

EDDEPLUS

Tipología Cardona en sistema tradicional

Informe de aplicación

autor

María Noel López Salgado -

septiembre 2024

Contenidos

Caso de estudio	3
Definición del modelo en EDEEPlus	5
Verificación del cumplimiento de la reglamentación	8
Situación inicial y calificación de la vivienda	9
Situación mejora: medidas de eficiencia energética	9

1. Caso de estudio

Tipología “Cardal” tradicional

El Movimiento de Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural, Mevir, es un organismo público no estatal que diseña y ejecuta la política de vivienda rural en Uruguay.

Mevir fue creado en 1967 por Alberto Gallinal Heber, desde el principio, los principales destinatarios de la política de Mevir son los asalariados rurales. Su programa central es el Plan de Viviendas Nucleadas, que consiste en construir conjuntos de viviendas en localidades del interior por medio del método de la ayuda mutua. Este supone el aporte obligatorio de 96 horas semanales por parte de la familia en la construcción. En el momento de su creación, tuvo como objetivo “la construcción de viviendas higiénicas que sustituyan las habitaciones insalubres existentes en el medio rural y alrededores de las poblaciones urbanas del interior” (Ley 13640, Art. 474). Las habitaciones insalubres se definen como “ranchos de adobe con piso de tierra y techo de paja” (Mevir, 1983, p. 21), y su sustitución por una vivienda higiénica tiene por finalidad “mejorar los niveles de vida deficitarios” (Mevir, 1983, p. 21) de los trabajadores rurales.

La tipología “Cardal” de MEVIR, es la actualmente se sigue utilizando y fue evaluado en el energy Plus en otras investigaciones que he participado por este motivo es de interés comparar los resultados utilizados con esta herramienta y la anterior evaluación.

La tipología “Cardal” tiene una disposición que separa las áreas de dormitorios de las áreas de estar. El estar y la cocina conforman un único espacio siendo un espacio integral. Los dormitorios conforman espacios de mayor privacidad, comunicados por un pasillo (o circulación). La tipología resuelve el cerramiento horizontal como un techo a dos aguas con cielorraso.

Solución constructiva tradicional

La tipología “Cardal” de sistema tradicional pesado de MEVIR, según los recaudos es de 67,65m² sin contemplar aleros, mientras que el área útil interior es de 58,19m². Las tipologías se plantean exentas, y la orientación de las ventanas de los dormitorios se propone ajustar de acuerdo a la orientación de las viviendas, en este ejercicio, para este ejercicio se propone orientación norte para la puerta de acceso y .

La vivienda de tres dormitorios tiene una fundación superficial de platea de 12cm, construida con hormigón armado. La envolvente vertical exterior es de: Muro doble de 22cm, compuesto en su cara interior por ladrillo de campo de 12cm, capa aislación húmedica, arena y portland con hidrófugo y emulsión asfáltica de 1 cm, aislación térmica de poliestireno expandido de 3cm, cámara de aire de 1cm y capa exterior de ladrillo de campo 5,5cm (ver figura 1). Los muros interiores son de ladrillo de campo de 12cm, con las dos caras bolseadas. Los cerramientos superiores están compuestos por tirantes de eucaliptus de 2"x6", cielorraso de fenólico OSB de 15mm (según los planos, en la obra construida el cielorraso observado es de fenólico compensado), por encima barrera de vapor de 200μm y aislación térmica de lana de vidrio 50 mm, con foil de aluminio hacia el espacio interior, clavadores de madera 2x2" y como terminación exterior chapa galvanizada trapezoidal. De acuerdo a los detalles de cubierta, la aislación térmica es interrumpida por los clavadores.

Figura 3. Detalle de fachada.

2. Definición del modelo en EDEEPlus

Los modelos se desarrollaron considerando los recaudos gráficos disponibles, tanto en su geometría como en su materialidad.

Geometría

El modelo para simulación en Edeplus constituyen una simplificación de la tipología real donde los muros no tienen espesor, por tanto se asumen los siguientes supuestos: se considera la envolvente a cara interior del espacio habitable y los tabiques interiores se consideran sobre su eje.

En función de la espacialidad de las viviendas se consideran las zonas térmicas presentadas en la Tabla 1. Vale mencionar que la zona “C-Circulación” se asume como zona independiente conectada a la zona “Ek-Cocina-Comedor”, esto se debe a que ambas zonas presentan condiciones térmicas diferentes por las características de su superficie expuesta, a pesar de ser zonas directamente vinculadas. Por otra parte, se consideran los espacios entre cielorraso y cubierta como zonas “Ci-cielorraso”. En la figura 3 se puede ver la distribución de las zonas para cada modelo y en la tabla 2 las dimensiones del mismo.

