



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

**INCORPORACION DE LA VARIABLE DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA PARA EL
REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO-ENERGÉTICO DE EDIFICIOS
DE INTERÉS PATRIMONIAL: CASO DE ESTUDIO CASA
EBENSPERGER, LEBU**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN HÁBITAT SUSTENTABLE
Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

AUTOR: CRISTIAN MAURICIO CHAVEZ VIDAL

PROFESOR GUÍA: DR. GERARDO SAELZER FUICA

CONCEPCIÓN, MAYO 2016

RESUMEN

Los proyectos de recuperación del patrimonio a través del sistema nacional de inversión, se someten a una evaluación socioeconómica con el fin de generar una iniciativa que ayude a resguardar su atributo histórico-patrimonial. La presente investigación propone incorporar la “variable de eficiencia energética” como un indicador en la evaluación socioeconómica de los proyectos de patrimonio inmueble y así mejorar el desempeño térmico de estas construcciones. Para ello, fue necesario analizar por etapas la “metodología para la formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de patrimonio cultural inmueble” del Ministerio de Desarrollo Social, con el fin de determinar la viabilidad y pertinencia de incorporar la variable antes mencionada. Con el objetivo de validar lo expuesto, se considera como caso de estudio el edificio de interés patrimonial Casa Ebensperger ubicado en la comuna Lebu. Los criterios de formulación, eficiencia energética e indicadores, se aplicaron a las diferentes alternativas de evaluación enmarcadas dentro de ámbitos específicos: Conservación, Reposición y Restauración, con el fin de analizar su Costo-Eficiencia, obteniendo como resultado que “variable de eficiencia energética” dentro del sistema de evaluación socioeconómica, contribuye a determinar de mejor manera la alternativa de solución, permitiendo mantener su imagen arquitectónica patrimonial, una buena calificación energética y una sostenibilidad económica en el tiempo.

PALABRAS CLAVES: Patrimonio, Evaluación Socioeconómica, Reacondicionamiento térmico-energético, Eficiencia energética.

ABSTRACT

Heritage recovery projects through the national investment system, undergo a socio-economic evaluation in order to generate an initiative that helps to safeguard its historical-patrimonial attribute. The present research proposes to incorporate the "energy efficiency variable" as an indicator in the socioeconomic evaluation of the real estate projects and thus to improve the thermal performance of these constructions. In order to do so, it was necessary to analyze in stages the "methodology for the formulation and socioeconomic evaluation of projects of cultural real estate" of the Ministry of Social Development, in order to determine the feasibility and relevance of incorporating the variable of energy efficiency. In order to validate the above, it is considered as a case study the building of equity interest Casa Ebensperger located in the commune Lebu. The standards of formulation, energy efficiency and indicators were applied to the different evaluation alternatives in specific areas: Conservation, Replenishment and Restoration, analyzing their Cost-Efficiency, obtaining as a result that "energy efficiency variable" incorporated the system of socioeconomic evaluation, Contributes to better determine the alternative solution, allowing to maintain its architectural heritage image, optimum energy rating and economic sustainability over time.

KEYWORDS: Heritage, Socioeconomic Evaluation, Thermal-Energy Reconditioning, Energy Efficiency.

TABLA DE CONTENIDOS

	RESUMEN	2
	ABSTRACT	3
	TABLA DE CONTENIDOS	4
0	INTRODUCCIÓN	6
I	CARACTERIZACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	7
1.1.	Análisis de la situación actual Casa Ebensperger	7
1.2	Análisis de la envolvente térmica situación actual	8
1.2.1.	Complejo de pisos ventilados	9
1.2.2.	Complejo de muros	9
1.2.3.	Complejo de techumbre	10
1.2.4.	Puertas y ventanas	11
1.2.5.	Riesgo de condensación	12
1.3.	Desempeño térmico Casa Ebensperger	13
1.3.1.	Factor de orientación, sombreado y absorción de ventanas	13
1.3.2.	Equipos y sistemas	14
1.3.3.	Sistema de agua caliente sanitaria (ACS)	14
1.3.4.	Resultado de evaluación vivienda	14
	ALTERNATIVAS DE EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA ENVOLVENTE	
II	TERMICA	15
2.1.	Solución térmica base	15
2.2.	Calculo de parámetro mínimo aceptable	16
2.2.1.	Calculo de parámetro mínimo aceptable complejo de muros	16
2.2.2	Calculo de óptimo de aislante complejo de muros	17
2.2.3.	Calculo de parámetro mínimo aceptable complejo de piso ventilado	18
2.2.4.	Calculo de óptimo de aislante complejo de piso ventilado	19
2.2.5.	Calculo de parámetro mínimo aceptable techumbre 1 y techumbre 2	20
2.2.5.1.	Calculo de parámetro mínimo aceptable techumbre 1	21
2.2.5.2.	Calculo de óptimo de aislante techumbre tipo 1	22
2.2.5.3.	Calculo de parámetro mínimo aceptable techumbre tipo 2	22
2.2.5.4.	Calculo de óptimo de aislante techumbre tipo 2	23
III	EVALUACIÓN TÉRMICA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	25
3.1.	Evaluación térmica iniciativa 1: conservación envolvente térmica casa Ebensperger	25
3.2.	Evaluación térmica iniciativa 2: reposición envolvente térmica casa Ebensperger	26
3.3.	Evaluación térmica iniciativa 3: restauración envolvente térmica casa Ebensperger	27
3.4.	Análisis de resultados alternativas de mejoramiento térmico	29
IV	PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE OBRAS DE INICIATIVAS DE INVERSION	30
4.1.	Presupuesto estimativo de obras: conservación envolvente térmica Casa Ebensperger	30

4.2.	Presupuesto estimativo de obras: reposición envolvente térmica Casa Ebensperger	31
4.3.	Presupuesto estimativo de obras: restauración envolvente térmica Casa Ebensperger	32
4.4.	Análisis de resultados presupuesto estimativo de obras	33
	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA MEJORAMIENTO TÉRMICO ENERGÉTICO CASA EBENPERGER, A TRAVÉS DE METODOLOGÍA DE INVERSIÓN DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN PATRIMONIAL.	34
V		
5.1.	Evaluación Socioeconómica	34
5.1.1.	Inversión inicial	34
5.1.2.	Costo de operación y mantención	36
5.1.3.	Evaluación Costo-Eficiencia VAC	37
	Análisis de resultados e incorporación de la variable de eficiencia energética a la evaluación socioeconómica.	39
VI		
VII	Conclusiones	41
VIII	Referencias Bibliográficas	42
IX	Anexos	43
9.1.	Planta de arquitectura Nivel 1 Casa Ebensperger	43
9.2.	Planta de arquitectura Nivel 2 Casa Ebensperger	44
9.3.	Planta de arquitectura Nivel 3 Casa Ebensperger	45
9.4.	Elevación norte y sur Casa Ebensperger	46
9.5.	Elevación poniente y oriente Casa Ebensperger	47
9.6.	GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN CONSERVACIÓN CASA EBENSPERGER	48
9.7.	GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN REPOSICION CASA EBENSPERGER	49
9.8.	GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN RESTAURACIÓN CASA EBENSPERGER	50
9.9.	Calculo VAC conservación Casa Ebensperger	51
9.10.	Calculo VAC reposición Casa Ebensperger	52
9.11.	Calculo VAC restauración Casa Ebensperger	53
9.12.	Imágenes situación actual Casa Ebensperger	54

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética en la construcción busca mejorar el desempeño una edificación, con el fin de minimizar los costos en la fase de operación. Este objetivo se contrapone con los edificios patrimoniales, debido a la gran inversión asociada a mantener su concepción arquitectónica y su desempeño energético. Se estima que los países de la Unión Europea invierten 70.000 millones de Euros en mantención de edificios históricos ("I+D+i para lograr la Eficiencia Energética del Patrimonio Histórico - ESEFICIENCIA", 2016). Las normativas ligadas a la eficiencia energética, excluyen de certificaciones a edificaciones patrimoniales si la solución planteada pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto del edificio (Art n°4 Directiva 2010/31/UE, 2010), ocasionando un gasto excesivo público-privado en mantención, ya que muchos edificios patrimoniales tienen destino residencial, oficinas y servicios públicos.

En Chile comienza esta preocupación en el año 2000, donde se hace obligatorio el mejoramiento térmico de la vivienda, instaurada como normativa en etapa de construcción. Anterior a la fecha aquellos edificios antiguos o que tiene un carácter histórico patrimonial no existía la accesibilidad a nuevas tecnologías ni a mano de obra especializada que ayudara a mejorar el desempeño del edificio, obligando a utilizar elementos constructivos del lugar o que formaban parte del contexto, realizando edificaciones con características vernáculas que incorporaban elemento constructivos o técnicas que surgían a través del conocimiento auto adquiridos del clima.

La preservación del patrimonio, se realiza a través del Consejo de Monumentos Nacionales, Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el programa Puesta en Valor del Patrimonio (Puesta en Valor del Patrimonio, 2014). La viabilidad de preservar el inmueble está ligada al sistema nacional de inversiones del Ministerio de Desarrollo Social, debiendo responder a una evaluación socioeconómica que se enmarque dentro de la protección del patrimonio cultural e inmueble, identificando las características del caso de estudio.

El objetivo de la investigación se basa en realizar el mejoramiento térmico-energético de un edificio de interés patrimonial, mediante diferentes alternativas de solución, con el fin de incorporar como criterio de evaluación socioeconómica la variable de eficiencia energética.

La Investigación recoge cuatro puntos, el primero identifica la situación actual de la construcción. El segundo define las alternativas de evaluación y análisis de la envolvente térmica. El tercer punto evalúa la rentabilidad socioeconómica y el cuarto incorpora la variable de eficiencia energética en la evaluación socioeconómica.

I. CARACTERIZACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

La Casa Ebensperger está ubicada en la comuna de Lebu, fue construida en 1914 y se encuentra emplazada en el centro histórico, su arquitectura presenta influencia Europea con características neoclásicas, se compone de 3 niveles (1028m²) y un gran ochavo que enfrenta a la plaza de armas, siendo una de las construcciones importantes del paisaje urbano local (Dolores, 1997). En 1972 fue donada por la familia Ebensperger al arzobispado, cambiando su destino a un asilo de ancianos (Garcés, 2003).

1.1. Análisis de la situación actual Casa Ebensperger

El edificio se encuentra emplazado en dirección norte sur, tiene grandes ventanales obteniendo ganancias solares durante gran parte del día. En aquellas fachadas con ausencia de iluminación carece de ventanas evitando pérdidas térmicas. El edificio presenta un deterioro progresivo debido a factores climáticos y en su mantención. Su estructura de roble se mantiene estable sin sufrir daños a causa de terremotos, el deterioro se presenta en sus revestimientos y falta de hermeticidad en puertas y ventanas.

El complejo de muros estuvo revestido totalmente con planchas de acero de onda pequeña, en la actualidad gran parte de estas han sido reemplazadas por revestimientos de menor calidad, presentando corrosión y carencia de fijaciones ocasionando el ingreso de humedad hacia el interior. El complejo de piso la estructura roble y revestimientos está en buen estado a excepción del perímetro norte y poniente presentando filtraciones en el socalo. El complejo de techumbre está deteriorado considerablemente debido a filtraciones. Las ventanas de madera han sido reemplazadas completamente por ventanas de aluminio con evidentes problemas de hermeticidad, vidrios rotos y descuadres en marcos.



Figura 1: Casa Ebensperger (autor 2016)



Figura 2: Revestimientos (autor 2016)



Figura 3: Sócalo (autor 2016)



Figura 4: Puertas (autor 2016)



Figura 5: Ventanas (autor 2016)



Figura 6: Complejo de Techumbre (autor 2016)

El mal estado de sus revestimientos exteriores ha ocasionado grandes pérdidas térmicas, deterioro progresivo de la estructura y revestimientos, permitiendo la proliferación de hongos y mal olor, afectando a los residentes pertenecientes al hogar de ancianos.



Figura 7: Interior muros (autor 2016)



Figura 8: Cielo raso y muros (autor 2016)

1.2. Análisis de la envolvente térmica situación actual

Se utilizará el cálculo de transmitancia térmica y valores de conductividad térmica expuestos en la NCh853 y el Sistema de Calificación Energética de Viviendas para determinar el desempeño y calificación (Adelqui, 2014).

La construcción se encuentra según art 4.1.10 de la OGUC, emplazada en la Zona Térmica 4 –A inferior a 1800 m.s.n.m.

Los requerimientos térmicos para las viviendas son

Complejo	U (W/m2K)	RT (m2K/W)
Complejo de muros	1,7 W/m2K	0,59 m2K/W
Complejo de pisos ventilados	0,6 W/m2K	1,67 m2K/W
Complejo de techumbre	0,38 W/m2K	3,57 m2K/W
% de ventanas	21%	21%

Tabla 1: Requerimientos térmicos zona 4-A

1.2.1. Complejo de pisos ventilados

El cimienta-sócalo se compone rocas y mortero. La estructura de piso contiene vigas de Roble de 4x12" pulgadas y están revestidas por madera roble de 1x4". No contempla aislación térmica y las vigas se encuentran ventiladas.

	Material	Espesor	Conductividad W/mK
	Viga de Roble 4x12"	0.3m	0.157
	Entablado roble Piso 1x4"	0.025m	0.157

Tabla 2: Materiales y conductividad térmica para pisos ventilados (autor 2016)

Análisis	RSI+RSE	RT m2K/W	U W/m2K	Incidencia %
Flujo viga	0,22	2.29	0.436	20%
Flujo piso	0,22	0.37	2,7	80%

U ponderado piso	2,25 W/m2K	No cumple, requerimiento U 0,6W/m2K
-------------------------	-------------------	-------------------------------------

Tabla 3: Cálculo de transmitancia térmica según NCH853 (autor 2016)

1.2.2. Complejo de muros

Se compone de tabiques de madera de Roble de 6x6" y 6x4" pulgadas. El exterior está revestido por planchas de acero onda pequeña de 0.5mm y por el interior madera de laurel de 1x4". No contempla aislación térmica.

<p>Madera Laurel 1" x 4"</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>Int.</p> <p>Ext.</p> <p>Revestimiento Plancha acero onda pequeña 0.5 mm</p> <p>Cadeneta 6" x 4"</p> <p>Pie Derecho 6" x 6"</p>	Material	Espesor	Conductividad W/mK
	Madera de roble 6x6"	0.15m	0.157
	Madera de Laurel 1x4"	0.025m	0.116
	Plancha acero onda pequeña	0.0005m	112
	Espesor de la cámara superior a 30mm	Ra=0.165	

Tabla 4: Materiales y conductividad térmica muros (autor 2016)

Análisis	RSI+RSE	RT m2K/W	U W/m2K	Incidencia %
Flujo cadeneta	0,17	1.33	0.751	37%
Flujo aire	0,17	0.545	1.834	63%

U ponderado muro	1.43 W/m2K	Cumple, requerimiento U 1.7W/m2K
-------------------------	-------------------	----------------------------------

Tabla 5: cálculo de Transmitancia térmica según NCH853 (autor 2016)

1.2.3. Complejo de techumbre

Existen dos tipos de complejo de techumbre. El primero corresponde a una estructura de tijerales de madera de roble 3x10" pulgadas, creando una pequeña mansarda. El segundo complejo de techumbre se compone de un envigado 3x10". Ambas techumbres tienen costaneras de madera de roble de 2x3", cielo raso de madera de laurel y zinc en onda.

