muro seleccionado. 3. Columna H Se debe ingresar el espesor de la parte sólida del muro seleccionado. 4. Columna I Menú desplegable. Se debe seleccionar la posición de la aislación térmica. 5. Columna J En el caso que exista aislación térmica, se debe ingresar su espesor. 6. Columna K Menú desplegable. Se debe seleccionar la categoría de masa del muro, es decir pesado, mediano y liviano. En el caso que se haya optado por realizar el cálculo en la sección “1. Cálculo de transmitancia térmica”, se debe seleccionar la opción “calculado”. 7. Columna L Se debe ingresar la capacidad calorífica del muro seleccionado.

	8. Columna M Menú desplegable. Se debe seleccionar el tono de la superficie del muro seleccionado
3.2.2.2 Tabla Ventanas En esta tabla se debe ingresar las propiedades asociadas a las ventanas que se utilizarán en la evaluación cómo, transmitancia, factor de sombra del vidrio, porcentaje de marco y transmitancia de marco	9. Columna O Se debe digitar el nombre de identificación para la ventana seleccionada. 10. Columna P Se debe digitar la transmitancia térmica de la ventana seleccionada. 11. Columna Q Se debe ingresar el factor de sombra de la ventana seleccionada. 12. Columna R Se debe digitar el porcentaje de marco de la ventana. 13. Columna S Se debe digitar la transmitancia térmica del marco de la ventana
3.2.2.3 Tabla Cubiertas En esta tabla se debe ingresar las propiedades asociadas a las cubiertas que se utilizarán en la evaluación.	Filas 23 a 37 14. Columna F Se debe digitar el nombre de identificación para la cubierta seleccionada. 15. Columna G Se debe digitar la transmitancia térmica de la cubierta seleccionada. 16. Columna H Se debe digitar el espesor de la parte sólida de la cubierta seleccionada. 17. Columna I Menú desplegable. Se debe seleccionar la posición de la aislación térmica. 18. Columna J

	En el caso que exista aislación térmica, se debe digitar su espesor. 19. Columna K Menú desplegable. Se debe seleccionar la categoría de masa de la cubierta. En el caso que se haya optado por realizar el cálculo en la sección "1. Cálculo de transmitancia térmica", se debe seleccionar la opción "calculado". 20. Columna L Se debe digitar la capacidad calorífica de la cubierta seleccionada. 21. Columna M Menú desplegable. Se debe seleccionar el tono de la superficie de la cubierta seleccionada.
3.2.2.4 Tabla Puertas En esta tabla se debe ingresa las propiedades asociadas a las puertas que se utilizarán en la evaluación cómo, transmitancia, porcentaje de vidrio y tipo de vidrio	22. Columna O Se debe digitar el nombre de identificación para la puerta seleccionada. 23. Columna P Se debe digitar la transmitancia térmica de la puerta seleccionada. 24. Columna Q Se debe digitar el porcentaje de vidrio de la puerta seleccionada. 25. Columna R Se debe digitar el tipo de vidrio que posee la puerta seleccionada.
3.2.2.5 Tabla Pisos En esta tabla se debe ingresa la información asociada a los pisos que se utilizarán en la evaluación. En cuanto a los refuerzos de aislación para las uniones de la losa de piso con elementos verticales, existen dos tipo, refuerzo horizontal y refuerzo vertical. A	Filas 38 a 52 26. Columna F Se debe digitar el nombre de identificación para el piso seleccionado. 27. Columna G

continuación, se presentan las geometrías de ambos casos:

