



**SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD SOCIAL DE LA
INCORPORACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS
LICITACIÓN PÚBLICA ID730566-15-LE14**

INFORME FINAL

**PARA: SUBSECRETARÍA DE EVALUACIÓN SOCIAL DEL MINISTERIO DE
DESARROLLO SOCIAL**

Preparado por:
Grupo de trabajo CITECUBB
Concepción, 03 de Agosto de 2015

EQUIPO DE TRABAJO

Ariel Bobadilla Moreno
Alexis Pérez Fargallo
Roberto Arriagada Bustos
Rodrigo Figueroa San Martín
Alex González Cáceres
Francisco Núñez Cerda
Claudia Muñoz Sanguinetti
Jaime Soto Muñoz
Jorge Muñoz Fierro

RESUMEN EJECUTIVO

Se informan resultados de la Tercera Etapa del "Servicio de Evaluación de la Rentabilidad Social de Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos". Esta tercera y última etapa se dedica a informar respecto de las pruebas de validación y los ajustes necesarios a las metodologías desarrolladas para realizar análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en eficiencia energética (EE) y ahorro de agua (AA) incorporada a proyectos de edificios públicos postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

Se entregan las especificaciones técnicas de las tres metodologías desarrolladas, productos finales de la consultoría y toda la información necesaria para su uso conforme, a saber:

a) Una metodología general, basada en el análisis de costo de ciclo de vida, para el análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en EE y AA incorporada en diseños de proyectos de edificios públicos postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI); metodología general aplicable a los casos en que se dispone de los diseños y especialidades del edificio;

b) Una metodología simplificada (metodología simplificada 1), basada en el uso y análisis de cuadros de información deducidos de la aplicación de la metodología general a distintos casos de estudio en Chile, para la preparación y análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en EE y AA incorporadas en ideas o perfiles de proyectos de edificios públicos postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI); metodología aplicable a los casos en que no se dispone de los diseños ni las especialidades y;

c) Una metodología simplificada avanzada (metodología simplificada 2), basada en la metodología general y el uso de una herramienta informática que calcula y estima rendimientos energéticos, costos de ciclo de vida y rentabilidades sociales, para la preparación y análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en EE incorporadas en ideas y perfiles de proyectos de edificios públicos postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI); metodología aplicable a los casos en que no se dispone de los diseños y especialidades del edificio.

A continuación se resumen los objetivos, alcances y características generales de estos productos:

Metodología general para el análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en EE incorporada en diseños de proyectos de edificios públicos.

El objetivo de la metodología es entregar una guía para la preparación y evaluación social de proyectos de inversiones en EE y AA en edificios públicos. Específicamente, de inversiones que se consultan para propósitos de mejorar la eficiencia energética y conseguir ahorros de agua en edificios públicos existentes (proyectos de renovación o mejora) o en nuevos edificios que se postulan al SNI. Se aplica a los casos en que se dispone de los diseños y sirve para evaluar la rentabilidad social de las estrategias de EE y AA incorporadas en los edificios en las nueve zonas climáticas en que se subdivide el territorio nacional.

Utiliza bases conceptuales y métodos que especifica la Norma ASTM E917 2013 Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems, para medir los costos involucrados durante el ciclo de uso del edificio; directrices de la División Social de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social para la valorización social de costos y para la preparación y evaluación social de proyectos; herramientas y criterios aplicables a los estudios de desempeño energético y ambiental de edificios para estimar, mediante métodos de simulación dinámica, las demandas de energía y agua de los edificios y; pautas y criterios propios resultados de la aplicación de la metodología al estudio de casos de edificios públicos en Chile.

Tipos de proyecto e inversiones que cubre la metodología de evaluación general:

Proyectos destinados a mejorar el diseño pasivo del edificio para propósitos de EE y reducción de impactos ambientales, tales como: Inversiones en envolvente térmica de alto desempeño energético; sistemas EIFS u otros para reducir la transmisión térmica a través de la envolvente vertical; inversiones en elementos acristalados de alto desempeño energético; sistemas doble o triple acristalado con o sin propiedades ópticas modificadas para reducir la transmisión térmica a través de la envolvente del edificio; inversiones en elementos de protección solar de fachadas; sistemas de celosías, lamas y otros (interiores o exteriores) para reducir el impacto de la radiación solar sobre el edificio; inversiones en sistemas y dispositivos para mejorar la hermeticidad al aire de las edificaciones; sistemas de sellos, de ventanas y otros para reducir la convección térmica a través de la envolvente.

Proyectos destinados a mejorar el diseño activo del edificio para propósitos de EE y reducción de impactos ambientales, tales como: inversiones en instalaciones de climatización de alto desempeño energético; sistemas del tipo VRV bomba de calor; sistemas en base a geotermia; sistemas bombas de calor en general de distinta base, otros para reducir el consumo de energía para acondicionar térmicamente los edificios; inversiones en sistema de iluminación de alto desempeño energético; sistema del tipo LED u otros para reducir el consumo de energía en iluminación.

Proyectos destinados a mejorar el diseño de las instalaciones de agua potable para propósitos de Ahorro de Agua y reducción de impactos ambientales, tales como: inversiones en instalaciones de agua potable de alto desempeño; sistemas con artefactos y griferías para reducir el consumo de agua de los edificios; inversiones en instalaciones que permitan el reciclaje de aguas grises y/o pluviales; sistemas de reciclaje de agua con o sin purificación para reducir el consumo de agua de los edificios.

Beneficios e indicadores de impacto y de rentabilidad social

Utiliza el enfoque costo-eficiencia para estimar los beneficios e impactos marginales que generan distintas estrategias de EE y AA factibles de utilizar para conseguir un mismo estándar de clima interior y de servicio de suministro de agua en un edificio, durante un programa de uso determinado. Estima el costo de ciclo de vida de la alternativa de inversión y sus cargas ambientales asociadas, considerando un ciclo de uso de 20 años. Los beneficios económicos y ambientales que genera cada alternativa resultan de comparar la situación con y sin proyecto, medidos a través de los siguientes indicadores principales:

- Ahorro en UF/m². Mide los beneficios económicos sociales de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de eficiencia energética. Resulta de comparar, a valor presente, los costos sociales acumulados durante el ciclo de operación del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida.
- Reducción de tonelada de CO₂ equivalente en t CO₂e. Mide los beneficios ambientales de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de eficiencia energética. Resulta de comparar la cuantía de emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía destinada a los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación durante el ciclo de utilización del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida.
- Periodo de recuperación de la inversión: Establece el tiempo necesario para recuperar la inversión asociada a cada intervención propuesta; se considera para ello la actualización de los flujos de caja (período de recuperación descontado).

Herramientas y bases de datos que utiliza la metodología general:

Con el propósito de reducir la disparidad de criterios respecto de métodos, herramientas y parámetros aplicables a la determinación de impactos y beneficios asociados a inversiones en EE y AA, se fijan criterios y procedimientos específicos para definir materias tales como: tipo de herramienta informática, programas de uso y cargas sensibles y latentes asociadas a la ocupación y equipos de los edificios, bases de datos meteorológicas, bases de datos de materiales y elementos y, otros aplicables a los estudios de demanda de energía y agua en los edificios. De igual forma, criterios aplicables a la determinación de costos, su valorización social y, sobre tipos y cálculo de indicadores de rentabilidad social.

Con todo, se consigue finalmente una metodología relativamente estandarizada aplicable a la preparación y evaluación social de inversiones en EE y AA incorporadas a diseños de edificios públicos.

Metodología simplificada 1 para el análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en EE incorporada en ideas o perfiles de proyectos de edificios públicos.

El objetivo de esta metodología es entregar una guía para el análisis ex ante de la rentabilidad social de estrategias pasivas y activas para propósitos de EE y de AA incorporados en ideas y perfiles proyectos de edificaciones públicas postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Sirve para orientar y seleccionar inversiones en EE y AA en la fase de concepción del edificio, en función de sus potenciales beneficios económicos y ambientales, según tipo de edificio y zona climática.

La metodología se basa en el uso de cuadros de información estandarizada sobre indicadores económicos y ambientales de distintas intervenciones para propósitos de EE y AA en edificios públicos. Cuadros derivados de un experimento de simulación paramétrica que consistió en la determinación de la rentabilidad social de distintas estrategias pasivas y activas incorporadas a tres edificios públicos tipos conocidos, de oficina, salud y aulas, supuestamente ubicados en ciudades representativas de las nueve zonas climáticas de Chile.

Los cuadros sintetizan la información sobre indicadores de impacto económico y ambiental de las distintas estrategias incorporada en esos edificios tipos en las distintas zonas del territorio nacional, y sirven de referencia y guía para apreciar, en etapas primarias del proceso de concepción y evaluación de iniciativas, el impacto marginal que tendrían ciertas intervenciones en relación a otras en las distintas zonas y su contribución a la mejora de la rentabilidad general de un proyecto, de manera de priorizar su incorporación.

Es una simplificación de la metodología general pero su base conceptual, referencias y estándares son los mismos. Entrega indicadores de rentabilidad social en función de beneficios marginales que resultan de comparar dos escenarios, definidos por edificios de referencia, denominados edificio base y edificio optimizado; entendiéndose por edificio base y optimizado lo siguiente:

- **Edificio base:** edificación que cumple sólo con los estándares que especifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), de la cual se conoce el desglose actualizado de sus costes de inversión, operación y mantención, así como su desempeño energético y ambiental, y sirve de línea de base para apreciar costos y desempeños energéticos de inversiones para propósitos de EE incorporadas en proyectos de nuevos edificios.
- **Edificio Optimizado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora alguna estrategia de EE resultado de mejoras incorporadas al diseño pasivo y activo, de modo de cumplir con los estándares energéticos y ambientales

definidos en los TDRe de la DA-MOP, según zona geográfica del país y tipología del edificio; estándares definidos con criterios energéticos y ambientales que se entienden los mínimos aceptables para la edificación pública. Sirven de línea de base para apreciar costos y desempeños energéticos de inversiones para propósitos de EE incorporada en proyectos de nuevos edificios y en proyectos de reacondicionamiento de edificios existentes.

Tipos de estrategias y medidas que considera la metodología simplificada

Considera el siguiente cuadro de estrategias:

Estrategia	Tipo	Medida
Pasiva	Térmica	Aislación térmica muro de fachadas
		Aislación térmica de complejo de techumbre
		Aislación térmica de piso
		Aislación térmica de ventanas
		Hermeticidad al aire
	Solar	Celosías exteriores
		Aleros
		Vidrio traslúcido
		Ventilación
Activa	Instalación	Calefacción
		Refrigeración
		Calefacción - Refrigeración

Representadas en las siguientes soluciones específicas:

- Aislación térmica de muros: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente mural. Consiste en una solución tipo EIFS sobre estructura de muro de hormigón armado de 20 cm de espesor, sistema de aislación térmica exterior formado por planchas de poliestireno expandido de densidad 20 Kg/m³. El estándar aceptable en cada zona es el que definen los TDRe y se consigue modificando el espesor de material aislante. Su recorrido de exigencia va desde U: 2,0 W/m²K en la zona 1 hasta 0,3 W/m²K en la zona 9.
- Aislación térmica de complejo de techumbre: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente techumbre. Consiste en planchas de poliestireno expandido sobre en losa de hormigón armado de espesor 15 cm, sobre la cual se disponen cerchas de madera y su respectivo recubrimiento de techumbre. El estándar aceptable en cada zona es el que definen los TDRe y se consigue modificando el espesor del material aislante. Su recorrido de exigencia va desde U: 0,80 W/m²K en la zona I hasta 0,25 W/m²K en la zona 9.
- Aislación térmica de piso: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente piso en contacto con terreno. Consiste en la incorporación de material aislante, planchas de poliestireno expandido de densidad 20Kg/m³ bajo perímetro de radier. El estándar aceptable en cada zona es el que definen los TDRe y se consigue modificando el espesor del material aislante. Su recorrido de exigencia va desde U: 2,0 W/m²K en la zona I hasta 0,35 W/m²K en la zona 9.
- Aislación térmica de ventanas: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente vidriada. Consiste en soluciones de acristalamiento de vidrio simple, DVH y y DVH Low e. El estándar aceptable en cada zona es el que definen los TDRe y se consigue en base a elementos termopaneles. Su recorrido de exigencia va desde U: 5,8X W/m²K en la zona I hasta 1,9 W/m²K en la zona 8.

- Hermeticidad al aire: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las infiltraciones de aire y con ello las pérdidas de calor o frío a través de la envolvente. Consiste en el aumento de la hermeticidad que se consigue al incorporar estrategias de mejora térmica a la envolvente perimetral del edificio. El estándar aceptable en cada zona es el que definen los TDRe. Su recorrido de exigencia va desde n50: 2,0 (1/h) en la zona 9 hasta 6,0 (1/h) en la zona 2.
- Aleros: estrategia pasiva solar dirigida a limitar las ganancias solares de calor a través de la envolvente del edificio. Consiste en la incorporación de aleros formados a través de la prolongación de losas de hormigón de entrespisos. El estándar aceptable en cada zona es el que definen los TDRe. Su recorrido de exigencia, factor solar modificado, va desde valor de F: 0,35 en la zona 4 hasta F, sin restricción.
- Vidrio control solar: estrategia pasiva solar dirigida a limitar las ganancias solares de calor a través de la envolvente del edificio, mediante la modificación de las propiedades ópticas del vidrio. Consiste en soluciones de acristalamiento con propiedades de factores solares determinadas. El estándar aceptable en cada zona es el que definen los TDRe. Su recorrido de exigencia va desde F: 0,35 en la zona 4 hasta F, sin restricción.
- Calefacción: estrategia activa dirigida a entregar la energía (calor) supletoria necesaria para calefaccionar el edificio o parte de él. Consiste en un sistema centralizado convencional en base a calderas de petróleo de 75% de rendimiento, redes de distribución de agua caliente, radiadores de agua caliente y sistemas de control en base a termostatos.
- Refrigeración: estrategia activa dirigida a entregar la energía (frío) supletoria necesaria para refrigerar el edificio o parte de él. Consiste en un sistema formado por una unidad generadora de agua helada (chiller) bomba de calor con COP 2,0, manejadoras de aire, serpentines agua aire, redes de distribución de agua fría y sistemas de control en base a termostatos.
- Calefacción–Refrigeración: estrategia activa dirigida a entregar la energía supletoria necesaria para refrigerar y calefaccionar el edificio o parte de él, durante todo el año, según necesidades. Consiste en un sistema de acondicionamiento por aire tipo VRV bomba de calor con recuperación de calor y un COP 3,5, formada por una central compresora de refrigerante, unidades evaporadoras y manejadoras de aire, redes y dispositivos de impulsión y retorno y, elementos de control y seguridad.
- Artefactos sanitarios eficientes: estrategia orientada a limitar los consumos directos de agua del edificio. Consiste en la incorporación de artefactos sanitarios y/o griferías (WC, urinarios, lavamanos, duchas, llaves de riego, etc.) de bajo consumo o caudal de salida. La exigencia de ahorro en cada zona es la que definen los TDRe y se consigue modificando la cantidad de artefactos y/o griferías que incorporan tecnologías de ahorro y/o eficiencia. Su recorrido de exigencia va desde 20 al 40% de ahorro anual total del edificio, teniendo en cuenta el consumo anual de agua potable del edificio de referencia y las precipitaciones anuales de la localidad donde se emplaza el proyecto.

Uso, aplicación y alcances de la metodología simplificada

La metodología se reduce al uso de los denominados cuadros de información y aplica a edificios de oficina, salud y de aulas en las nueve zonas climáticas de Chile. Existe un cuadro por cada tipo de edificio y zona, lo que da un total de 27 cuadros.

Los datos de entrada del edificio que se desea evaluar son:

Destino edificio	
Ciudad emplazamiento	
Zona Climática	
Orientación fachada más expuesta (*)	
Porcentaje de Acristalamiento fachada más expuesta	

(*)Nota: Se define como fachada más expuesta, aquella que tiene una mayor cantidad de superficie acristalada

Con esa información, se identifica el cuadro correspondiente a la zona y tipo de edificio. Luego, dentro del cuadro se ubica la coincidencia de orientación y de porcentaje de superficie opaca/acristalada que se postula para la iniciativa. Efectuados esos cruces, se obtienen finalmente los siguientes indicadores: de rentabilidad, en Ahorro (Uf/m²) y Periodo de Recuperación de la Inversión; y de impacto ambiental, en Reducción tCo2e por cada 1000 m². Indicadores estimados potenciales para cada una de las estrategias factibles de incorporar a la iniciativa que se postula. Información útil para apoyar la toma de decisiones en la concepción y evaluación temprana de estrategias de EE y AA a incorporar en las ideas y perfiles de proyectos de edificios públicos.

El esquema gráfico de análisis y selección se muestra en el cuadro siguiente:

A: Identificación de la zona climática en donde se emplaza el proyecto; Zonas de la 1 a la 9.

B: Destino del edificio: Salud, Oficina o Educación.

C: Fachada del proyecto más expuesta según su orientación

D: Porcentaje de acristalamiento de la fachada más expuesta según su orientación.

ZONA:								
Destino:								
Instalación base:								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: Orientación Norte.		Fachada más expuesta: Orientación Sur.		Fachada más expuesta: Orientación Norte.		Fachada más expuesta: orientación Sur.	
	Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Aislación								
Control Solar								
Instalaciones								

Los resultados de aquellas estrategias que fueron evaluadas se indican en el cuadro asociado a los siguientes colores:

 Indicadores cuyos resultados son negativos
 Indicadores cuyos resultados son positivos

Es necesario señalar que es una metodología simplificada, concebida sólo para ser utilizada en etapas de idea o perfil de proyectos de edificación, cuando normalmente no se dispone de los proyectos de arquitectura y de especialidades, y se requieren orientaciones sobre qué estrategias y cuáles medidas priorizar para mejorar la EE y conseguir AA en un determinado proyecto. En ningún caso esta metodología reemplaza a la metodología general para decidir respecto de aquello. En etapas más avanzadas del proceso de evaluación de proyectos y/o cuando se dispongan de los diseños y especialidades, se recomienda contractar y eventualmente corregir y afinar las estrategias, utilizando para ello la metodología general de evaluación de proyectos de inversión en EE y AA en edificios públicos.

Metodología simplificada 2, para el análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en EE incorporada en ideas o perfiles de proyectos de edificios públicos.

El objetivo de la metodología, es entregar una guía, basada en el uso de una herramienta informática de cálculo, la herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]¹, desarrollada al efecto, para realizar análisis ex ante de la rentabilidad social de estrategias pasivas y activas para propósitos de EE incorporadas en ideas o perfiles de proyectos de edificaciones públicas.² Sirve para evaluar, orientar y seleccionar inversiones según tipo de edificio y zona climática en tiempo real, en función de sus potenciales impactos energéticos, ambientales y de su rentabilidad social.

Esta metodología simplificada, que hemos denominado avanzada, se diferencia de la anterior principalmente en sus alcances y precisión. Cubre casos de geometría de edificios e instalaciones mucho más diversos que la de los tres tipos de edificios tipos utilizados para desarrollar los cuadros de información.

Se basa en el uso de una herramienta de análisis cuasi estacionario, para realizar un balance calórico del edificio, estimar sus demandas y consumos de calefacción y refrigeración y, los costos y beneficios económicos y ambientales que tendrían ciertas estrategias en relación a otras en las distintas zonas del territorio nacional. Para ello, utiliza bases de datos meteorológicos mensuales de las principales localidades de Chile; información arquitectónica mínima del edificio junto con programas estandarizados de uso y cargas; bases de datos de costos de inversión y operación deducidas de estudios de presupuestos y de gastos de operación de edificios públicos en Chile y; métodos y bases de calculo que definen las normas: ISO 13790:2008 Energy performance of Buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling y; ASTM E917 2013 Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems.

La metodología es también una simplificación de la metodología general pero su base conceptual, referencias y estándares son los mismos. Entrega indicadores de rentabilidad social en función de beneficios marginales que resultan de comparar en este caso tres escenarios, definidos por respectivos edificios de referencia, denominados edificio base, edificio mejorado y edificio optimizado. Entendiendo por ello lo siguiente:

¹ Herramienta desarrollada por un grupo de trabajo de CITEC UBB liderada por el Dr. Alexis Pérez Fargallo, en el contexto del estudio evaluación de la rentabilidad social de la incorporación de eficiencia energética en edificios públicos (Licitación Pública ID 730566-15-LE14).

² Metodología no contemplada en el contrato de servicio pero que el grupo de trabajo estimó necesario desarrollar adicionalmente, y con el objeto de mejorar la cobertura y precisión de la metodología simplificada basada en el uso de cuadros de información de indicadores de impactos estandarizados.

- **Edificio Base:** edificación que cumple sólo con los estándares que especifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, de la cual se conoce su desempeño energético y ambiental y sirve de línea de base para apreciar costos y desempeños energéticos de inversiones para propósitos de EE incorporadas en proyectos de nuevos edificios.
- **Edificio Mejorado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora las medidas de mejoras de EE de diseño pasivo que el postulante ha encontrado oportuno incorporar en su postulado, de modo que cumple con algunos de los estándares energéticos de los TDRe de la DA-MOP según zona geográfica del país y tipología del edificio. En función de sus características energéticas, se cuantifican los costos y los desempeños energéticos de sus medidas de mejora respecto al Edificio Base. Si el Edificio Mejorado incorporará todos los estándares energéticos de EE de diseño pasivo y activo de los TDRe de la DA-MOP, obtendría los mismos resultados que el Edificio Optimizado.
- **Edificio Optimizado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora los estándares energéticos de EE de diseño pasivo y activo de los TDRe de la DA-MOP, según zona geográfica del país y tipología del edificio.

Uso, aplicación y alcances de la metodología:

La metodología se reduce al uso de la herramienta informática en los términos especificados para ello, que se explican en el cuerpo de este informe y en un video demostrativo de uso. En términos generales:

Los datos de entrada requeridos del edificio para uso de la herramienta ECSE son los propios para identificar el tipo de edificio y ubicación dentro del territorio nacional datos para caracterizar el tipo de envolvente y otros que se resumen en el siguiente cuadro:

Región	Superficie Útil (m ²)	Uso
Comuna	Altura entre plantas (m)	Intensidad de uso
Provincia	Número de plantas	Inercia térmica
Dirección	Superficie Útil Calefac. (m ²)	Calendario de uso
Latitud (S)	Superficie Útil Refrig.(m ²)	Combustible
Longitud (W)	Equipo de calefacción	Combustible
Zona climática	Equipo de refrigeración	Combustible

El procedimiento de cálculo que desarrolla la herramienta hace posible la comparación energética de tres escenarios alternativos de un mismo modelo, ayudando a estandarizar el procedimiento y la evaluación, permitiendo la obtención de los siguientes indicadores asociados:

Indicadores de impacto asociados al uso de la energía cuantificados por la herramienta.

Indicador	Base	Mejorado	Optimizado	Dif. de ahorro o reducciones (%)	
				Base-Mejorado	Base-Optimizado
Demanda Calefacción Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	X	X
Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	X	X
Demanda Total Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	X	X
Consumo Calefacción Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	X	X
Consumo Refrigeración Estimado(kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	X	X
Consumo Total Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	X	X

INFORME FINAL

Indicadores de impacto económico y beneficios cuantificados por la herramienta.

Indicador	Base	Mejorado	Optimizado	Dif., ahorro o reducciones (%)	
				Base-Mejorado	Base-Optimizado
Costos Totales Estimados Energía (UF/año) /m ²	X	X	X	X	X
Costos Estimados Iniciales (UF) /m ²	X	X	X	X	X
Costos Estimados Mantenimiento EE (UF) /m ²	X	X	X	X	X
Costos ciclo de vida (LCC) (UF) /m ²	X	X	X	X	X
Pay-Back (años)	-	X	X	-	X
Costos Totales Estimados Energía (UF/año) /m ²	X	X	X	X	X

La interfase gráfica de la herramienta, con sus campos, se muestra en el cuadro siguiente:



Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]

Región	BioBio	Superficie Útil (m ²)	774,20	Uso	Oficinas	Limpiar
Comuna	Concepción	Altura entre plantas (m)	2,80	Intensidad de uso	Intensidad Baja - 9h	Calcular
Provincia	Concepción	Número de plantas	3,00	Inercia térmica	Muy Baja	LCCA
Dirección	Collao 1202	Superficie Útil Calefac. (m ²)	774,20	Calendario de uso	L-V	Guardar PDF
Latitud (S)	36°49'37"	Superficie Útil Refrig. (m ²)	774,20			
Longitud (W)	73°02'59"	Equipo de calefacción	sin condensacion enecendido piloto con	Combustible	Gas natural	
Zona climática	4CL	Equipo de refrigeración	Bomba de calor	Combustible	Electricidad	

	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m ²)
Superficie (m ²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74
% Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80							
Envoltorio Base	Hormigón		Hormigón	Hormigón	Hormigón			Hormigón			Hormigón	
Uopaco (Base) W/m ² ·K	3,43		3,43	3,43	3,43			2,01			3,43	
Uvanos (Base) W/m ² ·K	Ladrillo y est. livia		5,80	5,80	5,80							
Factor Solar (Base)	Madera		0,85	0,85	0,85							
Mejora propuesta opaco												
Mejora propuesta vanos												
Protección solar vanos	Base	Base	Base	Base	Base							
Uopaco (Mejorado) W/m ² ·K	3,43		3,43	3,43	3,43			2,01			3,43	
R térmica aislamiento (m ² ·K/W)	-	-	-	-	-			-	-	-	-	
Uvanos (Mejorado) W/m ² ·K	5,80		5,80	5,80	5,80							
F.solar (Mejorado) (BC)	0,85		0,85	0,85	0,85							
F.solar (Mejorado) (AC)	0,85		0,85	0,85	0,85							

Infiltraciones - Envoltorio	Sistema mecánico de ventilación	NO	Renovaciones/hora (Base)	0,51	Implementar TDR	Renovaciones / hora (M)	0,21	
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Mínimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada	7a

Instalaciones Edificio Mejorado

Climatización	Equipo de calefacción		Combustible		Iluminación	
	Equipo de refrigeración		Combustible			TS

Resultados

	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)	Demanda Total Estimada (kWh/año)	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)	Consumo Total Estimado (kWh/año)	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)	Costos Estimados Iniciales (UF)	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)	Emissiones de CO2	Pay-Back (años)
Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optimizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Mejorada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fargallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	2
INDICE DE CONTENIDOS	11
1.0 INTRODUCCIÓN	12
2.0. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN GENERAL	15
3.0. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN SIMPLIFICADA 1	36
4.0. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA 2	46
5.0. GLOSARIO	61
6.0. BIBLIOGRAFÍA	62
8.0. ANEXOS	65

1.0 INTRODUCCIÓN

Mediante Resolución Exenta N°0394, de fecha 29 de octubre de 2014, de la Subsecretaría de Evaluación del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile, se encargó al Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío, CITEC UBB, el "Servicio de Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos". Proceso de licitación que fue individualizado en el portal www.mercadopublico.cl con el ID 730566-15-LE14.