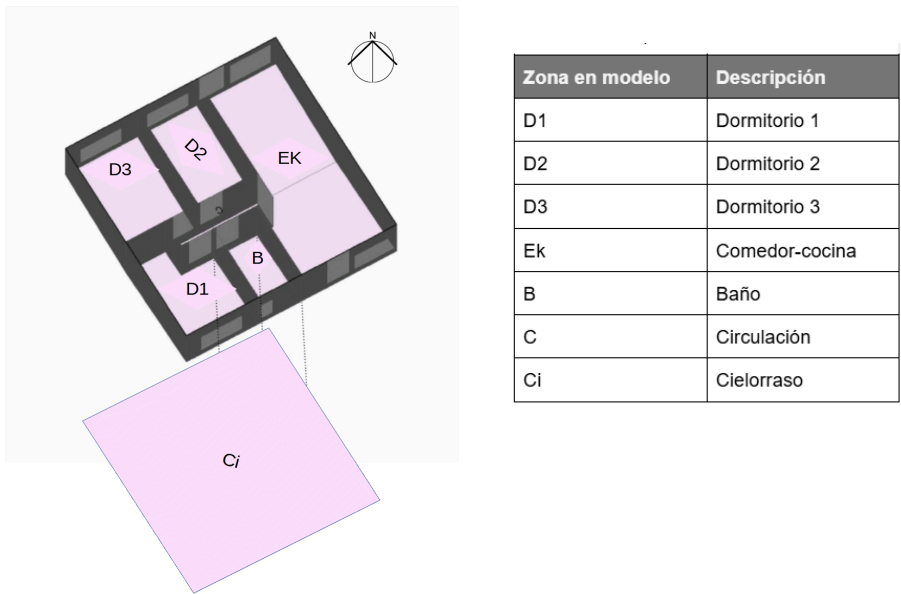


Figura 3. Esquema gráfico del modelo y tabla 1 de definición de zonas

Tabla 2. Dimensiones de la vivienda

Tipología tradicional	
Dimensiones de vivienda	
Localidad:	
	plano
Exteriores	
Frente	8,32 (exenta)
Profundidad	8,20
Altura fachada frontal/posterior hasta vereda	2,54
Proyección alero frontal	0,80
Largo alero frontal	3,22
Proyección alero posterior	0,80
Largo alero posterior	3,22
Proyección de cubierta (general)	0,15
área exterior	68,22
Interiores	
Total sentido frontal	7,88
Total profundidad	7,76
Cieloraso bajo cumbrera	61,15
área interior	61,15
volumen interior habitable	161,9

Modelo

La elección del modelo utilizado para resolver los distintos aspectos del comportamiento térmico de la vivienda se basó en la experiencia personal en proyectos similares.

Para calcular los requerimientos de energía para mantener el confort térmico se utiliza un modelo de *HVAC ideal*. Este método calcula la energía útil que requiere el ambiente para su acondicionamiento sin considerar los equipos reales que se puedan emplear y su funcionamiento. Esta energía no debe ser considerada consumo ya que no se contempla el rendimiento (o COP: *coefficient of performance*) de equipos reales.

Clima

Se emplea el año climático típico de Montevideo, de la base energy Plus 9.06 para las simulaciones. Nótese que los resultados y conclusiones que se obtienen pueden ser diferentes al variar la localización (o clima) donde se ubica la vivienda.