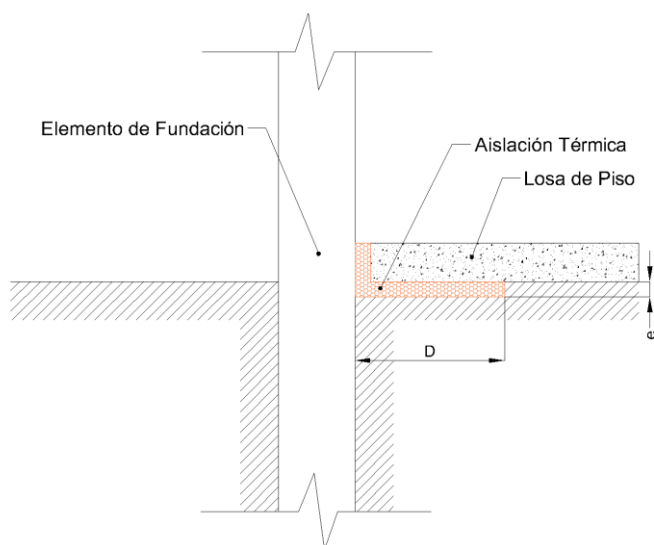


Figura 2-10 Detalle refuerzo aislación horizontal

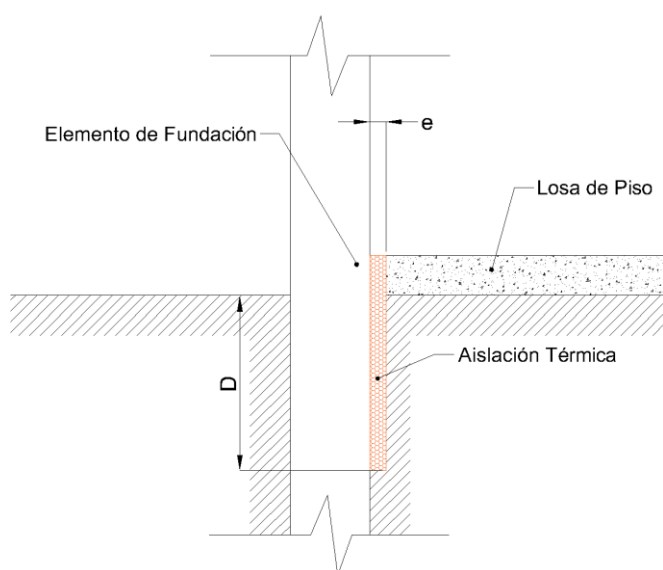


Figura 2-11 Detalle refuerzo aislación vertical

Se debe digitar la transmitancia térmica del piso seleccionado.

28. Columna H

Se debe digitar el espesor de la parte sólida del piso seleccionado.

29. Columna I

Menú desplegable. Se debe seleccionar la posición de la aislación térmica.

30. Columna J

En el caso que exista aislación térmica, se debe digitar su espesor.

31. Columna K

Menú desplegable. Se debe seleccionar la categoría de masa del piso. En el caso que se haya optado por realizar el cálculo en la sección "1. Cálculo de transmitancia térmica", se debe seleccionar la opción "calculado".

32. Columna L

Se debe digitar la capacidad calorífica del piso seleccionado.

33. Columna M

Menú desplegable. Se debe seleccionar el tono de la superficie del piso seleccionado.

34. Columna N

Se debe digitar la conductividad térmica de la aislación del piso seleccionado.

35. Columna O

Se debe digitar el espesor de la aislación del refuerzo vertical.

36. Columna P

Se debe digitar la longitud de la aislación térmica en centímetros.

37. Columna Q

Se debe digitar el espesor de la aislación del refuerzo horizontal.

38. Columna R

	Se debe digitar la longitud de la aislación térmica en centímetros.
--	---

3.3 Hoja 2. Ingreso Datos

El objetivo de esta hoja es registrar los datos principales del proyecto; la envolvente térmica de cada unidad de vivienda, sus perfiles de ocupación y las eficiencias de los equipos de climatización y Agua Caliente Sanitaria (ACS) a utilizar.

Esta hoja está dividida en cuatro secciones, siendo tres de ellas de carácter obligatorio y una opcional. La primera sección corresponde a información general del proyecto o vivienda y es necesaria para una correcta identificación de la unidad de vivienda. En segundo lugar, la sección elementos de la envolvente permite citar los elementos constructivos a través de menús desplegables con el objetivo de conformar la arquitectura. Luego, en la sección perfil de ocupación se ingresan datos asociados al uso de la vivienda. Finalmente, la cuarta sección permite llevar a cabo un cálculo detallado de puentes térmicos y obstrucciones solares, su uso es opcional. Esta cuarta sección sólo se activa si se selecciona "Si" en la celda G95 de la fila 52, en caso contrario la planilla realiza un cálculo simplificado de estas variables.

A continuación, se explica cómo utilizar esta hoja:

HOJA 2. INGRESO DATOS	
3.3.1 Sección "1. Datos del Proyecto" En esta sección se ingresa información general del proyecto, eficiencia de equipos de climatización y para Agua Caliente Sanitaria e información acerca del solicitante en conjunto con el evaluador.	Columna H 1. Fila 1 Digitar nombre del proyecto 2. Fila 2 Menú desplegable. Seleccionar ciudad en la que se ubica el proyecto. 3. Fila 3 Digitar identificación de la vivienda. 4. Fila 4 Digitar dirección de la vivienda. 5. Fila 5 Menú desplegable. Seleccionar tipología de vivienda. (Departamento/Casa aislada/Casa continua) 6. Fila 6 Digitar Nombre del solicitante del informe. 7. Fila 7 Nombre del evaluador.
3.3.2 Sección 2. "Elementos de la envolvente"	Fila 8