Techumbre tipo 1

<p>Revestimiento Plancha Zinc acanalado 0.35 mm</p> <p>Costanera Roble 2"x3"</p> <p>Viga Roble 3" x 10"</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>Exterior</p> <p>Canalata Agua Lluvia PVC</p> <p>Tapacan Roble 1"x10"</p> <p>Interior</p> <p>Viga Roble 3" x 10"</p> <p>Entablado Roble 1" x 4"</p> <p>Madera Laurel 1" x 4"</p> <p>Revestimiento Plancha acero onda pequeña 0.5 mm</p> <p>Cadeneta 6" x 4"</p>	Material	Espesor	Conductividad W/mK
	Viga madera de roble 3x10"	0.15m	0.157
	Madera de laurel cielo 1x4"	0.025m	0.116
	Tijeral roble 3x6"	0.15m	0.157
	Costanera de roble 2x3"	0.05m	0.157
	Zinc 0.35mm	0.0035	112
	Espesor de la cámara superior a 30mm	Ra=0.165	

Tabla 6: materiales y conductividad térmica para techumbre1 (autor 2016)

Análisis	RSI y RSE	RT m2K/W	U W/m2K	Incidencia %	U ponderado
Flujo 1 cielo	Rsi=0.09	0.47	2,1	80%	1
Flujo 2 viga	Rsi=0.09	1.42	0.7	20%	1
Flujo 3 costanera	Rse=0.05	0.53	1.89	80%	2
Flujo 4 viga	Rse=0.05	1.49	0.67	20%	2

U ponderado 1 cielo	1.82 W/m2K	NO Cumple, requerimiento U 0.38W/m2K
U ponderado 2 techumbre	1.64 W/m2K	
U total cubierta	1.73 W/m2K	

Tabla 7: cálculo de transmitancia térmica según NCH853 Techumbre1 (autor 2016)

Techumbre tipo 2

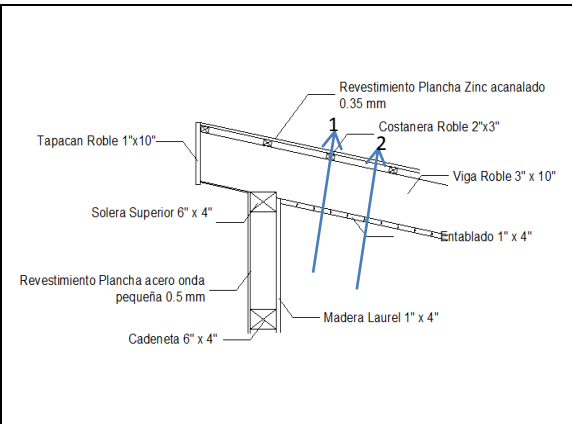
	Material	Espesor	Conductividad W/mK
	Viga madera de roble 3x10"	0.15m	0.157
	Madera de laurel cielo 1x4"	0.025m	0.116
	Costanera de roble 2x3"	0.05m	0.157
	Zinc 0.35mm	0.00035	112
	Espesor de la cámara superior a 30mm	Ra=0.165	

Tabla 8: materiales y conductividad térmica para techumbre2 (autor 2016)

Análisis	RSI y RSE	RT m2K/W	U W/m2K	Incidencia %
Flujo cielo	0.14	0.52	1.9	80%
Flujo viga	0.14	2.26	0.44	20%

U ponderado	1.6 W/m2K	NO Cumple, requerimiento U0,38 W/m2K
--------------------	------------------	--------------------------------------

Tabla 9: cálculo de transmitancia térmica según NCH853 Techumbre 2 (autor 2016)

1.2.4. Puertas y ventanas

En la actualidad las ventanas son de aluminios con vidrio monolítico, las ventanas antiguas de madera fueron reemplazadas ya que presentaban deterioro debido a su antigüedad. Su transmitancia se determinó según tabla n°20 calculo U ventana del sistema de calificación (Adelqui, 2014)

Material	U W/m ² K	Área total
Ventana de aluminio vidrio monolítico	5.8	166 m ²

Tabla 10: Transmitancia térmica ventanas CEV (autor 2016)

Las puertas de la casa aquellas construidas de madera nativa se encuentran en buen estado. En la fachada poniente las puertas fueron reemplazadas por puertas de aluminio perdiendo su calidad técnica.

Material	U W/m ² K	Área total
Puerta de madera con vidrio monolítico	4.31	19m ²
Puerta de aluminio con vidrio monolítico	5.2	9.6m ²

Tabla 11: Transmitancia térmica puertas CEV (autor 2016)

1.2.5. Riesgo de condensación en muros

Se se tomó en consideración las condiciones climáticas más desfavorables durante el año.

Condiciones Interiores: temperatura 20°C, HR75%

Condiciones Exteriores: Temperatura 4°C, HR95%

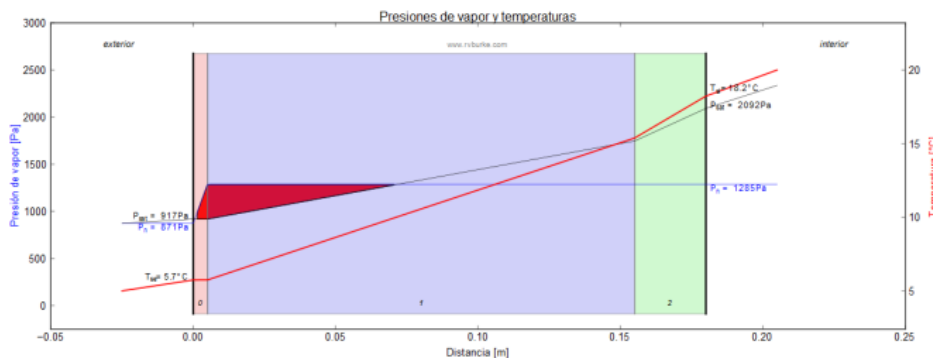


Figura 9: Condensación pie derecho (autor 2016)

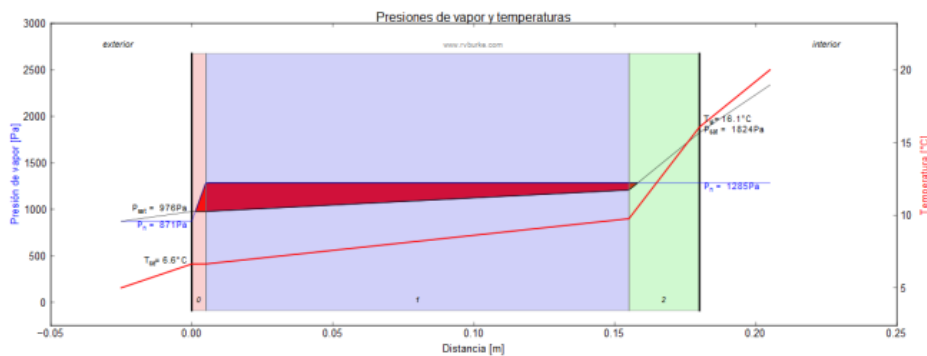


Figura 10: Condensación cámara de aire (autor 2016)

En ambos casos existe condensación, debido a que adolece de aislación térmica, barrera de vapor y barrera de humedad, que evite el descenso de temperatura bajo el punto de saturación.

1.3. Desempeño térmico Casa Ebensperger

Mediante el análisis estático CEV, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo se determinó la demanda energética actual, utilizándose el resultado como “Vivienda de referencia” para próximas evaluaciones.

Dimensión de la vivienda	Área (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
Piso 1	533,53	4,5	2400,9
Piso 2	443,2	4,5	1994,5
Piso 3	51,6	4,0	206,2
Total	1028,31		4601,6

Tabla 12: áreas y volúmenes para evaluación CEV (autor 2016)

Se observa que la construcción tiene grandes volúmenes de aire, siendo muy difíciles de calefaccionar en las actuales condiciones.

Complejos	Área (m ²)	U (W/m ² K)	U Max (W/m ² K)
Puertas1	19	4,31	-
Puertas 2	9,6	5,2	-
Ventanas 1	166	5,8	-
Piso Ventilado	533,53	2,25	0,6
Muros exteriores	881	1,43	1,7
Techo 1	594	1,73	0,38
Techo 2	77,96	1,6	0,38

Tabla 13: valores transmitancia para evaluación CEV (autor 2016)

1.3.1. Factor de orientación, sombreado y absorción de ventanas

FA: factor de accesibilidad de la ventana atenuación de la radiación debido a los elementos de sombra; FS: Factor de sombreado del vidrio; FM: factor de marco, corresponde al área vidriada dividida por el área del vano.

Orientación	FA	Área	FS	FM	
Norte	0,51	48,78	0,87	Metal	0,85
Este/Oeste	0,4	101,75	0,87	Metal	0,85
Sur	0,3	25,07	0,87	Metal	0,85

Tabla 14: factor de absorción y sombreado para evaluación CEV (autor 2016)

La construcción no presenta obstrucciones considerables, debido a que la vivienda se encuentra emplazado sobre un socalo de 1.5m y las construcciones aledañas son de baja altura.

1.3.2. Equipos y sistemas

Para agua caliente sanitaria y calefacción, se aplicaron valores mínimos, debido al mal funcionamiento, equivalente a un factor de **0.65**.

1.3.3. Sistema de agua caliente sanitaria (ACS)

El sistema de agua caliente sanitaria es de gas licuado, con una red de cañería sin aislación, equivalente a factor **0,63**

1.3.4. Resultados de evaluación vivienda.

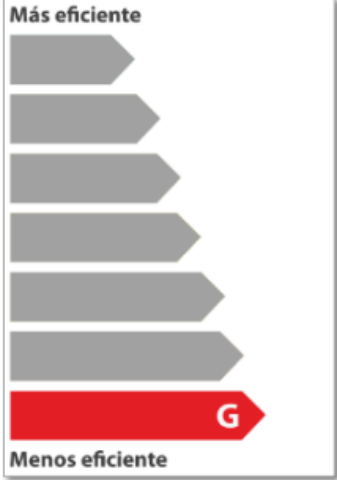
	<p>El análisis estático CEV, arrojó una calificación energética "G" con una demanda de 263,259 kWh/m²año. El edificio no contempla aislación térmica y existen grandes volúmenes a calefaccionar. Se estima que la demanda podría ser mayor debido a la falta de hermeticidad en la construcción.</p>
--	--

Tabla 15: demanda energética evaluación CEV (autor 2016)

II. ALTERNATIVAS DE EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

El presente apartado tendrá como objetivo definir las alternativas de solución para la envolvente térmica y así preservar la imagen arquitectónica patrimonial de la Casa Ebensperger. Estas soluciones se vincularán directamente con el sistema nacional de inversión, utilizando la “metodología para la formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de patrimonio cultural inmueble” (MIDESO, 2014).

Las tres alternativas se distinguen de la siguiente manera:

- **Conservación envolvente térmica Casa Ebensperger.**

Consiste en conservar su imagen arquitectónica, utilizando la misma solución técnica actual (calidad de revestimientos, ventanas, puertas) y mejorando su envolvente térmica en complejos de muros, pisos y techumbre.

- **Reposición envolvente térmica Casa Ebensperger.**

Consiste en la reposición total de la envolvente térmica, mejorando térmicamente los complejos de muros, pisos, techumbre, puertas y ventanas, manteniendo la imagen patrimonial e incorporando nuevos materiales con soluciones técnicas actuales.

- **Restauración envolvente térmica Casa Ebensperger.**

Consiste en realizar un mejoramiento térmico y puesta en valor de materiales de la época, el cual implica recuperar revestimientos, restituir técnicas antiguas, reemplazar piezas por elementos genuinos, devolviendo el edificio a su concepción arquitectónica.

2.1. Solución térmica base

Las diferentes alternativas de solución tendrán la misma solución térmica, diferenciándose mediante el cambio de revestimientos, puertas y ventanas.

Se determinaron dos parámetros de evaluación para cada una de las alternativas; el primero consiste en evaluar la aislación térmica mínima para que no ocurra “condensación”, denominada “**Parámetro mínimo aceptable**”. El segundo parámetro consiste en evaluar la misma solución utilizando el “**óptimo de aislación térmica**”.

Para mejorar la hermeticidad de la solución constructiva en los complejos de muro, pisos y techumbre se incorporan los siguientes materiales:

- Barrera interior tyvek (Airguard sd5) que reduce de la transmisión de vapor, limita pérdidas por convección y reduce el riesgo de condensación.

- Barrera exterior tyvek (Supro), impermeable al agua, estanca al aire y viento.
- Encamisado OSB 11,1 con lámina de aluminio que refleja la radiación térmica.
- Poliestireno expandido de 20kg/m³, con el fin de asegurar la rigidez del aislante y que a futuro no ocurran problemas de puentes térmicos por el descenso del material.

2.2. Cálculo de parámetro mínimo aceptable

Para la determinación de la temperatura y punto de rocío, se utilizó un “Abaco Psicométrico de Humedad en las edificaciones” (Bobadilla, 2011).

<p>Tsi: Temperatura interior de pared= Tsi=Tr =19°C (20°C- 90%HR)</p> <p>Ti: Temperatura interior de Local= 20°C</p> <p>Te: Temperatura exterior= 4.8 °C</p> <p>Rsi: Resistencia superficial = depende del complejo</p> <p>Rt: Resistencia térmica del elemento actual = depende del complejo</p> <p>Tr: Temperatura de rocío= 19°C Poliestireno expandido(CT)= 0.038 W/mK</p>	<p>Formula resistencia térmica mínima para que no ocurra condensación</p> $RTc=(Ti-Te)Rsi/(Ti- Tr)$ <p>Fórmula para cálculo de aislante mínimo</p> $E= \text{conductividad aislante}*(Rt -Rtc)$
--	---

Tabla16: variables de Formula de resistencia mínima y aislante mínimo (autor 2016)

2.2.1. Cálculo de “parámetro mínimo aceptable” complejo de muros

Rt para que no ocurra condensación	U para que no ocurra condensación
1.8 m ² K/W	0.55 W/m ² K
Mínimo de Aislante requerido	Aislante espesor comercial
0.042 m	0.05 m

Tabla 17: cálculo de aislante mínimo aceptable muros (autor 2016)

- **Calculo de U “parámetro mínimo aceptable” complejo de muros**

	Materiales actuales		
	Material	Espesor	Conductividad térmica W/mK
	Madera Laurel	0,025	0,116
	Madera Roble	0,15	0,157
	Placa de acero	0,05	112
	Materiales incorporados		
	Poliestireno expandido 20kg/m3	0,05	0,0384
	OSB + alum 11,1mm	0,0111	0,12
	Barrera de Vapor Tyvek	-	-
	Barrera de Humedad Tyvek	-	-
Aire con baja emisividad (Ra)	0,37		

Tabla 18: Solución térmica base mínimo aceptable muros (autor 2016)

- **Transmitancia térmica de muros**

Flujo 1 madera		Flujo 2 aislante		Flujo3 aislante 150mm	
Rt	1,43	Rt	2,15	Rt	4,38
U	0,70	U	0,46	U	0,23
U PONDERADO		0,51W/m2K			

Tabla19: U ponderado muros (autor 2016)

El valor U ponderado para que no ocurra condensación 0.51W/m2K se encuentra dentro de los parámetros Zona4-A

2.2.2. Cálculo de “óptimo de aislante” complejo de muros

La solución constructiva señalada para los muros se evaluó térmicamente la incidencia del aislante hasta la obtención del óptimo de rendimiento