Materialidad

En la tabla 3 y 4 se detallan los materiales del modelo

Tabla 3. Descripción de los parámetros térmicos de la vivienda

TIPOLOGÍA CARDAL MEVIR SISTEMA TRADICIONAL				capa	material	rugosidad	e (m)	k (W/mK)	densidad (kg/m3)	c (J/kgK)	alpha thermal	alpha solar	alpha visible	R (m2K/W)	
MUROS EXTERIORES															
Exterior Wall	e total (m) U (W/m2K)	0,220 0,738	exterior	Ladrillo de campo expuesto a la lluvia	Medium Rough	0,050	0,79	1300	1000	0,93	0,55	0,63	0,18		
			aislación	camara de aire		0,010									
			aislación	Poliestreno expandido EPS (densidad 10-50)	Medium Smooth	0,030	0,04	30	1450						
				Revoque (densidad 2100)	Medium Smooth	0,010	1,40	2100	1000						
			interior	Ladrillo de campo	Medium Rough	0,120	0,65	1300	1000	0,90	0,20	0,20			
MUROS INTERIORES															
Interior Wall	e total (m)	0,12		Ladrillo de campo	Medium Rough	0,120	0,65	1300	1000	0,93	0,55	0,63			
CUBIERTAS															
Exterior Roof	e total (m) Up (W/m2K)	0,056 0,761	exterior	Chapa (acero)	Smooth	0,0005	50	7800	450	0,25	0,8	0,8	1,16		
			aislación	Lana de vidrio (densidad 15-200)	Medium Rough	0,0500	0,043	108	700						
				Aluminio	Smooth	0,0040	160	2800	880						
			estructura	clavadores 2"x2"	Medium Smooth	0,0500	0,120	450	1600						
			interior	Panel de fibras orientadas (OSB)	Medium Smooth	0,0015	0,130	650	1700	0,6	0,9	0,9	0,42		
CIELORRASO BAÑO															
Interior roof	e	0,01		Hormigón armado con 1% de acero	Medium Rough	0,010	2,30	2300,00	1000	0,90	0,50	0,50			
PISO															
Exterior floor	e U (W/m2K)	0,16 3,06	interior	baldosa cerámica	Smooth	0,015	1,00	2000	800	0,95	0,45	0,45			
				Mortero	Smooth (recubierto con c)	0,020	0,41	999	1000	0,90	0,50	0,50			
			suelo	Hormigón armado con 1% de acero	Medium Smooth	0,120	2,30	2300	1000	0,90	0,50	0,50			
VENTANAS															
marco	ancho prom	7cm		Aluminio	Smooth	0,005	160	2800	880	0,030	0,250	0,250			
Vidrio simple	e	0,004		vidrio 4mm		0,004	propiedades en Window Material								
cajón	e total (m) U (W/m2K)	0,02 0,45		PVC	Smooth	0,005	0,170	900	1390	0,90	0,70	0,70			
				camara de aire		0,01									
				PVC	Smooth	0,005	0,170	900	1390	0,90	0,70	0,70			
PUERTAS															
Exterior Door 1				Aluminio	Smooth	0,001	160	2800	880	0,03	0,25	0,25			
Interior Door				Panel de fibras, incluyendo MDF (densidad 600)	Medium Smooth	0,038	0,14	600	1700	0,60	0,90	0,90			
				camara de aire		0,025									
				Panel de fibras, incluyendo MDF (densidad 600)	Medium Smooth	0,038	0,14	600	1700	0,60	0,90	0,90			

Tabla 4: Descripción de zonas en los modelos.

Posición	zona	U	Peso	Orientación	altura	longitud	Superficie	ventana	puerta	Porcentaje de hueco	sombras
EXT	D3	0,7	240,0	N	2,5	2,9	7,3	1,8		24,8	voladizo 0,65
EXT	D3	0,7	240,0	O	2,5	3,9	10,0				
INT	D3	5,4	16,0	E	2,5	3,9	10,0				
INT	D3	5,4	16,0	S	2,5	2,9	7,3		0,9	12,4	
EXT	D2	0,7	240,0	N	2,5	2,1	5,3	1,8		33,7	voladizo 0,65
INT	D2	5,4	16,0	E	2,5	3,9	10,0				
INT	D2	5,4	16,0	S	2,5	2,1	5,3				
INT	D2	5,4	16,0	O	2,5	3,9	10,0				
EXT	Ek	0,7	240,0	N	2,5	2,9	7,4	1,8	0,9	36,7	voladizo 0,9
EXT	Ek	0,7	240,0	O	2,5	8,0	20,3				
EXT	Ek	0,7	240,0	S	2,5	3,5	9,0	1,8	0,9	30,1	voladizo 0,9
INT	Ek	5,4	16,0	E	2,5	2,6	6,6				
INT	Ek	0,7	240,0	N	2,5	0,6	1,5				
INT	Ek	5,4	16,0	E	2,5	0,8	2,0		0,9	44,3	
INT	Ek	5,4	16,0	E	2,5	3,9	10,0				
EXT	D1	0,7	240,0	O	2,5	3,8	9,7				
INT	D1	5,4	16,0	N	2,5	1,4	3,6				
INT	D1	5,4	16,0	E	2,5	1,0	2,6				
INT	D1	5,4	16,0	N	2,5	1,0	2,6		0,9	34,4	
INT	D1	5,4	16,0	E	2,5	2,8	7,1				
EXT	D1	0,7	240,0	O	2,5	3,8	9,7	1,8			
INT	B	5,4	16,0	N	2,5	1,5	3,7		0,9	24,4	
INT	B	5,4	16,0	E	2,5	1,8	4,6				
EXT	B	0,7	240,0	S	2,5	1,5	3,7				
INT	B	0,7	240,0	O	2,5	1,8	4,6	0,8			
INT	C	5,4	16,0	N	2,5	3,5	8,9		1,8	20,2	
INT	C	5,4	16,0	E	2,5	1	2,5				
INT	C	5,4	16,0	S	2,5	3,5	8,9				
INT	C	5,4	16,0	O	2,5	1	2,5				
EXT	CI	0,76	16,0	H		8,32	64,0				