En esta sección se debe ingresar la información referente a los elementos arquitectónicos de la edificación. Para esto, esta sección se encuentra dividida en los tipos de elementos que conforman una envolvente y que fueron elaborados previamente en la hoja 2. “Envolvente”. Por otro lado, es importante mencionar que la asignación de elementos pertenecientes a la envolvente se realiza por orientación, de tal manera de cuantificar el nivel de radiación que recibe el elemento	1. Columna G <i>Digitar altura promedio de la vivienda.</i>
3.3.2.1 Muros Corresponden a los paramentos verticales opacos, que incluyen en su definición información asociada a transmitancias, delimitaciones del recinto, orientación, superficie y puentes térmicos. 3.3.2.1.1 Tipo de adyacencia Muro. Los muros pueden ejercer cuatro tipos de delimitaciones con su cara contigua. Si el muro en su contracara está en contacto con el exterior, entonces su tipo de adyacencia es “Exterior”, si el muro es un elemento divisor de dos recintos climatizados, entonces se debe elegir la opción “Adiabático”. Por otra parte, si el muro está en contacto con un recinto no climatizado el cual a su vez no presenta contacto con el exterior se deberá seleccionar la opción “RNC interior” y si el recinto contiguo no climatizado presenta contacto con el exterior, se deberá seleccionar la opción “RNC exterior”.	Filas 9 a 18 1. Columna F <i>Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo asociado al muro.</i> 2. Columna G <i>Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de adyacencia que posee el muro con su entorno inmediato.</i> 3. Columna H <i>Menú desplegable. Se debe seleccionar la orientación del muro.</i> 4. Columna I <i>Se debe digitar el área del muro (de existir vanos, se deben descontar previamente).</i> 5. Columna J <i>No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor U del detalle constructivo seleccionado.</i>
3.3.2.2 Ventanas Paramentos verticales traslucidos. Cada ventana incluye en su definición (desarrollada en la Hoja 1. Envolvente térmica, información asociada a transmitancias térmicas, factores de sombra y protecciones solares. Las ventanas se encuentran definidas por tres elementos principales: • Zonas Vidriadas. • Marcos.	Filas 19 a 33 1. Columna F <i>Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de ventana.</i> 2. Columna G <i>Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de adyacencia.</i> 3. Columna H

- Protecciones solares.

3.3.2.2.1 Tipos de protecciones solares de ventana: Factor de accesibilidad de la ventana o FAV

Corresponde a la metodología que permite evaluar la incidencia de radiación solar directa y difusa en cada ventana, considerando su orientación y la existencia de obstrucciones cercanas.

Se definen dos tipos de protecciones que dependen exclusivamente de la arquitectura alrededor de las ventanas.

3.3.2.2.1.1 FAV 1

Los FAV 1 corresponden a Aleros u obstrucciones horizontales sobre las ventanas, los cuales quedan definidos por 3 distancias: H [m] (ya ingresada en la herramienta), L [m] y D [m].

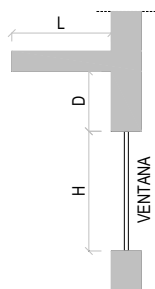
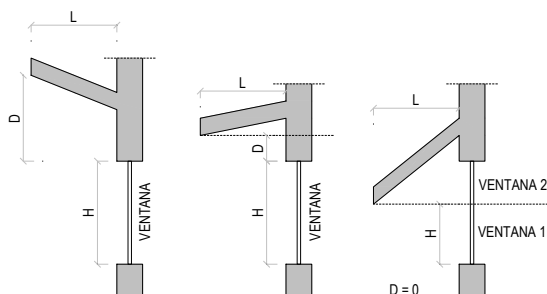


Figura 3-1: Elevación de una ventana con FAV 1

En el caso de tener aleros angulados, se deberá definir la geometría con el fin de obtener los parámetros indicados anteriormente, encontrando los D y L proyectados.

En el caso de un alero que pasa la cota superior de la ventana, ver siguiente imagen, esta se deberá ingresar como 2 ventanas diferentes, donde la ventana superior se encuentra con un alero completo y se deberá definir como un cristal con factor solar FS = 0. La restante superficie de ventana contará con un alero FAV 1 con D=0



Menú desplegable. Se debe seleccionar la orientación de la ventana.

4. Columna I

Se debe digitar la altura de la ventana expresado en metros.

5. Columna J

Se debe digitar el ancho de la ventana expresado en metros.

6. Columna N

Se debe ingresa el valor "D" de FAV 1 que corresponde a longitud del alero expresado en metros.

7. Columna O

Se debe ingresa el valor "L" de FAV 1 que corresponde a la distancia vertical entre el límite superior del vano y el alero expresado en metros.

8. Columna P

Se debe digitar el valor "L" de FAV 2 izquierdo que corresponde a la longitud del alero expresado en metros.

9. Columna Q

Se debe digitar el valor "D" de FAV 2 izquierdo que corresponde a la distancia horizontal entre el borde del vano y el alero expresado en metros.