El objeto general de la consultoría se planteó en términos de: “entregar información que permita a formuladores y analistas, el análisis ex ante de las iniciativas de inversión de Edificación Pública propuestas al SNI, que consideran costos de inversión en EE. Esto a través de la generación de antecedentes que permitan mejorar la calidad del proceso de análisis de Preinversión de Proyectos de Edificación Pública, mediante el estudio de casos de proyectos y “la obtención de información relevante en materia de impactos diferenciales que ocasiona en costos de inversión, operación y mantención la incorporación de eficiencia energética, para la determinación de la rentabilidad técnico - económica de estos los proyectos”.

A nivel de Objetivos Específicos, se plantearon los siguientes cinco objetivos:

1. “Conocer el impacto marginal y su contribución a la mejora de la rentabilidad general de los proyectos, que tienen ciertas medidas específicas en relación a otras, de manera de priorizar su incorporación.
2. Contar con antecedentes que permitan saber qué medidas de mejoría conviene incorporar a la edificación existente, en razón de la rentabilidad y mejorías de confort que pueden provocar.
3. Saber qué ventajas reales y su traducción en cuanto a rentabilidad social tiene el incorporar conceptos de eficiencia energética y sustentabilidad desde las primeras fases del ciclo de vida de los proyectos.
4. Obtener algunos indicadores que permitan extrapolar conceptos de rentabilidad de estas medidas a otros proyectos de edificaciones que tienen componentes de inversión pública, que se localicen en las mismas zonas geográficas que se han seleccionado, tengan la misma materialidad o los mismos tamaños de edificación.
5. Obtener algunas bases de datos, herramientas, experiencia y metodologías que permitan extender este conocimiento al análisis de otras situaciones, materialidades, zonas geográficas, destinos de la edificación, alturas, tamaños, que puedan ameritar también la incorporación de estos conceptos en la formulación de proyectos o mejoras.”

La metodología de trabajo consideró, en una primera fase, la definición de un método estandarizado para el análisis ex ante de inversiones en EE y AA y su aplicación a la evaluación de distintas estrategias incorporadas en un edificio conocido en una zona climática de Chile. Luego, en una fase siguiente, consideró la ejecución de un experimento de simulación paramétrica, donde se utilizó dicho método para evaluar la rentabilidad social de distintas estrategias energéticas y ambientales incorporadas en tres edificios tipos conocidos, que se supusieron, para los efectos del experimento, ubicados en las nueve zonas climáticas de Chile. Finalmente, el desarrollo de un método simplificado, basado en el uso de cuadros de información estandarizada deducidos del experimento de simulación paramétrica. Método concebido para orientar la priorización y selección de estrategias según tipo de edificio y zonas, en etapas tempranas del proceso de formulación de proyectos de edificación pública, esto es cuando no se dispone de los diseños.

El trabajo se consultó en tres etapas, que se explican como sigue:

La Primera Etapa del estudio, que se denominó: “Trabajo Preliminar y Desarrollo y Aplicación de la Metodología a un Caso”. Este trabajo incluyó las siguientes materias y productos reportados con el Informe 1 del estudio:

- a) Un estudio de estado del arte internacional sobre la información más actualizada referida a métodos, normas y criterios aplicables a la identificación y evaluación de impactos (beneficios sociales y/o privados) generados por la incorporación de Eficiencia Energética (EE) a la edificación.
- b) La elaboración del prototipo de una metodología general para evaluar la rentabilidad social y los impactos diferenciales que ocasionan distintas estrategias pasivas y activas con propósitos de EE.
- c) La aplicación de la metodología a un primer caso sujeto de estudio; el del Edificio de la Contraloría General de la República de la Región del Biobío.

El desarrollo de esta primera etapa, evidenció, en su momento, la necesidad de definir y establecer no una sino que a lo menos tres metodologías diferenciadas, en función de la etapa y del tipo de información disponible y/o exigible para postulación al SNI y los tiempos, costos y niveles de exactitud requeridos; a saber:

Una metodología general más precisa, aplicable en etapas más avanzadas y cuando se dispone de los diseños y especialidades, basada en el análisis de ciclo de vida y en la estimación mediante técnicas avanzadas de simulación, de las demandas de energía y agua del edificio. Otras dos metodologías simplificadas y;

Otras dos metodologías simplificadas, que utilizan los mismos principios y bases que la denominada general; una basada en el uso de los cuadros de información estandarizado y otra en el uso de una herramienta informática desarrollada al efecto, que sirven para priorizar y seleccionar estrategias en función de sus impactos energéticos y ambientales, cuando no se dispone de los diseños y especialidades y sólo se dispone de información básica de los edificios que se postula construir. La diferencia entre ambas está en sus alcances y grado de precisión en la estimación.

En consecuencia con lo anterior, la Segunda Etapa del estudio, que se denominó: “Desarrollo y Aplicación de la Metodología a un Caso en Todo el Territorio Nacional”, incluyó las siguientes materias y productos reportados con el Informe 2 del estudio:

- a) La aplicación de la metodología especificada en la Etapa 1 a un edificio en las nueve zonas climáticas de Chile, a objeto de establecer estándares de rentabilidad por zonas climáticas y tipos de estrategias pasivas y activas para propósitos de EE. El edificio caso de estudio que sirvió como referencia es el Edificio de la Contraloría General de la República de la Región del Biobío.
- b) El desarrollo de cuadros estandarizados de información sobre indicadores de rentabilidad social asociados a distintas estrategias pasivas y activas para propósitos de EE y zonas climáticas, como parte de un método específico aplicable a la evaluación ex ante de iniciativas de inversión cuando no se dispone de diseños.
- c) Avances en el desarrollo de una herramienta informática para evaluación de desempeños energético de edificios e indicadores de rentabilidad social asociados a distintas estrategias pasivas y activas para propósitos de EE y zonas climáticas, como parte de un método específico avanzado aplicable a la evaluación ex ante de iniciativas de inversión cuando no se dispone de diseños.

INFORME FINAL

La Tercera Etapa del estudio se reporta a través de este informe. Esta etapa, última del estudio, se dedica a informar respecto de las pruebas de validación y los ajustes necesarios a las metodologías desarrolladas para dejarlas en condiciones de uso. Se entrega las especificaciones técnicas de las tres metodologías y toda la información necesaria para su uso conforme.

2.0. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN GENERAL

Se expone los elementos principales de una metodología para la preparación y evaluación ex ante de la rentabilidad social de inversiones en eficiencia energética (EE) incorporada en proyectos de edificios públicos postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Metodología general aplicable a los casos en que se dispone de los diseños y las especialidades.

La metodología utiliza bases conceptuales y métodos que especifica la Norma ASTM E917 2013 Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems; directrices para la preparación y evaluación social de proyectos de la División Social de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social; herramientas y criterios aplicable a los estudios de desempeño energético y ambientales de edificios y; pautas y criterios propios desarrollados en el contexto del estudio resultados de su aplicación a casos de edificios públicos en Chile.

El capítulo se divide en cuatro partes. En la primera parte se exponen los objetivos y alcances de la metodología. En la segunda, se expone la teoría en que se funda, la identificación de beneficios y costos asociados a inversiones en EE en los edificios, los indicadores de rentabilidad social y otros parámetros que debiera consultar la evaluación. En la tercera parte, se describen los antecedentes y procedimientos a seguir para preparar proyectos, y los tipos de proyectos de inversión factibles de desarrollar para propósitos de eficiencia energética y ahorro de agua. Finalmente, en la parte cuarta, se exponen los procedimientos, técnicas y enfoques aplicables a la evaluación de iniciativas de EE y AA en la edificación pública.

2.1. Objetivos y alcances de la metodología

El objetivo de la metodología es entregar una guía para la preparación y evaluación social de proyectos de inversiones en EE en edificios públicos. Específicamente, de inversiones que se consultan para propósitos de mejorar la eficiencia energética en edificios públicos existentes (proyectos de renovación o mejora) o en nuevos edificios que se postulan al SNI.

En este contexto, se define eficiencia energética como la capacidad del edificio y de sus equipos e instalaciones para realizar su función con el menor consumo energético posible, en los términos y condiciones que para esos efectos define la Directiva Europea sobre EE en la edificación³.

Inversiones con propósitos de EE se entienden las realizadas para mejorar la capacidad del edificio para hacer un uso más racional (eficiente) de la energía utilizada para calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación, provisión de agua caliente sanitaria, y para reducir la emisión de CO₂ asociada a esos servicios. En general, caben aquí todas las intervenciones pasivas y activas para mejorar el desempeño energético y ambiental de los edificios.

³ “ La cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía” (Directiva 2002/91/CE).

En términos generales, los siguientes proyectos de inversiones para los servicios que se indican:

1. Para prestar servicios de calefacción: todas las medidas e intervenciones pasivas y activas destinadas a captar, almacenar, distribuir y conservar el calor e incrementar el rendimiento de las instalaciones de calefacción.
2. Para prestar servicios de refrigeración: todas las medidas e intervenciones pasivas y activas destinadas a proteger, evitar, amortiguar el impacto de la radiación solar, minimizar las cargas internas e incrementar el rendimiento de las instalaciones de frío, cuando ellas sean necesarias.
3. Para prestar servicios de ventilación: todas las medidas e intervenciones pasivas y activas necesarias para captar y distribuir aire nuevo, reducir la emisión de contaminantes e incrementar el rendimiento de las instalaciones de ventilación.
4. Para prestar servicios de provisión de iluminación: todas las medidas pasivas y activas destinadas a captar, distribuir y focalizar la luz natural e incrementar el rendimiento y control de los aparatos e instalaciones de iluminación.
5. Para prestar servicios de provisión de agua: todas las medidas e intervenciones pasivas y activas destinadas a recuperar, aprovechar, reutilizar y reducir el consumo de agua en los edificios e incrementar el rendimiento y control de los dispositivos e instalaciones de agua.

2.2. Teoría en la cual se basa la metodología

La metodología de evaluación de proyectos de intervenciones con propósitos de EE que se propone, se basa en el análisis costo de ciclo de vida (LCC) en la forma que explica la Norma ASTM E917, 2013: Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems. Consiste en determinar el flujo de costos actualizado neto, durante un periodo definido como de ciclo de vida; que se asocian a los servicios de calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación y provisión de agua.

La rentabilidad de los distintos proyectos de intervención resulta de comparar, a valor presente, los costos sociales acumulados durante el ciclo de operación del edificio, bajo escenarios con y sin proyecto (con y sin implementación de la medida de EE o AA); escenarios definidos a través de edificios de referencia como se explica en el punto 2.3.3.

2.2.1. Identificación de Beneficios y Proyecciones

Se identifican a lo menos los siguientes beneficios marginales asociados a proyectos de inversiones para propósitos de EE.

1. Beneficios económicos, derivados de menores gastos en suministros de energía y agua que demanda el edificio para prestar servicios de calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación y provisión de agua caliente sanitaria, asociados a un uso estándar del edificio.
2. Beneficios ambientales por la reducción de emisiones de CO₂ asociados al menor gasto en esos suministros.
3. Beneficios económicos derivados de los ahorros en costo de conservación o mantención resultado de menores gastos destinados a mantener en funcionamiento los inmuebles dentro de estándares de uso definido de los edificios.
4. Beneficios económicos derivados de ahorros en costos de reparación por menores gastos destinados a subsanar el deterioro de los inmuebles.

Beneficios definidos como marginales, toda vez que resultan de comparar costos de ciclo de vida de intervención para propósitos de EE y AA (Escenario con Proyecto) con costos bases de referencia (escenario sin proyecto). Beneficios que se calculan como se explica en el punto 2.4.

2.2.2. Identificación de Costos y sus Proyecciones

Los principales costos asociados a los proyectos de EE y AA son los siguientes:

1. Costos de Inversión: gastos incurridos en diseño, equipamiento, instalación y puesta en funcionamiento del proyecto de inversión en EE y ahorro de agua. Sus flujos están localizados normalmente en el tiempo cero ($t = 0$) y en tiempos futuros cuando se consideran reinversiones.
2. Costos de operación: gastos incurridos en la operación del edificio, asociados a la implementación de la intervención en EE y ahorro de agua (personal, energía, insumos) en todos los períodos del horizonte de evaluación a partir de $t = 1$.
3. Costos de mantención: gastos incurridos en la mantención y conservación del edificio, asociados a la implementación de la inversión en EE y ahorro de agua, necesarios para mantener el nivel de prestaciones y operación de la medida.

Tanto los beneficios como los costos deberán ser estimados a precios de mercado, ajustándose aquellos que involucren mano de obra, pago de aranceles y consumo de bienes importados, de acuerdo a los factores determinados periódicamente por el Ministerio de Desarrollo Social.

Asimismo, y por constituir sólo transferencias, se deberán descontar, cuando corresponda, los impuestos como el IVA, Impuesto a la Renta y otros.

2.2.3. Horizonte de Evaluación

Ciclo de vida que considera la evaluación: 20 años. Corresponde al periodo de tiempo para el cual se recomienda determinar y apreciar los flujos de costos relevantes asociados a la inversión, operación y mantención de los edificios.

2.2.4. Indicadores de Rentabilidad

a) Valor Actual de Costos (VAC)

El VAC mide el valor actual de los flujos de costos, permitiendo comparar alternativas de igual vida útil. El criterio de decisión cuando se utiliza el VAC radica en que la alternativa de solución evaluada que presente el menor valor actual de costos, es el más conveniente desde el punto de vista técnico económico. La determinación del costo de ciclo de vida comparte el mismo principio que el VAC, el cual se determina mediante la siguiente fórmula:

$$VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

i : Tasa Social de descuento

n : Vida útil del proyecto

t : periodo

C_t : Costos netos en el periodo t

b) Valor Actual Neto (VAN)

El VAN permite calcular el valor presente neto de un determinado número de flujos de caja futuros durante el horizonte de evaluación. Se hace uso de este indicador para comparar el edificio base y aquel que incorpora las medidas de EE.

Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FN_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

i : Tasa social de descuento

n : Vida útil del proyecto

t : periodo

I_0 : Inversión inicial

FN_t : Flujos netos en el periodo t

c) Período de Recuperación de Inversión (PRI)

Establece el tiempo necesario para recuperar la inversión asociada a cada intervención propuesta, se considera para ello la actualización de los flujos de caja (periodo de recuperación descontado).

Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Donde:

a : Año inmediatamente anterior en que se recupera la inversión.

b : Inversión inicial.

c : Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d : Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

2.2.5. Análisis de Sensibilidad

En esta etapa se propone identificar las variables con probabilidades de variación que afecten en forma relevante la rentabilidad del proyecto y determinar su impacto. Variables normalmente asociadas a costos de insumos y tasas de crecimiento, tasas de descuento y otras.

2.3. Preparación de Proyectos

2.3.1. Análisis de Antecedentes

La evaluación ex ante tiene por objetivo identificar, cuantificar y valorar los costos y principales beneficios de intervenciones en EE y AA, para comparar iniciativas y decidir la conveniencia de su ejecución. Se requiere para ello reunir y preparar un conjunto de antecedentes, cuyas características y nivel de detalle dependerá de la etapa del ciclo de vida del proyecto de inversión (Prefactibilidad, Factibilidad, Diseño y Ejecución), del tipo de inversión (en EE o AA) y del momento de la intervención (inversión en edificio existente o nuevo edificio).

2.3.2. Diagnóstico

Deberá prepararse un diagnóstico que explique fundadamente el problema que motiva la presentación del proyecto de EE y AA. Normalmente el problema a solucionar mediante un proyecto de estos tipos es el de los altos costos económicos y ambientales asociados a los servicios de calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación y provisión de agua. Así las iniciativas o proyectos de intervenciones para propósitos de EE y AA deben ser capaces de mostrar un costo de ciclo de vida menor que la alternativa edificio base (situación sin proyecto que para estos efectos es considerada una alternativa más) que se explica en 2.3.3.

Para justificar inversiones destinadas a mejorar la eficiencia energética y el ahorro de agua en edificios existentes, el diagnóstico se deberá fundar: en facturas de suministros y gastos asociados a los servicios señalados, en estudios de simulación energética, estudios de iluminación y de provisión de agua y en cálculos de costos de ciclo de vida

Para justificar inversiones en EE incorporadas en proyectos de nuevos edificios, el diagnóstico se deberá fundar: en facturas de suministros y gastos en que incurren edificios comparables, ubicados en el mismo territorio y, principalmente, en estimaciones de consumos proyectados, resultados de estudios de simulación energética, estudios de iluminación y de provisión de agua y cálculos de costos de ciclo de vida.

2.3.3. Edificios Bases o de Referencia

Los beneficios y costos a considerar en la evaluación son de tipo marginal y se obtienen al comparar la situación con proyecto en relación a la situación sin proyecto. Dependiendo de si la inversión en EE o de ahorro de agua se postula aplicar a un edificio existente o nuevo, sirven para la evaluación las siguientes referencias comparativas:

- **Edificio existente:** edificación con historia de uso, de la cual se conocen sus estándares de desempeño pasivo y activo y el desglose actualizado de sus costes de inversión, operación y mantención, y sirve de línea de base para apreciar costos y desempeños energéticos de inversiones destinadas a mejorar su propia eficiencia energética y ambiental.
- **Edificio base:** edificación que cumple sólo con los estándares que especifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), de la cual se conoce el desglose actualizado de sus costes de inversión, operación y mantención, así como su desempeño energético y ambiental, y sirve de línea de

base para apreciar costos y desempeños energéticos de inversiones para propósitos de EE incorporadas en proyectos de nuevos edificios.⁴

▪ **Edificio Optimizado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora alguna estrategia de EE resultado de mejoras incorporadas al diseño pasivo y activo, de modo de cumplir con los estándares energéticos y ambientales definidos en los TDR de la DA-MOP, según zona geográfica del país y tipología del edificio⁵. Estándares definidos con criterios energéticos y ambientales que se entienden los mínimos aceptables para la edificación pública. Sirven de línea de base para apreciar costos y desempeños energéticos de inversiones para propósitos de EE incorporadas en proyectos de nuevos edificios y en proyectos de reacondicionamiento de edificios existentes.

2.3.4. Alternativas y tipos de Proyectos

Los proyectos de inversión en EE factibles de desarrollar para propósitos de reducir los costos e impactos ambientales asociados a los servicios de calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación y provisión de agua en los edificios públicos son muy variados.

A modo de ejemplo, los siguientes tipos de proyectos:

Proyectos destinados a mejorar el diseño pasivo del edificio para propósitos de EE y reducción de impactos ambientales:

- Inversiones en envolvente térmica de alto desempeño energético. Sistemas EIFS u otros para reducir la transmisión térmica a través de la envolvente vertical.
- Inversiones en elementos acristalados de alto desempeño energético. Sistemas doble o triple acristalado con o sin propiedades ópticas modificadas para reducir la transmisión térmica a través de la envolvente del edificio.
- Inversiones en elementos de protección solar de fachadas. Sistemas de celosías, lamas y otros interiores o exteriores para reducir el impacto de la radiación solar sobre el edificio.
- Inversiones en sistemas y dispositivos para mejorar la hermeticidad al aire de las edificaciones. Sistemas de sellos, de ventanas y otros para reducir la convección térmica a través de la envolvente.
- Otros.

⁴ La OGUC en el estado actual no considera limitaciones para muchos estándares de exigencia, como por ejemplo de aislación térmica para edificios no habitacionales. Así se entiende como edificio base uno que no incorpora una solución específica de protección y no obstante cumple con la OGUC.

⁵ Los Términos de Referencia Estandarizados (TDR) con parámetros de eficiencia energética y confort ambiental de edificios públicos, son guías técnicas de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas para regular la incorporación de criterios de eficiencia energética y de confort ambiental en los edificios públicos. Estos documentos definen por zona y tipo de edificio: las exigencias energéticas y ambientales y sus requisitos (nivel de la exigencia que define el estándar TDR), indicadores energéticos y ambientales, los criterios de desempeño y los procedimientos de verificación de exigencias en fase de diseño y de obra antes de recepción. Considera exigencias y métodos de verificación en materia de demanda de energía para el acondicionamiento térmico e iluminación, calidad del aire, protecciones acústicas y otras. Fueron desarrolladas el año 2012 por la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas con el apoyo un consorcio formado por el Centro de Investigación en Tecnologías de Construcción de la Universidad del Bío-Bío (CITEC UBB) y la Dirección de Extensión en Construcción de la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DECON UC).

Proyectos destinados a mejorar el diseño activo del edificio para propósitos de EE y reducción de impactos ambientales:

- Inversiones en instalaciones de climatización de alto desempeño energético. Sistemas del tipo VRV bomba de calor, Sistemas en base a geotermia, Sistemas bombas de calor en general de distinta base, otros para reducir el consumo de energía para acondicionar térmicamente los edificios.
- Inversiones en sistema de iluminación de alto desempeño energético. Sistema del tipo LED u otros para reducir el consumo de energía en iluminación.
- Otros.

Proyectos destinados a mejorar el diseño de las instalaciones de agua potable para propósitos de Ahorro de Agua y reducción de impactos ambientales:

- Inversiones en instalaciones de agua potable de alto desempeño. Sistemas con artefactos y griferías para reducir el consumo de agua de los edificios.
- Inversiones en instalaciones que permitan el reciclaje de aguas grises y/o pluviales. Sistemas de reciclaje de agua con o sin purificación para reducir el consumo de agua de los edificios.
- Otros.

La eficacia y rentabilidad de estas y otras alternativas de inversión en EE está fuertemente influenciada por las variables de clima del lugar donde se ubica el edificio, factores de uso del edificio, y otras variables propias de su arquitectura (compacidad, masa térmica, orientación, agrupación, otros). De igual forma, la rentabilidad es distinta si la inversión o intervención en EE se hace en un edificio existente (proyecto de mejora) o en un edificio que se proyecta construir, principalmente por los mayores costos que significa incorporar EE en edificios ya existentes.

2.4. Evaluación de Proyectos

Se identifican y describen las partidas específicas de beneficios y costos que debiera considerar la evaluación y los métodos y criterio de cálculos empleados para decidir inversiones en EE y AA asociada a los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación y provisión de agua en los edificios.

2.4.1. Proyectos de inversión asociado a servicios de climatización e iluminación

2.4.1.1. Enfoque de la evaluación

Se aplica un enfoque costo-eficiencia. Considerando que por definición las alternativas de eficiencia energética a comparar deben generar similar beneficio o estándar, esto es, el mismo estándar de clima interior (nivel de temperatura e iluminación interior considerado para el tipo de edificio, según programa de ocupación).

Se determina el costo de ciclo de vida de la alternativa de inversión y sus cargas ambientales asociadas, considerando un ciclo de uso de 20 años. Los beneficios económicos y ambientales que genera cada alternativa resultan de comparar la situación con y sin proyecto.

2.4.1.2. Identificación de beneficios

Los principales beneficios económicos y ambientales que producen inversiones en EE asociados a servicios de climatización e iluminación en edificios, son los siguientes:

Ahorro de costos destinados a los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación derivados de menores gastos operacionales durante el ciclo considerado. Beneficios resultados de intervenciones destinadas a mejorar el diseño activo y/o pasivo de los edificios.

Reducción en las emisiones de CO₂ asociada a los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación durante el ciclo considerado. Beneficios resultados de intervenciones destinadas a mejorar el diseño activo y/o pasivo de los edificios

2.4.1.3. Identificación de costos

Se consideran costos todos aquellos recursos involucrados en la materialización y uso de la iniciativa. En general, costos incurridos en diseños, proyectos, asesorías, equipamiento, construcción, energía, personal, mantención y otros según el tipo de proyecto. Costos que normalmente se ordenan bajos las glosas de costos de inversión, operación y mantención de edificios.

2.4.1.4. Cuantificación demanda energética

Se deberán utilizar técnicas de simulación dinámica con apoyo de software de la especialidad y los siguientes elementos, herramientas y criterios para definir periodos de ocupación, cargas sensibles y latentes asociadas al uso y tipo de edificio por recintos, bases de datos meteorológicas y otras, y estimaciones de demandas energéticas de calefacción y refrigeración:

a.- Programas Informáticos de Referencia

Se deberán utilizar programas informáticos reconocidos y validados internacionalmente: Tas, Design Builder, Energy Plus, TRNSYS, IES.

b.- Criterios de cálculo

La estimación de demandas energéticas deberá realizarse sobre la base de cálculo hora a hora y en régimen transitorio de comportamiento térmico del edificio. Se deberán tener en cuenta, de manera simultánea, las solicitudes exteriores e interiores, los efectos de masa térmica y los siguientes otros criterios de cálculo:

Solicitaciones exteriores de radiación solar: de acuerdo a las diferentes orientaciones e inclinaciones de los cerramientos de la envolvente, teniendo en cuenta las sombras propias del edificio y la presencia de otros edificios y obstáculos que pueden bloquear dicha radiación.

Sombreamientos: determinación de las sombras producidas sobre los vanos por obstáculos de fachada tales como voladizos, retranqueos, salientes laterales, etc.

Ganancias y pérdidas por conducción: valoración de ganancias y pérdidas de calor a través de cerramientos opacos y vanos acristalados, considerando la radiación absorbida.

Transmisión de la radiación solar a través de vanos: a través de superficies semitransparentes, teniendo en cuenta la dependencia con el ángulo de incidencia.

Valoración del efecto de elementos exteriores de control solar: a través de coeficientes correctores del factor solar y de la transmitancia térmica del vano.

Infiltraciones: estimación de la tasa de infiltración de aire a través de la envolvente perimetral en términos de renovaciones / hora.