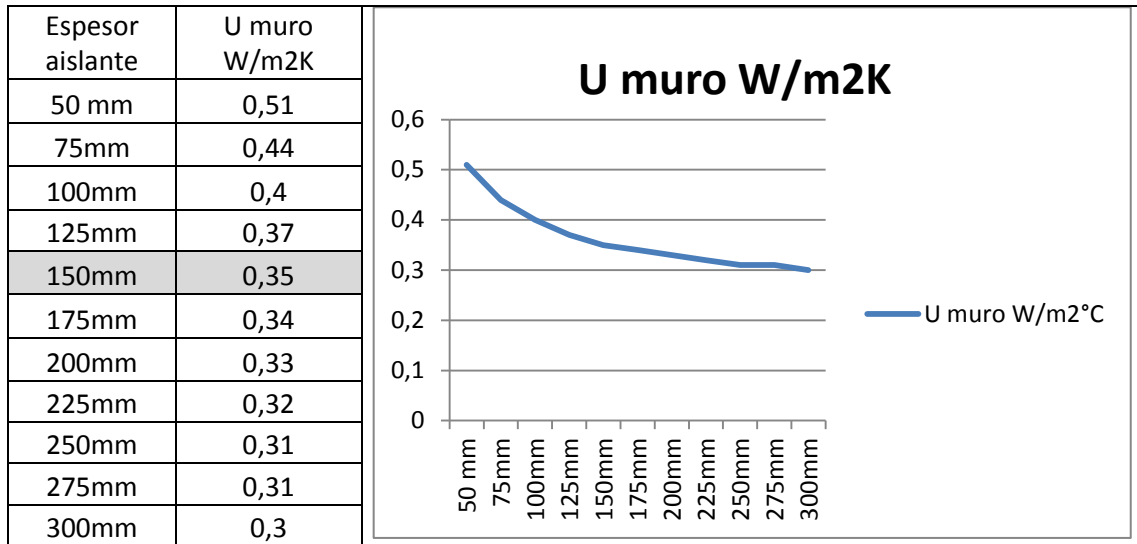


Tabla20: cálculo óptimo de aislante muros (autor 2016)

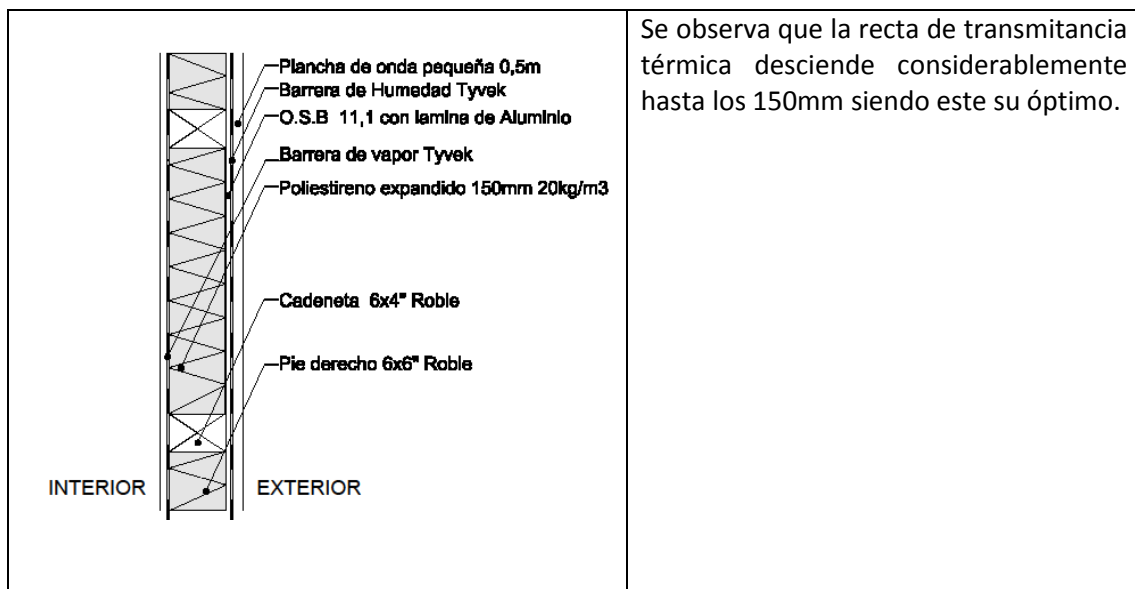


Tabla 21: solución base óptimo de aislante (autor 2016)

2.2.3. Cálculo de “parámetro mínimo aceptable” complejo piso ventilado

Rt para que no ocurra condensación	U para que no ocurra condensación
2,58 m2K /W	0,387 W/m2K
Mínimo de Aislante requerido	Aislante espesor comercial
0.075 m	0.075 m

Tabla 22: cálculo de aislante mínimo aceptable piso ventilado (autor 2016)

	Materiales actuales		
	Material	espesor	Cond. térmica W/mK
	Madera piso Roble	0,025	0,157
	Madera Roble	0,3	0,157
	Materiales incorporados		
	Poliestireno expandido 20kg/m3	0,075	0,0384
	OSB + alum 11,1mm	0,0111	0,12
	Barrera de Vapor Tyvek	-	-
	Barrera de Humedad Tyvek	-	-
	Listón de pino I.P.V.	0.05	0.104
	Aire baja emisividad (Ra)	0,37	

Tabla22: Solución térmica base mínimo aceptable piso (autor 2016)

• **Transmitancia Térmica de complejo de piso ventilado**

Flujo 1 madera		Flujo 2 aislante		Flujo 3 aislante 150mm	
Rt	2,29	Rt	2,42	Rt	2,91
U	0,44	U	0,41	U	0,34
U PONDERADO		0,4		W/m2K	

Tabla23: U ponderado piso (autor 2016)

El valor U ponderado para que no ocurra condensación 0.4 W/m2K se encuentra dentro de los parámetros zona 4-A.

2.2.4. Cálculo de “óptimo de aislante” complejo piso ventilado

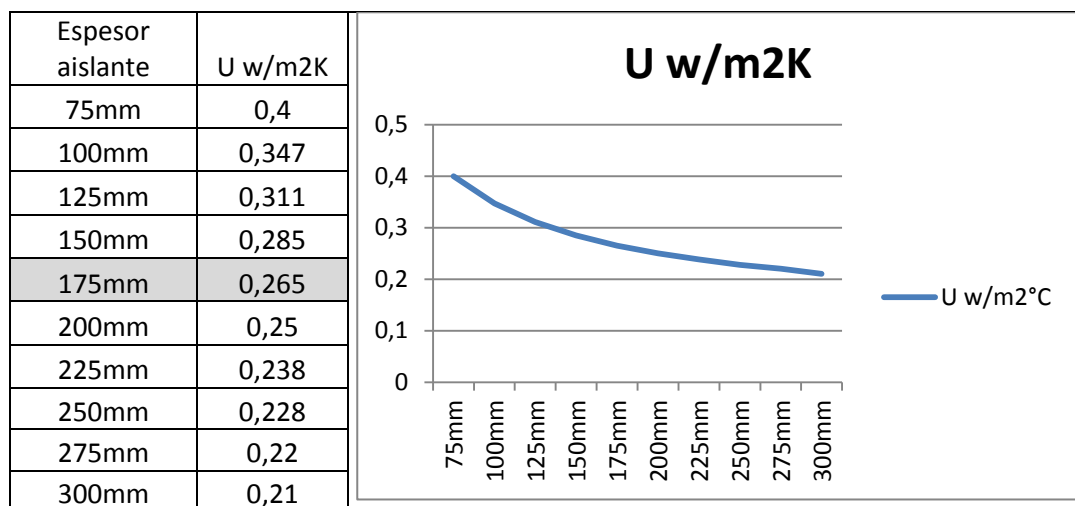
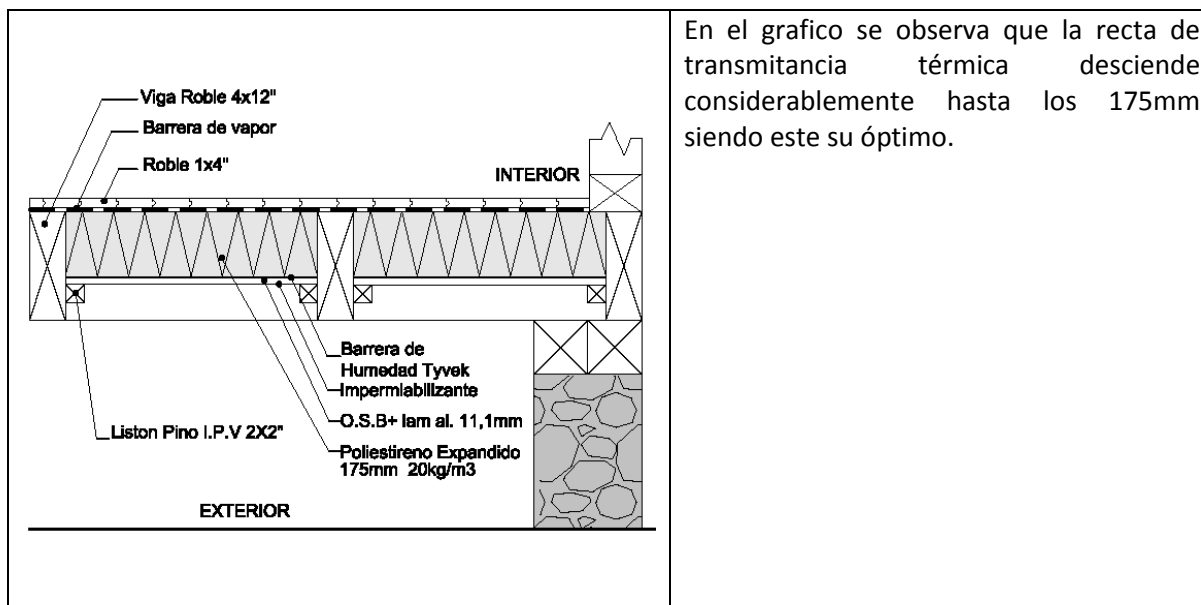


Tabla 24: Calculo óptimo de aislante pisos (Elab. Del autor 2016)



En el gráfico se observa que la recta de transmitancia térmica desciende considerablemente hasta los 175mm siendo este su óptimo.

Tabla 25: solución base óptimo de aislante pisos (autor 2016)

2.2.5. Cálculo de “parámetro mínimo aceptable” techumbre 1 y techumbre 2

La construcción presenta dos tipos de complejos de techumbre, debiendo generar una solución para cada complejo.

Rt para que no ocurra condensación	U para que no ocurra condensación
1.368 m2K/W	0.730 W/m2K
Mínimo de Aislante requerido	Aislante espesor comercial
0.03m	0.05m

Tabla 26: cálculo de aislante mínimo aceptable techumbre (autor 2016)

Para que no exista condensación en el complejo de techumbre se necesitaría una aislación de 30 mm, con una transmitancia térmica de 0.730 W/m2K. El resultado está sobre lo requerido (0.38 W/m2K), es por ello que “el parámetro mínimo aceptable” se basará en la aislación mínima para cumplir la NCh853.

Techumbre1	Techumbre2
0.1m	0.075m

Tabla27: Cálculo de aislante mínimo aceptable para cumplir NCh853 techumbre (autor 2016)

2.2.5.1. Cálculo de "parámetro mínimo aceptable" techumbre 1

	Materiales actuales		
	Material	espesor	Conductividad térmica W/mK
	Madera cielo laurel	0,025	0,116
	Madera Roble	0,25	0,157
	Zinc alum ondulado	0,00035	0.0384
	Costanera de roble 2x3"	0,05	0,157
	Materiales incorporados		
	Poliestireno expandido 20kg/m3	0,1	0,0384
	Poliestireno expandido 20kg/m3	0,3	0,0384
	OSB + alum 11,1mm	0,0111	0,12
	Barrera de Vapor Tyvek	-	-
	Barrera de Humedad Tyvek	-	-
	Aire con baja emisividad (Ra)	0,37	

Tabla28: solución térmica base mínimo aceptable NCh853 techumbre 1 (autor, 2016)

- Techumbre 1 parámetro mínimo aceptable NCh853**

Flujo1 madera		Flujo2 aislante		Flujo 3 aislante 300mm	
Rt	3,2	Rt	2,91	Rt	8,11
U	0,31	U	0,34	U	0,12
U PONDERADO		0,313		W/m2K	

Tabla 29: U ponderado techumbre 1 (autor 2016)

El valor U ponderado para cumplir con NCh853 requiere 100mm de aislante, obteniendo un valor U 0.313W/m2K, se encuentra dentro de parámetros de la zona 4-A

2.2.5.2. Cálculo de “óptimo de aislante” techumbre tipo 1

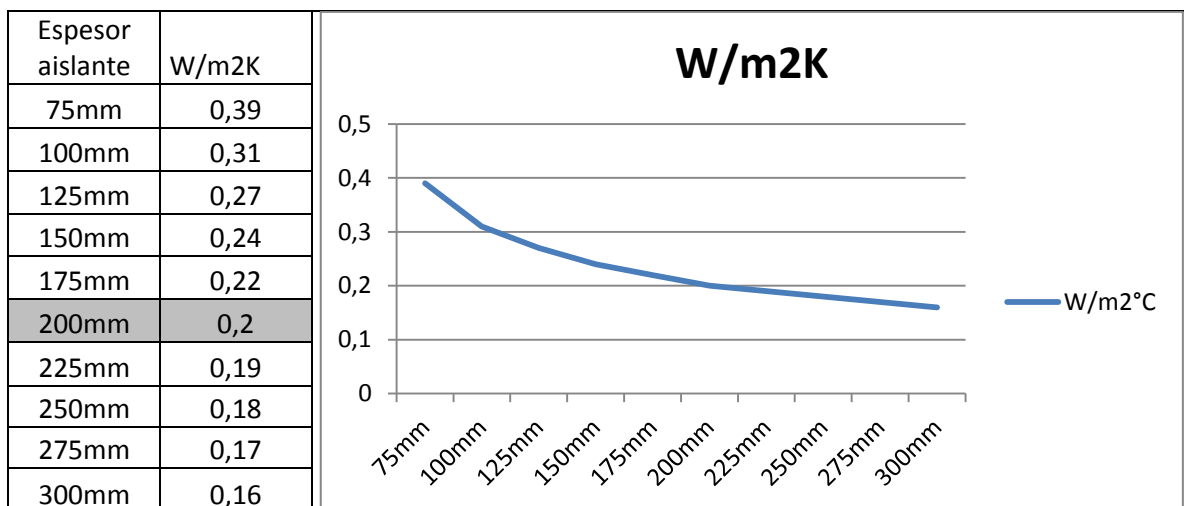


Tabla 30: cálculo óptimo de aislante techumbre 1 (autor 2016)