10. Columna R

Se debe digitar el valor "L" de FAV 2 derecho que corresponde a la longitud del alero expresado en metros.

11. Columna S

Se debe digitar el valor "D" de FAV 2 izquierdo que corresponde a la distancia horizontal entre el borde del vano y el alero expresado en metros.

Figura 3-2: Distintas elevaciones de aleros FAV 1

3.3.2.2.1.2 FAV 2

Los FAV 2 corresponden a aleros u obstrucciones verticales en los costados de las ventanas, los cuales quedan definidos por las siguientes longitudes: W [m] (ya ingresado en la herramienta), P [m] y S [m].

Estos aleros se especifican por separado para el lado izquierdo y derecho de la ventana. Dichas ubicaciones (izquierda y derecha) se definen para un observador parado al interior del recinto mirando hacia el exterior.

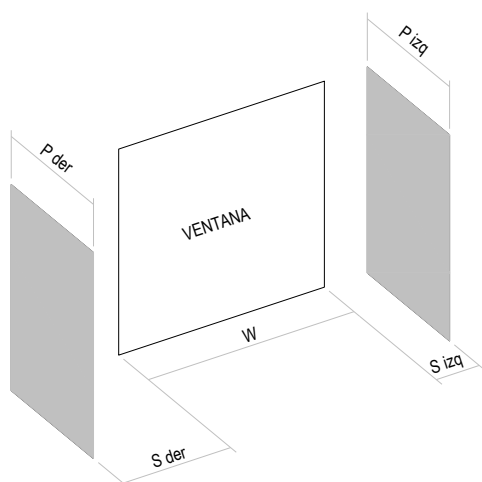


Figura 3-3: Ejemplo de FAV 2

Cuando se trate de obstrucciones de geometría no ortogonal, se deberá utilizar el mismo criterio definido para el FAV 1.

3.3.2.3 Puertas:

Las puertas se encuentran definidas por 2 elementos:

- Valor U Puerta sólida o compuesta.
- Zonas vidriadas.

En el caso que se requiera ingresar una puerta que cuenta con una superficie vidriada, las propiedades de dicho vidrio se deben ingresar en la sección ventanas.

Filas 34 a 35:

1. Columna F

Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de puerta.

2. Columna G

Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de adyacencia.

3. Columna H

Menú desplegable. Se debe seleccionar la orientación de la puerta.

4. Columna I

Se debe digitar la altura de la puerta expresado en metros.

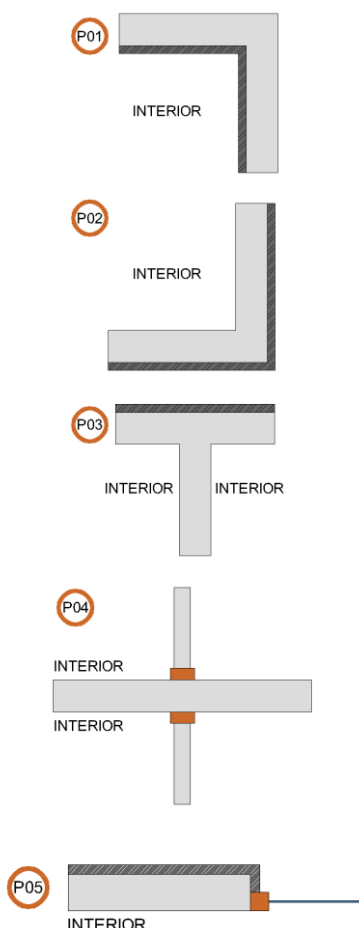
	5. Columna J Se debe digitar el ancho de la puerta expresado en metros. 6. Columna K No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor U del detalle constructivo seleccionado. 7. Columna N Se debe ingresa el valor "D" de FAV 1 que corresponde a longitud del alero expresado en metros. 8. Columna O Se debe ingresa el valor "L" de FAV 1 que corresponde a la distancia vertical entre el límite superior del vano y el alero expresado en metros. 9. Columna P Se debe digitar el valor "L" de FAV 2 izquierdo que corresponde a la longitud del alero expresado en metros. 10. Columna Q Se debe digitar el valor "D" de FAV 2 izquierdo que corresponde a la distancia horizontal entre el borde del vano y el alero expresado en metros. 11. Columna R Se debe digitar el valor "L" de FAV 2 derecho que corresponde a la longitud del alero expresado en metros. 12. Columna S Se debe digitar el valor "D" de FAV 2 izquierdo que corresponde a la distancia horizontal entre el borde del vano y el alero expresado en metros.
3.3.2.4 Pisos: Los paramentos horizontales opacos de suelo, pisos, incluyen en su definición información asociada a transmitancias, puentes térmicos e inercia térmica.	Fila 36 a 38 1. Columna F Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo de piso.