Ventilación: evaluación de patrones de flujo de aire, medido en la cantidad de renovaciones / hora para las diferentes zonas, de acuerdo a patrones de variación horarios y estacionales.

Efecto de las cargas internas: diferenciando sus fracciones radiantes y convectivas, teniendo en cuenta variaciones horarias de la intensidad de las mismas para cada zona térmica del edificio.

Evaluación de comportamiento en temperatura controlada y en oscilación libre: durante los períodos en los que la temperatura de éstos se sitúe espontáneamente entre los valores de referencia y durante los períodos sin ocupación.

Acoplamiento térmico: entre las zonas térmicas adyacentes del edificio que se encuentren a diferente nivel térmico.

c.- Registros climatológicos: se deberán utilizar registros climáticos de frecuencia horaria de la Dirección Meteorológica de Chile, en ausencia de éstas, se podrán utilizar registros obtenidos mediante Software Meteonorm versión 7 y/o superior.

En cualquier caso, se deberá declarar el origen de los registros climáticos para su validación.

d.- Definición geométrica del edificio

Se deberá crear un modelo que represente lo más fielmente el edificio, en cuanto a su forma, dimensiones, orientación, emplazamiento, condición de contacto con el terreno y obstáculos remotos que puedan generar sombra sobre los cerramientos exteriores. Modelo que deberá ser elaborado con información recogida del proyecto de arquitectura del edificio.

Para la evaluación de los vanos se deberá incluir aquellos obstáculos remotos, como voladizos, celosías, salientes laterales y cualquier otro elemento de control solar exterior, además del retranqueo de planos.

e.- Definición de elementos y materialidad del edificio

Las propiedades físicas de conductividad térmica y densidad de materiales opacos y translucidos, se obtendrán de certificados de ensayos de laboratorio otorgados por instituciones acreditadas, NCh 853 Of. 2007 o del Manual de Aplicación de Reglamentación Térmica (MART) del MINVU.

La propiedad óptica de factor solar de materiales translucidos, se obtendrán de certificados de ensayos otorgados por instituciones acreditadas de acuerdo al procedimiento que describe la norma ISO9050, o certificados emitidos por el fabricante.

En cualquier caso, se deberá declarar el origen de propiedades de los materiales para su validación.

f.- Clasificación de los recintos

Los recintos ubicados al interior de la envolvente térmica de los edificios se clasificarán en recintos habitables y recintos no habitables:

Recinto habitable: recinto interior destinado al uso de personas, cuya densidad de ocupación, actividad principal y tiempo de estancia exigen condiciones térmicas y de salubridad adecuadas.

Recinto no habitable: recinto interior cuya ocupación, por ser ocasional, excepcional o por períodos muy cortos de tiempo, sólo exige condiciones de salubridad adecuadas. Se incluyen dentro esta categoría recintos tales como: laboratorios, salas de conservación de materiales, salas de máquinas, bodegas, etc.

g.- Temperaturas de consigna

Los requerimientos de confort térmico para cada recinto habitable o grupo de recintos habitables deberán ser definidos de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipo de edificio	Rango de Temperatura °C
Edificios de Oficinas	
Oficinas	20-24
Atención de público / espera	20-24
Salas de reunión	20-24
Auditorios	20-24
Edificios Educativos	
Salas de clases	20-24
Laboratorios / Talleres	20-24
Laboratorio de computación	20-24
Gimnasio	14-26
Dormitorio Internado	20-24
Oficinas	20-24
Circulación	20-24
Auditorios	20-24
Comedores	20-24
Salas de reunión	20-24
Edificios de Salud	
Habitaciones	20-24
Boxes	20-24
Laboratorios	20-24
Pabellones quirúrgicos	20-24
Oficinas	20-24
Salas de reuniones	20-24
Salas de espera	20-24
Cafetería	20-24

Fuente: TDR Dirección de Arquitectura MOP

* En los recintos no habitables se permitirá una oscilación libre de la temperatura interior, cuando estos locales no tengan una condición de régimen especial de funcionamiento. En el caso de recintos no habitables que presenten requerimientos de temperatura para su operación, deberá definirse un rango de temperatura operacional particular, con el fin de estimar la contribución del sistema de climatización del recinto a la demanda de energía.

** Para otro tipo de recintos deberá definirse un rango de temperatura operacional, con el fin de estimar su demanda de energía, el cual deberá declararse para su validación por parte del mandante

h.- Perfil de ocupación y operación

Se deberá considerar perfiles de ocupación y operación con las fuentes de aportes y pérdidas de calor, para cada recinto o grupo de recintos, en relación al destino del edificio. Se recomienda para estos efectos el uso de las siguientes tablas calendarios de ocupación, horarios de ocupación y programas de carga ocupacional.

Calendario de Ocupación y horarios de funcionamiento según tipo de edificio

Calendario Ocupación		
Tipo de edificio	Periodo anual	Periodo semanal
Oficina	1 de enero al 31 de diciembre	De Lunes a Viernes
Salud	1 de enero al 31 de diciembre	De Lunes a Sábado
Educación	1 marzo al 30 junio - 15 de julio al 15 de diciembre	De Lunes a Viernes

* Otro tipo de calendario deberá declararse para su validación por parte del mandante.

Designación Uso	Horario
Normal día	8:00 a 18:00
Extendido día	8:00 a 20:00
Continuo	0:00 a 24:00
Medio Normal mañana	8:00 a 13:00
Medio Normal tarde	14:00 a 18:00
Parcial Mañana	10:00 a 12:00
Parcial Tarde	14:00 a 16:00

* Otro tipo de horario deberá declararse para su validación por parte del mandante

Programas de carga ocupacional según tipo de edificio y recinto

Programa de cargas Edificio Oficinas

Recinto	Densidad Ocupacional Pers. / m2	Aporte por Ocupación w/m2		Aporte por Equipamiento w/m2		Tasa mínima de ventilación l/s por persona	Tasa mínima de ventilación l/s por m2
		Calor Sensible	Calor Latente	Calor Sensible	Calor Latente		
Oficinas densidad alta	0,30	18,0	12,0	20,0	0,0	2,5	0,3
Oficinas densidad media	0,20	12,0	8,0	15,0	0,0	2,5	0,3
Oficinas densidad baja	0,10	6,0	4,0	10,0	0,0	2,5	0,3
Circulación	0,10	6,0	4,0	5,0	0,0	2,5	0,3
Atención público	0,10	6,0	4,0	10,0	0,0	2,5	0,3
Salas de reuniones	0,40	24,0	16,0	5,0	0,0	2,5	0,3
Auditorios	0,70	42,0	28,0	10,0	0,0	2,5	0,3
Hall de espera	0,30	18,0	12,0	5,0	0,0	2,5	0,3

Fuente: TDR Dirección de Arquitectura MOP / NCh3308

Programa de cargas Edificio Educación

Recinto	Densidad Ocupacional Pers. / m ²	Aporte por Ocupación w/m ²		Aporte por Equipamiento w/m ²		Tasa mínima de ventilación l/s por persona	Tasa mínima de ventilación l/s por m ²
		Calor Sensible	Calor Latente	Calor Sensible	Calor Latente		
Oficinas densidad alta	0,30	18,0	12,0	20,0	0,0	2,5	0,3
Oficinas densidad media	0,20	12,0	8,0	15,0	0,0	2,5	0,3
Oficinas densidad baja	0,10	6,0	4,0	10,0	0,0	2,5	0,3
Biblioteca	0,42	25,0	17,0	4,0	0,0	2,5	0,6
Circulación	0,10	6,0	4,0	4,0	0,0	2,5	0,3
Cocina	0,30	18,0	12,0	20	14,0	3,8	0,6
Comedor	0,95	60,0	40,0	0,0	0,0	3,8	0,9
Laboratorio	0,70	42,0	28,0	4,0	0,0	5,0	0,9
Sala de computación	0,70	42,0	28,0	50,0	0,0	5,0	0,6
Sala de clases	0,90	54,0	36,0	0,0	0,0	5,0	0,6
Taller	0,70	42,0	28,0	0,0	0,0	5,0	0,9
Dormitorios	0,30	18,00	12,0	0,0	0,0	2,5	0,3

Fuente: TDRe Dirección de Arquitectura MOP / NCh3308

Programa de ocupación Edificio Salud

Recinto	Densidad Ocupacional pers / m ²	Aporte por Ocupación w/m ²		Aporte por Equipamiento w/m ²		Tasa mínima de ventilación l/s por persona	Tasa mínima de ventilación l/s por m ²
		Calor Sensible	Calor Latente	Calor Sensible	Calor Latente		
Boxes	0,25	15,0	10,0	6,0	0,0	5,0	0,9
Laboratorios	0,14	8,4	5,6	4,0	0,0	5,0	0,9
Pabellones quirúrgicos	0,10	6,0	4,0	4,0	0,0	5,0	0,9
Oficinas densidad alta	0,30	18,0	12,0	20,0	0,0	2,5	0,3
Oficinas densidad media	0,20	12,0	8,0	15,0	0,0	2,5	0,3
Oficinas densidad baja	0,10	6,0	4,0	10,0	0,0	2,5	0,3
Salas de reuniones	0,40	24,0	16,0	5,0	0,0	2,5	0,3
Salas de espera	0,50	30,0	20,0	5,0	0,0	2,5	0,3
Cafetería	0,50	30,0	20,0	0,0	0,0	3,8	0,9
Habitaciones	0,20	12,0	8,0	0,0	0,0	2,5	0,3

Fuente: TDRe Dirección de Arquitectura MOP / NCh3308

Aporte energético por tipo de luminaria en recintos

Tipo de edificio/ Recinto	Iluminancia requerida (lux)	Aporte energético por tipo de luminaria (w/m ²)		
		T8	T5	LED
Edificios de Oficinas				
Oficinas	400	10,0	6,0	2,0
Atención de público / espera	300	7,5	4,5	1,5
Salas de reunión	400	10,0	6,0	2,0
Auditorios	300	7,5	4,5	1,5
Edificios Educationales				
Salas de clases	300	7,5	4,5	1,5
Laboratorios / Talleres	500	12,5	7,5	2,5
Laboratorio de computación	300	7,5	4,5	1,5
Gimnasio	200	5,0	3,0	1,0
Dormitorio Internado	200	5,0	3,0	1,0
Oficinas	400	10,0	6,0	2,0
Circulación	150	3,8	2,3	0,8
Auditorios	300	7,5	4,5	1,5
Comedores	150	3,8	2,3	0,8
Salas de reunión	400	10,0	6,0	2,0
Edificios de Salud				
Habitaciones	200	5,0	3,0	1,0
Boxes	300	7,5	4,5	1,5
Laboratorios	500	12,5	7,5	2,5
Pabellones quirúrgicos	500	12,5	7,5	2,5
Oficinas	400	10,0	6,0	2,0
Salas de reuniones	400	10,0	6,0	2,0
Salas de espera	150	3,8	2,3	0,8
Cafetería	300	7,5	4,5	1,5

Fuente: TDRe Dirección de Arquitectura MOP / NChElec.4/2003

2.4.1.5.- Cuantificación de costos

Todos los costos se cuantifican privadamente y se corrigen para obtener su valoración social siguiendo pautas que para esos efectos define la División Social de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social. Los costos de ciclo de vida se obtienen siguiendo pautas que define la ASTM E917: Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems.

Los costos a determinar y sus procedimientos generales de determinación se explican como sigue:

Costos iniciales y/o colaterales: todos los costos en que se incurre para implementar las medidas de EE en el edificio, se comprenden los costos iniciales en equipos, materiales y mano de obra para su implementación (corregida a valores sociales), además de costos colaterales en caso de existir. Estos últimos toman en cuenta situaciones de retiro de equipos o adaptación de instalaciones en caso de ser necesarias, entre otras. Su implementación queda reflejada a partir de N=0 (periodo).

La corrección de la mano de obra, según el grado de calificación que ella presente, se corrige de acuerdo a información establecida por el SNI. El proceso consta de la aplicación de los siguientes porcentajes:

Grado de calificación	Factor de corrección
No calificada	0,62
Semi-calificada	0,68
Calificada	0,98

Fuente: Metodología de Preparación y Evaluación Proyectos de Edificación Pública, 2013.

Costos de mantención y remplazo: Se incluyen los costos asociados a la mantención y remplazo de las diferentes medidas implementadas durante todo el horizonte de evaluación. Estos costos representan cantidades puntuales en determinados periodos de tiempo, que se traen a valor presente. Su impacto en la evaluación queda definido por su vida útil, el monto de la inversión que representa, el tipo de uso y gastos que demande su operación, entre otros.

Para su obtención, se traen a valor presente los costos correspondientes, mediante la siguiente fórmula:

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^N} \right)$$

Donde:

P = Valor presente de una cantidad futura

F = Suma futura equivalente a P al final de N periodos de tiempo a una tasa de descuento i.

N = Número de periodos de descuento

i = Tasa de descuento

Además, dado que en ocasiones los costos de remplazo y/o mantención resultan relativamente equivalentes entre algunas alternativas, la normativa indica que es posible despreciar su cálculo para simplificar el análisis, por ejemplo cuando se analiza el remplazo de sellos para ventanas de tipo vidrio simple como DVH.

Costos Anuales o de operación: Los costos de operación o costos anuales, corresponden a aquellos que resultan de la demanda que exigen los diferentes servicios con los que funciona el edificio. Es particularmente importante el análisis de este ítem, ya que es donde se ve reflejado el ahorro energético, lo que justifica alternativas que incorporan criterios de eficiencia en el edificio base.

Para su cálculo la norma establece la siguiente fórmula:

$$P = A0 \left(\frac{1+e}{i-e} \right) \left[1 - \left(\frac{1+e}{1+i} \right)^N \right]$$

Mediante ella se obtiene el valor presente para costos que se incrementan a una determinada tasa de escalamiento, en un periodo de estudio establecido.

Donde:

P = Valor presente de una cantidad futura

N = Número de periodos de descuento

i = Tasa de descuento

e = Tasa de aumento de precios por periodo (escalamiento)

A0 = Valor inicial de un pago periódico evaluado al inicio del horizonte de evaluación.

Cálculo Costo Ciclo de Vida LCC

Para establecer el costo de ciclo de vida asociado a las medidas de eficiencia energética implementadas se realiza la suma de costos traídos a valor presente.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$VPLCC = IC + VPM + VPR + VPF$$

Donde:

VPLCC : Valor presente costos ciclo de vida
IC : Costos de inversión inicial
VPM : Valor presente costos de mantención
VPR : Valor presente costos de remplazos
VPF : Valor presente costos de operación (combustibles)

2.4.1.6. Cuantificación de beneficios e impactos

El beneficio queda determinado por la diferencia entre los costos de ciclo de vida del edificio base y el del mismo edificio que incorpora la inversión en EE. Beneficios medidos a través de los siguientes indicadores:

Ahorro en UF/m². Mide los beneficios económicos sociales de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de eficiencia energética. Resulta de comparar, a valor presente, los costos sociales acumulados durante el ciclo de operación del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida.

Reducción de tonelada de CO₂ equivalente en t CO₂e. Mide los beneficios ambientales de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de eficiencia energética. Resulta de comparar la cuantía de emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía destinada a los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación durante el ciclo de utilización del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida.

Se utilizan los criterios establecidos en la ASTM E917, en términos de comparar el valor presente del LCC que presentan las distintas alternativas de mejoramiento con respecto a la situación base definida, para el correspondiente período de estudio.

Para estimar la reducción en emisiones de CO₂e se consideran las variaciones en la demanda de energía (kWh). Las diferencias producidas son transformadas a CO₂e en función de su fuente de generación, sea ésta diésel, electricidad, gas natural, pellet u otra. Para ello se consideran factores de conversión por tipo de combustible y zonas climáticas definidos en la tabla 2.4.3.

Tabla 2.4.3. Factores de conversión KgCO₂eq/kWh

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Electricidad	0,790	0,790	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360	*0,360	0,360
Petróleo	0,277	0,277	0,277	0,277	0,277	0,277	0,277	*0,277	0,277
Gas natural	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
Pellets	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* NOTA: A falta de información respecto a electricidad en zona 8 se utiliza factor de conversión SIC.

- Electricidad considera información entregada por el Ministerio de Energía (2015).
- Diésel calculado considerando que un litro contiene 2,75 kgCO₂e y aporta 9,94 kWh.
- Gas natural calculado considerando 1,97 kgCO₂e/m³ y aporte de 9,77 kWh/m³.
- Emisiones combustión a pellet se asumen neutras.

2.4.2. Proyectos de inversión asociado al servicio de provisión de agua

2.4.2.1. Enfoque de la evaluación

Se aplica un enfoque costo-eficiencia. Considerando que por definición las alternativas de eficiencia o de ahorro de agua deben generar similar beneficio o estándar, esto es, el mismo estándar sanitario del edificio conforme a su ocupación y dotación.

Se determina el costo de ciclo de vida de la alternativa de inversión, considerando un ciclo de uso de 20 años. Los beneficios económicos que genera cada alternativa resultan de comparar la situación con y sin proyecto.

2.4.2.2. Identificación de beneficios

El principal beneficio económico que producen inversiones en Ahorro de Agua (AA) asociado a servicios de provisión de agua potable en edificios, es:

Ahorro de costos destinados a los servicios provisión de agua derivados de menores gastos operacionales durante el ciclo considerado. Beneficios resultados de intervenciones destinadas a mejorar el diseño activo de los edificios.

2.4.2.3. Identificación de costos

Se consideran costos todos aquellos recursos involucrados en la materialización y uso de la iniciativa. En general, costos incurridos en diseños, proyectos, asesorías, equipamiento, construcción, agua, personal, mantención y otros, según el tipo de proyecto. Costos que normalmente se ordenan bajo las glosas de costos de inversión, operación y mantención de edificios.

2.4.2.4. Cuantificación de demanda de Agua

Para estos efectos se tienen en cuenta las disposiciones de diseño establecidas tanto en el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas, "RIDAA", y lo señalado en su Manual de Normas Técnicas, como en la Norma Chilena NCh 2485 Of. 2000, "Instalaciones domiciliarias de agua potable – Diseño, cálculo y requisito de las redes interiores.

2.4.2.4.1. Caudal Mínimo en Artefactos Sanitarios

Se deberán considerar los caudales definidos en la Tabla 2.4.2.1 por tipo de artefacto tanto para agua fría como agua caliente.

Tabla 2.4.2.1. Caudales mínimos en Artefactos Sanitarios.

Tipo de artefacto	Gasto (L/min)	
	Agua fría	Agua caliente
Inodoro corriente	10	
Inodoro con válvula automática	Especificaciones del fabricante	
Baño lluvia	10	10
Tina	15	15
Lavatorio	8	8
Bidet	6	6
Urinario corriente	6	
Urinario con válvula automática	Especificaciones del fabricante	
Lavaplatos	12	12
Lavadero	15	15
Lavacopas	12	12
Bebedero	5	
Salivera dentista	5	
Llave de riego, 13 mm	20	
Llave de riego, 19 mm	50	
Urinario con cañería perforada por metro	10	
Ducha con cañería perforada por metro	40	
Máquina de lavar vajillas	15	15
Máquina de lavar ropa	15	15

Fuente: Guía Técnica de Apoyo N°10, TDRe DA/MOP

2.4.2.4.2.- Usos diarios por artefacto

Se considerarán los usos diarios definidos en la tabla 2.4.2.2., de acuerdo a la tipología de edificio y tipo de usuario.

Tabla 2.4.2.2. Usos diarios según tipología de edificio y tipo de usuario.

Artefacto	Referencia		Usos / día			
	Unidad	Duración	Salud		Seguridad	
			Permanente	Transitorio	Permanente	Transitorio
WC	descargas/usuario	N/A	4,0	0,6	3,0	0,2
Urinario	descargas/usuario	N/A	3,0	0,6	2,0	0,2
Lavamanos	seg/usuario	15	8,0	4,0	5,0	0,6
Ducha	seg/usuario	300	1,0	-	1,0	-
Lavaplatos	seg/usuario	15	6,0	1,8	4,5	-
Lavavajillas	kg/usuario	0,15	4,0	1,2	3,0	-
Lavadero	kg/usuario	0,9	1,7	-	1,4	-
Máquina de lavar ropa	kg/usuario	0,9	1,7	-	1,4	-
Riego de áreas verdes	l/m²	15	1,0	-	1,0	-

Artefacto	Referencia		Usos / día			
	Unidad	Duración	Oficina		Educativa	
			Permanente	Transitorio	Permanente	Transitorio
WC	descargas/usuario	N/A	3,0	0,3	3,0	0,3
Urinario	descargas/usuario	N/A	2,0	0,2	2,0	0,2
Lavamanos	seg/usuario	15	3,0	0,5	3,0	0,5
Ducha	seg/usuario	300	1,0	-	1,0	-
Lavaplatos	seg/usuario	15	4,5	0,6	6,0	-
Lavavajillas	kg/usuario	0,15	3,0	0,4	4,0	-
Lavadero	kg/usuario	0,9	-	-	1,0	-
Máquina de lavar ropa	kg/usuario	0,9	-	-	1,0	-
Riego de áreas verdes	l/m²	15	1,0	-	1,0	-

Fuente: Guía Técnica de Apoyo N°10, TDRe DA/MOP

En el cálculo se considera la participación de los usuarios permanentes y transitorios, identificándose a los primeros como todos aquellos usuarios previstos de los que se espere una ocupación mínima del edificio de 40 horas semanales, mientras que los usuarios transitorios serán aquellos con una ocupación menor a la señalada.

Para la definición de los números de usuarios se consideran los recintos de servicio que contengan los artefactos, en relación a los recintos servidos por los mismos.

2.4.2.4.3. Demanda Directa de Agua Potable

El cálculo de consumo estimado de agua potable del edificio se deberá realizar en función de los caudales y consumos de artefactos, además de los usuarios y usos diarios definidos en los puntos anteriores, utilizando la siguiente ecuación:

$$DD_p = n * \sum_{i=1}^k c_{pi} * [(N_{pi} * U_{pi}) + (N_{Ti} * U_{Ti})]$$

Donde:

- i = artefacto tipo según la tabla
- n = periodo de tiempo evaluado (días)
- DD_p = consumo directo de agua potable del proyecto propuesto (m³)
- C_{pi} = caudal/ consumo del artefacto i
- N_p = Números de usos diarios del artefacto i por usuario permanente (s/d)
- N_T = Números de usos diarios del artefacto i por usuario transitorio (s/d)
- U_p = Números de usuarios permanentes que harán uso del artefacto i
- U_T = Números de usuarios transitorios que harán uso del artefacto i

2.4.2.5. Cuantificación de costos

Los costos se cuantifican privadamente, siguiendo directrices que entrega la ASTM E917 para propósitos de la determinación del costo de ciclo de vida de la alternativa de inversión.

Los costos a determinar y procedimientos generales se explican como sigue:

Costos iniciales y/o colaterales: todos los costos en que se incurre para implementar las medidas de AA en el edificio, se comprenden los costos iniciales correspondientes a equipos, materiales y mano de obra para su implementación (corregida a valores sociales), además de costos colaterales en caso de existir. Estos últimos toman en cuenta situaciones de retiro de equipos o adaptación de instalaciones en caso de ser necesarias, entre otras. Su implementación queda reflejada a partir de N=0 (periodo).

Costos de mantención y remplazo: Se incluyen los costos asociados a la mantención y remplazo de las diferentes medidas implementadas durante todo el horizonte de evaluación. Estos costos representan cantidades puntuales en determinados periodos de tiempo que se traen a valor presente. Su impacto en la evaluación queda definido por su vida útil, el monto de la inversión que representa, el tipo de uso y gastos que demande su operación, entre otros.

Para su obtención se trae a valor presente los costos correspondientes mediante la siguiente fórmula:

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^N} \right)$$

Donde:

- P = Valor presente de una cantidad futura
- F = Suma futura equivalente a P al final de N periodos de tiempo a una tasa de descuento i.
- N = Número de periodos de descuento
- i = Tasa de descuento

Además, dado que en ocasiones los costos de remplazo y/o mantención resultan relativamente equivalentes entre algunas alternativas, es posible despreciar su cálculo para simplificar el análisis.

Costos residuales: Otro tipo de costos que resulta necesario determinar son aquellos asociados al valor residual de los elementos que se generan tras aplicar algún cambio.

Costos Anuales o de operación: Los costos de operación o costos anuales, corresponden a aquellos que resultan de la demanda que exigen los diferentes servicios con los que funciona el edificio.

Es particularmente importante el análisis de este ítem, ya que es donde se ve reflejado el ahorro de agua, lo que justifica alternativas que incorporan criterios de eficiencia en el edificio base.

Para su cálculo la norma establece la siguiente fórmula:

$$P = A0 \left(\frac{1 + e}{i - e} \right) \left[1 - \left(\frac{1 + e}{1 + i} \right)^N \right]$$

Mediante ella se obtiene el valor presente para costos que se incrementan a una determinada tasa de escalonamiento, en un periodo de estudio establecido.

Donde:

P = Valor presente de una cantidad futura

N = Número de periodos de descuento

i = Tasa de descuento

e = Tasa de aumento de precios por periodo (escalonamiento)

A0 = Valor inicial de un pago periódico evaluado al inicio de un periodo de estudio.

Cálculo Costo de Ciclo de Vida LCC

Para establecer el costo de ciclo de vida correspondiente a las medidas de ahorro de agua implementadas, se realiza la suma de costos traídos a valor presente.

Para ello se hace uso de la siguiente fórmula:

$$VPLCC = IC + VPM + VPR + VPF$$

Donde:

VPLCC : Valor presente costos ciclo de vida

IC : Costos de inversión inicial

VPM : Valor presente costos de mantenciones

VPR : Valor presente costos de remplazos

VPF : Valor presente costos de operación (agua)

2.4.2.6. Cuantificación de beneficios e impactos

El beneficio queda determinado por la diferencia entre los costos de ciclo de vida del edificio base y el del mismo edificio que incorpora la inversión en AA. Beneficios medidos a través del siguiente indicador:

Ahorro en UF/m². Mide los beneficios económicos sociales de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de ahorro de agua. Resulta de comparar a valor presente los costos sociales acumulados durante el ciclo de operación del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida.

Se utilizan los criterios establecidos en la ASTM E917, en términos de comparar el valor presente del LCC que presentan las distintas alternativas de mejoramiento con respecto a la situación base definida, para el correspondiente período de estudio.