El modelo determinó las siguientes cargas de demanda energética, ver figura 4, se observa que los mayores problemas son las pérdidas de calor, por la envolvente.

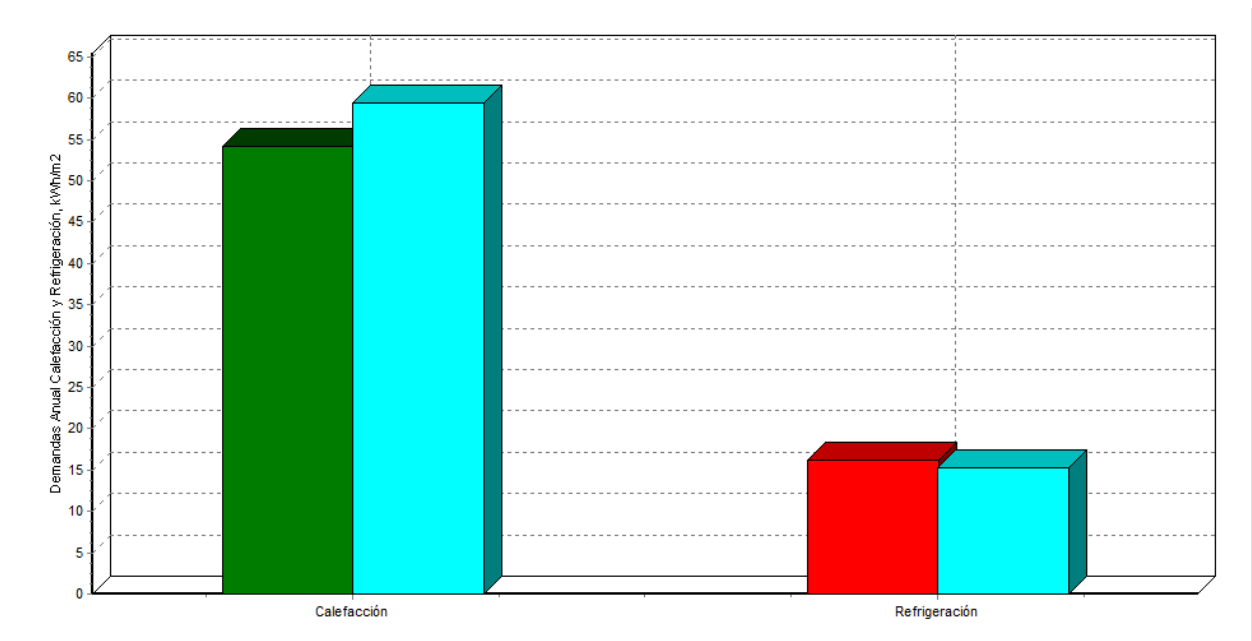


Figura 4. Demanda del modelo

3. Verificación del cumplimiento de la reglamentación

El diseño de la envolvente de esta vivienda cumple la normativa térmica respecto a transmitancia de opacos, ya que todos los cerramientos verticales y horizontales tienen sus U menores a $0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$. El punto está en los cerramientos vidriados que son simples, y determinan las mayores pérdidas sobre todo porque tienen ventanas al sur, no cumpliendo lo exigido. Tampoco cumple con el requerimiento de tener protecciones solares. Si verifica el riesgo de ocurrencia de condensaciones ya que verifica con el programa Hterm 3.0, siendo sus temperaturas superficiales superiores a las de rocío.

Aunque nótese que posee un cerramiento horizontal liviano y sería deseable contar con una transmitancia menor debido al desempeño térmico de los cerramientos livianos, siendo deseable según recomendaciones prescriptivas de $0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ sobre todo en zona térmica C, Montevideo.