	2. Columna G Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de adyacencia. 3. Columna H Se debe digitar el área del detalle constructivo de piso seleccionado. 4. Columna I No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor U del detalle constructivo seleccionado. 5. Columna J: Menú desplegable. Se debe seleccionar si el piso es ventilado o no. 6. Columna K: Menú desplegable. Se debe seleccionar si el piso está contra terreno o no. 7. Columna L: Se debe digitar el perímetro del piso en contacto con el terreno.
3.3.2.5 Cubiertas: Conjunto de elementos constructivos que conforman el detalle constructivo cubierta. Este elemento corresponde a la separación horizontal entre el interior y exterior del edificio y es el elemento que se encuentra en la parte superior del volumen.	Filas 36 a 38: 1. Columna N Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo de cubierta. 2. Columna O Menú desplegable. Se debe seleccionar el tipo de adyacencia. 3. Columna P Se debe digitar el área del detalle constructivo de cubierta seleccionado. 4. Columna Q No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor U del detalle constructivo seleccionado.

3.3.2.5.1 Obstrucciones Solares Remotas o FAR: Las obstrucciones solares corresponden a cualquier objeto opaco no perteneciente a la edificación, que interfiera entre la radiación solar directa y el edificio evaluado. Los datos necesarios para el cálculo de la reducción de la radiación solar son la orientación de la fachada, la altura de la obstrucción y la distancia al objeto. Se consideran como obstrucciones cualquier tipo de elemento o edificación permanente y accidentes geográficos tales como cerros o laderas situadas en el entorno cercano a la vivienda en análisis. Se excluyen de este cálculo vegetaciones, árboles, letreros y elementos no permanentes, susceptibles a modificaciones en su geometría, así como también, los cierres perimetrales con algún porcentaje translucido.	Filas 39 y 45: 1. Columna H y N Menú desplegable. Se debe seleccionar la orientación en la que se ubica el obstáculo. Filas 40 a 44 y 46 a 50: 2. Columna H y N Se debe digitar la altura aproximada del obstáculo en la orientación seleccionada. 3. Columna I y O Menú desplegable. Se debe seleccionar el rango de distancia en el que se encuentra aproximadamente el obstáculo.
3.3.3 Sección “3. Perfil de ocupación” Esta sección tiene como objetivo caracterizar la información asociada al uso de la vivienda, y principalmente se centra en tres categorías: 3.3.3.1 Caudales de ventilación Los caudales de ventilación abordados por esta sección son: caudal mínimo por salubridad, ventilación nocturna e infiltraciones. En primer lugar, para el caudal mínimo de salubridad no es necesario ingresar información, no obstante, se entregan los valores utilizados. Por otra parte, tanto para ventilación nocturna como para infiltraciones es necesario ingresar sus caudales en unidades de renovación por hora RAH [1/h]. Una RAH corresponden a renovar el volumen completo de aire de la vivienda en 1 hora La metodología utilizada impone un caudal mínimo necesario para evitar una concentración de ppm de CO₂ superior a 600ppm, conocido como IDA2 y considera condición de actividad “sedentaria” que corresponde a una tasa de 19 [l/h] de CO₂_pers 3.3.3.2 Iluminación La densidad de potencia de iluminación se aborda a través de las tecnologías de iluminación. Para esto el usuario debe seleccionar el tipo de iluminación que utiliza la vivienda.	Fila 51 1. Columna F No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor de caudal por salubridad. 2. Columna G No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor del IDA. 3. Columna H No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el tipo de ocupación. 4. Columna I Se debe ingresa el valor de renovación de aire asociadas a la ventilación nocturna. 5. Columna J Menú desplegable. Se debe seleccionar el nivel de hermeticidad de la vivienda. 6. Columna L Menú desplegable. Se debe seleccionar la tecnología de iluminación de la vivienda.

3.3.3.3 Usuarios Para determinar el número de usuarios, el usuario debe ingresar el número de dormitorios. Para esta herramienta se utiliza la lógica que el número de ocupantes será igual al número de dormitorios más uno.	7. Columna M No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor de la densidad de potencia de la tecnología expresado en $[W/m^2]$. 8. Columna O Se debe digitar el número de dormitorios de la vivienda. 9. Columna P No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el número de usuarios. 10. Columna Q No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor de calor latente asociado a usuarios expresado en $[W/pers]$. 11. Columna R No se puede modificar. Esta celda es solo de carácter informativo, entrega el valor de calor sensible asociado a usuarios expresado en $[W/pers]$.
3.3.4 Sección 4. Cálculo detallado Esta sección en caso de que se requiera, entrega la posibilidad de llevar a cabo un cálculo más detallado de la demanda energética. En dicho cálculo se incorporan puentes térmicos y obstrucciones solares. Para activar esta sección el usuario debe seleccionar "Si" en el menú desplegable de la fila 52. Cabe destacar que esta sección es opcional y el usuario puede decidir si utilizarla en base al nivel de precisión que desea para los cálculos. En caso de no utilizarla, los cálculos se realizan incorporando factores para los puentes térmicos y el calculo simplificado de FAR. 3.3.4.1 Puentes Térmicos Para conocer los puentes térmicos asociados a los muros se solicita: • Largo del puente térmico. • Detalle constructivo asociado al elemento con el que se produce el puente térmico.	Fila 52 1. Columna G Menú desplegable. Se debe seleccionar si se requiere calculo detallado o no. Fila 53 a 62: 2. Columna M Se debe ingresar el largo del puente térmico P01 expresado en metros. 3. Columna N Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo con el que se forma el puente térmico. 4. Columna O Se debe ingresar el largo del puente térmico P02 expresado en metros. 5. Columna P