3.0 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN SIMPLIFICADA 1

Se exponen los elementos principales de una metodología simplificada para el análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en eficiencia energética (EE) y en ahorro de agua (AA), incorporadas en proyectos de edificios públicos. Sirve para evaluar y decidir en etapas tempranas del proceso de evaluación, la incorporación de determinadas estrategias o medidas en función de sus potenciales beneficios económicos y ambientales.

La metodología se basa en el uso de Cuadros de Información Estandarizada sobre indicadores económicos y ambientales de distintas intervenciones para propósitos de EE y AA en edificios públicos. Cuadros derivados de un experimento de simulación paramétrica desarrollado en el contexto del estudio y reportado en el Informe 2, que consistió en la determinación de la rentabilidad social de distintas estrategias pasivas y activas incorporadas a tres edificios públicos tipos conocidos, de oficina, salud y aulas, supuestamente ubicados en ciudades representativas de las nueve zonas climáticas de Chile.

Los cuadros sintetizan la información sobre indicadores de impacto económico y ambiental de las distintas estrategias incorporadas en esos edificios tipos en las distintas zonas del territorio nacional, y sirven de referencia y guía para apreciar, en etapas primarias del proceso de evaluación, el impacto marginal que tendrían ciertas intervenciones en relación a otras en las distintas zonas y su contribución a la mejora de la rentabilidad general de un proyecto, de manera de priorizar su incorporación.

3.1. Objetivos y alcances de la metodología

El objetivo de la metodología, es entregar una guía para el análisis ex ante de la rentabilidad social de estrategias pasivas y activas para propósitos la EE y de AA en proyectos de edificaciones públicas postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Sirve para orientar y seleccionar inversiones según tipo de edificio y zona climática, en función de sus potenciales impactos energéticos y ambientales y de su rentabilidad social.

Es una metodología simplificada concebida para ser utilizada en etapas de idea o perfil de proyectos de edificación, cuando normalmente no se dispone de los proyectos de arquitectura y de especialidades, y se requieren orientaciones sobre qué estrategias y cuáles medidas priorizar para mejorar la EE y conseguir AA en un determinado proyecto. En ningún caso esta metodología reemplaza a la metodología general para decidir respecto de aquello.

En etapas más avanzadas del proceso de evaluación de proyectos y cuando se disponga de los diseños y especialidades, se recomienda contractar y eventualmente corregir y afinar las estrategias, utilizando para ello la metodología general de evaluación de proyectos de inversión en EE y AA en edificios públicos.

Los edificios tipos tomados de referencia para elaborar la metodología se muestra en la Tabla 3.1. Los cuadros de información estandarizada resultan de un trabajo de simulación paramétrica de esos edificios por lo que las estimaciones que se obtienen de dichos cuadros no son tan precisas cuando los diseños que se postulan disten mucho de aquellos. La compactidad térmica, la relación superficie acristalada / opaca y el metraje pueden ser factores que afecten seriamente la estimación de calidad de las estrategias en las distintas zona.

Tabla 3.1: Edificios tomados de referencia para elaborar los Cuadros de información estandarizada

Nombre edificio	Edificio Contraloría General de la Republica, Región del Biobío
Destino	Oficinas
Superficie construida	2426 m ²
N° de pisos sobre nivel terreno	4
Año de construcción	2011
Lugar de construcción	O'Higgins 74 Concepción, Región del Biobío
Materialidad predominante	Hormigón Armado
Porcentaje de acristalamiento	38%

Nombre edificio	Centro de Salud Familiar El Manzano, Región Metropolitana
Destino	Salud
Superficie construida	2290 m ²
N° de pisos sobre nivel terreno	1
Año de construcción	2013
Lugar de construcción	Camino Santa Teresa N° 1876 San Bernardo, Santiago
Materialidad predominante	Hormigón Armado
Porcentaje de acristalamiento	20%

Nombre edificio	Liceo Polivalente de Quemchi, Región de los Lagos
Destino	Educacional
Superficie construida	1850m ²
N° de pisos sobre nivel terreno	2
Año de construcción	2012
Lugar de construcción	Avda. Johnston s/n Quemchi, Chiloé
Materialidad predominante	Albañilería de ladrillo
Porcentaje de acristalamiento	15%

3.2. Estrategias e intervenciones

La metodología evalúa dos grupos de intervenciones: uno destinado a mejorar la eficiencia energética del edificio (EE), y otro para fines de ahorro de agua (AA), que se explican como sigue:

3.2.1. Estrategias para propósitos de eficiencia energética EE

Se entienden iniciativas realizadas con el objeto de mejorar la capacidad del edificio para hacer un uso más racional (eficiente) de las energías utilizadas para calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación y; consustancialmente, para reducir las emisiones de CO₂ asociada a esos servicios. Entendiendo la eficiencia energética, como la capacidad del edificio y de sus equipos e instalaciones para realizar su función con el menor consumo energético posible, en los términos y condiciones que para esos efectos define la Directiva Europea sobre EE en la edificación⁶.

⁶ “La cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía” (Directiva 2002/91/CE).

Incluye estrategias diferenciadas por tipo de servicio y zonas climáticas en que se subdivide el país de acuerdo a la NCh 1079

Según tipo de servicio considera como estrategias de EE:

1. Medidas e intervenciones pasivas y activas destinadas a captar, almacenar, distribuir y conservar el calor e incrementar el rendimiento de las instalaciones de calefacción. Estrategias de aislación térmica aplicables principalmente en las zonas IV, V, VI, VII, VIII y IX
2. Medidas e intervenciones pasivas y activas destinadas a proteger, evitar, amortiguar el impacto de la radiación solar, minimizar las cargas internas e incrementar el rendimiento de las instalaciones de frío, cuando ellas sean necesarias. Estrategias de protección solar, ventilación y de masa térmica para mitigar a través de la acumulación de energía, aplicables principalmente en las zonas I, II, III, IV y V
3. Todas las medidas e intervenciones pasivas y activas necesarias para captar y distribuir aire nuevo, reducir la emisión de contaminantes, refrescar e incrementar el rendimiento de las instalaciones de ventilación. Estrategias de ventilación cruzada, convectiva y de control de infiltraciones, aplicables en toda las zonas y para refrescamiento en las zonas centro y norte.
4. Medidas pasivas y activas destinadas a captar, distribuir y focalizar la luz natural e incrementar el rendimiento y control de los aparatos e instalaciones de iluminación. Aplicables en todas las zonas del país, especialmente en las zonas con menor disponibilidad de luz natural.

En particular, estrategias identificadas y factibles de ser clasificadas como se muestra en la Tabla 3.1, consultada para este estudio y desarrollo de la herramienta de análisis:

Tabla 3.1: Tipos de estrategias y medidas que considera la metodología simplificada

Estrategia	Tipo	Medida
Pasiva	Térmica	Aislación térmica muro de fachadas
		Aislación térmica de complejo de techumbre
		Aislación térmica de piso
		Aislación térmica de ventanas
		Hermeticidad al aire
	Solar	Celosías exteriores
		Aleros
		Vidrio traslucido
Activa	Instalación	Ventilación
		Calefacción
		Refrigeración
		Calefacción - Refrigeración

Según zona climática, las estrategias se diferencian en función de sus solicitudes térmicas, solares, hídricas y otras, que determinan diferencias en los estándares o su eventual uso. En el Anexo 8.1 de este Informe se describen las zonas climáticas que considera esta metodología.

3.2.2. Estrategias para propósitos de ahorro de agua AA

En general, se entienden aquí todas las medidas e intervenciones pasivas y activas destinadas a recuperar, aprovechar, reutilizar y reducir el consumo de agua en los edificios e incrementar el rendimiento y control de los dispositivos e instalaciones de agua.

Medidas que dependen del clima de la localidad, en particular, del nivel de precipitaciones anuales, y de los consumos de agua directos o necesidades propias de los edificios.

En general, según el tipo de servicio requerido deben considerarse como estrategias de AA:

1. Medidas e intervenciones destinadas a mejorar la eficiencia de las griferías, artefactos y/o instalaciones. Estrategias aplicables en todas las zonas climáticas del país.
2. Medidas e intervenciones destinadas a reciclar las aguas grises que resultan del uso propio de cada edificio. Estrategias que incorporan procesos de depuración físicos y/o químicos, aplicables principalmente en las zonas donde los niveles de precipitación anual son inferiores a los 1.000mm de agua caída.
3. Medidas e intervenciones destinadas a recolectar las aguas lluvias. Estrategias de recolección de aguas lluvias del propio edificio y/o su entorno, aplicables principalmente en las zonas donde los niveles de precipitación anual son superiores o iguales a los 1.000mm de agua caída.

3.2.3. Medidas o intervenciones

La metodología reduce las estrategias a las siguientes medidas e intervenciones específicas, que sirven de base para construir los Cuadros de Información Estandarizada. Estas medidas, con sus ajustes necesarios, se aplican a los tres edificios de referencia supuestamente instalados en las distintas zonas climáticas del país:

Aislación térmica de muros: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente mural. Consiste en una solución tipo EIFS sobre estructura de muro de hormigón armado de 20 cm de espesor, sistema de aislación térmica exterior formado por planchas de poliestireno expandido de densidad 20 Kg/m³. El estándar aceptable en cada zona es el que define los TDRe y se consigue modificando el espesor de material aislante. Su recorrido de exigencia va desde U: 2,0 W/m²K en la zona 1 hasta 0,3 W/m²K en la zona 9.

Aislación térmica de complejo de techumbre: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente techumbre. Consiste planchas de poliestireno expandido sobre en losa de hormigón armado de espesor 15 cm sobre la cual se disponen cerchas de madera y su respectivo recubrimiento de techumbre. El estándar aceptable en cada zona es el que define los TDRe y se consigue modificando el espesor de material aislante. Su recorrido de exigencia va desde U: 0,80 W/m²K en la zona I hasta 0,25 W/m²K en la zona 9.

Aislación térmica de piso: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente piso en contacto con terreno. Consiste en la incorporación de material aislante, planchas de poliestireno expandido de densidad 20Kg/m³ bajo perímetro de Radier. El estándar aceptable en cada zona es el que define los TDRe y se consigue modificando el espesor de material aislante. Su recorrido de exigencia va desde U: 2,0 W/m²K en la zona I hasta 0,35 W/m²Ken la zona 9.

Aislación térmica de ventanas: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las pérdidas de calor a través de la envolvente vidriada. Consiste en soluciones de acristalamiento de vidrio simple, DVH y y DVH Low e. El estándar aceptable en cada zona es el que define los TDRe y se consigue en base a elementos termopaneles. Su recorrido de exigencia va desde $U: 5,8X \text{ W/m}^2\text{K}$ en la zona I hasta $1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ en la zona 8.

Hermeticidad al aire: estrategia pasiva térmica dirigida a limitar las infiltraciones de aire y con ello las pérdidas de calor o frío a través de la envolvente. Consiste en el aumento de la hermeticidad que se consigue al incorporar estrategias de mejora térmica a la envolvente perimetral del edificio. El estándar aceptable en cada zona es el que define los TDRe. Su recorrido de exigencia va desde $n50: 2,0 \text{ (1/h)}$ en la zona 9 hasta $6,0 \text{ (1/h)}$ en la zona 2.

Aleros: estrategia pasiva solar dirigida a limitar las ganancias solares de calor a través de la envolvente del edificio. Consiste en la incorporación de aleros formados a través de la prolongación de losas de hormigón de entrepisos. El estándar aceptable en cada zona es el que define los TDRe. Su recorrido de exigencia, factor solar modificado, va desde valor de $F: 0,35$ en la zona 4 hasta F sin restricción.

Vidrio control solar: estrategia pasiva solar dirigida a limitar las ganancias solares de calor a través de la envolvente del edificio mediante la modificación de las propiedades ópticas del vidrio. Consiste en soluciones de acristalamiento con propiedades de factores solares determinadas. El estándar aceptable en cada zona es el que define los TDRe. Su recorrido de exigencia va desde $F: 0,35$ en la zona 4 hasta F sin restricción.

Calefacción: estrategia activa dirigida a entregar la energía (calor) supletoria necesaria para calefaccionar el edificio o parte del edificio. Consiste en un sistema centralizado convencional en base a calderas de petróleo de 75% de rendimiento, redes de distribución de agua caliente, radiadores de agua caliente y sistemas de control en base a termostatos.

Refrigeración: estrategia activa dirigida a entregar la energía (frío) supletoria necesaria para refrigerar el edificio o parte de él. Consiste en un sistema formado por una unidad generadora de agua helada (chiller) bomba de calor con $\text{COP } 2,0$, manejadoras de aire, serpentines agua aire, redes de distribución de agua fría y sistemas de control en base a termostatos.

Calefacción–Refrigeración: estrategia activa dirigida a entregar la energía supletoria necesaria para refrigerar y calefaccionar el edificio o parte de él, durante todo el año, según necesidades. Consiste en un sistema de acondicionamiento por aire tipo VRV bomba de calor con recuperación de calor y un $\text{COP } 3,5$, formada por una central compresora de refrigerante, unidades evaporadoras y manejadoras de aire, redes y dispositivos de impulsión y retorno y elementos de control y seguridad.

Artefactos sanitarios eficientes: estrategia orientada a limitar los consumos directos de agua del edificio. Consiste en la incorporación de artefactos sanitarios y/o griferías (WC, urinarios, lavamanos, duchas, llaves de riego, etc.) de bajo consumo o caudal de salida. La exigencia de ahorro en cada zona es la que define los TDRe y se consigue modificando la cantidad de artefactos y/o griferías que incorporan tecnologías de ahorro y/o eficiencia. Su recorrido de exigencia va desde 20 al 40% de ahorro anual total del edificio, teniendo en cuenta el consumo anual de agua potable del edificio de referencia y las precipitaciones anuales de la localidad donde se emplaza el proyecto.

3.2.4. Edificio de referencias y estándares

La metodología es una simplificación de la metodología general pero su base conceptual, referencias y estándares son los mismos. Entrega indicadores de rentabilidad social en función de beneficios marginales que resultan de comparar dos escenarios, definidos por respectivos edificios de referencia, denominados edificio base y edificio optimizado:

- Edificio base: es el edificio que se postula pero que no considera medidas especiales de eficiencia energética y de ahorro de agua. Cumple para todo los efectos en cada una de las zonas climáticas del país sólo con los estándares que fija la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- En el edificio base el acondicionamiento térmico, la iluminación y ventilación, así como el suministro de agua se consigue mediante el uso de tecnologías convencionales. La metodología considera de referencia las siguientes condiciones para este escenario:
- Instalación de calefacción: Consiste en un sistema centralizado convencional en base a calderas de petróleo de 75% de rendimiento. Este sistema se utiliza exclusivamente en toda las zonas y/o edificios que la demanda de calor es superior o igual al 80% de la demanda total. Se desprecia y no se atiende la demanda de frío.
- Instalación de frío – calor: Consiste en un sistema centralizado convencional bomba de calor con un COP 2.5. Este sistema se utiliza en las zonas y/o edificios en que la demanda de frío es superior al 20% de la total. Se atiende en estos casos las demandas de frío y calor durante el periodo anual de uso
- Edificio optimizado: corresponde a una edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora estrategia de EE y AA resultado de mejoras incorporadas al diseño pasivo y activo, de modo de cumplir con los estándares energéticos y ambientales definidos en los TDR de la DA-MOP en cada una de las zonas.
- En el edificio optimizado el acondicionamiento térmico, la iluminación y ventilación, así como el suministro de agua se consigue con tecnologías de alta eficiencia. La metodología considera de referencia las siguientes condiciones:
- Instalación de frío – calor eficiente: Consiste en un sistema centralizado VRV bomba de calor con un COP 3.5. Este sistema se utiliza en todas las zonas y/o edificio del país, define la alternativa instalación de climatización con el mejor estándar de eficiencia. Sirve de referencia para apreciar el impacto de la estrategia incorporación EE en instalaciones de climatización en los distintos tipos de edificios y zonas climáticas del país.

En el Anexo 8.2 se presentan los estándares TDR asociados al diseño pasivo del edificio. Estos estándares definen la condición de edificio optimizado para propósitos de eficiencia energética que considera la metodología simplificada.

3.2.5. Indicadores de impacto y beneficios

Los indicadores económicos y ambientales considerados son los siguientes:

Ahorro en UF/m². Mide los beneficios económicos sociales de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de eficiencia energética o de ahorro de agua. Resulta de comparar, a valor

presente, los costos sociales acumulados durante el ciclo de operación del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida.

Reducción de tonelada de CO₂ equivalente en t CO₂e. Mide los beneficios ambientales de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de eficiencia energética o de ahorro de agua. Resulta de comparar la cuantía de emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía destinada a los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación y provisión de agua durante el ciclo de utilización del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida.

Periodo de recuperación de la inversión: Establece el tiempo necesario para recuperar la inversión asociada a cada intervención propuesta, se considera para ello la actualización de los flujos de caja (periodo de recuperación descontado).

3.2.6. Horizonte de evaluación

Las recomendaciones y guías que se deducen de los cuadros de información consideran como ciclo de operación y horizonte de evaluación 20 años.

3.3. Cuantificación de Costos e Indicadores

La estimación de costos y cálculo de indicadores estandarizado de las distintas intervenciones definidas en 3.2.3 para los tres edificios, se hace considerando los criterios generales de cálculo, fuentes y procedimientos que se explican en el Anexo 8.3.

3.4. Cuadros de información

En el Anexo 8.4 se presentan los cuadros de información sobre estándares e impactos asociados a medidas de EE y AA en edificios públicos de oficinas, salud y aulas, por tipo de estrategia y zona climática.

3.5. Instrucciones para el uso de los cuadros de información estandarizada.

Se presenta a continuación el procedimiento para el uso de los cuadros de información en los siguientes pasos consecutivos:

Paso 1: definir la información de ingreso

Se deberá disponer de información mínima del proyecto a evaluar, la que se resume en el siguiente cuadro:

Destino edificio	
Ciudad emplazamiento	
Zona Climática	
Orientación fachada más expuesta (*)	
Porcentaje de Acristalamiento fachada más expuesta	

(*)Nota: Se define como fachada más expuesta, aquella que tiene una mayor cantidad de superficie acristalada

Paso 2: identificar el cuadro de información correspondiente.

Con los cuadros de información a la vista, se deberá identificar la información del proyecto a evaluar, en el siguiente orden:

A: En la primera fila del cuadro se identificará la zona climática en donde se emplaza el proyecto; Zonas de la 1 a la 9.

B: En la segunda fila del cuadro se identifica el destino del edificio: Salud, Oficina o Educación.

C: En la cuarta fila, columnas dos, tres, cuatro y cinco, se identifica aquella fachada del proyecto más expuesta según su orientación

D: En la quinta fila, columnas dos, tres, cuatro y cinco el porcentaje de acristalamiento de la fachada más expuesta según su orientación.

ZONA:								
Destino:								
Instalación base:								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: Orientación Norte.		Fachada más expuesta: Orientación Sur.		Fachada más expuesta: Orientación Norte.		Fachada más expuesta: orientación Sur.	
	Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación

Paso 3: Identificar las estrategias y medidas más rentables

Los cuadros de información presentan el ahorro, el % de variación, la reducción de tCo2e por cada 1000m2 y el periodo de recuperación por cada una de las estrategias analizadas asociadas a: aislación, control solar e instalaciones. Los resultados de aquellas estrategias que fueron evaluadas se indicaran en el cuadro asociado a un color:

	Indicadores cuyos resultados son negativos
	Indicadores cuyos resultados son positivos

ZONA:								
Destino:								
Instalación base:								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: Orientación Norte		Fachada más expuesta: Orientación Sur.		Fachada más expuesta: Orientación Norte.		Fachada más expuesta: Orientación Sur.	
	Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%		Acristalamiento edificio X%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	-	-	-	-	-	-	-	-
Muros (Sistema EIFS)	-	-	-	-	-	-	-	-
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-
Protecciones solares (celosías)	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleros	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-	-	-	-	-	-	-	-
Luminarias	-	-	-	-	-	-	-	-
Aguas Sanitarias	-	-	-	-	-	-	-	-
TODAS								
	-	-	-	-	-	-	-	-

Paso 4. Estrategias a incorporar

El análisis ex ante finalmente deberá concluir, en función de los indicadores anteriores y criterios de priorización definidos en cada región, qué estrategias finalmente incorporar en las ideas o perfiles de proyectos de edificación pública.

4.0. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA 2

Se exponen los elementos principales de una metodología simplificada basada en el uso de una herramienta informática de cálculo, la herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]⁷. Sirve para realizar análisis ex ante de la rentabilidad social de inversiones en eficiencia energética (EE) incorporadas en proyectos de edificios públicos. Permite evaluar, a partir de información básica del proyecto y de su ubicación en el territorio nacional, la incorporación de estrategias para mejorar el desempeño energético y ambiental durante el ciclo de uso del edificio.

Se basa en el uso de una herramienta para realizar un balance calórico del edificio y estimar sus demandas y consumos de calefacción y refrigeración, y los costos y beneficios económicos y ambientales que tendrían ciertas estrategias en relación a otras en las distintas zonas del territorio nacional. Es preciso indicar que los métodos dinámicos requieren de una gran cantidad de datos y su complejidad de cálculo es mayor, tratándose de una herramienta que se usará con una cantidad de datos mínimos. Su desarrollo se ha realizado en base al método completo en base mensual de tipo cuasi estacionario. Para ello, utiliza bases de datos meteorológicos mensuales de las principales localidades de Chile; información arquitectónica mínima del edificio junto con programas estandarizados de uso y cargas; bases de datos de costos de inversión y operación deducidas de estudios de presupuestos y de gastos de operación de edificios públicos en Chile y; métodos y bases de cálculo que definen las normas: ISO 13790:2008 Energy performance of Buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling y; ASTM E917 2013 Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems.

En el procedimiento de cálculo que desarrolla la herramienta hace posible la comparación energética de tres escenarios alternativos de un mismo modelo, ayudando a estandarizar el procedimiento y la evaluación; a su vez posibilita la valoración del cumplimiento de un estándar mínimo en caso de establecerse. En el anexo “Cálculo energético de la Metodología específica avanzada” se muestra el procedimiento de cálculo y la relación del procedimiento con otras normas internacionales relacionadas con la EE.

El capítulo se divide en seis partes. En la primera parte se exponen los objetivos y alcances de la metodología. En la segunda, se exponen las estrategias de eficiencia energética EE aplicadas en la metodología. En la tercera se describen las características asociadas a los edificios de referencia: edificios base, optimizado, mejorado. En la cuarta se exponen los indicadores de impacto y beneficios que tiene en cuenta la metodología específica avanzada, posteriormente se describen las bases de datos usadas por la herramienta y en la parte final se realiza una descripción de la interface gráfica e instrucciones de uso de la herramienta.

4.1. Objetivos y alcances de la metodología

El objetivo de la metodología, es entregar una herramienta para el análisis ex ante de la rentabilidad social de estrategias pasivas y activas para propósitos la EE en proyectos de edificaciones públicas postulados al Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Sirve para evaluar, orientar y seleccionar inversiones según tipo de edificio y zona climática en tiempo real, en función de sus potenciales impactos energéticos, ambientales y de su rentabilidad social.

⁷ Herramienta desarrollada por un grupo de trabajo de CITEC UBB liderada por el Dr. Alexis Pérez Fargallo, en el contexto del estudio Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos (Licitación Pública ID 730566-15-LE14).

Es una metodología concebida para ser utilizada en etapas de idea o perfil de proyectos de edificación, cuando no se dispone de los proyectos de arquitectura y de especialidades, y se requieren orientaciones sobre qué estrategias y cuáles medidas priorizar para aumentar la EE y conseguir ahorro energético en un determinado proyecto. En ningún caso esta metodología reemplaza a la metodología general definida en el capítulo 2 para decidir respecto de aquello.

En etapas más avanzadas del proceso de evaluación de proyectos y cuando se dispongan de los diseños y especialidades, se recomienda contractar, y eventualmente corregir y afinar las estrategias, utilizando para ello la metodología general de evaluación de proyectos de inversión en EE y AA en edificios públicos.

La herramienta propuesta incluye los métodos de cálculo para la evaluación de la energía necesaria para calefacción y refrigeración en edificios no residenciales o para una parte de los mismos, y en cuyo interior se supone que van a existir unas condiciones de confort térmico. Es viable incluir la evaluación de edificios residenciales pero la investigación está encaminada a medir desempeños de edificios públicos. Es aplicable a edificios en su fase de diseño y a edificios existentes, siempre que los sistemas constructivos se encuentren en su base de datos.

El usuario debe tener claros y determinados los límites del edificio para el cálculo. El límite del edificio para la herramienta es la envolvente térmica, constando de todos los elementos de construcción que separan el espacio acondicionado del exterior (aire o suelo), o de los edificios adyacentes o espacios no acondicionados. Los espacios que no están acondicionados pueden ser incluidos dentro de los límites del edificio, pero en ese caso se considerarán acondicionados.

Con la finalidad de usar la herramienta, se debe crear una única zona térmica que debe cumplir los siguientes criterios, de lo contrario tendrá que dividirse en distintas zonas térmicas, de forma que todas cumplan con lo establecido para una zona térmica:

- Pequeños espacios no acondicionados, se incluirán dentro la zona acondicionada (se considerarán como acondicionados)
- Si las temperaturas de consigna de los espacios no difieren de 4 K, se considerará una única zona térmica.
- Si los espacios son climatizados por el mismo sistema de climatización.
- Si el 80% de la superficie útil es atendida por el mismo sistema de ventilación se considerará que los demás espacios están atendidos por el sistema de ventilación principal.

Para el cálculo de edificios con más de una zona térmica se puede hacer a partir de un cálculo multizona sin acoplamiento térmico entre zonas (cálculo con zonas térmicamente independientes). El cálculo con zonas sin acoplamiento se deberá realizar a partir de cálculos monozona independientes. La herramienta de cálculo no está diseñada para dividir un edificio en diferentes zonas térmicas, calculando por separado las necesidades de energía de cada zona. Por ello todo el edificio debe modelarse como una sola zona, o bien dividir el edificio en varias zonas y usar la herramienta para calcular cada zona como si fuesen edificios monozona independientes.