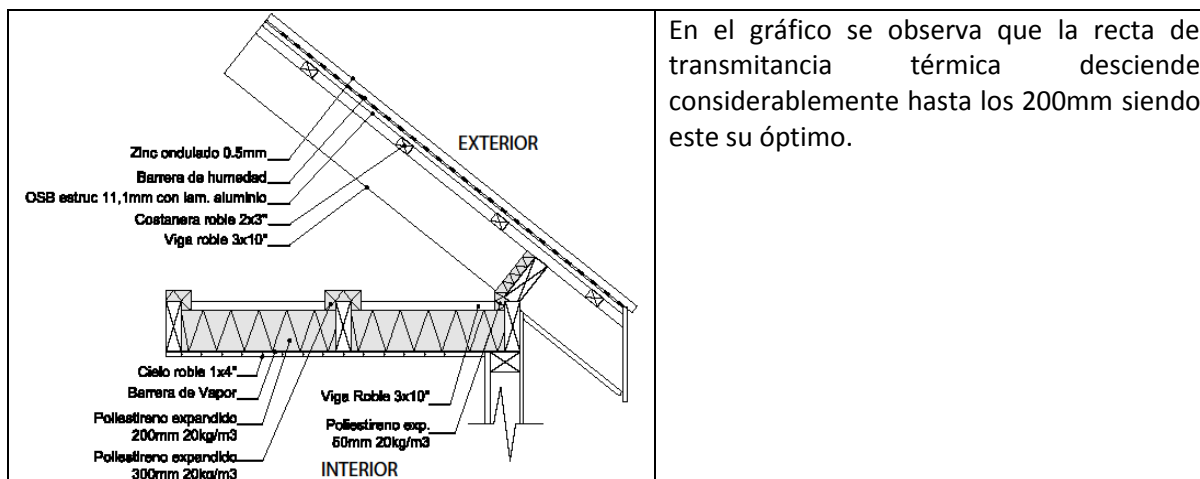
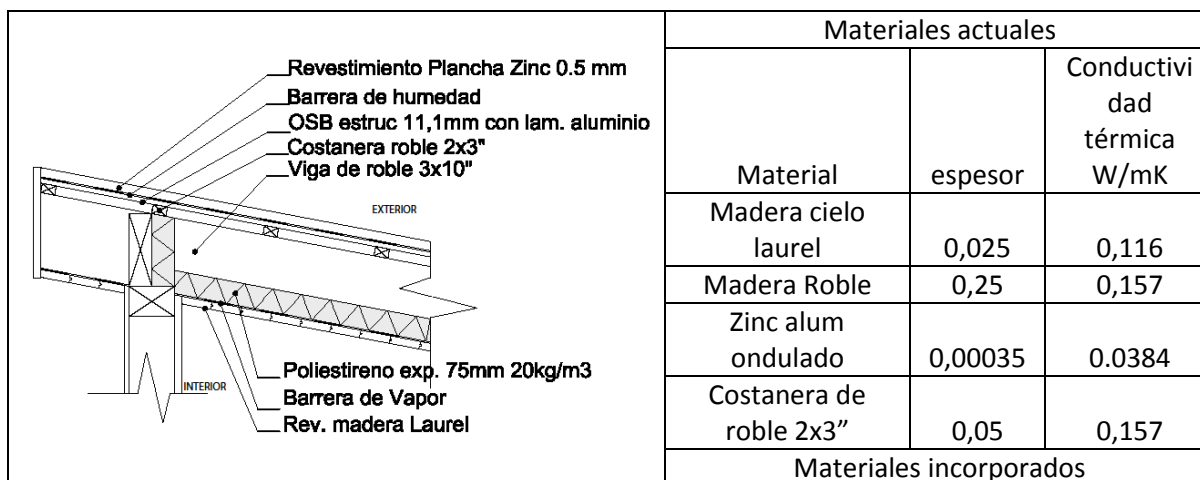


Tabla 31: solución base óptimo de aislante techumbre 1 (autor 2016)

2.2.5.3. Cálculo de “parámetro mínimo aceptable” techumbre tipo 2



	Poliestireno expandido 20kg/m ³	0,075	0,0384
	OSB + alum 11,1mm	0,0111	0,12
	Barrera de Vapor Tyvek	-	-
	Barrera de Humedad Tyvek	-	-
	Aire con baja emisividad (Ra)	0,37	

Tabla 32: solución térmica base mínimo aceptable NCH853 techumbre 2 (autor 2016)

• **Techumbre 2 Parámetro mínimo aceptable NCh 853**

Flujo 1 madera		Flujo 2 aislante		Flujo 3 aislante 300mm	
Rt	2,35	Rt	2,77	Rt	8,34
U	0,424	U	0,36	U	0,119
U PONDERADO		0,35W/m²K			

Tabla33: U ponderado techumbre 2 (autor 2016)

El valor U ponderado para cumplir con la norma se requiere 75mm de aislante, obteniendo un valor U 0.35W/m²K se encuentra dentro de los parámetros de la zona 4-A.

2.2.5.4. Cálculo de “óptimo de aislante” techumbre tipo 2

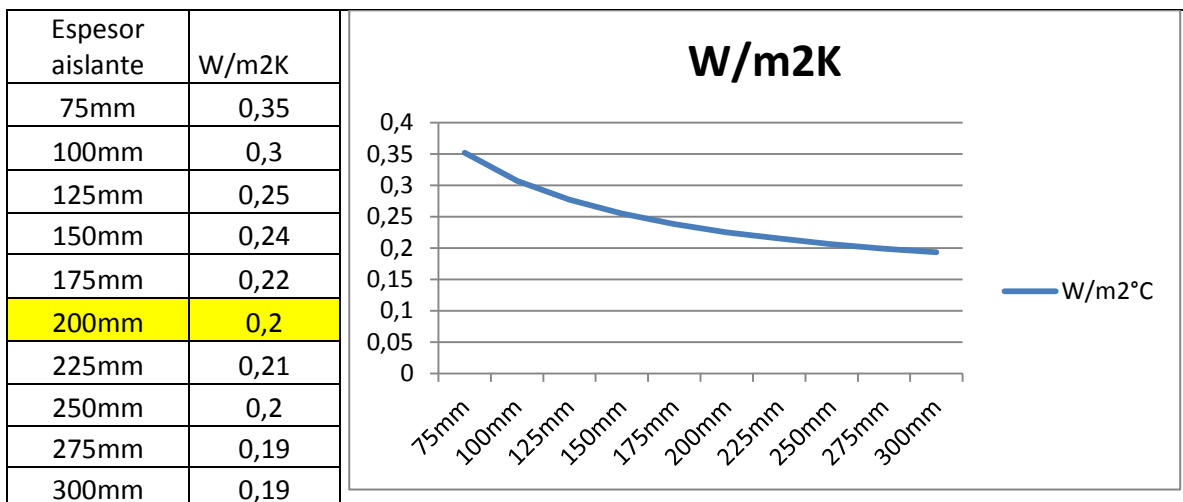


Tabla 34: Cálculo óptimo de aislante techumbre 2 (autor 2016)

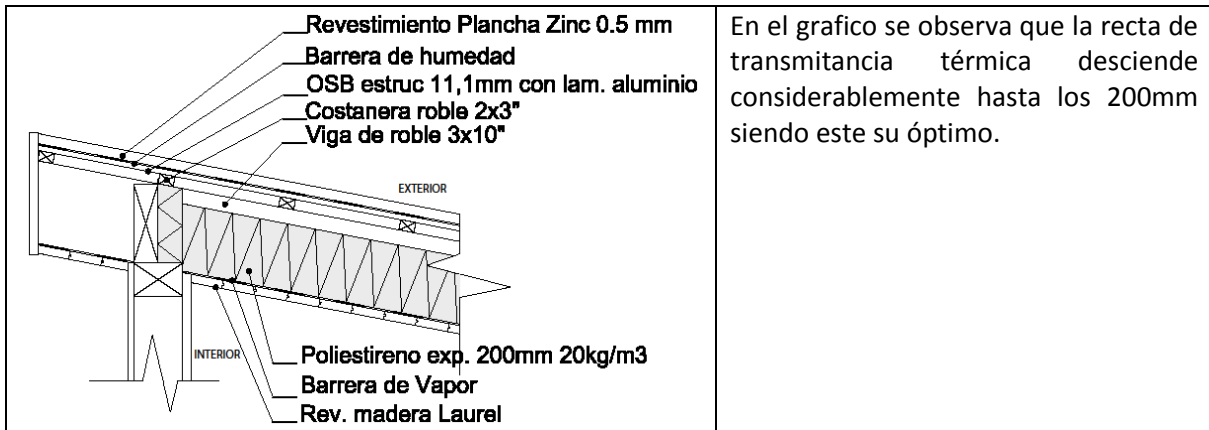


Tabla35: Solución base óptimo de aislante techumbre 2 (autor 2016)

III. EVALUACIÓN TÉRMICA ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La evaluación térmica se realizará a través del sistema de calificación energético de viviendas CEV, software de análisis estático proporcionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, utilizado para evaluar la demanda energética de una construcción.

3.1. Evaluación térmica iniciativa 1: conservación envolvente térmica Casa Ebensperger

Dentro de la inversión pública la “conservación de la edificación” pretende a realizar mejoras en una construcción con la misma calidad técnica a la existente, por lo cual la elección de materiales se basa renovar cada tipo de revestimientos y mejorar la envolvente térmica, además se utilizan ventanas de aluminio vidrio monolítico y puertas con superficies acristaladas.

	Vivienda de referencia situación actual		Conservación 1 Parámetro mínimo aceptable		Conservación 2 Optimo material aislante	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
Muros	1,43	0,70	0,51	1,96	0,36	2,79
Piso Ventilado	2,25	0,44	0,40	2,50	0,27	3,77
Cubierta 1	1,73	0,58	0,31	3,21	0,21	4,85
Cubierta 2	1,6	0,63	0,35	2,84	0,23	4,44
Ventanas	5,8	0,17	5,8	0,17	5,8	0,17
Puertas	4,97	0,20	4,97	0,20	4,9	0,20

Tabla 36: variables análisis térmico conservación (autor 2016)

	Demanda	Análisis	Calificación
Conservación 1: parámetro mínimo aceptable	137,810 kWh/m2año	La vivienda con el mejoramiento térmico utiliza un 52% (137,810 kWh/m2año) de la demanda de referencia (263,259 kWh/m2año) obteniendo una calificación D	

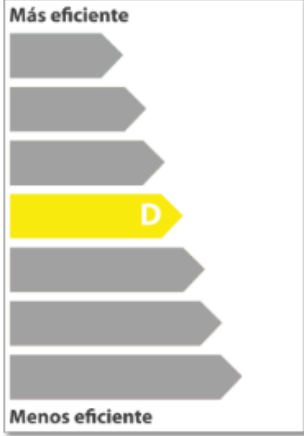
<p>Conservación 2 : optimo aislante</p>	<p>125,47 kWh/m2año</p>	<p>La vivienda con el mejoramiento térmico utiliza un 47% (125,47 kWh/m2año) de la demanda de referencia (263.259 kWh/m2año) obteniendo una calificación D</p>	
---	-------------------------	--	---

Tabla 37: análisis térmico conservación (autor 2016)

La demanda energética disminuye cercano al 50%. En la evaluación “parámetro mínimo aceptable” y el “óptimo de aislante” existió una variación de 5 % entre ellas.

3.2. Evaluación térmica iniciativa 2: reposición envolvente térmica Casa Ebensperger

Se plantea realizar el mejoramiento térmico y la incorporación materiales con nuevas tecnologías, dentro de las cuales se encuentra el revestimiento exterior (Miniwave de Hunter Douglas), en complejo de techumbre con planchas de acero galvanizadas pre pintadas, puertas acristaladas de madera con vidrio DVH 9 (doble vidrio hermético de 9mm) y ventanas DVH 9 con marcos de PVC. El objetivo de esta iniciativa es mantener la imagen arquitectónica de la Casa Ebensperger, utilizando materiales que permitan mejorar el desempeño térmico del edificio, reducir los costos de mantención y mayor durabilidad de los materiales a través del tiempo.

	Vivienda de referencia situación actual		Reposición 1 Parámetro mínimo aceptable		Reposición 2 optimo material aislante	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
Muros	1,43	0,70	0,51	1,96	0,36	2,79
Piso Ventilado	2,25	0,44	0,40	2,50	0,27	3,77
Cubierta 1	1,73	0,58	0,31	3,21	0,21	4,85
Cubierta 2	1,6	0,63	0,35	2,84	0,23	4,44
Ventanas	5,8	0,17	2,97	0,337	2,97	0,337
Puertas	4,97	0,20	2,9	0,345	2,9	0,345

Tabla 38: variables análisis térmico Reposición (autor 2016)



	Demanda	Análisis	Calificación
Reposición 1: parámetro mínimo aceptable	113,796 kWh/m2año	La vivienda con el mejoramiento térmico utiliza un 43% (113,796 kWh/m2año) de la demanda de referencia (263,259 kWh/m2año) obteniendo una calificación C	
Reposición 2 : optimo aislante	101,445 kWh/m2año	La vivienda con el mejoramiento térmico utiliza un 38% (101,445 kWh/m2año) de la demanda de referencia (263.259 kWh/m2año) obteniendo una calificación C	

Tabla 39: análisis térmico reposición (autor 2016)

3.3. Evaluación térmica iniciativa 3: restauración envolvente térmica Casa Ebersperger

Dentro de la inversión pública la restauración pretende poner en valor atributos históricos, mediante la recuperación de materiales que prevalecen en buen estado, la incorporación de piezas genuinas, recuperación de revestimiento e incorporación de símil técnico. Además se pretenden recuperar atributos en fenestraciones y molduras mediante la utilización de maderas nativas para ventanas y puertas. Además se incorpora el mejoramiento térmico con el fin de mejorar el desempeño de la construcción.

	Vivienda de referencia situación actual		Restauración 1 Parámetro mínimo aceptable		Restauración 2 óptimo material aislante	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
Muros	1,43	0,70	0,51	1,96	0,36	2,79
Piso Ventilado	2,25	0,44	0,40	2,50	0,27	3,77
Cubierta 1	1,73	0,58	0,31	3,21	0,21	4,85
Cubierta 2	1,6	0,63	0,35	2,84	0,23	4,44
Ventanas	5,8	0,17	4,97	0,201	2,9	0,345
Puertas	4,97	0,20	4,97	0,201	4,97	0,201

Tabla 40: variables análisis térmico Restauración (autor 2016)

	Demanda	Análisis	Calificación
Restauración 1: parámetro mínimo aceptable	131,482 kWh/m2 año	La vivienda con el mejoramiento térmico utiliza un 49% (131,482 kWh/m2año) de la demanda de referencia (263,259 kWh/m2año) obteniendo una calificación D	<p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>
Restauración 2 : óptimo aislante	103,606 kWh/m2 año	La vivienda con el mejoramiento térmico utiliza un 39% (103,606 kWh/m2año) de la demanda de referencia (263.259 kWh/m2año) obteniendo una calificación C	<p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>

Tabla 41: análisis térmico restauración (autor 2016)

La disminución de la demanda “Restauración utilizando el óptimo de aislante” se debió a la incorporación de las ventanas marcos de madera DVH 9mm, acercándose a los resultados obtenidos a la alternativa reposición utilizando el óptimo de aislante.

3.4. Análisis de resultados alternativas de mejoramiento térmico

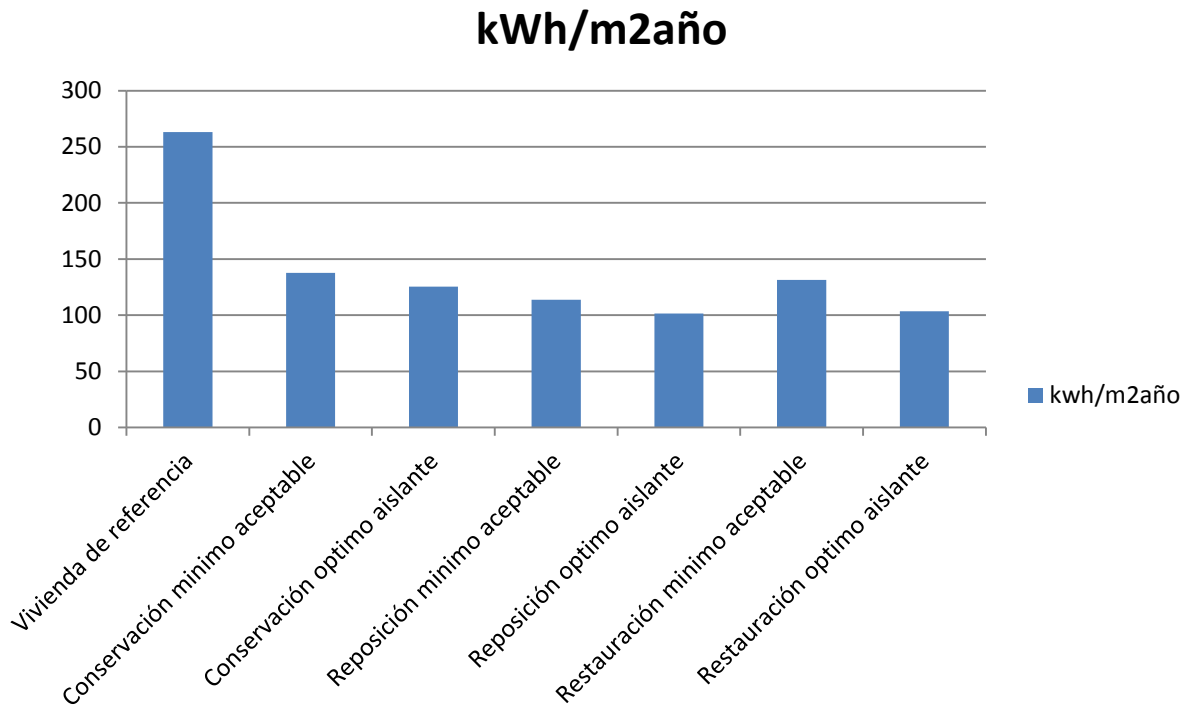


Grafico 1: análisis térmico de alternativas (autor 2016)

Se denota una disminución considerable en la demanda energética con respecto a la vivienda de referencia. En las distintas alternativas, se aprecia que la utilización del óptimo de material aislante es capaz de disminuir considerablemente la demanda energética.