En particular el Puente térmico de ventanas P05 no se ingresa manualmente y se obtiene de forma automática en base a la información que el evaluador ingresa para cada ventana.



Donde:

P01: Corresponde a un puente térmico de una esquina saliente entre 2 muros o un muro y una losa de techumbre. Este puente genera un aumento en su superficie.

P02: Corresponde a un puente térmico de una esquina entrante entre 2 muros o un muro y una losa de piso ventilado. Este puente genera una disminución en su superficie.

P03: Corresponde al encuentro entre un muro perimetral y un muro interior o entre un muro perimetral y una losa de piso interior.

P04: Corresponden a los encuentros entre un muro y algún elemento que sobresale el plomo perimetral exterior de los muros como cornisas o terrazas.

P05: Corresponde al encuentro entre el marco de la ventana y el muro donde se encuentra alojada

Para el ingreso de los puentes térmicos el usuario deberá especificar la longitud del puente térmico y el detalle constructivo del elemento con el cual se produce el puente térmico.

En el caso del P04, se deberá ingresar un dato adicional, el cual corresponde al espesor de la aislación de la losa.

Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo con el que se forma el puente térmico.

6. Columna Q

Se debe ingresar el largo del puente térmico P03 expresado en metros.

7. Columna R

Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo con el que se forma el puente térmico.

8. Columna S

Se debe ingresar el largo del puente térmico P04 expresado en metros.

9. Columna T

Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo con el que se forma el puente térmico.

Filas 63 a 76

10. Columna M

Menú desplegable. Se debe seleccionar el detalle constructivo en el que se aloja la ventana.

11. Columna N

Menú desplegable. Se debe indicar si la ventana cuenta con retorno de aislación o no.

12. Columna O

Menú desplegable. Se debe indicar la posición de la ventana dentro del marco.

3.3.4.1.1 Obstrucciones Solares Remotas o FAR

FAR corresponde al Factor de accesibilidad respecto a elementos de sombra remotos es decir evalúa la incidencia de radiación solar directa y difusa, por orientación, considerando la existencia de obstrucciones remotas. El FAR en cada orientación modifica la radiación solar directa y la radiación solar difusa que llega a la vivienda.

Se consideran como obstrucciones cualquier tipo de elemento o edificación permanente y accidentes geográficos tales como cerros o laderas situadas en el entorno cercano a la vivienda en análisis.

Se excluyen de este cálculo vegetaciones, árboles, letreros y elementos no permanentes, susceptibles a modificaciones en su geometría, así como también, los cierres perimetrales con algún porcentaje translucido.

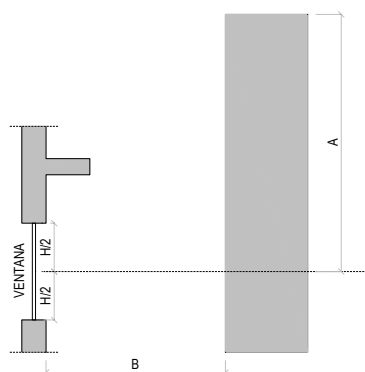
Este factor es único por orientación y se calcula considerando el punto central de cada fachada (ancho y alto) como punto de referencia.

El FAR depende de 4 parámetros para cada obstáculo:

- **A [m]:** Diferencia de altura media entre la fachada y el obstáculo
- **B [m]:** Distancia con el obstáculo. Ver Figura 3-
- **D [m]:** Ancho del obstáculo.
- **División []:** El espacio frente a la fachada se divide en 5 cuadrantes. Así, un objeto puede ubicarse directamente en frente de la fachada o en alguno de los cuadrantes mencionados, definiéndose 5 posibles ubicaciones para cada obstáculo.

3.3.4.1.2 Distancias A [m], B [m] y D [m]

La distancia A se define como el diferencial entre el punto medio de la fachada y la altura máxima del obstáculo.