El método se ha programado para ser usado en base a los TDRe y dentro del contexto de edificación pública nacional o regional de Chile. El resultado puede tener repercusiones legales, en particular cuando es usado para evaluar el cumplimiento de niveles mínimos de eficiencia energética. Por dicho motivo, la aplicación no deja lugar a la ambigüedad, es replicable y verificable.

El sistema de cálculo no tiene en cuenta que puedan ser recuperables las pérdidas térmicas del sistema, cargas latentes, ni el cálculo de energía utilizada para la humidificación o deshumidificación. El balance energético de los escenarios se realiza como si fuese una única zona térmica, sin considerar las cargas latentes.

Las normas que a continuación se indican pueden ser de ayuda para la comprensión de la terminología o métodos auxiliares.

- ISO 6946 Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo.
- ISO 7345 Aislamiento térmico. Magnitudes físicas y definiciones.
- ISO 10077-1 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades.
- ISO 13370:2007 Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo.
- ISO 13786:2007 Prestaciones térmicas de los productos y componentes para edificación. Características térmicas dinámicas. Métodos de cálculo.
- ISO 13789:2007 Prestaciones térmicas de los edificios. Coeficientes de transferencia de calor por transmisión y ventilación. Método de cálculo.
- ISO 15927-4 Comportamiento higrotérmico de edificios. Cálculo y presentación de datos climáticos. Parte 4: Datos horarios para la evaluación de la energía anual utilizada en calefacción y refrigeración.
- EN 15217 Eficiencia energética de los edificios. Métodos para expresar la eficiencia energética y para la certificación energética de los edificios.

4.2. Estrategias para propósitos de eficiencia energética EE

La metodología específica avanzada evalúa las intervenciones para mejorar la eficiencia energética del edificio a través de las estrategias recogidas en la tabla siguiente.

Tabla 4.1: Tipos de estrategias y medidas que considera la metodología simplificada

Estrategia	Tipo	Medida
Pasiva	Térmica	Aislación térmica muros de fachadas
		Aislación térmica de complejo de techumbre
		Aislación térmica de piso
		Aislación térmica de ventanas
		Hermeticidad al aire
	Solar	Celosías exteriores
		Aleros
		Vidrio de control solar
Activa	Instalaciones	Ventilación
		Calefacción
		Refrigeración
		Iluminación

4.3. Edificios de referencia: edificios base, optimizado, mejorado

Los beneficios y costos a considerar en la evaluación son de tipo marginal y se obtienen al comparar dos escenarios con medidas de EE con el escenario inicial, en el que no se incluyen medidas de EE. Los escenarios que incorporan sistemas para aumentar la EE son el “Edificio Mejorado” y el “Edificio Optimizado”. La herramienta realiza una doble comparativa de resultados, comparando el caso base con el mejorado y con el optimizado; si el usuario seleccionase las mismas medidas que tiene programadas el edificio optimizado, ambas comparativas arrojarían resultados similares. Las necesidades de energía son el primer indicador para la comparativa energética entre los tres modelos. Las definiciones de cada uno de los escenarios son las siguientes:

- **Edificio Base:** edificación que cumple sólo con los estándares que especifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, de la cual se conoce su desempeño energético y ambiental, y sirve de línea de base para apreciar costos y desempeños energéticos de inversiones para propósitos de EE incorporadas en proyectos de nuevos edificios.
- **Edificio Mejorado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora las medidas de mejoras de EE de diseño pasivo que el postulante ha encontrado oportuno incorporar en su postulado, de modo que cumple con algunos de los estándares energéticos de los TDR de la DA-MOP, según zona geográfica del país y tipología del edificio. En función de sus características energéticas, se cuantifican los costos y los desempeños energéticos de sus medidas de mejora respecto al Edificio Base. Si el Edificio Mejorado incorporara todos los estándares energéticos de EE de diseño pasivo y activo de los TDR de la DA-MOP, obtendría los mismos resultados que el Edificio Optimizado.
- **Edificio Optimizado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora los estándares energéticos de EE de diseño pasivo y activo de los TDR de la DA-MOP, según zona geográfica del país y tipología del edificio. En función de sus características energéticas, se cuantifican los costos y los desempeños energéticos de sus medidas de mejora respecto al Edificio Base.

4.4. Indicadores de impacto y beneficios

El sistema evalúa la incorporación de medidas de EE en base a un triple cálculo de demandas energéticas de los Edificios Base, Mejorado y Optimizado y, de los impactos marginales que resultan de la comparación de los tres edificios.

Las demandas energéticas se obtienen de la iluminación, calefacción y refrigeración, las cuales se satisfacen por la energía suministrada a los sistemas, no se considera energía procedente de sistemas de energía renovable en la presente herramienta. A partir de las demandas y basándose en los valores de rendimiento de las instalaciones (COP o EEI) se obtienen los consumos; a partir del consumo estimado se obtienen las inversiones en energía y las emisiones de CO₂, para ello se usan los valores del precio de la energía, tasas de escalamiento del valor de la energía y coeficientes del paso de energía final a emisiones de CO₂ (Ver apartado 4.5).

Impacto 1: uso de energía primaria, referido a la energía utilizada en los edificios para servicios de calefacción, refrigeración e iluminación. Impacto que se sintetiza a través de los indicadores de Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Indicadores de impacto asociados al uso de la energía y beneficios cuantificados por la herramienta.

Indicador	Base	Mejorado	Optimizado	Dif. de ahorro o reducciones (%)	
				Base-Mejorado	Base-Optimizado
Demanda Calefacción Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	x	x	x	x	x
Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	x	x	x	x	x
Demanda Total Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	x	x	x	x	x
Consumo Calefacción Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	x	x	x	x	x
Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	x	x	x	x	x
Consumo Total Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	x	x	x	x	x

Asociados a los indicadores energéticos surgen los indicadores de ahorro en costos iniciales, de mantenimiento, operación y cálculo del costo de ciclo de vida de las estrategias de EE pasivas y de las estrategias activas (Ver apartado 2.4.1.5); además del indicador del periodo de recuperación de la inversión (Ver apartado 2.4.1.7). Es preciso indicar que los costos de ciclo de vida del Edificio Base se calculan únicamente a partir de las medidas activas y de los costos de vanos puesto que la norma ASTM E917 2013 establece que se deben incorporar en el análisis todos aquellos elementos que sean susceptibles de modificación en los siguientes escenarios.

Tabla 4.3: Indicadores de impacto económico y beneficios cuantificados por la herramienta.

Indicador	Base	Mejorado	Optimizado	Dif., ahorro o reducciones (%)	
				Base-Mejorado	Base-Optimizado
Costos Totales Estimados Energía (UF/año) /m ²	x	x	x	x	x
Costos Estimados Iniciales (UF) /m ²	x	x	x	x	x
Costos Estimados Mantenimiento EE (UF) /m ²	x	x	x	x	x
Costos ciclo de vida (LCC) (UF) /m ²	x	x	x	x	x
Pay-Back (años)	-	x	x	-	x
Costos Totales Estimados Energía (UF/año) /m ²	x	x	x	x	x

Impacto 2: calentamiento global potencial, que deriva de las emisiones de CO₂, como producto de esos consumo de energía primaria. Impacto que se sintetiza a través del indicador de reducción de toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂e)/m²_{sup útil}.

Los indicadores de ahorros de costos y de reducciones de emisiones, resultan de una evaluación marginal de costo de ciclo de vida. La evaluación mide el valor presente de una alternativa de inversión en EE (estrategia incorporada en un edificio mejorado u optimizado) que satisface los mismos requisitos funcionales que otras con las que se compara (estrategia incorporada en un edificio base y edificio optimizado). El costo de ciclo de vida corresponde al valor presente de la sumatoria de costos durante un periodo de 20 años en inversión, operación, mantenimiento, reparación y eventualmente reemplazo.

4.5 Bases de datos

En el método cuasi estacionarios para el cálculo de demandas de energía se usan datos asociados al clima, al edificio y al uso, con respecto al clima los valores de temperatura exterior y radiación solar se han obtenido del Registro Solarimétrico, documento que nació a partir de un acuerdo del Gobierno de Chile con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de fechas 30 de agosto de 2001 y 12 de septiembre de 2001, sobre el proyecto CHI/00/G32 denominado “Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”. Los datos asociados a las características del edificio y del uso fueron obtenidos de los Términos de Referencia Estandarizados TDRe, de la norma ISO 13790:2008 y del documento “Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER. Anexos, 2008”.

Los valores asociados a la evaluación de costos de ciclo de vida que ocupa la herramienta han sido obtenidos de la presente investigación salvo los porcentajes vinculados con el mantenimiento de las instalaciones de climatización, los cuales han sido obtenidos de la norma UNE-EN 15459:2007 Eficiencia energética de los edificios. Procedimiento de evaluación económica de los sistemas energéticos de los edificios.

Las bases de datos usadas en la programación de la herramienta se encuentran en el Anexo 8.5

4.6. Interface gráfica e instrucciones de uso de la herramienta

En el siguiente link se muestra un video tutorial de aplicación de la herramienta. Los pasos básicos y características de la herramienta se explican a continuación: https://youtu.be/o_7fxrX3Jwo.

4.6.1. Entrada de datos requeridos del edificio

La herramienta es de fácil y rápido uso, se pueden hacer evaluaciones en varios minutos si se disponen de los conocimientos básicos para utilizar el modelo e interpretar los datos. Es fundamental hacer una selección adecuada de todos los valores solicitados puesto que algunos de ellos tienen un impacto importante en los resultados. Entre los más importantes se encuentran los datos sobre la ubicación, zona climática, superficies, equipos de climatización y combustible, el uso, la intensidad de uso y el calendario de uso. Con los datos anteriores la herramienta genera las solicitudes climáticas y de uso a las que va a estar sometido el edificio y las exigencias en EE en función de los TDRe. Por ello, antes de comenzar a introducir datos sobre la envolvente es necesario cumplimentar en la herramienta los datos recogidos en la tabla 4.4; si no introducimos todos los datos iniciales la herramienta no nos dejará seguir introduciendo valores.

Tabla 4.4: Datos iniciales a introducir para el uso de ECSE.

Región	Superficie Útil (m²)	Uso
Comuna	Altura entre plantas (m)	Intensidad de uso
Provincia	Número de plantas	Inercia térmica
Dirección	Superficie Útil Calefac. (m²)	Calendario de uso
Latitud (S)	Superficie Útil Refrig.(m²)	Combustible
Longitud (W)	Equipo de calefacción	Combustible
Zona climática	Equipo de refrigeración	Combustible

Paso 1: Introducción en la zona superior de la herramienta de datos iniciales.

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]

Región

Comuna

Provincia

Dirección

Latitud (S)

Longitud (W)

Zona climática

Antofagasta

AricaParinacota

Atacama

Coquimbo

Gral. Carlos Ibáñez Del Campo

Araucanía

Los Lagos

Magallanes

Superficie Útil (m²)

Altura entre plantas (m)

Número de plantas

Superficie Útil Calefac. (m²)

Superficie Útil Refrig. (m²)

Equipo de calefacción

Equipo de refrigeración

Uso

Intensidad de uso

Inercia térmica

Calendario de uso

Combustible

Combustible

Limpiar

Calcular

LCCA

Guardar PDF

	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m²)
Superficie (m²)												0,00
% Vanos												
Envolvente Base												
Uopaco (Base) W/m²·K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
UVanos (Base) W/m²·K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Factor Solar (Base)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mejora propuesta opaco												
Mejora propuesta vanos												
Protección solar vanos	Base	Base	Base		Base	Base						
Uopaco (Mejorado) W/m²·K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R térmica aislamiento (m²·K/W)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
UVanos (Mejorado) W/m²·K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F. solar (Mejorado) (BC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F. solar (Mejorado) (AC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Infiltraciones - Envolvente	Sistema mecánico de ventilación			NO	Renovaciones/hora (Base)			0,00	Implementar TDR		Renovaciones / hora (M)	0,00
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Minimo	-	Normal	-	Especial	-	Reforzada	-				

Instalaciones Edificio Mejorado

Climatización

Equipo de calefacción

Equipo de refrigeración

Combustible

Combustible

Iluminación

T8

Resultados

	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)	Demanda Total Estimada (kWh/año)	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)	Consumo Total Estimado (kWh/año)	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)	Costos Estimados Iniciales (UF)	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)	Emisiones de CO2	Pay-Back (años)
Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optimizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fargallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

INFORME FINAL

Paso 2: Al introducir todos los datos del paso 1 se desbloquearán las celdas que posibilitan la entrada de datos para la envolvente, tanto inicial como mejorada.

Se deberán describir los metros cuadrados aproximados de superficie de cerramientos por orientaciones (Superficie (m²)), el porcentaje de vanos del que dispondrá cada orientación (% de Vanos) y el tipo de materialidad predominante para cada cerramiento (Envolvente inicial).

Al introducir y/o seleccionar los datos anteriores la herramienta nos indicará los valores de transmitancia inicial para cerramientos opacos y para vanos (Uopaco, U vanos (Inicial) en W/m²K), así como el factor solar inicial. La información recogida en dichas celdas nos ayuda a conocer la eficiencia energética de la envolvente inicial, cuantificando con dichos datos la demanda para calefacción y refrigeración asociada a ese tipo de envuelta.

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]													
Región	Biobío			Superficie Útil (m ²)	774,20	Uso	Oficinas		Limpiar				
Comuna	Concepción			Altura entre plantas (m)	2,80	Intensidad de uso	Intensidad Baja - 9h		Calcular				
Provincia	Concepción			Número de plantas	3,00	Inercia térmica	Muy Baja		LCCA				
Dirección	Collao 1202			Superficie Útil Calefac. (m ²)	774,20	Calendario de uso	L-V		Guardar PDF				
Latitud (S)	36°49'37"			Superficie Útil Refrig. (m ²)	774,20	Equipo de calefacción	sin condensación encendido piloto con		Gas natural				
Longitud (W)	73°02'59"			Equipo de refrigeración	Bomba de calor	Combustible	Combustible		Electricidad				
Zona climática	4CL												
	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m ²)	
Superficie (m ²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74	
% Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80								
Envolvente Base	Hormigón		Hormigón	Hormigón	Hormigón			Hormigón			Hormigón		
Uopaco (Base) W/m ² ·K	Ladrillo		3,43	3,43	3,43			2,01			3,43		
Uvanos (Base) W/m ² ·K	Ladrillo y est. livia		5,80	5,80	5,80								
Factor Solar (Base)	Madera		0,85	0,85	0,85								
Mejora propuesta opaco													
Mejora propuesta vanos													
Protección solar vanos	Base	Base	Base	Base	Base								
Uopaco (Mejorado) W/m ² ·K	3,43		3,43	3,43	3,43			2,01			3,43		
R térmica aislamiento (m ² ·K/W)													
Uvanos (Mejorado) W/m ² ·K	5,80		5,80	5,80	5,80								
F.solar (Mejorado) (BC)	0,85		0,85	0,85	0,85								
F.solar (Mejorado) (AC)	0,85		0,85	0,85	0,85								
Infiltraciones - Envoltura	Sistema mecánico de ventilación			NO	Renovaciones/hora (Base)	0,51	Implementar TDR	Renovaciones / hora (M)	0,21				
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Mínimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada	7a					
Instalaciones Edificio Mejorado													
Climatización	Equipo de calefacción					Combustible		Iluminación					
	Equipo de refrigeración					Combustible		T8					
Resultados													
	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)	Demanda Total Estimada (kWh/año)	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)	Consumo Total Estimado (kWh/año)	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)	Costos Estimados Iniciales (UF)	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)	Emisiones de CO2	Pay-Back (años)	
Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mejorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Optimizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fargallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

INFORME FINAL

Paso 3: Selección de medidas para el aumento de la EE.

Se deberán seleccionar si se desea implementar medidas de EE en los elementos opacos o vanos por orientaciones, para ello se tendrá que elegir el término TDRé o en el caso de las protecciones solares el tipo de protección solar que se desea evaluar.

Al seleccionar las medidas de EE la herramienta nos indicará los valores de transmitancia de dichos elementos (opacos y vanos en W/m^2K), así como el factor solar mejorado. La información recogida en dichas celdas ayuda a conocer el comportamiento energético de la envolvente mejorada, cuantificando con dichos datos la demanda para calefacción y refrigeración asociada a ese tipo de envuelta (Edificio Mejorado).

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]												
Región	Biobío					Superficie Útil (m²)	774,20	Uso	Oficinas		Limpiar	
Comuna	Concepción					Altura entre plantas (m)	2,80	Intensidad de uso	Intensidad Baja - 9h		Calcular	
Provincia	Concepción					Número de plantas	3,00	Inercia térmica	Muy Baja		LCCA	
Dirección	Collao 1202					Superficie Útil Calefac. (m²)	774,20	Calendario de uso	L-V		Guardar PDF	
Latitud (S)	36°49'37"					Superficie Útil Refrig. (m²)	774,20					
Longitud (W)	73°02'59"					Equipo de calefacción	sin condensación enecendido piloto con		Combustible	Gas natural		
Zona climática	4CL					Equipo de refrigeración	Bomba de calor		Combustible	Electricidad		
	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m²)
Superficie (m²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74
% Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80							
Envolvente Base			Hormigón	Hormigón	Hormigón			Hormigón			Hormigón	
Uopaco (Base) W/m^2K	3,43	-	3,43	3,43	3,43	-	-	2,01	-	-	3,43	
UVanos (Base) W/m^2K	5,80	-	5,80	5,80	5,80	-	-					
Factor Solar (Base)	0,85	-	0,85	0,85	0,85	-	-					
Mejora propuesta opaco	TDRé		TDRé	TDRé	TDRé			TDRé				
Mejora propuesta vanos												
Protección solar vanos	Base	Base	Base	Base	Base							
Uopaco (Mejorado) W/m^2K	0,80	-	3,43	3,43	0,80	-	-	0,60	-	-	3,43	
R térmica aislamiento (m^2K/W)	0,96	-	-	-	0,96	-	-	1,17	-	-	-	
UVanos (Mejorado) W/m^2K	5,80	-	2,50	2,50	5,80	-	-					
F.solar (Mejorado) (BC)	0,85	-	0,85	0,85	0,85	-	-					
F.solar (Mejorado) (AC)	0,85	-	0,85	0,85	0,85	-	-					
Infiltraciones - Envolvente	Sistema mecánico de ventilación		NO	Renovaciones/hora (Base)		0,51	Implementar TDRé		Renovaciones/hora (M)		0,21	
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Mínimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada	7a				
Instalaciones Edificio Mejorado												
Climatización	Equipo de calefacción						Combustible	Iluminación				
	Equipo de refrigeración						Combustible	T8				
Resultados												
	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)	Demanda Total Estimada (kWh/año)	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)	Consumo Total Estimado (kWh/año)	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)	Costos Estimados Iniciales (UF)	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)	Emissiones de CO2	Pay-Back (años)
Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optimizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fargallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m²)
Superficie (m²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74
% Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80							
Envolvente Base			Hormigón	Hormigón	Hormigón			Hormigón			Hormigón	
Uopaco (Base) W/m^2K	3,43	-	3,43	3,43	3,43	-	-	2,01	-	-	3,43	
UVanos (Base) W/m^2K	5,80	-	5,80	5,80	5,80	-	-					
Factor Solar (Base)	0,85	-	0,85	0,85	0,85	-	-					
Mejora propuesta opaco	TDRé		TDRé	TDRé	TDRé			TDRé				
Mejora propuesta vanos												
Protección solar vanos	C.S. vidrio	Base	Celosías		Aleros	Base						
Uopaco (Mejorado) W/m^2K	0,80	-	3,43	3,43	0,80	-	-	0,60	-	-	3,43	
R térmica aislamiento (m^2K/W)	0,96	-	-	-	C.S. vidrio	-	-	1,17	-	-	-	
UVanos (Mejorado) W/m^2K	5,80	-	2,50	2,50	Celosías	-	-					
F.solar (Mejorado) (BC)	0,42	-	0,50	0,50	0,85	-	-					
F.solar (Mejorado) (AC)	0,43	-	0,35	0,35	0,54	-	-					
Infiltraciones - Envolvente	Sistema mecánico de ventilación		NO	Renovaciones/hora (Base)		0,51	Implementar TDRé		Renovaciones/hora (M)		0,21	
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Mínimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada	7a				

Paso 4: Selección del tipo de sistema de ventilación.

El siguiente consistirá en la selección del tipo de sistema de ventilación y si se desea o no implementar las medidas de los TDRe para mejorar las infiltraciones del edificio; obteniéndose las renovaciones/hora iniciales y del edificio mejorado.


CITECUBB
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN
TECNOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN
UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO




Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]

Región	BioBío	Superficie Útil (m²)	774,20	Uso	Oficinas	Limpier
Comuna	Concepción	Altura entre plantas (m)	2,80	Intensidad de uso	Intensidad Baja - 9h	Calcular
Provincia	Concepción	Número de plantas	3,00	Inercia térmica	Muy Baja	LCCA
Dirección	Collao	Superficie Útil Calefac. (m²)	774,20	Calendario de uso	L-V	Guardar PDF
Latitud (S)	36°43'37"	Superficie Útil Refrig. (m²)	774,20			
Longitud (W)	73°02'59"	Equipo de calefacción	sin condensacion enecendido piloto con	Combustible	Gas natural	
Zona climática	4CL	Equipo de refrigeración	Bomba de calor	Combustible	Electricidad	

	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m²)
Superficie (m²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74
½ Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80							
Envoltura Base	Hormigón		Hormigón	Hormigón	Hormigón			Hormigón			Hormigón	
Uopaco (Base) W/m²K	3,43	-	3,43	3,43	3,43	-	-	2,01	-	-	3,43	
UVanos (Base) W/m²K	5,80	-	5,80	5,80	5,80	-	-					
Factor Solar (Base)	0,85	-	0,85		0,85	-	-					
Mejora propuesta opaco	TDRe				TDRe			TDRe				
Mejora propuesta vanos			TDRe	TDRe								
Protección solar vanos	Base	Base	Base		Base	Base						
Uopaco (Mejorado) W/m²K	0,80	-	3,43	3,43	0,80	-	-	0,60	-	-	3,43	
Rtérmica aislamiento (m²K/W)	0,96	-	-	-	0,96	-	-	1,17	-	-	-	
UVanos (Mejorado) W/m²K	5,80	-	2,50	2,50	5,80	-	-					
F.solar (Mejorado) (BC)	0,85	-	0,85		0,85	-	-					
F.solar (Mejorado) (AC)	0,85	-	0,85		0,85	-	-					
Infiltraciones - Envoltura	Sistema mecánico de ventilación			NO	Renovaciones/hora (Base)			0,51	Implementar TDRe	Renovaciones / hora (M)	0,21	
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTAN	Mínimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada	7a				

Instalaciones Edificio Mejorado

Climatización	Equipo de calefacción		Combustible		Iluminación
	Equipo de refrigeración		Combustible		LED

Resultados

	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)/m²	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)/m²	Demanda Total Estimada (kWh/año)/m²	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)/m²	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)/m²	Consumo Total Estimado (kWh/año)/m²	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)/m²	Costos Estimados Iniciales (UF)/m²	Costos Estimados Mantenimiento o EE (UF)/m²	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)/m²	Emissiones de CO2 (T CO2e)/m²	Pay-Back (años)
Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optimizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Mejorada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Herramienta desarrollada por Alexis Pérez Farfalle y el Centro de Investigación en Tecnología de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

Protección solar vanos

Uopaco (Mejorado) W/m²K	0,80	-	3,43	3,43	0,80	-	-	0,60	-	-	3,43	
Rtérmica aislamiento (m²K/W)	0,96	-	-	-	0,96	-	-	1,17	-	-	-	
UVanos (Mejorado) W/m²K	5,80	-	2,50	2,50	5,80	-	-					
F.solar (Mejorado) (BC)	0,85	-	0,85		0,85	-	-					
F.solar (Mejorado) (AC)	0,85	-	0,85		0,85	-	-					
Infiltraciones - Envoltura	Sistema mecánico de ventilación			NO	Renovaciones/hora (Base)			0,51	Implementar TDRe	Renovaciones / hora (M)	0,21	
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTAN	Mínimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada		Implementar TDRe			

Instalaciones Edificio Mejorado

Climatización	Equipo de calefacción		Combustible		Iluminación
	Equipo de refrigeración		Combustible		LED

Resultados

	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)/m²	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)/m²	Demanda Total Estimada (kWh/año)/m²	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)/m²	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)/m²	Consumo Total Estimado (kWh/año)/m²	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)/m²	Costos Estimados Iniciales (UF)/m²	Costos Estimados Mantenimiento o EE (UF)/m²	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)/m²	Emissiones de CO2 (T CO2e)/m²	Pay-Back (años)
Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optimizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Mejorada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Herramienta desarrollada por Alexis Pérez Farfalle y el Centro de Investigación en Tecnología de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

INFORME FINAL

Paso 5: Selección de instalaciones de climatización e iluminación del edificio mejorado.

El último paso antes de calcular consistirá en seleccionar los equipos y tipos de energía de refrigeración y calefacción, si son los mismos que los del edificio base deberemos realizar la misma selección que se realizó en los datos iniciales; finalmente se elegirá el tipo de iluminación, T8 o LED.