4. Situación inicial y calificación de la vivienda

La demanda energética de esta vivienda se encuentra en el nivel D de demanda energética, ver figura 5, no cumpliendo el mejor etiquetado.

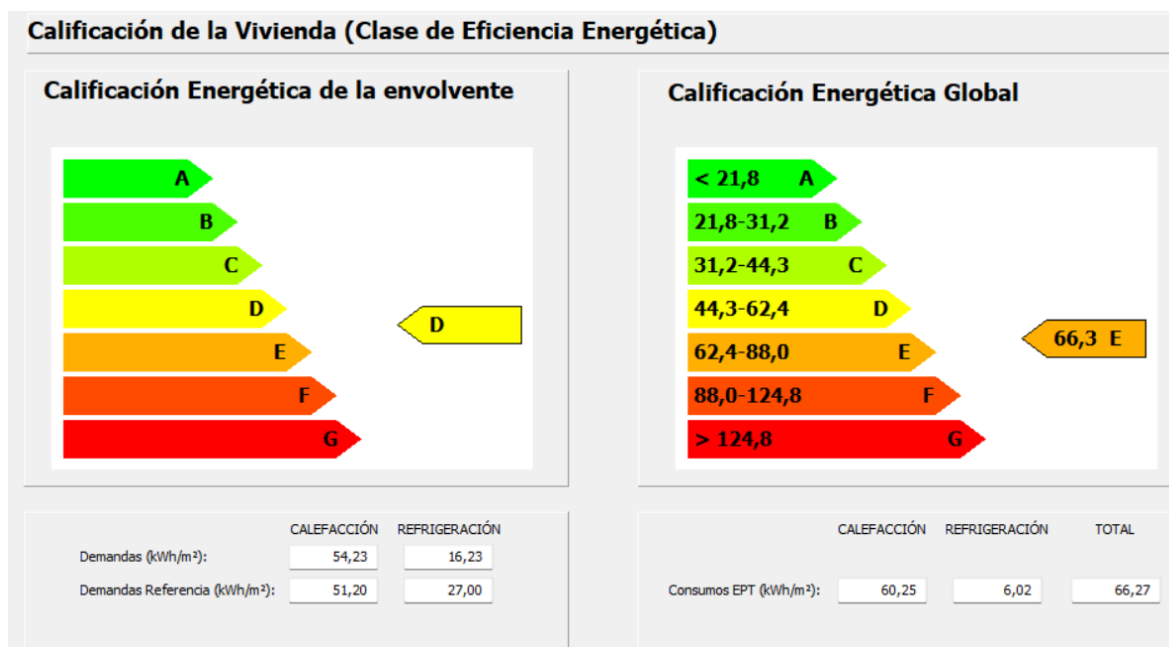


Figura 5. Clasificación energética del modelo

Los problemas están en el diseño de la envolvente y la eficacia de los sistemas de acondicionamiento interior.

5. Situación mejora: medidas de eficiencia energética

La demanda energética de esta vivienda se encuentra en el nivel D de demanda energética, ver figura 5, en función de esta demanda se seleccionaron tres estrategias:

- **Respecto a la envolvente:** elegir una transmitancia del cerramiento liviano $U=0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$; seleccionar un vidrio doble hermético común+común de factor solar 0.76 y $U= 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ y colocar en todas las aberturas protecciones cuyo factor solar es 0.2, lo cuál cumple con la normativa de Montevideo.
- **Respecto al interior:** seleccionar un equipo inverter para calefacción y refrigeración de la vivienda.