Filas 77 y 83

13. Columnas H y N

Menú desplegable. Se debe seleccionar la orientación en la que se ubica el obstáculo.

Filas 78 a 82 y 84 a 88

14. Columnas H y N

Menú desplegable. Se debe seleccionar la división en la cual se encuentra la obstrucción solar.

15. Columnas I y O

Se debe ingresar la altura exacta del obstáculo en la orientación seleccionadas según la metodología entregada.

16. Columnas J y P

Se debe ingresar la distancia que existe entre la obstrucción solar y el edificio evaluado.

17. Columna K y Q

Se debe ingresar el ancho de la obstrucción solar.

Figura 3-4: Dimensiones A [m] y B [m] del FAR

En el caso de que la altura del obstáculo sea variable, se deberá considerar la altura promedio ponderada.

$$A = \frac{\sum_i A_i * D_i}{\sum_i D_i}$$

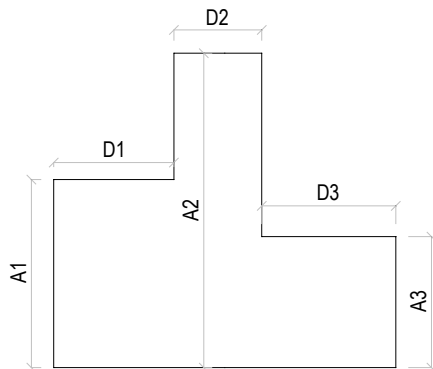


Figura 3-5: Elevación de obstáculo con altura variable

La distancia B se define como la distancia entre la fachada y el obstáculo. Ver Figura 3-

La distancia D se define como el ancho del obstáculo.

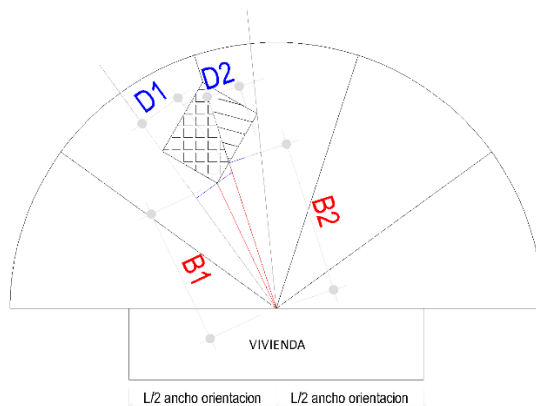


Figura 3-7: representación distancias B y D.

3.3.4.1.3 División

Las divisiones corresponden a 5 particiones imaginarias del semi círculo al que tiene visibilidad cada fachada desde una vista en planta. Cada división tiene treinta y seis grados, completando en total los ciento ochenta grados del semicírculo de visibilidad de la fachada. De esta forma las obstrucciones/obstáculos se ubican, para efectos de cálculo, en el centro de alguno de los 4

cuadrantes, o bien, directamente al frente, definiéndose así, 5 posibles ubicaciones para cada obstáculo.

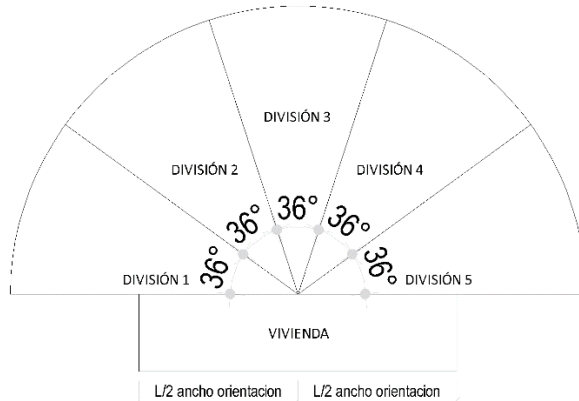


Figura 3-8: 5 posiciones del FAR, 4 cuadrantes y “al frente”

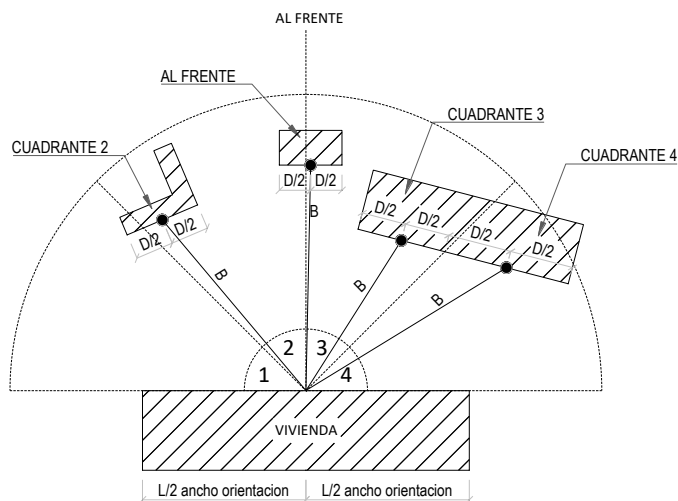


Figura 3-9: Ejemplo obstrucciones

Cuando una obstrucción se encuentre situada entre 2 cuadrantes, se producen 2 casos:

- Si la obstrucción se encuentra mayoritariamente en un cuadrante, se señala ese cuadrante como su posición.