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]

Región	Biobío	Superficie Útil (m²)	774,20	Uso	Oficinas	Limpieza	
Comuna	Concepción	Altura entre plantas (m)	2,80	Intensidad de uso	Intensidad Baja - 9h	Calcular	
Provincia	Concepción	Número de plantas	3,00	Inercia térmica	Muy Baja	LCCA	
Dirección	Collao 1202	Superficie Útil Calefac. (m²)	774,20	Calendario de uso	L-V	Guardar PDF	
Latitud (S)	36°49'37"	Superficie Útil Refrig. (m²)	774,20				
Longitud (W)	73°02'59"	Equipo de calefacción	Caldera a petróleo	Combustible	Petróleo		
Zona climática	4CL	Equipo de refrigeración	Bomba de calor	Combustible	Electricidad		

	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m²)
Superficie (m²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74
% Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80							
Envoltura Base	Hormigón		Hormigón	Hormigón	Hormigón			Hormigón			Hormigón	
Uopaco (Base) W/m².K	3,43	-	3,43	3,43	3,43	-	-	2,01	-	-	3,43	
Uvanos (Base) W/m².K	5,80	-	5,80	5,80	5,80	-	-					
Factor Solar (Base)	0,85	-	0,85		0,85	-						
Mejora propuesta opaco	TDR			TDR				TDR				
Mejora propuesta vanos			TDR	TDR								
Protección solar vanos	C.S. vidrio	Base	Celosías	Aleros	Base							
Uopaco (Mejorado) W/m².K	0,80	-	3,43	3,43	0,80	-	-	0,60	-	-	3,43	
R térmica aislamiento (m².K/W)	0,96	-	-	-	0,96	-	-	1,17	-	-	-	
Uvanos (Mejorado) W/m².K	5,80	-	2,50	2,50	5,80	-	-					
F.solar (Mejorado) (BC)	0,42	-	0,50		0,85	-						
F.solar (Mejorado) (AC)	0,43	-	0,35		0,54	-						
Infiltraciones - Envoltura	Sistema mecánico de ventilación	NO	Renovaciones/hora (Base)	0,51	Implementar TDR	Renovaciones / hora (M)	0,21					

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS
 Mínimo: 303 Normal: 103 Especial: 78

Instalaciones Edificio Mejorado

Climatización	Equipo de calefacción	Caldera a petróleo	Combustible	Petróleo	Iluminación	T8
	Equipo de refrigeración	VRV	Combustible	Electricidad		LED

Resultados

	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)	Demanda Total Estimada (kWh/año)	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)	Consumo Total Estimado (kWh/año)	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)	Costos Estimados Iniciales (UF)	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)	Emissiones de CO2	Pay-Back (años)
Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optimizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif. ahorro o reducciones Mejorado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dif. ahorro o reducciones Optimizado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fargallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

INFORME FINAL

Paso 6: Calcular.

Una vez cumplimentados todos los datos anteriores se irá a la parte superior derecha de la herramienta y se pulsará el botón “Calcular”, con el cual se obtendrán los resultados. Los datos obtenidos guardan relación con los siguientes escenarios:

- **Edificio Base:** edificación que cumple sólo con los estándares que especifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.
- **Edificio Mejorado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora las medidas de mejoras de EE de diseño pasivo que el postulante ha encontrado oportuno incorporar en su postulado, de modo que cumple con algunos de los estándares energéticos de los TDRe de la DA-MOP según zona geográfica del país y tipología del edificio
- **Edificio Optimizado:** Edificación que tiene la misma situación de emplazamiento, orientación y tamaño que la edificación base, pero que incorpora los estándares energéticos de EE de diseño pasivo y activo de los TDRe de la DA-MOP, según zona geográfica del país y tipología del edificio.

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]												
Región	Biobío					Superficie Útil (m²)	774,20	Uso	Oficinas		Limpiar	
Comuna	Concepción					Altura entre plantas (m)	2,80	Intensidad de uso	Intensidad Baja - 9h		Calcular	
Provincia	Concepción					Número de plantas	3,00	Inercia térmica	Muy Baja		LCCA	
Dirección	Collao 1202					Superficie Útil Calefac. (m²)	774,20	Calendario de uso	L-V		Guardar PDF	
Latitud (S)	36°49'37"					Superficie Útil Refrig. (m²)	774,20	Equipo de calefacción	Caldera a petróleo		Petróleo	
Longitud (W)	73°02'59"					Equipo de refrigeración		Bomba de calor	Combustible		Electricidad	
Zona climática	4CL											
	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento o en contacto	Superficie Total (m²)
Superficie (m²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74
% Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80							
Envolvente Base	Hormigón		Hormigón	Hormigón	Hormigón							
Uopaco (Base) W/m²·K	3,43	-	3,43	3,43	3,43	-	-	2,01	-	-	3,43	
UVanos (Base) W/m²·K	5,80	-	5,80	5,80	5,80	-	-					
Factor Solar (Base)	0,85	-	0,85	0,85	0,85	-	-					
Mejora propuesta opaco	TDRe		TDRe	TDRe	TDRe			TDRe				
Mejora propuesta vanos												
Protección solar vanos	C.S. vidrio	Base	Celosías		Aleros	Base						
Uopaco (Mejorado) W/m²·K	0,80	-	3,43	3,43	0,80	-	-	0,60	-	-	3,43	
R térmica aislamiento (m²·K/W)	0,96	-	-	-	0,96	-	-	1,17	-	-	-	
UVanos (Mejorado) W/m²·K	5,80	-	2,50	2,50	5,80	-	-					
F.solar (Mejorado) (BC)	0,42	-	0,50	0,50	0,85	-	-					
F.solar (Mejorado) (AC)	0,43	-	0,35	0,35	0,54	-	-					
Infiltraciones - Envlovente	Sistema mecánico de ventilación		NO	Renovaciones/hora (Base)	0,51	Implementar TDRe	Renovaciones / hora (M)	0,21				
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Minimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada	7a				
Instalaciones Edificio Mejorado												
Climatización	Equipo de calefacción		Caldera a petróleo		Combustible	Petróleo					Iluminación	
	Equipo de refrigeración		VRV		Combustible	Electricidad					LED	
Resultados												
	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)	Demanda Total Estimada (kWh/año)	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)	Consumo Total Estimado (kWh/año)	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)	Costos Estimados Iniciales (UF)	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)	Emissiones de CO2	Pay-Back (años)
Base	65335,87	1839,86	67175,74	81669,84	919,93	194074,57	446,15	8541,64	3950,55	21148,73	63088,25	-
Mejorado	46181,40	1677,81	47859,21	57726,74	479,37	65173,92	136,47	11233,42	6928,70	20928,59	18671,29	9,00
Optimizado	13976,51	3491,80	17468,31	3993,29	997,66	11958,75	29,71	10841,92	4172,00	15570,68	4305,15	6,00
Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%)	29,32	8,81	28,76	29,32	47,89	66,42	69,41	-31,51	-75,39	-0,01	70,40	-
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	78,61	-89,79	74,00	95,11	-8,45	93,84	93,34	-26,93	-5,61	-0,26	93,18	-3,00

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fargallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos"

4.6.2. Salida de datos

Los datos de salida que se obtienen del uso de la herramienta son:

Indicador	Base	Mejorado	Optimizado	Dif., ahorro o reducciones (%)	
				Base-Mejorado	Base-Optimizado
Demanda Calefacción Estimada	X	X	X	Reducción	Reducción
Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	Reducción	Reducción
Demanda Total Estimada (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	Reducción	Reducción
Consumo Calefacción Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	Reducción	Reducción
Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	Reducción	Reducción
Consumo Total Estimado (kWh/año) /m ² _{sup útil}	X	X	X	Reducción	Reducción
Costos Totales Estimados Energía (UF/año) /m ²	X	X	X	Ahorro	Ahorro
Costos Estimados Iniciales (UF) /m ²	X	X	X	Diferencia	Diferencia
Costos Estimados Mantenimiento EE (UF) /m ²	X	X	X	Diferencia	Diferencia
Costos ciclo de vida (LCC) (UF) /m ²	X	X	X	Diferencia	Diferencia
Pay-Back (años)	-	X	X	-	Mejorado-Optimizado

Paso 7. Evaluación pormenorizada del análisis de costos de ciclo de vida de los escenarios.

Con la finalidad de realizar un análisis más exhaustivo de los escenarios evaluados se debe pulsar en la parte superior derecha de la herramienta el botón "LCCA".

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]

Región: Biobío
Comuna: Concepción
Provincia: Concepción
Dirección: Collao 1202
Latitud (S): 36°49'37"
Longitud (W): 73°02'59"
Zona climática: 4CL

Superficie Útil (m²): 774,20
Uso: Oficinas
Altura entre plantas (m): 2,80
Intensidad de uso: Intensidad Baja-9h
Número de plantas: 3,00
Inercia térmica: Muy Baja
Superficie Útil Calefac. (m²): 774,20
Calendario de uso: L-V
Superficie Útil Refrig. (m²): 774,20
Equipo de calefacción: Caldera a petróleo
Equipo de refrigeración: Bomba de calor

Combustible: Petróleo
Electricidad

Limpiar
Calcular
LCCA
Guardar PDF

	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Techumbres	Pisos en contacto con el	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto	Superficie Total (m²)
Superficie (m²)	735,99		300,63	730,50	294,22			774,20			774,20	3609,74
% Vanos	54,70		44,20	22,10	28,80							
Envoltura Base	Hormigón		Hormigón	Hormigón	Hormigón			Hormigón			Hormigón	
Uopaco (Base) W/m²·K	3,43	-	3,43	3,43	3,43	-	-	2,01	-	-	3,43	
UVanos (Base) W/m²·K	5,80	-	5,80	5,80	5,80	-	-					
Factor Solar (Base)	0,85	-	0,85		0,85	-						
Mejora propuesta opaco	TDR		TDR	TDR	TDR			TDR				
Mejora propuesta vanos												
Protección solar vanos	C.S. vidrio	Base	Celosis			Aleros	Base					
Uopaco (Mejorado) W/m²·K	0,80	-	3,43	3,43	0,80	-	-	0,60	-	-	3,43	
R térmica aislamiento (m²·K/W)	0,96	-	-	-	0,96	-	-	1,17	-	-	-	
UVanos (Mejorado) W/m²·K	5,80	-	2,50	2,50	5,80	-	-					
F.solar (Mejorado) (BC)	0,42	-	0,50		0,85	-						
F.solar (Mejorado) (AC)	0,43	-	0,35		0,54	-						
Infiltraciones - Envoltura	Sistema mecánico de ventilación		NO	Renovaciones/hora (Base)	0,51	Implementar TDR	Renovaciones/hora (M)	0,21				
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Mínimo	-	Normal	30a	Especial	10a	Reforzada	7a				

Instalaciones Edificio Mejorado

Climatización: Equipo de calefacción: Caldera a petróleo; Combustible: Petróleo; Equipo de refrigeración: VRV; Combustible: Electricidad

Iluminación: LED

Resultados

	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)	Demanda Total Estimada (kWh/año)	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)	Consumo Total Estimado (kWh/año)	Costos Totales Estimados Energía (UF/año)	Costos Estimados Iniciales (UF)	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)	Emissiones de CO2	Pay-Back (años)
Base	65335,87	1839,86	67175,74	81669,84	919,93	194074,57	446,15	8541,64	3950,55	21148,73	63088,25	-
Mejorado	46181,40	1677,81	47859,21	57726,74	479,37	65173,92	136,47	11233,42	6928,70	20928,59	18671,29	9,00
Optimizado	13976,51	3491,80	17468,31	3993,29	997,66	11958,75	29,71	10841,92	4172,00	15570,68	4305,15	6,00
Dif., ahorro o reducciones Mejorada (%)	29,32	8,81	28,76	29,32	47,89	66,42	69,41	-31,51	-75,39	-0,01	70,40	-
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	78,61	89,79	74,00	95,11	44,45	93,84	93,34	-26,93	-5,61	-0,26	93,18	-3,00

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fargallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Evaluación de la Rentabilidad Social de la Incorporación de Eficiencia Energética en Edificios Públicos".

INFORME FINAL

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]															
Tasa descuento		6%			CANTIDAD [m²]	BASE			MEJORADO		OPTIMIZADO				
Periodo estudio		20				Costo UF/m²	Costo estimado	Valor presente	Costo UF/m²	Costo estimado	Valor presente	Costo UF/m²	Costo estimado	Valor presente	
ELEMENTOS		INICIAL	MEJORADO	OPTIMIZADO											
INVERSIÓN INICIAL															
Cerramientos	FachadaNorte	Hormigón	EIFS-3cmsXPS	EIFS-3cmsXPS	333,40	-	-	-	0,80	266,40	266,40	0,80	266,40	266,40	
	FachadaNoreste	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0	0,00		
	FachadaEste	Hormigón	Hormigón	EIFS-3cmsXPS	167,75	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,80	134,04	134,04	
	FachadaSur	Hormigón	Hormigón	EIFS-3cmsXPS	569,06	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,80	454,69	454,69	
	FachadaOeste	Hormigón	EIFS-3cmsXPS	EIFS-3cmsXPS	209,48	-	-	-	0,80	167,38	167,38	0,80	167,38	167,38	
	FachadaNoroste	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0	0,00		
	Muros no soleados	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0	0,00		
	Techumbres	Hormigón	EIFS-5cmsXPS	EIFS-5cmsXPS	774,20	-	-	-	0,09	73,06	73,06	0,09	73,06	73,06	
	Pisos en contacto con el terreno	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0	0,00		
	Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0	0,00		
Cerramiento en contacto terreno		Hormigón	Hormigón	EIFS-3cmsXPS	774,20	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,80	618,60	618,60	
Vanos	FachadaNorte	PVC y vidrio de 5 mm	PVC y vidrio de 5 mm	PVC y DVH 6/12/6	402,59	7,18	2890,82	2890,82	7,18	2890,82	2890,82	8,05	3239,33	3239,33	
	FachadaNoreste	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	FachadaEste	PVC y vidrio de 5 mm	PVC y DVH Low E 6/12/6	PVC y DVH Low E 6/12/6	132,88	7,18	954,15	954,15	8,68	1152,77	1152,77	8,68	1152,77		
	FachadaSur	PVC y vidrio de 5 mm	PVC y DVH Low E 6/12/6	PVC y DVH Low E 6/12/6	161,44	7,18	1159,24	1159,24	8,68	1400,56	1400,56	8,68	1400,56		
	FachadaOeste	PVC y vidrio de 5 mm	PVC y vidrio de 5 mm	PVC y DVH 6/12/6	84,74	7,18	608,45	608,45	7,18	608,45	608,45	8,05	681,81		
	FachadaNoroste	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Muros no soleados	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	FachadaNorte	Base	C.S. vidrio	C.S. vidrio	402,59	-	-	-	0,79	316,04	316,04	0,79	316,04	316,04	
	FachadaNoreste	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	FachadaEste	Base	Calosia-0°	C.S. vidrio	132,88	-	-	-	4,13	548,57	548,57	0,79	104,31	104,31	
Protecciones solares	FachadaOeste	Base	Alero L=0,49/D=0,13	C.S. vidrio	84,74	-	-	-	2,54	497,15	497,15	0,79	66,52	66,52	
	FachadaNoroste	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Hermeticidad		Hormigón	Hormigón_Optimizado	Hormigón_Optimizado	781,64	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Hermeticidad		-	Sin intervención	Sin intervención	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Instalaciones	Calefacción	Caldera a petróleo	Caldera a petróleo	VRV	774,20	1,48	1145,82	1145,82	1,48	1145,82	1145,82	1,34	1033,76	1033,76	
	Refrigeración	Bomba de calor	VRV	VRV	774,20	2,27	1757,43	1757,43	2,67	2067,53	2067,53	1,34	1033,76	1033,76	
	Iluminación	T8	LED	LED	774,20	0,03	25,73	25,73	0,13	98,87	98,87	0,13	98,87	98,87	
TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES						8541,64			11233,42			10841,92			
DIFERENCIA COSTOS (Mejorado-Base)(Optimizado-Base)									2691,78			2300,28			
MANTENIMIENTO															
Mantenimiento	Cerramientos (Muros)				1279,70	0,10	268,23	1995,27	0,10	402,34	4559,89	0,10	402,34	2854,58	
	Calefacción				774,20	0,12	91,7	1051,39	0,12	91,67	1051,39	0,03	20,68	237,14	
	Refrigeración				774,20	0,07	52,7	604,73	0,05	41,35	474,29	0,03	20,68	237,14	
	Iluminación				774,20	0,01		299,16	0,13		843,13	0,13	843,13	843,13	
TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL						3950,55			6928,70			4172,00			
DIFERENCIA COSTOS (Mejorado-Base)(Optimizado-Base)						3950,55			2978,15			221,45			
Consumo															
Costos Anuales Consumo Energético						UF/m²	UF/año	UF/20años	UF/m²	UF/año	UF/20años	UF/m²	UF/año	UF/20años	
Instalaciones	Calefacción	Petróleo	Petróleo	Electricidad	774,20	0,22	166,90	3423,38	0,15	117,97	2419,75	0,01	9,92	185,91	
	Refrigeración	Electricidad	Electricidad	Electricidad	774,20	0,00	2,29	42,83	0,00	1,19	22,32	0,00	2,48	46,45	
	Iluminación	Electricidad	Electricidad	Electricidad	774,20	0,36	276,97	5190,34	0,02	17,31	324,40	0,02	17,31	324,40	
TOTAL COSTOS ANUALES CONSUMO ENERGÉTICO						446,15			136,47			2766,46		29,71	
DIFERENCIA COSTOS CONSUMO ENERGÉTICO (Base-Mejorado) (Base-Optimizado)									309,68			5890,08		8099,79	
LCCA															
COSTOS DE CICLO DE VIDA (LCCA)						21148,73			20928,59			15570,68			
Diferencia LCCA (Mejorado-Base)(Optimizado-Base)									-210,15			-5578,05			
Variación LCCA (Mejorado-Base)(Optimizado-Base)									-1,0%			-36,4%			
Payback (Años)									9,00			6,00			

En el análisis de costos de ciclo de vida, aparecen todos los costos asociados a la inversión inicial, mantenimiento y consumo energético, así como en el caso de la inversión inicial el tipo de actuación concreta que se está valorando (Tabla 4.5).

Tabla 4.5: Datos sobre la información que arroja el análisis de costos de ciclo de vida de ECSE.

ELEMENTOS		INICIAL	MEJORADO	OPTIMIZADO
INVERSIÓN INICIAL				
Cerramientos	Fachada Norte	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Fachada Noreste	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Fachada Este	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Fachada Sur	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Fachada Oeste	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Fachada Noroeste	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Muros no soleados	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Techumbres	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Pisos - terreno	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
	Pisos ventilados	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor
Cerramiento - terreno	Materialidad	Materialidad / Tipo de ais. y espesor	Tipo de aislamiento y espesor	
Vanos	Fachada Norte	TP y V	Tipo de perfil y vidrio	Tipo de perfil y vidrio
	Fachada Noreste	TP y V	Tipo de perfil y vidrio	Tipo de perfil y vidrio
	Fachada Este	TP y V	Tipo de perfil y vidrio	Tipo de perfil y vidrio
	Fachada Sur	TP y V	Tipo de perfil y vidrio	Tipo de perfil y vidrio
	Fachada Oeste	TP y V	Tipo de perfil y vidrio	Tipo de perfil y vidrio
	Fachada Noroeste	TP y V	Tipo de perfil y vidrio	Tipo de perfil y vidrio
	Muros no soleados	TP y V	Tipo de perfil y vidrio	Tipo de perfil y vidrio
Proteccio nes solares	Fachada Norte	Base	Base/ T.de protec. solar y tamaño	Tipo de protección solar y tamaño
	Fachada Noreste	Base	Base/ T.de protec. solar y tamaño	Tipo de protección solar y tamaño
	Fachada Este	Base	Base/ T.de protec. solar y tamaño	Tipo de protección solar y tamaño
	Fachada Oeste	Base	Base/ T.de protec. solar y tamaño	Tipo de protección solar y tamaño
	Fachada Noroeste	Base	Base/ T.de protec. solar y tamaño	Tipo de protección solar y tamaño
Hermeticidad	Hermeticidad	Materialidad	Materialidad	Materialidad
		-	Tipo de intervención para alcanzar el estándar TDRé	Tipo de intervención para alcanzar el estándar TDRé
Instalaciones	Calefacción	Selec.	Seleccionado	VRV
	Refrigeración	Selec.	Seleccionado	VRV
	Iluminación	T8	T8 / LED	LED
TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES				
DIFERENCIA COSTOS (Mejorado-Base)(Optimizado-Base)				
MANTENIMIENTO				
Cerramientos (Muros)				
Instalaciones	Calefacción			
	Refrigeración			
	Iluminación			
TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				
DIFERENCIA COSTOS (Mejorado-Base)(Optimizado-Base)				
COSTOS ANUALES CONSUMO ENERGÉTICO				
Instalaciones	Calefacción			
	Refrigeración			
	Iluminación			
TOTAL COSTOS ANUALES CONSUMO ENERGÉTICO				
DIFERENCIA COSTOS CONSUMO ENERGÉTICO (Base-Mejorado) (Base-Optimizado)				
COSTOS DE CICLO DE VIDA (LCCA)				
DIFERENCIA CCV (MEJORADO-BASE)(OPTIMIZADO-BASE)				
VARIACIÓN CCV (MEJORADO-BASE)(OPTIMIZADO-BASE)				
PAYBACK (AÑOS)				

5.0. GLOSARIO

AA (Ahorro de Agua): Todas las medidas e intervenciones pasivas y activas destinadas a recuperar, aprovechar, reutilizar y reducir el consumo de agua en los edificios e incrementar el rendimiento y control de los dispositivos e instalaciones de agua.

Bomba de Calor: Máquina térmica capaz de transferir calor desde una fuente de baja temperatura a otra de temperatura mayor suministrándole un trabajo externo.

COP (Coeficiente de Performance): Eficiencia de la bomba de calor, representa la razón entre el calor suministrado al ambiente a calefaccionar y el trabajo suministrado a la máquina.

CO₂e (CO₂ equivalente): Medida universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero.

Calderas de Condensación: Calderas que suministran energía disminuyendo la temperatura de los gases de combustión por debajo del punto de rocío. La condensación del vapor de agua presente en los gases podría aumentar el rendimiento de la caldera por sobre el 100%, referido al poder calorífico inferior.

Demanda energética: La cantidad de energía (en kW·h/m²·año) requerida para calefaccionar o refrigerar un espacio o edificio, para compensar el efecto de las cargas térmicas y mantener una condición de temperatura o confort térmico interior en base a los requerimientos individuales de cada espacio.

Demanda energética de calefacción: Medida de la eficiencia energética ponderada, en base al indicador de energía anual por unidad de superficie requerida para calefacción.

Demanda energética de refrigeración: Medida de la eficiencia energética ponderada en base al indicador de energía anual por unidad de superficie requerida para refrigeración.

DVH (Doble vidrioado hermético): Solución de acristalamiento para ventanas compuesto por una cámara de aire estanca encerrada entre dos cristales.

Edificio pasivo: Edificio que no dispone de un sistema de calefacción y refrigeración, por lo que el control térmico lo realizan los ocupantes a través de la apertura y cierre de ventanas.

Envolvente térmica: El conjunto de elementos y componentes constructivos que limitan térmicamente los espacios interiores de las condiciones del ambiente exterior de un edificio, definiendo el grado y forma de interacción entre ellos. Está constituida principalmente por los elementos de techumbre, muros, pisos y ventanas.

EER (Energy Efficiency Ratio): Eficiencia de las máquinas frigoríficas, representa la razón entre el calor extraído de la fuente fría y el trabajo suministrado a la máquina.

EE (Eficiencia Energética): es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos.

Hermeticidad: La calidad de estanqueidad de un cerramiento o componente al paso del aire, lograda por medio de su sellado o fusión.

OGUC Ordenanza General de Urbanismo y Construcción): Es el reglamento de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y contiene las disposiciones reglamentarias de la ley, regula los procedimientos administrativos, el proceso de la planificación urbana, la urbanización de los terrenos, la construcción y los estándares técnicos de diseño y construcción exigibles en la urbanización y la construcción.

6.0. BIBLIOGRAFÍA

AENOR. (2012). UNE – EN 15978:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo. (p.62)

ARENAS, A., De ROSA C. (2007). Análisis de Ciclo de vida y sustentabilidad de los edificios – Experiencia Argentina. Cricyt Mendoza. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 10, 2006. ISSN 0329-5184.

Arena, P (2005). Análisis del Ciclo de Vida del Edificio y Sustentabilidad Ambiental de los Edificios. Experiencias en Argentina. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. Argentina.

ASTM. (2013). ASTM E917-05 2013: Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems. (p. 42)

Bogenstätter, U. (2000). Prediction and optimization of life-cycle costs in early design. Building Research & Information, 28(5), 376–86.

Bull, J, Gupta, A, Mumovic, D, Kimpian, J. (2014). Life cycle cost and carbon footprint of energy efficient refurbishments to 20th century UK school buildings. International Journal of Sustainable Built Environment (2014) 3, 1–17.

Bustmante, W., Rozas, Y., Cepeda, F. and Martinez, P. (2010). Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (MINVU) y Programa País de Eficiencia Energética (CNE). Santiago de Chile.

CEN/TC 350 Comisión Europea. “Development of Horizontal Standardised Methods for the Assessment of the Integrated Environmental Performance of Buildings”. M/350 EN, Standardisation Mandate to CEN, 29/03/04.

CHARLOT -VALDIU, P. OUTREQUIN. (2010). Un procedimiento y una herramienta de ayuda a la decisión para desarrollar estrategias de rehabilitación energética sostenibles para la Directiva Europea (EPBD) 2010. Informes de la Construcción, Vol 63, No Extra (2011) doi:10.3989/ic.11.064

CIRCE, CONAMA. (2012) Congreso Nacional Medio Ambiente, Zaragoza. Recuperado el: 5 de febrero 2015 de <http://www.conama2012.conama.org/web/generico.php?idpaginas=&lang=es&menu=290&id=1896699924&op=view>

CIRCE, 2010, GUIDELINES FOR LCA CALCULATIONS IN EARLY DESIGN PHASES,

Grant Agreement Nº - EIE/07/090/SI2.467609. Recuperado el: 02 de febrero 2015 de http://circe.cps.unizar.es/enslic/texto/d_3-spanish.pdf

Comisión Nacional de Energía. (2015). Precio Mensual Regional de Combustibles Líquidos. Recuperado el 6 de Febrero de 2015, de <http://www.cne.cl/estadisticas/energia/hidrocarburos>

CUCHI, A. (2010). Cambio Global España 2020/50 Sector edificación La imprescindible reconversión del sector frente al reto de la sostenibilidad. Edición Societat Orgànica. 2010. Recuperado el: 02 de febrero 2015 de

http://www.gbce.es/archivos/ckfinderfiles/Investigacion/libro_GTR_cast_postimprensa.pdf

CUCHI. A., Pagès A. 2009. Sobre una estrategia para dirigir al sector de la edificación hacia la eficiencia en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Ministerio de Vivienda. Madrid, Octubre 2009. Recuperado el: 8 de febrero 2015 de

http://www.gbce.es/archivos/ckfinderfiles/Investigacion/libro_GTR_cast_postimprensa.pdf

DA MOP, CITEC UBB & DECON UC, (2012). Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental, para Licitaciones de Diseño y Obra de la Dirección de Arquitectura, Según Zonas Geográficas del País y Según Tipología de Edificios, (p. 28)

ELLINGHAM. I, FAWCETT. I., (2013). Whole Life Sustainability. RIBA Publishing. ISBN 9781 85946502. (p.145).