IV. PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE OBRAS DE INICIATIVAS DE INVERSIÓN

Se utilizarán presupuestos estimativos por partidas generales de las iniciativas de inversión Conservación, Reposición y Restauración de la envolvente térmica.

4.1. Presupuesto estimativo de obras: conservación envolvente térmica Casa Ebensperger

ITEM	PARTIDA	Mínimo aceptable TOTAL	Optimo Aislante TOTAL
1	Trabajo Previos	\$ 1.560.000	\$ 1.560.000
2	Obras Provisionales	\$ 200.000	\$ 200.000
3.	Retiro de revestimientos		
3.1.	Retiro de fachada	\$ 8.683.242	\$ 8.683.242
3.2	Retiro de revestimiento complejo de techumbre	\$ 5.695.792	\$ 5.695.792
3.3.	Retiro de Revestimiento complejo de piso ventilado	\$ 5.009.680	\$ 5.009.680
4.	Rectificación de estructuras de complejos		
4.1.	Rectificación de complejo de pisos	\$ 16.546.400	\$ 16.546.400
4.2.	Rectificación de complejo de muros	\$ 24.429.990	\$ 24.429.990
4.3.	Rectificación de complejo de techumbre	\$ 45.079.056	\$ 45.079.056
4.4.	Limpieza de estructura	\$ 1.501.276	\$ 1.501.276
5.	Mejoramiento térmico		
5.1.	Mejoramiento térmico complejo de muros	\$ 17.950.540	\$ 21.806.517
5.2	Mejoramiento térmico complejo de piso ventilado	\$ 11.952.480	\$ 13.568.640
5.3.	Mejoramiento térmico complejo de techumbre 1	\$ 15.379.065	\$ 18.356.809
5.4.	Mejoramiento térmico complejo de techumbre 2	\$ 1.911.969	\$ 2.205.878
6.	Puertas y Ventanas	\$ 14.876.860	\$ 14.876.860
7.	Hojalaterías	\$ 10.081.000	\$ 10.081.000
8.	Revestimientos		
8.1.	Revestimiento complejo de muros	\$ 62.647.970	\$ 62.647.970
8.2.	Revestimiento complejo de pisos ventilado	\$ 15.214.400	\$ 15.214.400
8.3.	Revestimiento complejo de techumbre y cielo raso	\$ 18.285.077	\$ 18.285.077
9.	Instalación Eléctrica	\$ 2.519.760	\$ 2.519.760
10.	Obras complementarias	\$ 1.560.000	\$ 1.560.000

Subtotal 1 neto	\$ 281.084.557	\$ 289.828.347
GG+ Utilidades 30%	\$ 84.325.367	\$ 86.948.504
Subtotal 2	\$ 365.409.924	\$ 376.776.851
IVA 19%	\$ 69.427.886	\$ 71.587.602
Total Inversión	\$ 434.837.810	\$ 448.364.452

Tabla 42: presupuestos Obras de Conservación Casa Ebensperger (autor 2016)

4.2. Presupuesto estimativo de obras: reposición envolvente térmica Casa Ebensperger

ITEM	PARTIDA	Mínimo Aceptable TOTAL	Óptimo de aislante TOTAL
1	Trabajo Previos	\$ 1.560.000	\$ 1.560.000
2	Obras Provisionales	\$ 200.000	\$ 200.000
3.	Retiro de revestimientos		
3.1.	Retiro de fachada	\$ 8.683.242	\$ 8.155.026
3.2	Retiro de revestimiento complejo de techumbre	\$ 5.695.792	\$ 5.695.792
3.3.	Retiro de Revestimiento complejo de piso ventilado	\$ 5.009.680	\$ 5.009.680
4.	Rectificación de estructuras de complejos		
4.1.	Rectificación de complejo de pisos	\$ 16.546.400	\$ 16.546.400
4.2.	Rectificación de complejo de muros	\$ 24.429.990	\$ 24.429.990
4.3.	Rectificación de complejo de techumbre	\$ 45.079.056	\$ 45.079.056
4.4.	Limpieza de estructura	\$ 1.501.276	\$ 1.501.276
5.	Mejoramiento térmico		
5.1.	Mejoramiento térmico complejo de muros	\$ 17.950.540	\$ 21.806.517
5.2	Mejoramiento térmico complejo de piso ventilado	\$ 11.952.480	\$ 13.568.640
5.3.	Mejoramiento térmico complejo de techumbre 1	\$ 15.379.065	\$ 18.356.809
5.4.	Mejoramiento térmico complejo de techumbre 2	\$ 1.911.969	\$ 2.205.878
6.	Puertas y Ventanas	\$ 34.253.160	\$ 34.253.160
7.	Hojalaterías	\$ 15.119.000	\$ 15.119.000
8.	Revestimientos		
8.1.	Revestimiento complejo de muros	\$ 71.451.570	\$ 71.451.570
8.2.	Revestimiento complejo de pisos ventilado	\$ 15.214.400	\$ 15.214.400
8.3.	Revestimiento complejo de techumbre y cielo raso	\$ 18.285.077	\$ 18.285.077
9.	Instalación Eléctrica	\$ 2.519.760	\$ 2.519.760
10.	Obras complementarias	\$ 1.560.000	\$ 1.560.000

Subtotal 1 neto	\$ 314.302.457	\$ 322.518.031
GG+ Utilidades 30%	\$ 94.290.737	\$ 96.755.409
Subtotal 2	\$ 408.593.194	\$ 419.273.440
IVA 19%	\$ 77.632.707	\$ 79.661.954
Total Inversión	\$ 486.225.901	\$ 498.935.394

Tabla 43: presupuestos Obras de reposición Casa Ebensperger (autor 2016)

4.3. Presupuesto estimativo de obras: restauración envolvente térmica Casa Ebensperger

ITEM	PARTIDA	Mínimo aceptable TOTAL	Optimo aislante TOTAL
1	Trabajo Previos	\$ 1.560.000	\$ 1.560.000
2	Obras Provisionales	\$ 2.100.000	\$ 2.100.000
3.	Retiro de revestimientos		
3.1.	Retiro de fachada	\$ 19.349.698	\$ 19.349.698
3.2	Retiro de revestimiento complejo de techumbre	\$ 18.771.568	\$ 18.771.568
3.3.	Retiro de Revestimiento complejo de piso ventilado	\$ 10.704.080	\$ 10.704.080
4.	Rectificación de estructuras de complejos		
4.1.	Rectificación de complejo de pisos	\$ 18.056.000	\$ 18.056.000
4.2.	Rectificación de complejo de muros	\$ 24.914.188	\$ 24.914.188
4.3.	Rectificación de complejo de techumbre	\$ 45.448.832	\$ 45.448.832
4.4.	Limpieza de estructura	\$ 2.359.148	\$ 2.359.148
5.	Mejoramiento térmico		
5.1.	Mejoramiento térmico complejo de muros	\$ 17.950.540	\$ 21.806.517
5.2	Mejoramiento térmico complejo de piso ventilado	\$ 11.952.480	\$ 13.568.640
5.3.	Mejoramiento térmico complejo de techumbre 1	\$ 15.379.065	\$ 18.356.809
5.4.	Mejoramiento térmico complejo de techumbre 2	\$ 1.911.969	\$ 2.205.878
6.	Puertas y Ventanas	\$ 24.153.160	\$ 35.935.660
7.	Hojalaterías	\$ 13.475.000	\$ 13.475.000
8.	Revestimientos		
8.1.	Revestimiento complejo de muros	\$ 125.060.420	\$ 125.060.420
8.2.	Revestimiento complejo de pisos ventilado	\$ 16.020.000	\$ 16.020.000
8.3.	Revestimiento complejo de techumbre y cielo raso	\$ 32.852.816	\$ 32.852.816
9.	Instalación Eléctrica	\$ 4.272.000	\$ 4.272.000
10.	Obras complementarias	\$ 1.560.000	\$ 1.560.000

Subtotal 1 neto	\$ 407.850.964	\$ 428.377.254
GG+ Utilidades 30%	\$ 122.355.289	\$ 128.513.176
Subtotal 2	\$ 530.206.253	\$ 556.890.430
IVA 19%	\$ 100.739.188	\$ 105.809.182
Total Inversión	\$ 630.945.441	\$ 662.699.612

Tabla 44: presupuestos Obras de Restauración Casa Ebensperger (autor 2016)

4.4. Análisis de resultados presupuesto estimativo de obras

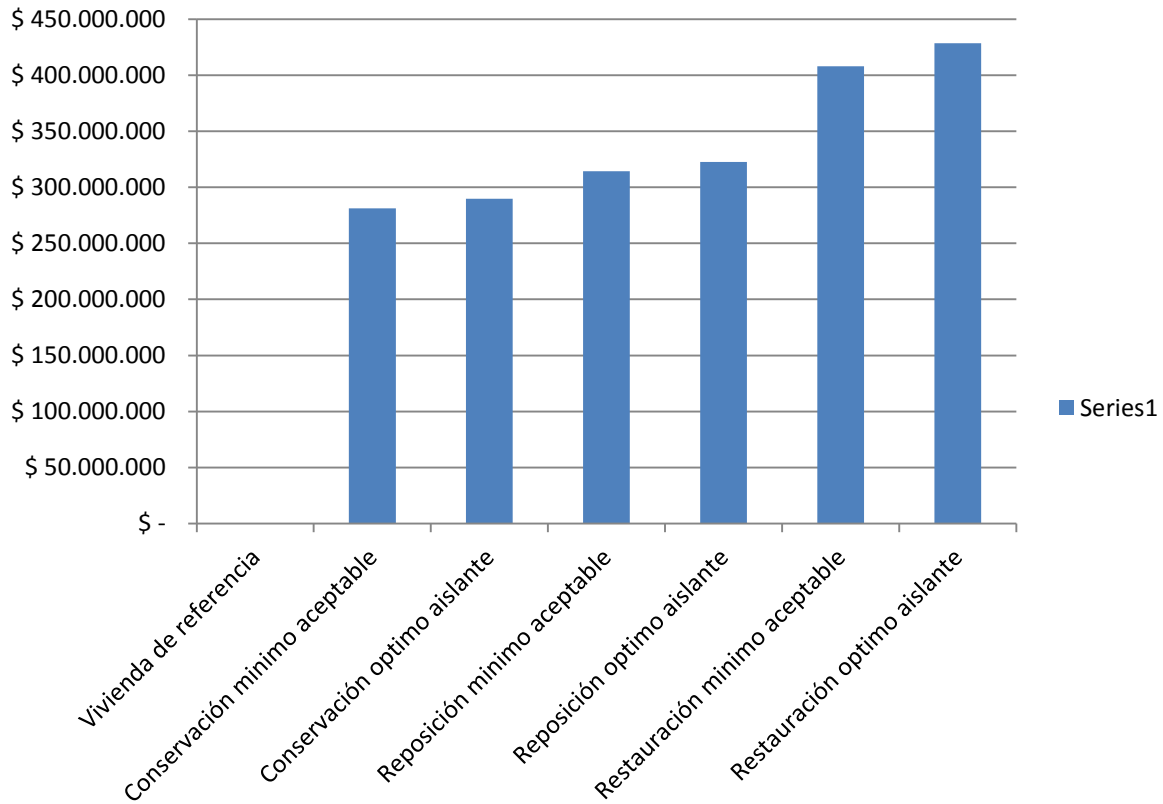


Grafico 2: Valores netos de las iniciativas de inversión (autor 2016)

Se aprecia que las iniciativas de “conservación” tiene un menor costo de inversión privada. La iniciativa con mayor costo es la restauración, aumentando debido al uso de materiales nobles y mano de obra especializadas ligada a la recuperación de elementos constructivos. Por otra parte la reposición es la iniciativa que se encuentra en el punto medio de inversión, no presentando mayor variación en el presupuesto neto.

V. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA MEJORAMIENTO TÉRMICO ENERGÉTICO CASA EBENPERGER, A TRAVÉS DE METODOLOGÍA DE INVERSIÓN DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN PATRIMONIAL.

La metodología de evaluación es proporcionada por el Ministerio de desarrollo social, siendo utilizada para la formulación y evaluación de iniciativas de inversión que se enmarquen dentro de la protección del patrimonio cultural e inmueble. Es aplicable a Patrimonios Nacionales (CNMN), zonas típicas, monumentos paleontológicos, arqueológicos o Inmuebles de Conservación Histórica. (MIDESO, 2014).

La casa Ebensperger es un Inmueble de Conservación Histórica enmarcándose dentro de características de inmueble que presenta valores culturales, arquitectónicos o históricos no declarados Monumentos Nacionales. (MIDESO, 2014).

5.1. Evaluación socioeconómica

La forma de abordar la evaluación socioeconómica según metodología es a través del análisis **costo-eficiencia**. Aplicable a proyectos **“Sin cambios de uso programático”** cuya intervención se limita a asegurar la conservación del bien patrimonial. (MIDESO, 2014).