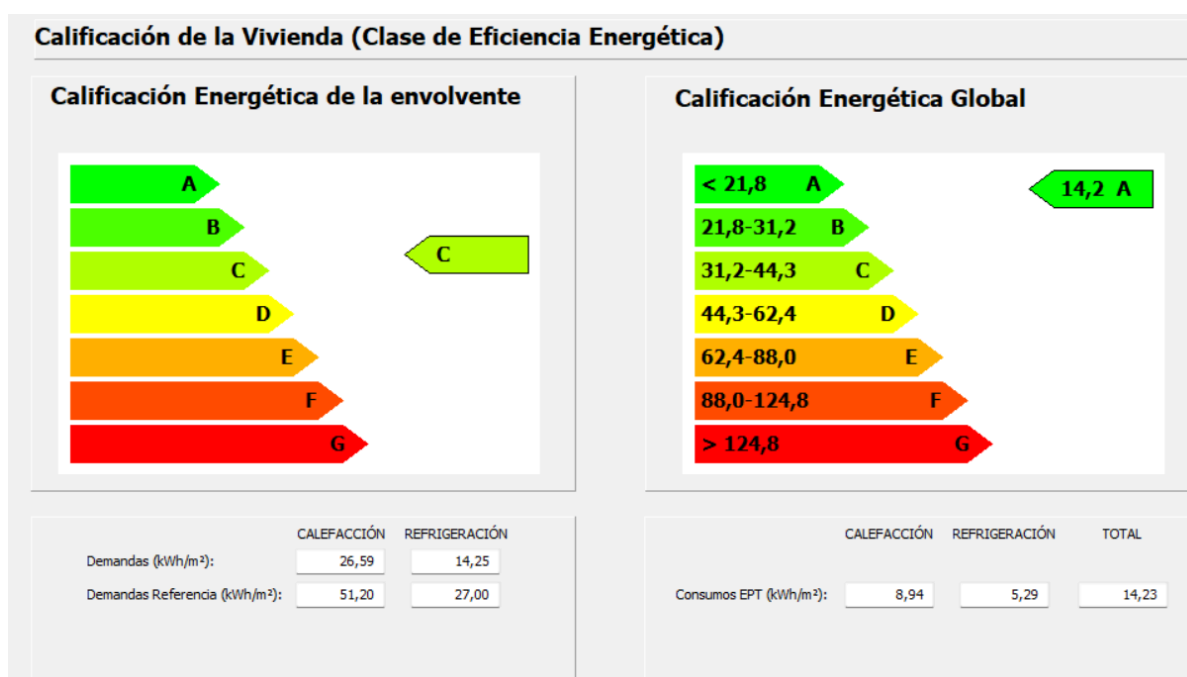
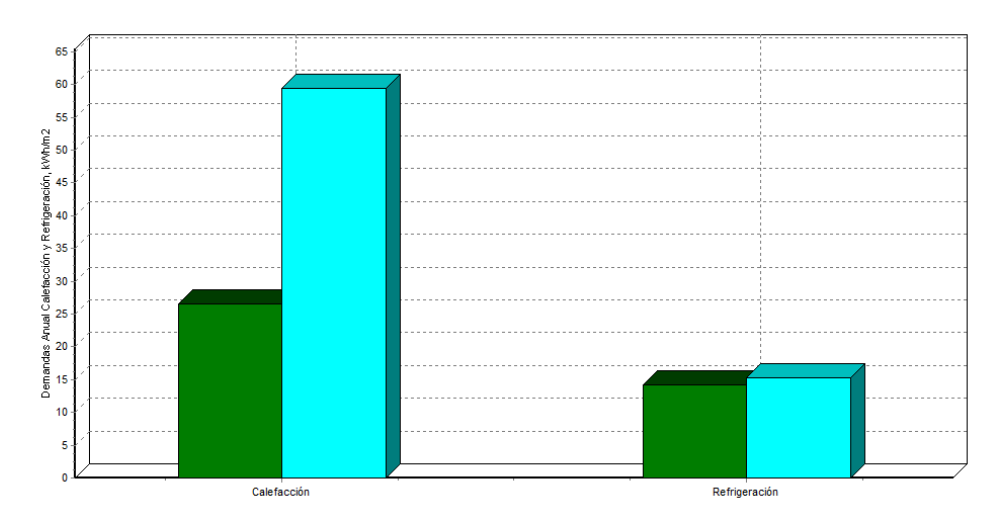


Figura 6. Mejoras de eficiencia energética

Al mejorar la envolvente, figura 5, empieza a pesar la refrigeración debiendo comenzar las obstrucciones del entorno, generar de alguna forma las obstrucciones, el proyecto debería plantear en su implantación la presencia de vegetación.

6. Referencias

Curto-Risso, P., Favre Samarra, F., Gervaz Canessa, S. y otros. Eficiencia energética en el sector residencial: situación actual y evaluación de estrategias de mejoramiento para distintas condiciones climáticas en el Uruguay [en línea]. Montevideo : Udelar. FI. : Udelar. FADU. : Udelar. CENUR, 2021.

Pena, G., Kosut, J., Favre, F. y otros. Estudio interdisciplinario para la validación de criterios de diseño de eficiencia energética en los programas de vivienda [en línea]. Montevideo : Udelar. FI : Udelar. FADU : Udelar. FCS, 2022

Standard ANSI/ASHRAE 55. Thermal environmental conditions for human occupancy, 2017.