European Standards (EN). (2010). EN 15643-1 2010. Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings - Part 1: General framework.

European Standards (EN). (2011). EN 15643-2 Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance.

European Standards (EN). (2012). EN 15643-3 Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 3: Framework for the assessment of social performance.

European Standards (EN). (2012). EN 15643-4 Sustainability of construction works - Assessment of building - Part 4: Framework for the assessment of economic performance.

European Standards (EN).(2011). EN 15978 Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation methods. (p.64)

FLANAGAN, R.(1987). Life Costing and Risk Management. In: Construction Management an Economics, May 1987. pp 1987, (pp 553-571)

Fundación Sol. (2015). Los Verdaderos Sueldos de Chile. Obtenido de <http://www.fundacionsol.cl/estudios/>

Gobierno de Chile. Ministerio de Energía, (2012). Estrategia Nacional de Energía 2012-2030. Recuperado el 23 de enero de 2013, de <http://www.minenergia.cl/estrategia-nacional-de-energia-2012.html>

Hatt, T. (2012). El estándar “Passivhaus” en el centro sur de Chile. Un estudio paramétrico multifactorial. Tesis doctoral. Universidad del Bío-Bío.

ISO. (2006). ISO 14040:2006: Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework. (p. 20)

ISO. (2008). ISO 15686-5:2008: Buildings and constructed assets -- Service-life planning -- Part 5: Life-cycle costing. (p.41)

Metodología de Preparación y Evaluación Proyectos de Edificación Pública. (2013). Ministerio de Desarrollo Social. Consultado en línea Recuperado el: 6 de febrero 2015 de <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/fotos/Edificacion%20Publica%202013.pdf>

Ministerio de Desarrollo Social. (2014). Precios Sociales Vigentes. Obtenido de http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/doc/Validacion_Precios_Sociales_2014/Minutas_Validacion_Precios_Sociales_SNI_2014.pdf

Ministerio Desarrollo Social, Ministerio de Hacienda. (2014). Normas, instrucciones y procedimientos para el proceso de inversión pública (NIP). Santiago. (p.47).

Rivela, B., Moreira, M, Muñoz, I., Riera de vall J., Feijoo G. (2012). Life cycle assessment of wood wastes: A case study of ephemeral architecture. Science of the Total Environment; 357 (1–3):1–11.

Roche P (2010). Calculating greenhouse gas emissions for buildings: analysis of the performance of several carbon couting tools in different climates. Informes de la construcción. Vol. 62, 517, 61-80.

Sartori, I, Hestnes, AG. (2007). Energy use in the life cycle of conventional and low energy buildings: a review article. Energy and Buildings; 39:249-57

Schneiderova, R. (2014). Life Cycle Cost Optimization withing desing making on alternative design of public buildings. Procedia Engineering. (454-463).

Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2015). SISS. Obtenido de <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3514.html>

UNE-EN 15459. (2008). Eficiencia energética de los edificios, Procedimiento de evaluación económica de los sistemas. Madrid: AENOR.

Wadel G., Avellaneda J., Cuchí A. (2010). Sustainability in industrialized architecture: closing the materials cycle. Informes de la Construcción. 62(517): 37-51, January 2010.

Zabalza, I. (2010). Ecodiseño en la edificación .Prensas de la Universidad de Zaragoza. ISBN 10: 8415274165

Zabalza, I. (2012). Proyecto EnerBuiLCA: Desarrollo de una base de datos y una herramienta de análisis de ciclo de vida de edificios adaptada a la región sudoeste de Europa.2010.Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Recuperado el: 03 de febrero 2015.
www.conama2012.conama.org/conama10/download/files/conama11/CT%202010/1896699924.pdf

8.0. ANEXOS

- **Anexo 8.1:** Descripción y límites de zonas según la NCh1079.
- **Anexo 8.2:** Estándares TDRe por zona climática asociados al diseño pasivo del edificio que definen la condición de edificio optimizado para propósitos de eficiencia energética.
- **Anexo 8.3:** Procedimientos y criterios de cálculo para estimar costos en metodología simplificada 1 y 2
- **Anexo 8.4** Cuadros de información metodología simplificada 1 sobre indicadores estandarizados de impactos económico y ambientales que resultan de inversiones en EE y AA.
- **Anexo 8.5** Bases de datos usadas en la programación de la herramienta informática para metodología simplificada 2

Anexo 8.1: Descripción y límites de zonas según la NCh1079.

Zona	Características Generales
1 NL	Norte Litoral: Zona desértica con clima dominante marítimo. Se extiende desde el límite con el Perú hasta el río Aconcagua, ocupando la faja costera al lado occidental de la Cordillera de la Costa, hasta donde se deja sentir directamente la influencia del mar. En los valles que rematan los ríos y quebradas se producen penetraciones de esta zona hacia el interior. Ancho variable llegando hasta 50 km aproximadamente.
2 ND	Norte Desértica: Zona desértica, sin lluvias, calurosa, atmósfera limpia con fuerte radiación solar. Noches frías, ambiente seco. Ocupa la planicie comprendida entre las cordilleras de la Costa y de Los Andes, desde el límite con el Perú hasta la altura de Potrerillos, Pueblos Hundido y Chañaral excluidos. Como límite oriental se considera la línea de nivel 3000 m aproximadamente.
3 NVT	Norte Valles Transversales: Zona de transición, veranos largos y calurosos. Microclimas en los valles, lluvias escasas aumentando hacia el sur, fuerte radiación solar. Ocupa la región de los cordones y valles transversales al oriente de la zona NL excluida la Cordillera de los Andes por sobre 400 m y desde Pueblo Hundido hasta el valle del río Aconcagua, excluido.
4 CL	Central Litoral: Zona de clima marítimo, inviernos cortos y lluvias importantes. Cordón costero a continuación de la zona NL, desde el Aconcagua hasta el valle del Bío-Bío excluido. Penetra ampliamente en los anchos valles que abren las desembocaduras de los ríos.
5 CI	Central Interior: Zona con clima templado, temperaturas agradables, inviernos de 4 a 6 meses con lluvia y vegetación normal, heladas en aumento. Valle central comprendido entre la zona NL y la pre cordillera de los Andes por bajo los 1000 m. Por el norte comienza con el valle del Aconcagua y por el sur llega hasta el valle del Bío-Bío excluido.
6 SL	Sur Litoral: Zona de clima marítimo y lluvioso. Vientos fuertes de componente W. Suelo y ambiente salino y húmedo. Vegetación robusta. Continuación de zona CL desde el Bío-Bío hasta Chiloé y Puerto Montt. Variable en anchura, penetrando por los valles de los numerosos ríos que la cruzan.
7 SI	Sur Interior: Zona lluviosa y fría, con heladas frecuentes. Veranos cortos de 4 a 5 meses. Lagos y ríos numerosos. Vegetación robusta. Continuación de zona CI desde el Bío-Bío incluido, hasta la Ensenada de Reloncaví. Hacia el este, hasta la Cordillera de los Andes por debajo de los 600m aproximadamente.
8 SE	Sur Extremo: Zona fría y muy lluviosa, disminuyendo de W a E. Clima especialmente marítimo, fuertes vientos, nubosidad casi permanente, veranos muy cortos. Suelo y ambiente muy húmedo. La constituye la región de los canales y archipiélagos desde Chiloé hasta Tierra del Fuego. Contiene una parte continental hacia el este. Se presentan variaciones climáticas considerables dentro de esta zona.
9 AN	Andina: Zona de atmósfera seca, grandes oscilaciones de temperatura entre día y noche. Tormentas de verano en el altiplano (norte). Ventiscas y nieve en invierno. Gran contenido de ultravioleta en la radiación solar. Comprende la faja cordillerana y precordillerana superior a los 3000 m de altitud en el Norte (Zona Altiplánica) que bajando paulatinamente hacia el Sur se pierde al Sur de Puerto Montt. > 900m de altitud. Dentro de esta zona se presentan variaciones climáticas considerables.



Anexo 8.2: Estándares TDR por zona climática asociados al diseño pasivo del edificio que definen la condición de edificio optimizado para propósitos de eficiencia energética.

Zona Climática 1NL: NORTE LITORAL

Tabla 8.2.1: Valores Límites para Zona Climática 1NL: NORTE LITORAL

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
Parámetros Característicos Medios	Valor U
Transmitancia límite de cubierta	0,80
Transmitancia límite de muro de fachada	2,00
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	2,00
Transmitancia límite de pisos ventilados	3,00
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	2,00
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	5,00

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	5,80	5,80	5,80	5,80
11 a 20	5,80	5,80	5,80	5,80
21 a 30	5,80	5,80	5,80	5,80
31 a 40	5,80	5,80	5,80	5,80
41 a 50	5,80	5,80	5,80	5,80
51 a 60	5,80	5,80	5,80	5,80
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	-	-	-
31 a 40	0,54	-	0,56	0,54	-	0,56
41 a 50	0,45	0,60	0,49	0,45	0,60	0,49
51 a 60	0,40	0,54	0,43	0,40	0,54	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,10						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
Cambios de aire (1/h) a 50 Pa	CON Sistema Mecánico de Ventilación	SIN Sistema Mecánico de Ventilación
	6,0	12,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja	4-3-2-1

Zona Climática 2ND: NORTE DESÉRTICA

Tabla 8.2.2: Valores Límites para Zona Climática 2ND: NORTE DESÉRTICA

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,40
Transmitancia límite de muro de fachada	0,50
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,50
Transmitancia límite de pisos ventilados	0,70
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,50
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	1,70

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	0,54	-	-	0,54	-	-
31 a 40	0,50	-	0,56	0,50	-	0,56
41 a 50	0,45	0,55	0,49	0,45	0,55	0,49
51 a 60	0,40	0,50	0,43	0,40	0,50	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,30						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	6,0	12,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4-3-2

Zona Climática 8.2.3NVT: NORTE VALLES TRANSVERSALES

Tabla 3: Valores Límites para Zona Climática 3NVT: NORTE VALLES TRANSVERSALES

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,60
Transmitancia límite de muro de fachada	0,80
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,80
Transmitancia límite de pisos ventilados	1,20
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,80
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	2,30

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	0,54	-	-	0,54	-	-
31 a 40	0,50	-	0,56	0,50	-	0,56
41 a 50	0,45	0,60	0,49	0,45	0,60	0,49
51 a 60	0,50	0,54	0,43	0,50	0,54	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,38						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	3,5	7,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4-3-2

Zona Climática 4CL: CENTRAL LITORAL

Tabla 8.2.4: Valores Límites para Zona Climática 4CL: CENTRAL LITORAL

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,60
Transmitancia límite de muro de fachada	0,80
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,80
Transmitancia límite de pisos ventilados	1,20
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,80
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	2,30

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	0,54	-	0,57	0,54	-	0,57
31 a 40	0,42	0,58	0,45	0,42	0,58	0,45
41 a 50	0,35	0,49	0,43	0,35	0,49	0,43
51 a 60	0,30	0,43	0,40	0,30	0,43	0,40
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,38						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	3,5	7,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4-3-2

Zona Climática 5CI: CENTRAL INTERIOR

Tabla 8.2.5: Valores Límites para Zona Climática 5CI: CENTRAL INTERIOR

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,40
Transmitancia límite de muro de fachada	0,60
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,60
Transmitancia límite de pisos ventilados	0,80
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,60
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	1,72

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	0,50	-	-
31 a 40	-	-	-	0,50	0,60	0,56
41 a 50	-	-	-	0,45	0,55	0,49
51 a 60	-	-	-	0,40	0,50	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,29						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	3,0	6,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4-3

Zona Climática 6SL: SUR LITORAL

Tabla 8.2.6: Valores Límites para Zona Climática 6SL: SUR LITORAL

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,40
Transmitancia límite de muro de fachada	0,60
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,60
Transmitancia límite de pisos ventilados	0,80
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,60
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	1,72

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	0,54	-	0,57
31 a 40	-	-	-	0,42	0,58	0,45
41 a 50	-	-	-	0,35	0,49	0,37
51 a 60	-	-	-	0,30	0,43	0,32
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,29						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	3,0	6,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4-3

Zona Climática 7SI: SUR INTERIOR

Tabla 8.2.7: Valores Límites para Zona Climática 7SI: SUR INTERIOR

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,30
Transmitancia límite de muro de fachada	0,50
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,50
Transmitancia límite de pisos ventilados	0,70
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,50
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	1,43

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	-	-	-
31 a 40	-	-	-	0,54	0,60	0,56
41 a 50	-	-	-	0,45	0,56	0,49
51 a 60	-	-	-	0,40	0,54	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,36						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	2,5	5,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4 - 3

Zona Climática 8SE: SUR EXTREMO

Tabla 8.2.8 Valores Límites para Zona Climática 8SE: SUR EXTREMO

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,25
Transmitancia límite de muro de fachada	0,40
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,40
Transmitancia límite de pisos ventilados	0,50
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,40
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	1,15

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	-	-	-
31 a 40	-	-	-	0,54	-	0,56
41 a 50	-	-	-	0,45	0,60	0,49
51 a 60	-	-	-	0,40	0,54	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,20						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	2,5	4,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4

Zona Climática 9AN: ANDINA

Tabla 8.2.9: Valores Límites para Zona Climática 9AN: ANDINA

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE	
<i>Parámetros Característicos Medios</i>	<i>Valor U</i>
Transmitancia límite de cubierta	0,25
Transmitancia límite de muro de fachada	0,30
Transmitancia límite de pisos en contacto con el terreno	0,35
Transmitancia límite de pisos ventilados	0,40
Transmitancia límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,30
Transmitancia ponderada límite paramentos verticales	0,87

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS (POR ORIENTACIÓN)				
% Vanos	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética			

FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	-	-	-
31 a 40	-	-	-	0,54	0,54	0,56
41 a 50	-	-	-	0,45	0,49	0,49
51 a 60	-	-	-	0,40	0,43	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,10						

PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE		
<i>Cambios de aire (1/h) a 50 Pa</i>	<i>CON Sistema mecánico de ventilación</i>	<i>SIN Sistema mecánico de ventilación</i>
	2,0	3,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
<i>Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja</i>	4

▪ Anexo 8.3: Procedimientos y criterios de cálculo para estimar costos en metodología simplificada 1 y 2

La estimación de costos y cálculo de indicadores estandarizado de las distintas intervenciones definidas para el desarrollo de la metodología y su aplicación a casos se realiza considerando los siguientes criterios generales de cálculo, fuentes y procedimientos que se explican resumidamente como sigue:

Como fuentes de información general se utilizaron datos de presupuestos asociados a diferentes proyectos de edificación pública construidos durante los últimos 8 años, información facilitada por la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas. Dicha información fue preliminarmente revisada y posteriormente actualizada en UF.

Se realizaron también cotizaciones a proveedores de materiales y elementos constructivos en los casos de información más específica.

Inversión inicial:

La estimación de los costos se basa en el uso del formato de análisis de precios unitarios. Para ello, se desglosan y separan costos de materiales, equipos y mano de obra requerida para cada partida estudiada. Se considera este formato para las partidas asociadas al mejoramiento de la envolvente térmica, protecciones solares e instalaciones de aguas sanitarias.

Como supuestos del análisis se consideró lo siguiente:

1. Separar el precio de la mano de obra según zona geográfica: Para ello se hizo uso de información contenida en la NESI (nueva encuesta suplementaria de ingresos) generada por el Instituto Nacional de Estadísticas y de la cual se han generado algunos estudios más a fondo (Fundación Sol, 2015). Mediante esta información se estableció el % de variación en los sueldos promedio por zona geográfica, considerando Concepción como ciudad base para la comparación, puesto que de ella se obtuvieron costos asociados a mano de obra en la primera etapa (informe 1). Se consideró además para el cálculo de leyes sociales un % de 30%.
2. Porcentajes de utilidad y gastos generales: Se utilizó como supuesto para el análisis un 32,11% entre utilidad y gastos generales, ello en base al estudio de información de costos de diferentes proyectos revisados.
3. Visualización de la información: Se entrega la información desglosada en UF, se consideró para ello el valor referencial al 27/01/2015.

La estimación de los costos de inversión asociados a las instalaciones de climatización e iluminación consideró información referente a varios proyectos ejecutados que contasen con instalaciones de similares características a las contempladas en los supuestos del análisis, no obstante dicha información fue primeramente actualizada y convertida a UF.

Precio kWh Diésel

Se considera poder calorífico inferior del Diésel equivalente a 10221 kcal/kg y densidad de 0,837 kg/lit. Precios por litro de acuerdo a información extraída de fuentes de la Comisión Nacional de Energía, últimos 5 años (CNE, 2015), para más detalles consultar tabla 8.3.1

Precio kWh Electricidad

Se considera precio kWh según plan tarifario AT 4.3 (precio energía base). Valores Netos de acuerdo a distribuidor eléctrico existente por zona geográfica, para más detalles consultar tabla 8.3.1

Precio kWh gas natural

Se considera plan mensual de 116 m³, poder calorífico de 8400 kcal/m³ y precios según registro de CNE (2015), para más detalles consultar tabla 8.3.1

Precio kWh combustión a pellet

Se consideró poder calorífico de 4350 kcal/kg y un precio de \$190 por kg, de acuerdo a revisión de proveedores entre Temuco y Valparaíso, para más detalles consultar tabla 8.3.1.

Tabla 8.3.1: Costo del KWh de energía por zona climática (UF).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Electricidad	0,0029	0,0024	0,0024	0,0025	0,0022	0,0025	0,0023	0,0020	0,0023
Petróleo	0,0021	0,0021	0,0021	0,0020	0,0020	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
Gas natural	0,0017	0,0026	0,0026	0,0025	0,0020	0,0032	0,0042	0,0003	0,0042
Pellets	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015

Nota: a falta de registros respecto a Gas natural para zonas 2 y 3, se considera en ellas el promedio nacional

Mantenimiento equipos de climatización

Los costos de mantenimiento para los equipos de climatización fueron establecidos de acuerdo a recomendaciones en norma UNE-EN 15459 (2008), la cual entrega valores porcentuales anuales en relación a la inversión inicial según tipo de sistema, el detalle se muestra a continuación:

Tabla 8.3.2 % de mantenimiento anual

Sistema	% Inversión Inicial anual
Calderas	8,00%
Bomba de calor	3,00%
VRV	3,00%

Escalamiento

Diésel: Se consideran variaciones en precios últimos 5 años, datos extraídos desde fuentes de la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2015), valores reales (descontando inflación).

Electricidad: Para la electricidad fue necesario evaluar un periodo más extenso para notar diferencias por lo cual tasa considera variaciones de los últimos 10 años, se utilizaron como referencia registro de precios CHILECTRA puesto que es el único distribuidor que mantiene un registro completo y actualizado, valores reales (descontando inflación).

Gas natural: se consideran precios últimos 7 años datos extraídos desde fuentes de la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2015), valores reales (descontando inflación).

Pellet: Se consideran precios últimos 5 años según revisión de precios online.

Tabla 8.3.3: Tasa de escalamiento del precio de la energía por zona climática (%).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Electricidad	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%
Petróleo	6,18%	6,16%	6,16%	6,25%	6,14%	5,93%	5,90%	6,29%	5,90%
Gas natural	2,50%	4,24%	4,24%	5,99%	0,04%	4,89%	9,63%	1,27%	9,63%
Pellets	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%

Precio m³ Aguas Sanitarias

Se considera precio por m³ de acuerdo a proveedor existente en zona del país en que se encuentra la ciudad de referencia, fuente Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2015), para más detalles consultar tabla 8.3.4.

Tabla 8.3.4: Costo m³ de Agua Sanitaria por zona climática (UF).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Agua Sanitaria	0,0699	0,0799	0,0647	0,0472	0,0314	0,0367	0,0454	0,0537	0,0454

Aguas Sanitarias: Se considera el promedio nacional de los últimos 10 años, fuente Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2015), para más detalles consultar tabla 8.3.5.

Tabla 8.3.5: Tasa de escalamiento del precio m³ aguas sanitarias por zona climática (%).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Agua Sanitaria	1,64%	1,64%	1,64%	1,64%	1,64%	1,64%	1,64%	1,64%	1,64%

INFORME FINAL

- 8.4 Cuadros de información metodología simplificada 1 sobre indicadores estandarizados de impactos económico y ambientales que resultan de inversiones en EE y AA.

ZONA 1								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Solo Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	-0,068 -6,7%	-1,965 INVIABLE	-0,065 -8,9%	-1,385 INVIABLE	-0,067 -7,5%	-1,795 INVIABLE	-0,056 -6,5%	-0,125 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,708 -66,0%	-13,552 INVIABLE	-0,826 -104,9%	-12,745 INVIABLE	-0,691 -73,3%	-11,023 INVIABLE	-0,789 -85,9%	-7,233 INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	0,026 0,8%	29,664 18,0	-	-	0,146 4,5%	28,286 5,0	-	-
Protecciones solares (celosías)	-0,948 -95,0%	29,664 INVIABLE	-	-	-0,096 -11,0%	28,286 INVIABLE	-	-
Aleros	0,057 5,7%	20,511 14,0	-	-	0,131 15,0%	19,559 6,0	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,136 -3,2%	42,576 INVIABLE	-0,221 -5,7%	29,767 INVIABLE	-0,172 -4,3%	37,069 INVIABLE	-0,184 -4,6%	35,393 INVIABLE
Luminarias	0,714 28,8%	125,584 3,0	0,528 24,3%	97,910 3,0	0,699 29,8%	123,464 3,0	0,624 27,0%	112,192 3,0
Aguas Sanitarias	0,514 44,9%	- 3,0	0,514 44,9%	- 3,0	0,514 44,9%	- 3,0	0,514 44,9%	- 3,0
TODAS	0,086 1,0%	29,517 19,0	-0,111 -1,4%	26,669 INVIABLE	0,091 1,0%	30,039 19,0	0,068 0,9%	29,377 19,0