El indicador de rentabilidad **VAC**

$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$ <p>Donde:</p> <p>I_0 : Corresponde a la inversión inicial;</p> <p>C_t : Corresponde a la suma de todos los costos incurridos durante el periodo t;</p> <p>n : Corresponde al horizonte de evaluación;</p> <p>r : Corresponde a la tasa social de descuento.</p>	<p>-La inversión inicial (I_0)= valor social (MIDESO,2016)</p> <p>-Los costos incurridos= costos de operación y mantención sin la aplicación de reajuste, ni actualización de moneda</p> <p>-Horizonte de evaluación= 15 años para los proyectos</p> <p>-La tasa social es 6% determinada por MIDESO. (MIDESO,2016)</p>
--	--

Tabla 45: Indicador de rentabilidad social costo-eficiencia (autor 2016)

5.1.1. Inversión inicial (i_0)

- **Conservación parámetro mínimo aceptable**

Valor neto	30% mano obra	M.O. calificada	M.O. semi-calificada	M.O. no calificada
\$281.084.557	\$84.325.367	\$33.730.147	\$25.297.610	\$25.297.610
factor de corrección		0,98	0,68	0,62
valor social		\$33.055.544	\$17.202.375	\$15.684.518
Valor social mano de obra 30%		\$65.942.437		
Valor inversión social 100%		\$219.808.124		

Tabla 46: valor social conservación1 (autor 2016)

- **Conservación óptimo de aislante**

Valor neto	30% mano obra	M.O. calificada	M.O. semi-calificada	M.O. no calificada
\$289.828.347.-	\$86.948.504.-	\$34.779.402	\$26.084.551.-	\$26.084.551
factor de corrección		0,98	0,68	0,62
valor social		\$34.083.814	\$17.737.495.-	\$16.172.422.-
Valor social mano de obra 30%		\$67.993.730		
Valor inversión social 100%		\$226.645.767		

Tabla 47: valor social conservación2 (autor 2016)

- **Reposición parámetro mínimo aceptable**

Valor neto	30% mano obra	M.O. calificada	M.O. semi-calificada	M.O. no calificada
\$314.302.457.-	\$94.290.737.-	\$37.716.295	\$28.287.221	\$28.287.221
factor de corrección		0,98	0,68	0,62
valor social		\$36.961.969	\$19.235.310	\$17.538.077
Valor social mano de obra 30%		\$73.735.356		
Valor inversión social 100%		\$245.784.522		

Tabla 48: valor social reposición1 (autor 2016)

- **Reposición optimo aislante**

Valor neto	30% mano obra	M.O. calificada	M.O. semi-calificada	M.O. no calificada
\$322.518.031.-	\$96.755.409.-	\$38.702.164	\$29.026.623	\$29.026.623
factor de corrección		0,98	0,68	0,62
valor social		\$37.928.120	\$19.738.103.-	\$17.996.506.-
Valor social mano de obra 30%		\$75.662.730		
Valor inversión social 100%		\$252.209.100		

Tabla 49: valor social reposición2 (autor 2016)

- **Restauración parámetro mínimo aceptable**

Valor neto	30% mano obra	M.O. calificada	M.O. semi-calificada	M.O. no calificada
\$407.850.964.-	\$122.355.289.-	\$61.177.645	\$24.471.058	\$36.706.587
factor de corrección		0,98	0,68	0,62
valor social		\$59.954.092	\$16.640.319	\$22.758.084
Valor social mano de obra 30%		\$99.352.495		
Valor inversión social 100%		\$331.174.983		

Tabla 50: valor social restauración1 (autor 2016)

- **Restauración optimo aislante**

Valor neto	30% mano obra	M.O. calificada	M.O. semi-calificada	M.O. no calificada
\$428.377.254.-	\$128.513.176.-	\$64.256.588	\$25.702.635	\$38.553.953
factor de corrección		0,98	0,68	0,62
valor social		\$62.971.456	\$17.477.792	\$23.903.451
Valor social mano de obra 30%		\$104.352.699		
Valor inversión social 100%		\$347.842.330		

Tabla 51: valor social restauración2 (autor 2016)

5.1.2. Costos de operación y mantención

Costos Operacionales: se consideran los costos mensuales necesarios para las transacciones corrientes de la iniciativa de inversión en el mediano y largo plazo, como: remuneraciones (personal no voluntario), comisiones y viáticos, materiales, insumos, costos recurrentes de servicios básicos, transportes, seguros, útiles de oficina, arriendos necesarios para el funcionamiento del proyecto. Se incorporan también en este ítem los costos necesarios para asegurar el resguardo del bien patrimonial.

Costos de mantenimiento: son los gastos requeridos para mantener la capacidad de generación de beneficios del bien, evitando deterioro prematuro. Incluye reparaciones menores, mantención de equipamiento y equipos.

Iniciativa de inversión	Operación	Mantención
Conservación mínimo aceptable	\$12.066.470	\$8.662.060
Conservación optimo aislante	\$12.066.470	\$8.662.060
Reposición mínimo aceptable	\$12.013.690	\$6.808.880
Reposición optimo aislante	\$12.013.690	\$6.808.880
Restauración mínimo aceptable	\$12.054.290	\$16.727.460
Restauración optimo aislante	\$12.054.290	\$16.727.460

Tabla 52: operación y mantención (autor 2016)

5.1.3. Evaluación Costo-Eficiencia VAC

Iniciativa	Tasa social descuento	Horizonte evaluación	Inversión inicial	Costo de operación	Costo de mantención	Flujo costos
Conservación P.M.A.	6%	0	- 219.808.124	-	-	- \$219.808.124
		1-15	-	\$180.997.050	\$129.330.900	\$20.728.530
	VAC					-
Conservación O.A.	6%	0	- 226.645.767	-	-	- \$226.645.767
		1-15	-	\$180.997.050	\$129.330.900	\$20.728.530
	VAC					-
Reposición P.M.A.	6%	0	- 245.784.522	-	-	- \$245.784.522
		1-15	-	\$180.205.350	\$102.133.200	\$282.338.550
	VAC					-
Reposición O.A.	6%	0	- 252.209.100	-	-	- \$252.209.100
		1-15	-	\$180.205.350	\$102.133.200	\$282.338.550
	VAC					-
Restauración P.M.A.	6%	0	- 331.174.983	-	-	-331.174.983
		1-15	-	\$180.814.350	\$250.911.900	\$431.726.250
	VAC					-
Restauración O.A.	6%	0	347.842.330	-	-	347.842.330
		1-15	-	\$180.814.350	\$250.911.900	\$431.726.250
	VAC					-

Tabla 53: calculo VAC iniciativas de inversión (autor 2016)

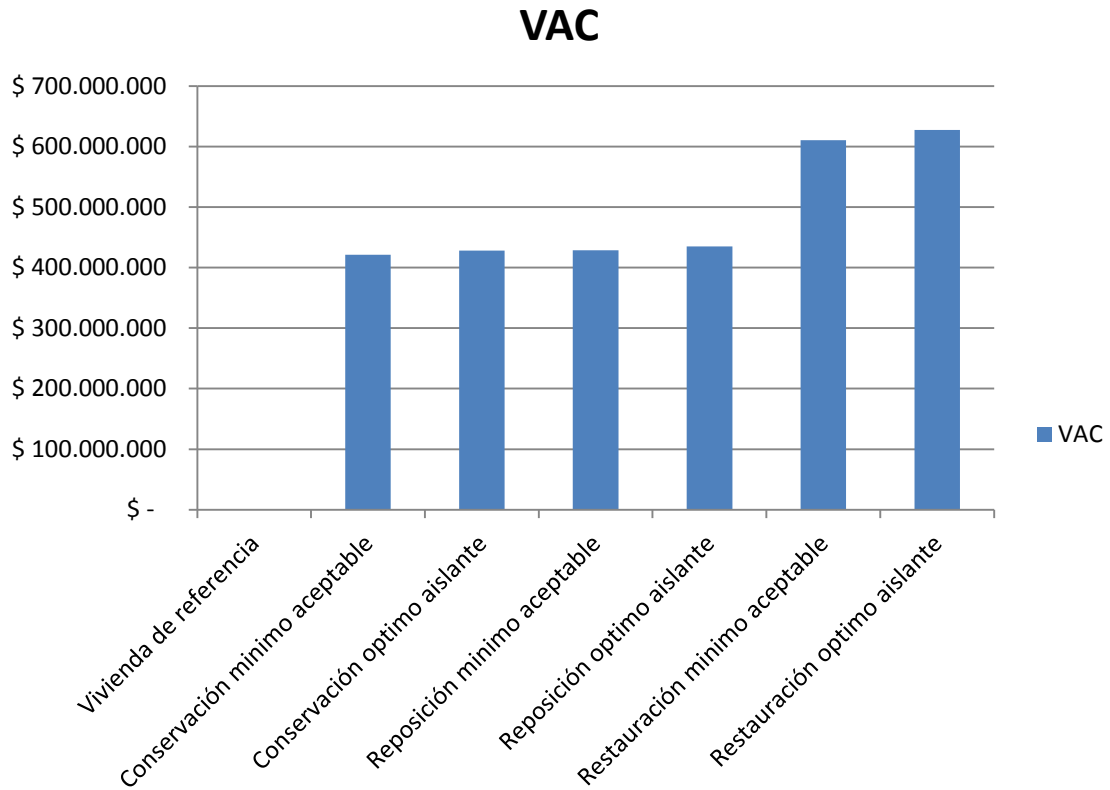


Grafico 3: VAC iniciativas (autor 2016)

Se observa que la iniciativa “Conservación parámetro mínimo aceptable”, es la alternativa más viable para su ejecución pues presenta el menor VAC. La con mayor costo-eficiencia “Restauración óptimo de aislante”.

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS E INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE ENERGÉTICA A LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Se incorpora la variable de eficiencia energética como criterio de evaluación, Se plantea un cruce de datos entre el **VAC, Inversión neta y la demanda energética del edificio en cuestión.**

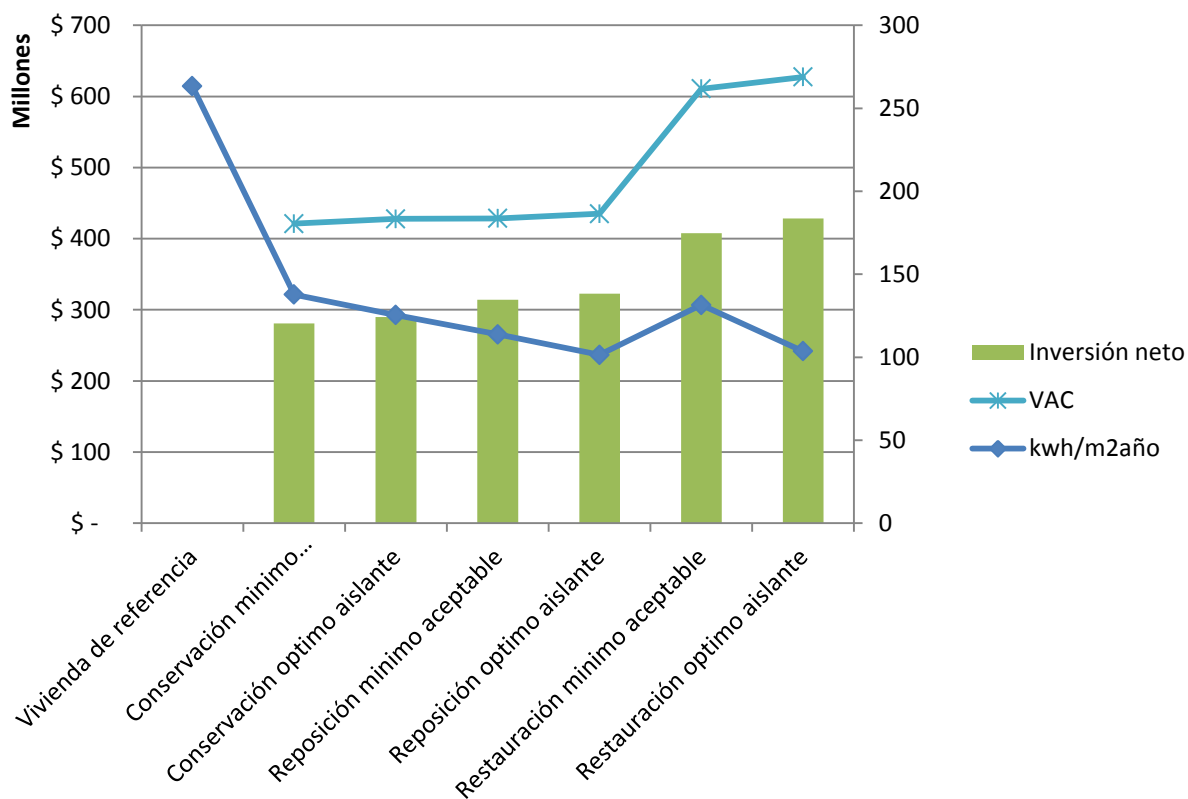


Gráfico 4: incorporación variable energética (autor 2016)

La iniciativa que tiene menor VAC, presenta mal desempeño térmico, ocasionando que la alternativa “reposición con óptimo de aislante” se presente con una mejor viabilidad técnica, ya que a pesar presentar un VAC y costo de inversión más elevado, su demanda energética es baja permitiendo un mejor desempeño térmico.

La alternativa con menor demanda energética, presenta un 18% más de inversión neta que la iniciativa con menor VAC, el cual se podría compensar con mejorar la calidad de vida de los residentes (ancianos), ya que el destino de la construcción depende mucho de obtener un mejor estado de confort al menor costo.

Analizando los costos de operación y mantención en un horizonte de evaluación de 15 años, se observa que la iniciativa de inversión con menor demanda energética es aquella que tiene el menor “costo de mantención”, debido a la incorporación de materiales con nuevas tecnologías, posibilitando mantener la misma imagen arquitectónica sin necesidad desembolsar grandes gastos anuales.

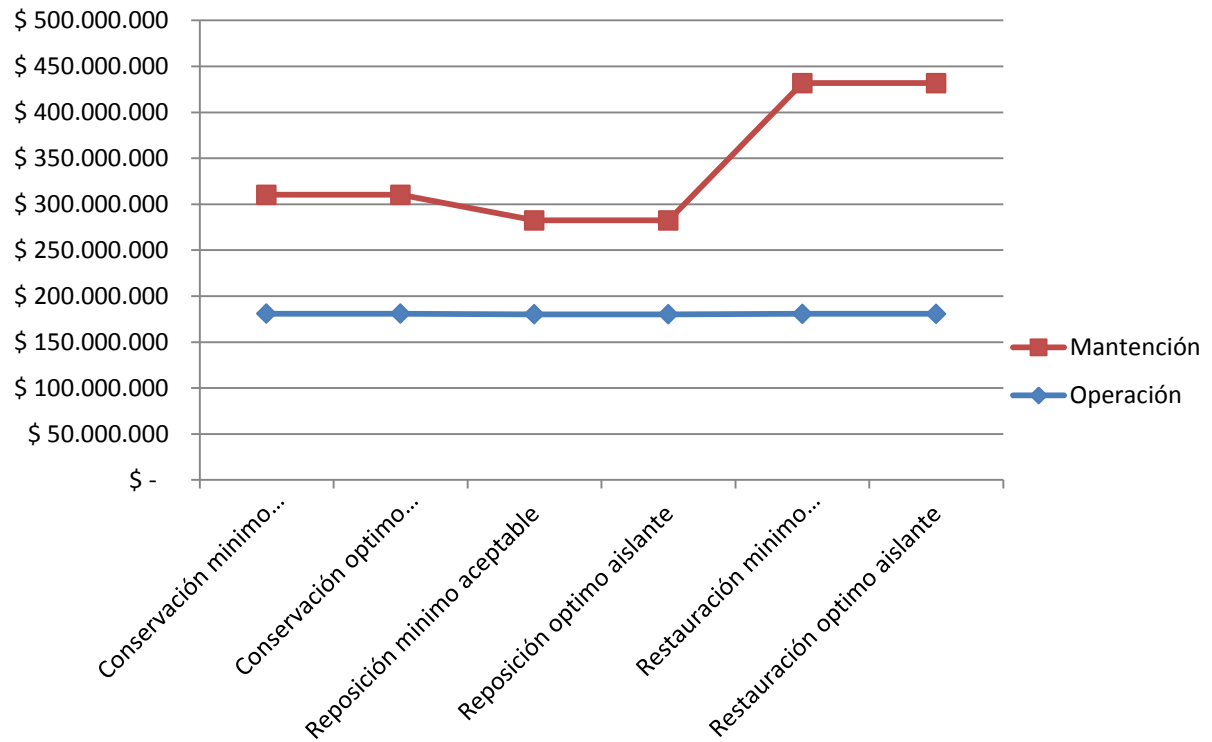


Grafico 5: costos operación y mantención (autor 2016)

La iniciativa que contiene menos viabilidad técnica es la restauración, debido a que la inversión neta de construcción, los costos de operación y mantención y el VAC son elevados.

VII. CONCLUSIONES

Las soluciones técnicas utilizadas para mejorar el comportamiento térmico de la Casa Ebensperger, redujeron considerablemente la demanda energética del edificio (263.259 kWh/m²año). En la solución propuesta más desfavorable utiliza 52 % de la demanda y un 38% la situación más favorable (Reposición óptimo de aislante) con una demanda de 101,445 kWh/m²año, siendo un desempeño muy bueno para un edificio con una gran envolvente térmica y con grandes volúmenes a calefaccionar.