Si la obstrucción se encuentra en ambos y bloquea la mayoría de la proyección de ambos cuadrantes, entonces el obstáculo se deberá dividir en 2 y el ancho de cada obstáculo corresponderá a la fracción que se encuentra en cada cuadrante, así como su distancia B [m] también se calcula hasta el centro de cada división.

3.4 Hoja 3. Resultados

La función de esta hoja es entregar un resumen de los resultados de la modelación energética del proyecto. Este resumen se divide en cinco secciones, la primera presenta información general del proyecto y las cuatro restantes entregan resultados de demanda y consumo energético.

A continuación, se detalla su funcionamiento:

HOJA 3. RESULTADOS	
3.4.1 Sección “1. Información General” <i>En esta sección es posible visualizar información general de la vivienda evaluada.</i>	Columna H 1. Fila 1 Celda informativa. Nombre del proyecto. 2. Fila 2 Celda informativa. Ciudad en la que ubica la vivienda evaluada. 3. Fila 3 Celda informativa. Identificación de la vivienda evaluada. 4. Fila 4 Celda informativa. Dirección de la vivienda evaluada. 5. Fila 5 Celda informativa. Tipo de vivienda evaluada. 6. Fila 6 Celda informativa. Institución o persona natural que solicita la evaluación. 7. Fila 7 Celda informativa. Identificación del evaluador. 8. Fila 8 Celda informativa. Superficie de la vivienda evaluada. 9. Fila 9 Celda informativa. Altura promedio de la vivienda evaluada. 10. Fila 10 Celda informativa. Porcentaje de superficie opaca exterior de la vivienda evaluada. 11. Fila 11

	Celda informativa. Porcentaje de superficie vidriada de la vivienda evaluada. 12. Fila 12 Celda informativa. Tipo de tecnología de iluminación utilizada en la vivienda evaluada.
3.4.2 Sección “2. Demanda Energética para Refrigeración” En esta sección se entregan los valores tabulados de demanda energética de manera mensual, además se pueden visualizar de forma gráfica.	Filas 13 a 25 1. Columna F Celdas informativas. Se entregan los valores de demanda energética para refrigeración de manera mensual. 2. Columna G Celdas informativas. Se entregan los valores de demanda energética para refrigeración por metro cuadrado de superficie de manera mensual. Fila 25 3. Columna F Celda informativa. Se entrega el valor total anual de la demanda energética para refrigeración. 4. Columna G Celda informativa. Se entrega el valor promedio anual de la demanda energética para refrigeración por metro cuadrado de superficie.
3.4.3 Sección “3. Demanda Energética para Deshumidificación” En esta sección se entregan valores de demanda energética para deshumidificación, además se entrega el límite máximo de humedad relativa impuesto.	Fila 26 1. Columna H Celda informativa. Límite máximo para humedad relativa. Fila 27 2. Columna H Celda informativa. Valor de demanda energética total anual para deshumidificación. 3. Columna J Celda informativa. Valor de demanda energética total anual por metro cuadrado de superficie para deshumidificación.

3.4.4 Sección “4. Consumo Energético para ACS” <i>Esta sección entrega valores asociados al cálculo de consumo energético para agua caliente sanitaria.</i> <i>En el caso de departamentos, se utiliza un consumo de agua reducido de 22 Lts/pers-día. Para las otras condiciones de Tipo de vivienda se utiliza 30 Lts/pers-día</i>	Columna H 1. Fila 28 Celda informativa. Número de usuarios para la vivienda evaluada. 2. Fila 29 Celda informativa. Valor de litros por persona por día. 3. Fila 30 Celda informativa. Valor de la temperatura utilizada en el cálculo del consumo energético para ACS. 4. Fila 31 Celda informativa. Valor de la eficiencia del sistema de ACS. 5. Fila 32 Celda informativa. Valor de la demanda energética total anual para ACS.
3.4.5 Sección “5. Consumo Energético” <i>Esta sección entrega valores asociados al consumo energético total de la vivienda evaluada.</i>	Columna H 1. Fila 33 Celda informativa. Valor de la eficiencia del equipo de climatización. Fila 34 2. Columna H Celda informativa. Valor del consumo energético total anual. 3. Columna J Celda informativa. Valor del consumo energético total anual por metro cuadrado de superficie.

DUS /PVM/MYV

Santiago, abril 2023