La investigación demuestra que es posible incorporar la variable energética en la evaluación socioeconómica de costo-eficiencia a proyectos sociales, ya que contribuye a escoger de mejor manera la alternativa de solución, obteniendo como resultado un edificio con una buena calificación energética, y que se ajuste a su destino actual (asilo de ancianos).

También es posible incorporar como criterio de evaluación los costos de operación y mantención de manera independiente, como un criterio diferenciado de la evaluación socioeconómica, permitiendo que la elección de la alternativa se base en determinar cual generaría menos costos futuros y no en aquella que contenga el menor VAC y el menor costo de inversión neto.

El resultado de la investigación demuestra que es posible abordar un proyecto de Patrimonio manteniendo la imagen patrimonial de una construcción antigua, incorporando mejoras térmicas y soluciones técnicas contemporáneas, que permitan obtener una rentabilidad social a través de la eficiencia energética, generando una disminución en la operación y mantención del edificio.

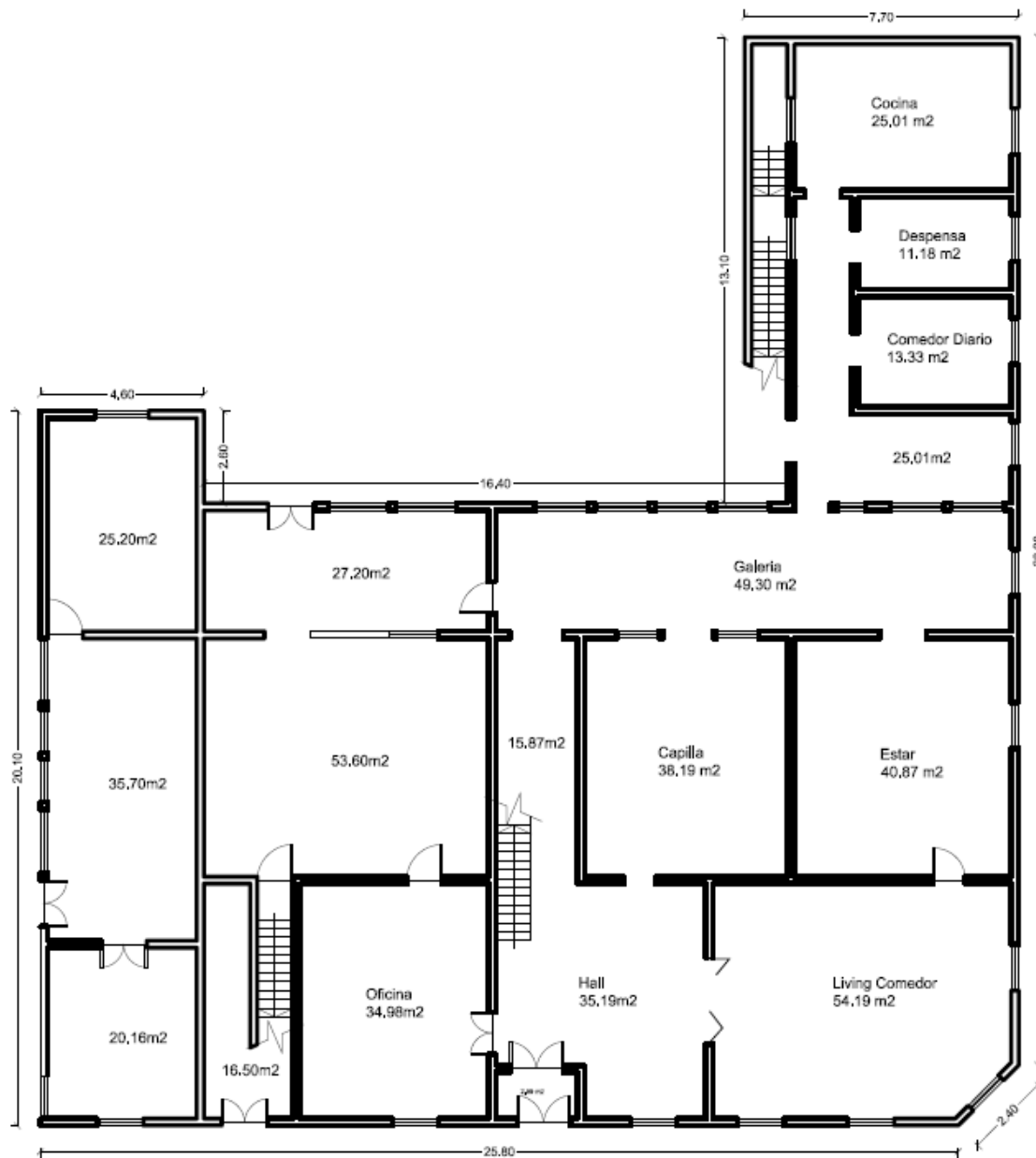
En la actualidad los proyectos de infraestructura pública incorporan como especialidad la consultoría de eficiencia energética en la etapa de diseño, pero no forma parte de la evaluación socioeconómica previa a la aprobación de la iniciativa. Queda como desafío incorporar la variable de eficiencia energética no tan solo a los edificios de patrimonio, sino a todos los proyectos de infraestructura pública, debido a que permite a obtener una visión más clara de que alternativa contribuirá en la sostenibilidad de la construcción a futuro.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- *I+D+i para lograr la Eficiencia Energética del Patrimonio Histórico - ESEFICIENCIA.* (2016).Eseficiencia.es. Retrieved 8 August 2016, from <https://www.eseficiencia.es/articulos/idi-para-lograr-la-eficiencia-energetica-del-patrimonio-historico>
- Parlamento europeo y el Consejo de la Unión Europea. (2010). *Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, Relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios* (pp. 17-19). Estrasburgo: Diario Oficial de la Unión Europea.
- *Puesta en Valor del Patrimonio.* (2014) (pp. 12-152). Santiago de Chile. Ministerio del Interior y Seguridad Pública, SUBDERE.
- Dolores, M. (1997). *Arquitectura Del Sur*, 26, (p.10-11).Concepción. Universidad del Biobío.
- Garcés, V. (2016). *Patrimonio Arquitectónico Lebu (1)*. Es.slideshare.net. Retrieved 8 August 2016, from <http://es.slideshare.net/alejandrofica/patrimonio-arquitectnico-lebu-1>
- Adelqui, F. (2014). *Calificación Energética de Vivienda Nueva* (p. 5-70). Santiago de Chile: Ministerio de Energía.
- *Metodología para la Formulación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Patrimonio Cultural Inmueble.* (2014) (pp. 2-37). Santiago de Chile. Ministerio Desarrollo Social.
- Bobadilla, A. (2011). *Humedad en las Edificaciones, sección 1: tipos de humedad [ppt]*
- *Precios Sociales Vigentes.* (2016). (pp. 1-7). Santiago de Chile. Ministerio Desarrollo Social.
- Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (2016).D.S. N°47, de 1992. (P.176).Santiago Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

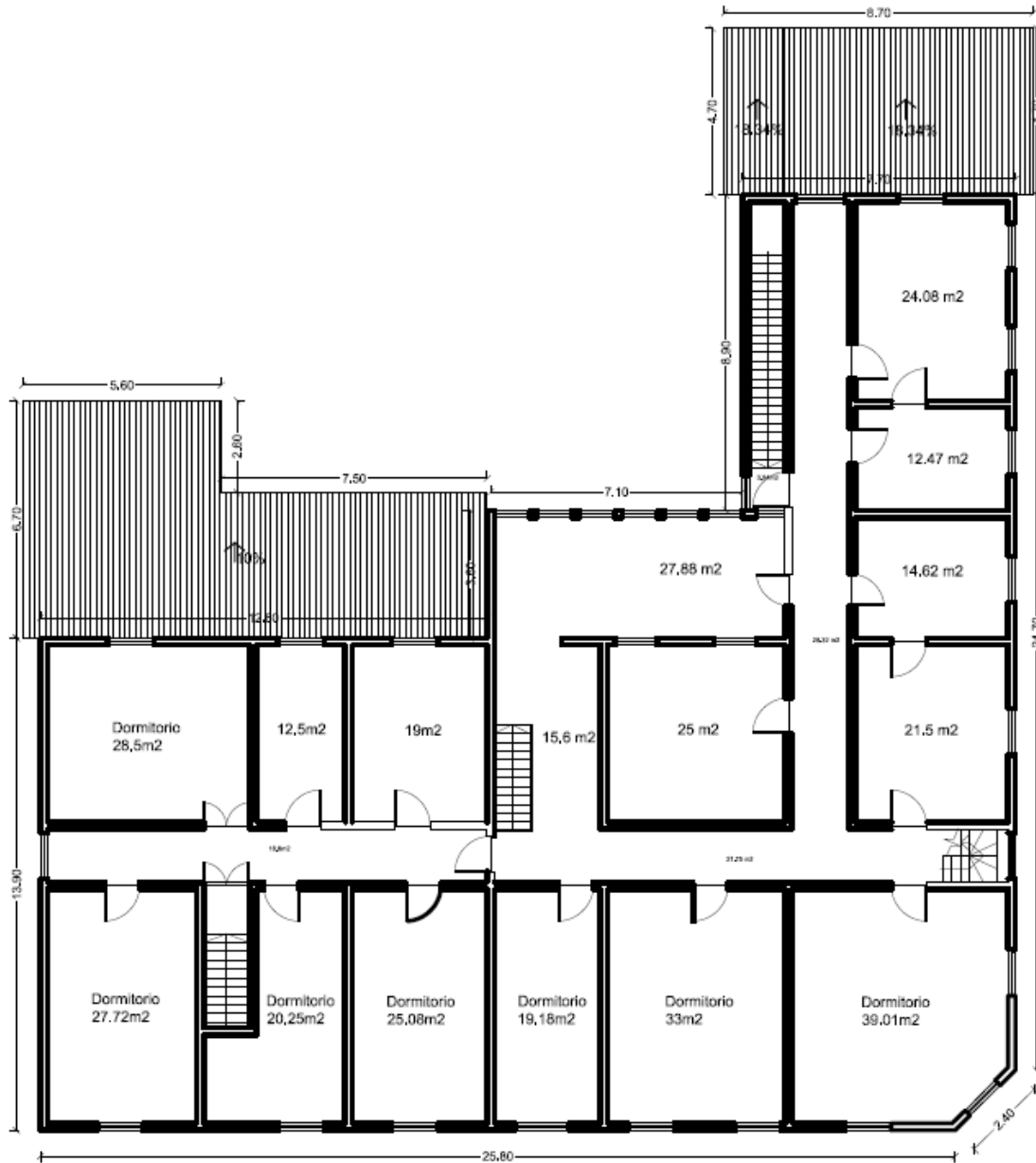
IX. ANEXOS

9.1. Planta de arquitectura nivel 1 Casa Ebensperger



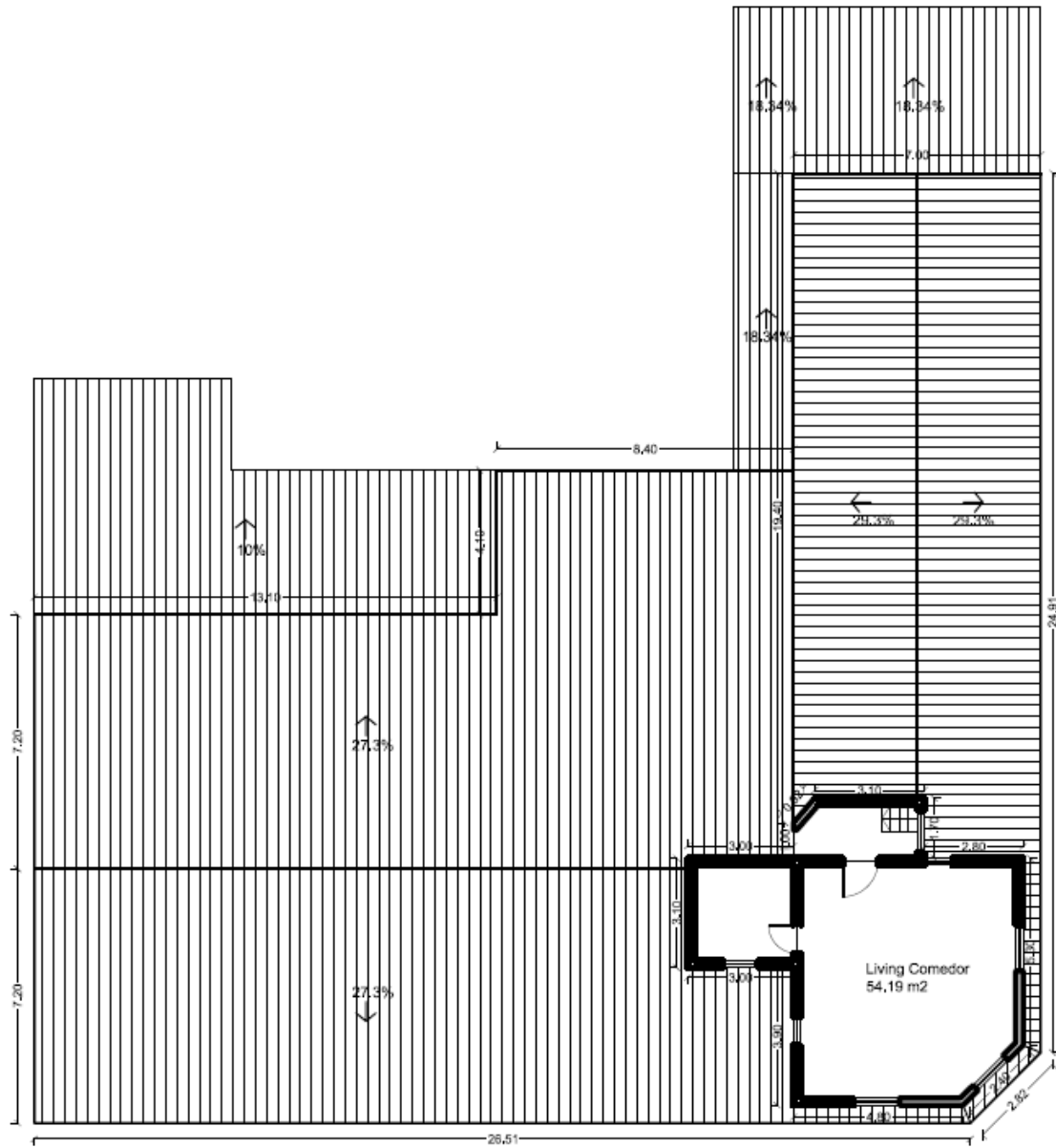
Planimetría1: Planta Nivel 1 (autor 2016)

9.2. Planta de arquitectura nivel 2 Casa Ebensperger



Planimetría 2: Planta Nivel 2 (autor 2016)

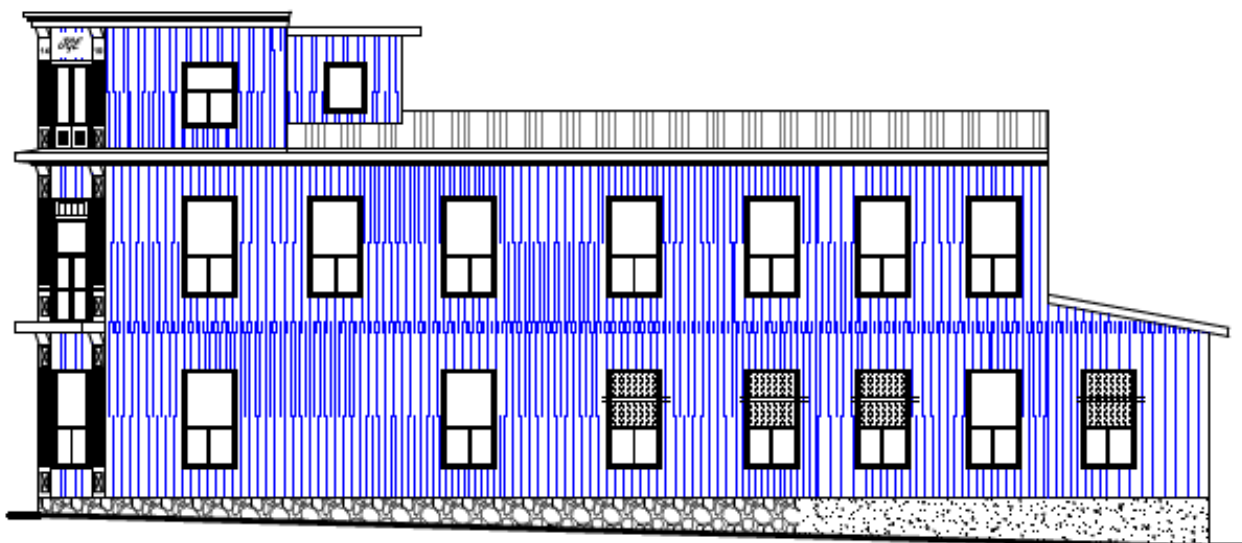
9.3. Planta de arquitectura nivel 3 Casa Ebensperger



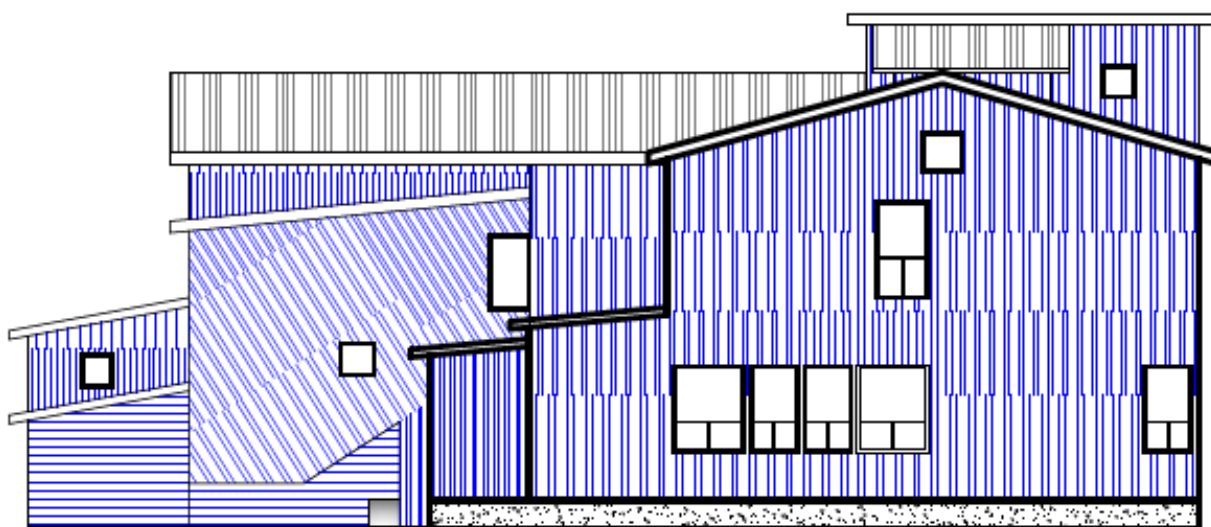
Planimetría 3: Planta Nivel 3 (autor 2016)

9.4. Elevaciones norte y sur Casa Ebensperger

Elevación Norte
Esc 1:200



Elevación Sur
Esc 1:200



Planimetría 4: Elevación norte y sur (autor 2016)

9.5. Elevaciones oriente y poniente Casa Ebensperger

Elevación Oriente

Esc 1:200



Elevación Poniente

Esc 1:200



Planimetría 5: Elevación oriente y poniente (autor 2016)

9.6. Gastos de operación y mantención conservación Casa Ebenserger

Costo de Operación Conservación Casa Ebenserger			
Operación / Conservación		valor social	Total
Leña (ahorro 53%)	\$ 406.000	53% ahorro	\$ 215.180
Luz electrica (incorporar led)	\$ 340.000		\$ 340.000
Gas	\$ 400.000		\$ 400.000
Telefono	\$ 34.990		\$ 34.990
Agua Potable	\$ 520.000		\$ 520.000
Personal			
Aseo - no calificada	\$ 300.000	0,62	\$ 186.000
Cocina - semi calificada	\$ 360.000	0,68	\$ 244.800
Tecnico en Enfermería - Calificada	\$ 500.000	0,98	\$ 490.000
Colaborador asilo - Semi calificada	\$ 360.000	0,68	\$ 244.800
Prep Fisico - Calificada	\$ 420.000	0,98	\$ 411.600
Utiles de aseo	\$ 195.000		\$ 195.000
Utiles aseo personal	\$ 260.000		\$ 260.000
Alimentación	\$ 6.200.000		\$ 6.200.000
Viajes hora	\$ 150	15494	\$ 2.324.100
			\$ 12.066.470

Costo de Mantención Conservación Casa Ebenserger			
Mantención de artefactos e intalaciones			
Reparación servicios sanitarios	\$ 110.000	0,98	\$ 107.800
Materiales sanitarios	\$ 89.000		\$ 89.000
Reparación electricidad	\$ 140.000	0,98	\$ 137.200
Materiales electricos	\$ 180.000		\$ 180.000
Reparación Gas / calefont	\$ 130.000	0,98	\$ 127.400
Materiales gasfitería	\$ 72.000		\$ 72.000
Limpieza de estufas	\$ 40.000	0,68	\$ 27.200
Mantención en mobiliario clinico			
Compra de frazadas	\$ 120.000	0,68	\$ 81.600
Ropa de funcionarios	\$ 200.000	0,68	\$ 136.000
Mantención de camillas	\$ 90.000	0,98	\$ 88.200
Reparación de camas	\$ 67.000	0,62	\$ 41.540
Lavandería industrial	\$ 230.000		\$ 230.000
Reparación de sillas de ruedas	\$ 68.000	0,98	\$ 66.640
Reparación de mobiliario	\$ 56.000	0,98	\$ 54.880
Mantención envolvente termica			
Pintura y barniz revestimientos inter	\$ 450.000	0,98	\$ 441.000
Pintura revestimeinto exterior	\$ 2.300.000	0,98	\$ 2.254.000
Reparación de revestimeinto de fach	\$ 1.500.000	0,98	\$ 1.470.000
Reparación de complejo de techumb	\$ 400.000	0,98	\$ 392.000
reparación complejo de piso	\$ 320.000	0,98	\$ 313.600
Reparación de ventanas y puertas	\$ 2.400.000	0,98	\$ 2.352.000
			\$ 8.662.060

Tabla 54: Costos de operación y mantención iniciativa conservación (autor 2016)

9.7. Gastos de operación y mantención reposición Casa Ebenserger

Costo de Operación Reposición Casa Ebenserger

Operación / Reposición		valor social	Total
Leña (ahorro 43%)	\$ 406.000	43% ahorro	\$ 162.400
Luz electrica	\$ 340.000		\$ 340.000
Gas	\$ 400.000		\$ 400.000
Telefono	\$ 34.990		\$ 34.990
Agua Potable	\$ 520.000		\$ 520.000
Personal			
Aseo - no calificada	\$ 300.000	0,62	\$ 186.000
Cocina - semi calificada	\$ 360.000	0,68	\$ 244.800
Tecnico en Enfermería - Calificada	\$ 500.000	0,98	\$ 490.000
Colaborador asilo - Semi calificada	\$ 360.000	0,68	\$ 244.800
Prep Fisico - Calificada	\$ 420.000	0,98	\$ 411.600
Utiles de aseo	\$ 195.000		\$ 195.000
Utiles aseo personal	\$ 260.000		\$ 260.000
Alimentación	\$ 6.200.000		\$ 6.200.000
Viajes hora	\$ 150	15494	\$ 2.324.100
			\$ 12.013.690

Costo de Mantención Reposición Casa Ebenserger

Mantención de artefactos e intalaciones			
Reparación servicios sanitarios	\$ 110.000	0,98	\$ 107.800
Materiales sanitarios	\$ 89.000		\$ 89.000
Reparación electricidad	\$ 140.000	0,98	\$ 137.200
Materiales electricos	\$ 180.000		\$ 180.000
Reparación Gas / calefont	\$ 130.000	0,98	\$ 127.400
Materiales gasfitería	\$ 72.000		\$ 72.000
Limpieza de estufas	\$ 40.000	0,68	\$ 27.200
Mantención en mobiliario clinico			
Compra de frazadas	\$ 120.000	0,68	\$ 81.600
Ropa de funcionarios	\$ 200.000	0,68	\$ 136.000
Mantención de camillas	\$ 90.000	0,98	\$ 88.200
Reparación de camas	\$ 67.000	0,62	\$ 41.540
Lavandería industrial	\$ 230.000		\$ 230.000
Reparación de sillas de ruedas	\$ 68.000	0,98	\$ 66.640
Reparación de mobiliario	\$ 56.000	0,98	\$ 54.880
Mantención envolvente termica			
Pintura y barniz revestimientos inter	\$ 450.000	0,98	\$ 441.000
Pintura revestimeinto exterior	\$ 909.000	0,98	\$ 890.820
Reparación de revestimeinto de fach	\$ 1.000.000	0,98	\$ 980.000
Reparación de complejo de techumb	\$ 400.000	0,98	\$ 392.000
reparación complejo de piso	\$ 320.000	0,98	\$ 313.600
Reparación de ventanas y puertas	\$ 2.400.000	0,98	\$ 2.352.000
			\$ 6.808.880

Tabla 55: Costos de operación y mantención iniciativa Reposición (autor 2016)

9.8. Gastos de operación y mantención restauración Casa Ebenserger

Costo de Operación Restauración Casa Ebenserger

Operación / RESTAURACIÓN	valor social	Total
Leña (ahorro 50%)	\$ 406.000	50% ahorro \$ 203.000
Luz electrica	\$ 340.000	\$ 340.000
Gas	\$ 400.000	\$ 400.000
Telefono	\$ 34.990	\$ 34.990
Agua Potable	\$ 520.000	\$ 520.000
Personal		
Aseo - no calificada	\$ 300.000	0,62 \$ 186.000
Cocina - semi calificada	\$ 360.000	0,68 \$ 244.800
Tecnico en Enfermería - Calificada	\$ 500.000	0,98 \$ 490.000
Colaborador asilo - Semi calificada	\$ 360.000	0,68 \$ 244.800
Prep Fisico - Calificada	\$ 420.000	0,98 \$ 411.600
Utiles de aseo	\$ 195.000	\$ 195.000
Utiles aseo personal	\$ 260.000	\$ 260.000
Alimentación	\$ 6.200.000	\$ 6.200.000
Viajes hora	\$ 150	15494 \$ 2.324.100
		\$ 12.054.290

Costo de Mantención Restauración Casa Ebenserger

Mantención de artefactos e intalaciones		
Reparación servicios sanitarios	\$ 110.000	0,98 \$ 107.800
Materiales sanitarios	\$ 89.000	\$ 89.000
Reparación electricidad	\$ 140.000	0,98 \$ 137.200
Materiales electricos	\$ 180.000	\$ 180.000
Reparación Gas / calefont	\$ 130.000	0,98 \$ 127.400
Materiales gasfitería	\$ 72.000	\$ 72.000
Limpieza de estufas	\$ 40.000	0,68 \$ 27.200
Mantención en mobiliario clinico		
Compra de frazadas	\$ 120.000	0,68 \$ 81.600
Ropa de funcionarios	\$ 200.000	0,68 \$ 136.000
Mantención de camillas	\$ 90.000	0,98 \$ 88.200
Reparación de camas	\$ 67.000	0,62 \$ 41.540
Lavandería industrial	\$ 230.000	\$ 230.000
Reparación de sillas de ruedas	\$ 68.000	0,98 \$ 66.640
Reparación de mobiliario	\$ 56.000	0,98 \$ 54.880
Mantención envolvente termica		
Pintura y barniz revestimientos inter	\$ 2.100.000	0,98 \$ 2.058.000
Pintura revestimeinto exterior	\$ 4.500.000	0,98 \$ 4.410.000
Reparación de revestimeinto de fach	\$ 4.000.000	0,98 \$ 3.920.000
Reparación de complejo de techumb	\$ 400.000	0,98 \$ 392.000
reparación complejo de piso	\$ 1.200.000	0,98 \$ 1.176.000
Reparación de ventanas y puertas	\$ 3.400.000	0,98 \$ 3.332.000
		\$ 16.727.460

Tabla 56: Costos de operación y mantención iniciativa Restauración (autor 2016)

9.10. Cálculo VAC reposición Casa Ebensperger

REPOSICION CASA EBENSBERGER CALCULO VAN-1 MINIMO ACEPTABLE

Inversión \$245.784.522
Tasa 6%

Año Inversión	Año	Inversion	Costo Operación	Costo Mantenimiento	Flujo (Costos)
	0	-\$ 245.784.522			-\$ 245.784.522
	1		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	2		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	3		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	4		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	5		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	6		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	7		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	8		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	9		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	10		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	11		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	12		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	13		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	14		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	15		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
				VAC	-\$ 428.594.008

REPOSICION CASA EBENSBERGER CALCULO VAN-1 OPTIMO DE AISLANTE

Inversión \$252.209.100
Tasa 6%

Año Inversión	Año	Inversion	Costo Operación	Costo Mantenimiento	Flujo (Costos)
	0	-\$ 252.209.100			-\$ 252.209.100
	1		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	2		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	3		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	4		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	5		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	6		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	7		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	8		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	9		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	10		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	11		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	12		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	13		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	14		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
	15		\$ 12.013.690	\$ 6.808.880	\$ 18.822.570
				VAC	-\$ 435.018.586

Tabla 57: Cálculo VAC iniciativa reposición (autor 2016)

9.11. Cálculo VAC restauración Casa Ebensperger

RESTAURACIÓN CASA EBENSBERGER CÁLCULO VAN -1 MÍNIMO ACEPTABLE
 Inversión \$ 331.174.983
 Tasa 6%

Año Inversión	Año	Inversión	Costo Operación	Costo Mantenimiento	Flujo (Costos)
	0	-\$ 331.174.983			-\$ 331.174.983
	1		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	2		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	3		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	4		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	5		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	6		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	7		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	8		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	9		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	10		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	11		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	12		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	13		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	14		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	15		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
			VAC		-\$ 610.710.505

RESTAURACIÓN CASA EBENSBERGER CÁLCULO VAN -1 ÓPTIMO DE AISLANTE
 Inversión \$ 347.842.330
 Tasa 6%

Año Inversión	Año	Inversión	Costo Operación	Costo Mantenimiento	Flujo (Costos)
	0	-\$ 347.842.330			-\$ 347.842.330
	1		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	2		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	3		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	4		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	5		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	6		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	7		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	8		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	9		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	10		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	11		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	12		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	13		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	14		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
	15		\$ 12.054.290	\$ 16.727.460	\$ 28.781.750
			VAC		-\$ 627.377.852

Tabla 57: Cálculo VAC iniciativa restauración (autor 2016)

9.12. Imágenes situación actual Casa Ebensperger



Figura 11 : Esquina plaza de armas (autor 2016)



Figura 12: Vista poniente (autor 2016)



Figura 13: Detalle ochavo (autor 2016)