INFORME FINAL

ZONA 2								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Solo Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-0,009	-0,626	-0,007	-0,314	-0,008	-0,498	-0,007	-0,259
	-0,6%	INVIABLE	-0,7%	INVIABLE	-0,7%	INVIABLE	-0,7%	INVIABLE
Pisos ventilados	-0,143	-8,833	-0,128	-6,104	-0,139	-8,100	-0,126	-5,681
	-11,1%	INVIABLE	-13,1%	INVIABLE	-12,4%	INVIABLE	-13,9%	INVIABLE
Techumbre	-0,100	-2,516	-0,097	-1,968	-0,100	-2,359	-0,096	-1,694
	-7,6%	INVIABLE	-9,7%	INVIABLE	-8,6%	INVIABLE	-10,3%	INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,831	-31,855	-0,955	-30,884	-0,787	-24,091	-0,917	-24,002
	-61,4%	INVIABLE	-90,4%	INVIABLE	-66,1%	INVIABLE	-93,2%	INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-0,412	-23,969	-0,264	-12,485	-0,405	-22,693	-0,326	-10,254
	-11,3%	INVIABLE	-10,1%	INVIABLE	-11,6%	INVIABLE	-12,8%	INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,030	30,591	0,020	8,775	0,018	15,952	0,010	7,103
	-0,8%	INVIABLE	0,8%	12,0	0,5%	16,0	0,4%	15,0
Protecciones solares (celosías)	-1,145	30,591	-0,142	8,775	-0,374	15,952	-0,151	7,103
	-88,9%	INVIABLE	-14,5%	INVIABLE	-33,2%	INVIABLE	-16,7%	INVIABLE
Aleros	-0,033	21,153	0,019	6,068	-0,022	11,030	0,002	4,912
	-2,6%	INVIABLE	2,0%	12,0	-2,0%	INVIABLE	0,2%	19,0
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,053	66,110	-0,141	50,236	-0,099	57,742	-0,162	46,495
	-1,2%	INVIABLE	-3,4%	INVIABLE	-2,3%	INVIABLE	-4,0%	INVIABLE
Luminarias	0,593	129,496	0,578	126,712	0,579	126,976	0,567	124,830
	23,5%	3,0	26,0%	3,0	24,5%	3,0	26,4%	3,0
Aguas Sanitarias	0,602	-	0,602	-	0,602	-	0,602	-
	46,4%	2,0	46,4%	2,0	46,4%	2,0	46,4%	2,0
TODAS	-0,663	71,951	-0,754	61,425	-0,660	67,201	-0,810	54,383
	-7,5%	INVIABLE	-9,6%	INVIABLE	-7,6%	INVIABLE	-10,4%	INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 3								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Solo Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-0,126 -14,7%	-6,322 INVIABLE	-0,116 -19,2%	-4,427 INVIABLE	-0,124 -17,1%	-5,903 INVIABLE	-0,104 -14,9%	-2,260 INVIABLE
Techumbre	-0,076 -8,6%	-2,326 INVIABLE	-0,073 -11,5%	-1,725 INVIABLE	-0,076 -10,0%	-2,239 INVIABLE	-0,065 -9,0%	-0,353 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,768 -83,3%	-27,399 INVIABLE	-0,895 -131,6%	-28,197 INVIABLE	-0,739 -93,4%	-22,117 INVIABLE	-0,784 -101,6%	-8,175 INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-0,446 -13,9%	-30,082 INVIABLE	-0,259 -11,5%	-11,605 INVIABLE	-0,408 -13,2%	-23,203 INVIABLE	-0,510 -21,8%	-43,205 INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,046 -1,4%	27,793 INVIABLE	0,005 0,2%	6,191 17,0	0,087 2,8%	28,379 9,0	0,052 2,2%	14,588 7,0
Protecciones solares (celosías)	-1,161 -135,5%	27,793 INVIABLE	-0,156 -26,0%	6,191 INVIABLE	-0,305 -42,0%	28,379 INVIABLE	-0,110 -15,9%	14,588 INVIABLE
Aleros	-0,037 -4,4%	19,218 INVIABLE	0,005 0,8%	4,281 17,0	0,047 6,5%	19,623 14,0	0,051 7,4%	14,588 7,0
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,176 -4,4%	43,988 INVIABLE	-0,249 -6,6%	30,886 INVIABLE	-0,214 -5,5%	37,226 INVIABLE	-0,223 -5,8%	35,545 INVIABLE
Luminarias	0,558 26,6%	123,131 3,0	0,451 24,5%	103,917 4,0	0,462 23,5%	105,989 4,0	0,483 25,0%	109,765 3,0
Aguas Sanitarias	0,471 44,2%	- 3,0	0,471 44,2%	- 3,0	0,471 44,2%	- 3,0	0,471 44,2%	- 3,0
TODAS	-0,607 -7,3%	49,215 INVIABLE	-0,750 -10,2%	39,626 INVIABLE	-0,731 -8,9%	48,657 INVIABLE	-0,682 -9,1%	36,919 INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 4								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-0,088 -18,3%	-0,365 INVIABLE	-0,080 -18,6%	1,014 INVIABLE	-0,086 -18,6%	0,107 INVIABLE	-0,078 -17,8%	1,398 INVIABLE
Techumbre	-0,059 -11,6%	0,331 INVIABLE	-0,056 -12,2%	0,910 INVIABLE	-0,057 -11,8%	0,637 INVIABLE	-0,055 -11,8%	1,063 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,552 -102,1%	5,094 INVIABLE	-0,625 -125,2%	12,473 INVIABLE	-0,540 -104,4%	7,137 INVIABLE	-0,615 -121,6%	14,107 INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-0,297 -10,6%	-3,193 INVIABLE	-0,158 -7,7%	6,268 INVIABLE	-0,267 -9,6%	2,038 INVIABLE	-0,221 -10,8%	8,211 INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,189 -6,8%	1,745 INVIABLE	-0,021 -1,0%	1,462 INVIABLE	-0,064 -2,3%	0,958 INVIABLE	-0,019 -0,9%	1,767 INVIABLE
Protecciones solares (celosías)	-1,045 -215,9%	1,745 INVIABLE	-0,145 -33,5%	1,462 INVIABLE	-0,365 -79,3%	0,958 INVIABLE	-0,143 -32,6%	1,767 INVIABLE
Aleros	-0,232 -48,0%	1,745 INVIABLE	-0,021 -4,8%	1,462 INVIABLE	-0,124 -26,8%	0,958 INVIABLE	-0,019 -4,3%	1,767 INVIABLE
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,282 -7,7%	23,765 INVIABLE	-0,297 -8,2%	21,187 INVIABLE	-0,289 -7,9%	22,625 INVIABLE	-0,296 -8,2%	21,521 INVIABLE
Luminarias	0,445 25,0%	98,328 4,0	0,382 22,2%	87,661 4,0	0,410 23,4%	92,404 4,0	0,448 25,9%	98,875 4,0
Aguas Sanitarias	0,319 40,1%	- 4,0	0,319 40,1%	- 4,0	0,319 40,1%	- 4,0	0,319 40,1%	- 4,0
TODAS	-0,644 -8,1%	18,417 INVIABLE	-0,555 -7,7%	17,710 INVIABLE	-0,525 -6,6%	18,435 INVIABLE	-0,593 -8,2%	15,198 INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 5								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-0,002	0,322	-0,002	0,362	-0,002	0,339	-0,002	0,370
	-0,2%	INVIABLE	-0,2%	INVIABLE	-0,2%	INVIABLE	-0,2%	INVIABLE
Pisos ventilados	-0,098	-0,342	-0,092	0,818	-0,097	0,008	-0,091	1,069
	-10,4%	INVIABLE	-11,0%	INVIABLE	-10,4%	INVIABLE	-10,8%	INVIABLE
Techumbre	-0,080	1,382	-0,080	1,474	-0,077	2,031	-0,078	1,782
	-8,2%	INVIABLE	-9,2%	INVIABLE	-8,0%	INVIABLE	-9,0%	INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,608	9,404	-0,701	16,679	-0,606	9,748	-0,699	17,072
	-59,8%	INVIABLE	-76,1%	INVIABLE	-60,5%	INVIABLE	-75,7%	INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-0,236	8,316	-0,136	11,372	-0,326	10,949	-0,205	12,314
	-7,1%	INVIABLE	-5,4%	INVIABLE	-9,9%	INVIABLE	-8,2%	INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,173	5,318	-0,125	-0,670	-0,083	-2,437	-0,030	-0,119
	-5,2%	INVIABLE	-5,0%	INVIABLE	-2,5%	INVIABLE	-1,2%	INVIABLE
Protecciones solares (celosías)	-1,049	5,318	-0,658	-0,670	-0,391	-2,437	-0,157	-0,119
	-110,9%	INVIABLE	-78,6%	INVIABLE	-42,0%	INVIABLE	-18,7%	INVIABLE
Aleros	-0,186	5,318	-0,079	-0,670	-0,132	-2,437	-0,035	-0,119
	-19,6%	INVIABLE	-9,4%	INVIABLE	-14,2%	INVIABLE	-4,2%	INVIABLE
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,150	52,123	-0,181	46,117	-0,154	51,338	-0,181	46,260
	-3,6%	INVIABLE	-4,5%	INVIABLE	-3,8%	INVIABLE	-4,5%	INVIABLE
Luminarias	0,396	101,011	0,377	97,209	0,388	99,392	0,371	96,109
	18,8%	4,0	18,9%	4,0	18,5%	4,0	18,6%	4,0
Aguas Sanitarias	0,180	-	0,180	-	0,180	-	0,180	-
	32,3%	6,0	32,3%	6,0	32,3%	6,0	32,3%	6,0
TODAS	-0,619	42,189	-0,579	36,230	-0,568	43,914	-0,643	35,132
	-7,3%	INVIABLE	-7,5%	INVIABLE	-6,7%	INVIABLE	-8,4%	INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 6								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-0,005	-0,246	0,009	1,655	-0,001	0,367	0,009	1,673
	-0,5%	INVIABLE	0,4%	6,0	-0,1%	INVIABLE	0,4%	6,0
Pisos ventilados	-0,082	0,829	0,003	11,738	-0,074	2,149	0,006	12,148
	-9,1%	INVIABLE	0,1%	20,0	-8,4%	INVIABLE	0,3%	19,0
Techumbre	-0,069	2,420	0,020	13,456	-0,090	-1,177	0,028	14,463
	-7,5%	INVIABLE	0,9%	17,0	-9,9%	INVIABLE	1,2%	15,0
Muros (Sistema EIFS)	-0,479	18,097	0,086	102,963	-0,447	23,706	0,070	100,857
	-50,5%	INVIABLE	3,9%	18,0	-48,1%	INVIABLE	3,0%	19,0
Infiltraciones	-0,029	8,031	0,036	8,594	-0,027	8,186	0,036	8,682
	-3,2%	INVIABLE	1,7%	6,0	-3,1%	INVIABLE	1,6%	6,0
Transmitancia vidrios	-0,204	12,927	0,204	52,158	-0,285	16,841	0,136	52,987
	-6,4%	INVIABLE	5,5%	10,0	-9,0%	INVIABLE	3,5%	14,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,203	-0,644	-0,236	-14,918	-0,040	5,046	0,021	6,559
	-6,4%	INVIABLE	-6,3%	INVIABLE	-1,3%	INVIABLE	0,5%	12,0
Protecciones solares (celosías)	-1,049	-0,644	-0,750	-14,918	-0,338	5,046	-0,102	6,559
	-116,7%	INVIABLE	-35,0%	INVIABLE	-38,5%	INVIABLE	-4,5%	INVIABLE
Aleros	-0,231	-0,644	-0,190	-21,575	-0,098	5,046	0,022	9,486
	-25,7%	INVIABLE	-8,9%	INVIABLE	-11,1%	INVIABLE	0,9%	12,0
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,164	44,204	0,867	220,083	-0,170	43,176	0,965	233,172
	-4,0%	INVIABLE	17,4%	12,0	-4,2%	INVIABLE	18,9%	11,0
Luminarias	0,405	91,736	0,059	47,246	0,389	88,972	0,043	45,154
	18,5%	4,0	1,7%	8,0	17,9%	4,0	1,2%	9,0
Aguas Sanitarias	0,229	-	0,229	-	0,229	-	0,229	-
	36,1%	5,0	36,1%	5,0	36,1%	5,0	36,1%	5,0
TODAS	-0,424	26,822	0,616	11,353	-0,411	26,440	0,616	10,323
	-5,0%	INVIABLE	7,1%	16,0	-4,9%	INVIABLE	7,0%	16,0

INFORME FINAL

ZONA 7								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,007 0,3%	1,584 8,0	0,016 0,6%	2,730 5,0	0,019 0,7%	3,110 5,0	0,019 0,6%	3,104 5,0
Pisos ventilados	0,014 0,5%	12,729 18,0	0,020 0,7%	13,611 17,0	0,609 22,1%	90,241 3,0	0,023 0,8%	13,976 16,0
Techumbre	-0,037 -1,4%	8,783 INVIABLE	-0,030 -1,1%	9,706 INVIABLE	-0,031 -1,1%	9,526 INVIABLE	-0,026 -0,9%	10,255 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	0,175 6,7%	98,212 16,0	0,352 12,3%	136,224 14,0	0,165 5,9%	96,809 16,0	0,338 11,2%	134,365 14,0
Infiltraciones	-0,002 -0,1%	5,284 INVIABLE	0,013 0,5%	5,617 12,0	-0,002 -0,1%	5,391 INVIABLE	0,014 0,5%	5,677 12,0
Transmitancia vidrios	0,376 7,8%	85,174 9,0	0,226 5,2%	54,817 10,0	0,287 5,7%	87,159 12,0	0,191 4,2%	59,879 12,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,400 -8,3%	-29,568 INVIABLE	-0,284 -6,5%	-24,928 INVIABLE	0,099 2,0%	18,461 7,0	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	-1,123 -43,6%	-29,568 INVIABLE	-0,672 -23,9%	-24,928 INVIABLE	-0,081 -2,9%	18,461 INVIABLE	- -	- -
Aleros	-0,359 -13,9%	-42,762 INVIABLE	-0,230 -8,2%	-36,051 INVIABLE	0,087 3,2%	26,699 8,0	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	1,252 23,2%	263,412 10,0	1,435 25,4%	287,248 9,0	1,399 25,0%	282,488 9,0	1,551 26,8%	302,319 9,0
Luminarias	-0,032 -0,8%	41,543 INVIABLE	-0,079 -2,0%	35,384 INVIABLE	-0,055 -1,4%	38,482 INVIABLE	-0,096 -2,3%	33,189 INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,305 39,8%	- 4,0	0,305 39,8%	- 4,0	0,305 39,8%	- 4,0	0,305 39,8%	- 4,0
TODAS	0,895 9,3%	14,728 15,0	1,189 12,9%	15,295 13,0	0,979 10,0%	12,022 14,0	1,270 13,6%	13,776 13,0

INFORME FINAL

ZONA 8								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,018 0,2%	4,732 11,0	0,019 0,2%	4,855 11,0	0,018 0,2%	4,773 11,0	0,019 0,2%	4,865 11,0
Pisos ventilados	0,132 1,8%	30,275 10,0	0,138 1,8%	30,970 9,0	0,139 1,8%	31,154 9,0	0,143 1,8%	31,621 9,0
Techumbre	0,105 1,4%	28,415 11,0	0,115 1,5%	29,702 11,0	0,117 1,5%	29,992 11,0	0,125 1,5%	30,972 10,0
Muros (Sistema EIFS)	0,933 12,6%	211,745 9,0	1,304 16,6%	277,605 8,0	0,842 10,8%	200,165 9,0	1,213 14,8%	265,972 9,0
Infiltraciones	0,188 2,6%	30,839 2,0	0,211 2,7%	31,668 2,0	0,190 2,5%	31,109 2,0	0,211 2,6%	31,732 2,0
Transmitancia vidrios	1,212 12,4%	190,160 4,0	0,929 9,8%	143,362 4,0	1,133 11,1%	193,273 6,0	0,873 8,9%	145,677 5,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,551 -5,6%	-48,190 INVIABLE	-	-	-0,116 -1,1%	-9,251 INVIABLE	-	-
Protecciones solares (celosías)	-1,320 -18,0%	-48,190 INVIABLE	-	-	-0,307 -4,0%	-9,251 INVIABLE	-	-
Aleros	-0,521 -7,1%	-69,694 INVIABLE	-	-	-0,132 -1,7%	-13,379 INVIABLE	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	5,189 51,0%	735,322 4,0	5,548 52,3%	779,626 4,0	5,522 52,2%	776,382 4,0	5,790 53,1%	809,546 4,0
Luminarias	-0,395 -4,7%	3,298 INVIABLE	-0,436 -4,9%	-1,930 INVIABLE	-0,420 -4,8%	0,130 INVIABLE	-0,451 -4,9%	-3,764 INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,373 41,4%	- 3,0	0,373 41,4%	- 3,0	0,373 41,4%	- 3,0	0,373 41,4%	- 3,0
TODAS	5,102 35,2%	45,273 7,0	5,423 38,1%	50,687 7,0	5,471 36,7%	40,978 7,0	5,766 39,7%	43,330 7,0

INFORME FINAL

ZONA 9								
Edificio de Oficinas								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento edificio 38%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento edificio 27%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,002 0,04%	2,021 18,0	0,003 0,1%	2,111 17,0	0,026 0,4%	5,065 7,0	0,003 0,1%	2,111 17,0
Pisos ventilados	0,110 2,1%	26,302 10,0	0,119 2,1%	27,484 9,0	0,118 2,1%	27,427 9,0	0,119 2,1%	27,484 9,0
Techumbre	0,027 0,5%	17,865 17,0	0,037 0,6%	19,086 15,0	0,042 0,7%	19,749 15,0	0,037 0,6%	19,086 15,0
Muros (Sistema EIFS)	0,793 14,9%	187,346 9,0	1,191 20,7%	255,835 8,0	0,726 12,7%	178,501 10,0	1,191 20,7%	255,835 8,0
Infiltraciones	0,040 0,8%	12,138 8,0	0,060 1,1%	12,692 3,0	0,041 0,7%	12,304 8,0	0,060 1,1%	12,691 3,0
Transmitancia vidrios	0,874 11,6%	150,042 5,0	0,744 10,2%	122,204 5,0	0,799 10,1%	153,774 7,0	0,251 3,4%	67,657 11,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,833 -11,1%	-85,892 INVIABLE	-0,591 -8,1%	-64,841 INVIABLE	-0,291 -3,7%	-32,206 INVIABLE	- -	- -
	-1,555 -29,5%	-85,892 INVIABLE	-0,979 -17,2%	-64,841 INVIABLE	-0,470 -8,3%	-32,206 INVIABLE	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	-0,825 -15,6%	-124,220 INVIABLE	-0,552 -9,7%	-93,774 INVIABLE	-0,302 -5,3%	-46,577 INVIABLE	- -	- -
Aleros	-0,825 -15,6%	-124,220 INVIABLE	-0,552 -9,7%	-93,774 INVIABLE	-0,302 -5,3%	-46,577 INVIABLE	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	3,368 41,6%	539,067 6,0	3,697 43,4%	581,958 5,0	3,681 43,3%	579,847 5,0	3,697 43,4%	581,958 5,0
	-0,170 -2,6%	23,494 INVIABLE	-0,218 -3,2%	17,333 INVIABLE	-0,196 -2,9%	20,130 INVIABLE	-0,218 -3,2%	17,333 INVIABLE
Luminarias	-0,170 -2,6%	23,494 INVIABLE	-0,218 -3,2%	17,333 INVIABLE	-0,196 -2,9%	20,130 INVIABLE	-0,218 -3,2%	17,333 INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,305 39,8%	- 4,0	0,305 39,8%	- 4,0	0,305 39,8%	- 4,0	0,305 39,8%	- 4,0
TODAS	3,209 26,0%	32,340 9,0	3,739 30,9%	33,503 8,0	3,583 28,1%	26,223 9,0	3,657 30,3%	33,503 8,0

INFORME FINAL

ZONA 1								
Edificio de Salud								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	-0,058 -4,7%	1,078 INVIABLE	-0,057 -4,9%	1,271 INVIABLE	-0,058 -4,7%	1,064 INVIABLE	-0,057 -4,9%	1,255 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-1,062 -78,2%	6,383 INVIABLE	-1,097 -85,1%	11,253 INVIABLE	-1,065 -77,4%	5,880 INVIABLE	-1,100 -84,6%	10,801 INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-
Protecciones solares (celosías)	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleros	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,012 -0,3%	52,258 INVIABLE	-0,034 -0,9%	48,950 INVIABLE	-0,007 -0,2%	52,997 INVIABLE	-0,031 -0,8%	49,449 INVIABLE
Luminarias	0,721 22,6%	135,031 3,0	0,696 22,3%	131,174 3,0	0,723 22,5%	135,228 3,0	0,697 22,3%	131,381 3,0
Aguas Sanitarias	1,073 39,0%	- 2,0	1,073 39,0%	- 2,0	1,073 39,0%	- 2,0	1,073 39,0%	- 2,0
TODAS	-0,041 -0,5%	45,012 INVIABLE	-0,141 -1,9%	41,131 INVIABLE	-0,039 -0,5%	45,922 INVIABLE	-0,140 -1,9%	41,747 INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 2								
Edificio de Salud								
Instalación base: Solo Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-0,008 -0,5%	-0,557 INVIABLE	-0,009 -0,5%	-0,687 INVIABLE	-0,009 -0,5%	-0,601 INVIABLE	-0,009 -0,5%	-0,719 INVIABLE
Pisos ventilados	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Techumbre	-0,160 -13,4%	-0,107 INVIABLE	-0,161 -11,9%	-0,232 INVIABLE	-0,160 -13,1%	-0,088 INVIABLE	-0,163 -11,8%	-0,582 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-1,237 -93,9%	-12,257 INVIABLE	-1,345 -91,3%	-18,821 INVIABLE	-1,249 -93,3%	-14,375 INVIABLE	-1,357 -90,3%	-20,889 INVIABLE
Infiltraciones	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Transmitancia vidrios	-0,200 -8,0%	-8,277 INVIABLE	-0,181 -8,0%	-13,188 INVIABLE	-0,203 -8,0%	-8,775 INVIABLE	-0,162 -7,1%	-9,701 INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	0,034 1,4%	12,683 11,0	- -	- -	0,065 2,6%	18,228 7,0	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	-0,170 -14,1%	12,683 INVIABLE	- -	- -	-0,139 -11,4%	18,228 INVIABLE	- -	- -
Aleros	-0,003 -0,3%	8,770 INVIABLE	- -	- -	0,005 0,4%	12,604 19,0	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,020 -0,5%	61,586 INVIABLE	0,023 0,6%	69,215 19,0	-0,013 -0,3%	62,706 INVIABLE	0,031 0,8%	70,731 19,0
Luminarias	0,747 26,2%	167,182 3,0	0,755 25,2%	168,611 3,0	0,749 26,1%	167,441 3,0	0,696 23,0%	157,912 3,0
Aguas Sanitarias	1,248 39,9%	- 2,0	1,248 39,9%	- 2,0	1,248 39,9%	- 2,0	1,248 39,9%	- 2,0
TODAS	-0,581 -7,2%	56,088 INVIABLE	-0,531 -6,8%	60,611 INVIABLE	-0,570 -7,1%	56,816 INVIABLE	-0,504 -6,4%	60,732 INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 3								
Edificio de Salud								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	-0,083	1,587	-0,080	1,997	-0,083	1,500	-0,081	1,927
	-8,0%	INVIABLE	-8,4%	INVIABLE	-7,9%	INVIABLE	-8,3%	INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-1,053	8,654	-1,081	15,772	-1,058	7,848	-1,086	14,999
	-91,8%	INVIABLE	-99,9%	INVIABLE	-90,5%	INVIABLE	-99,0%	INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-0,118	6,488	-0,059	8,856	-0,120	6,149	-0,060	8,676
	-5,1%	INVIABLE	-3,1%	INVIABLE	-5,1%	INVIABLE	-3,2%	INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,013	4,184	-	-	0,005	7,288	-	-
	-0,6%	INVIABLE	-	-	0,2%	18,0	-	-
Protecciones solares (celosías)	-0,217	4,184	-	-	-0,200	7,288	-	-
	-21,1%	INVIABLE	-	-	-19,0%	INVIABLE	-	-
Aleros	-0,051	4,184	-	-	-0,221	7,288	-	-
	-4,9%	INVIABLE	-	-	-21,1%	INVIABLE	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,068	52,896	-0,089	49,139	-0,062	53,982	-0,085	49,881
	-1,8%	INVIABLE	-2,4%	INVIABLE	-1,6%	INVIABLE	-2,3%	INVIABLE
Luminarias	0,573	135,820	0,554	132,481	0,578	136,728	0,556	132,791
	21,4%	3,0	21,3%	3,0	21,4%	3,0	21,2%	3,0
Aguas Sanitarias	0,988	-	0,988	-	0,988	-	0,988	-
	38,8%	2,0	38,8%	2,0	38,8%	2,0	38,8%	2,0
TODAS	-0,368	38,696	-0,424	42,022	-0,336	35,756	-0,432	43,362
	-4,9%	INVIABLE	-6,1%	INVIABLE	-4,5%	INVIABLE	-6,2%	INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 4								
Edificio de Salud								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	-0,004	11,213	-0,009	10,595	-0,004	11,253	-0,006	10,993
	-0,2%	INVIABLE	-0,4%	INVIABLE	-0,2%	INVIABLE	-0,3%	INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,420	81,927	-0,524	76,526	-0,443	78,866	-0,519	77,286
	-18,1%	INVIABLE	-24,0%	INVIABLE	-19,2%	INVIABLE	-23,8%	INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	0,277	56,829	0,364	62,226	0,278	57,072	0,064	22,693
	7,9%	8,0	12,3%	5,0	8,0%	8,0	2,2%	13,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,127	-11,948	-	-	-0,221	-24,382	-	-
	-3,6%	INVIABLE	-	-	-6,4%	INVIABLE	-	-
Protecciones solares (celosías)	-0,283	-11,948	-	-	-0,378	-24,382	-	-
	-12,8%	INVIABLE	-	-	-17,1%	INVIABLE	-	-
Aleros	-0,163	-17,279	-	-	-0,279	-35,262	-	-
	-7,4%	INVIABLE	-	-	-12,6%	INVIABLE	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	1,230	229,593	1,122	214,985	1,225	228,965	1,118	214,397
	25,3%	8,0	23,8%	9,0	25,2%	8,0	23,7%	9,0
Luminarias	-0,208	25,744	-0,167	31,241	-0,018	50,818	-0,035	48,564
	-5,3%	INVIABLE	-4,4%	INVIABLE	-0,5%	INVIABLE	-0,9%	INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,691	-	0,691	-	0,691	-	0,691	-
	36,9%	3,0	36,9%	3,0	36,9%	3,0	36,9%	3,0
TODAS	0,963	18,704	0,859	15,644	1,053	11,288	0,806	17,920
	11,3%	14,0	10,7%	14,0	12,3%	14,0	10,0%	15,0

INFORME FINAL

ZONA 5								
Edificio de Salud								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	-0,131 -9,0%	5,796 INVIABLE	-0,132 -8,9%	5,477 INVIABLE	-0,131 -8,9%	5,787 INVIABLE	-0,133 -8,8%	5,465 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,930 -58,7%	47,258 INVIABLE	-1,040 -63,9%	40,019 INVIABLE	-0,930 -58,6%	47,175 INVIABLE	-1,040 -63,7%	39,944 INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-0,016 -0,6%	26,618 INVIABLE	0,033 1,4%	27,198 16,0	-0,062 -2,2%	17,805 INVIABLE	0,033 1,4%	27,201 16,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,031	1,130	-	-	-0,031	1,101	-	-
	-1,1%	INVIABLE	-	-	-1,1%	INVIABLE	-	-
Protecciones solares (celosías)	-0,191	1,130	-	-	-0,191	1,101	-	-
	-13,1%	INVIABLE	-	-	-13,1%	INVIABLE	-	-
Aleros	-0,089	1,130	-	-	-0,118	1,101	-	-
	-6,1%	INVIABLE	-	-	-8,1%	INVIABLE	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	0,054	80,334	0,064	82,239	0,055	80,535	0,066	82,553
	1,3%	17,0	1,5%	17,0	1,3%	17,0	1,6%	17,0
Luminarias	0,391	110,763	0,403	113,033	0,391	110,695	0,403	112,998
	13,0%	4,0	13,3%	3,0	13,0%	4,0	13,3%	3,0
Aguas Sanitarias	0,415	-	0,415	-	0,415	-	0,415	-
	32,7%	4,0	32,7%	4,0	32,7%	4,0	32,7%	4,0
TODAS	-0,359	56,783	-0,369	59,768	-0,368	57,742	-0,361	59,562
	-4,6%	INVIABLE	-5,0%	INVIABLE	-4,7%	INVIABLE	-4,9%	INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 6								
Edificio de Salud								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	0,059	28,042	0,033	24,683	0,036	24,995	0,031	24,365
	1,5%	15,0	0,9%	17,0	0,8%	17,0	0,8%	17,0
Muros (Sistema EIFS)	-0,057	129,409	-0,187	120,811	-0,105	123,028	-0,179	121,781
	-1,4%	INVIABLE	-4,7%	INVIABLE	-2,4%	INVIABLE	-4,5%	INVIABLE
Infiltraciones	0,198	29,007	0,200	28,409	0,201	29,383	0,201	28,415
	4,9%	1,0	5,2%	1,0	4,7%	1,0	5,2%	1,0
Transmitancia vidrios	0,463	80,751	0,580	90,009	0,670	107,790	0,585	90,641
	8,7%	5,0	12,2%	4,0	12,2%	4,0	12,3%	4,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,135	-12,820	-	-	-0,163	-16,569	-	-
	-2,5%	INVIABLE	-	-	-3,0%	INVIABLE	-	-
Protecciones solares (celosías)	-0,289	-12,820	-	-	-0,318	-16,569	-	-
	-7,2%	INVIABLE	-	-	-7,5%	INVIABLE	-	-
Aleros	-0,169	-18,540	-	-	-0,219	-23,963	-	-
	-4,2%	INVIABLE	-	-	-5,2%	INVIABLE	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	2,624	414,414	2,501	397,860	2,779	435,361	2,498	397,471
	39,3%	5,0	38,4%	5,0	40,4%	5,0	38,4%	5,0
Luminarias	-0,218	25,412	-0,217	25,649	-0,247	21,655	-0,184	29,876
	-3,8%	INVIABLE	-3,9%	INVIABLE	-4,2%	INVIABLE	-3,3%	INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,513	-	0,513	-	0,513	-	0,513	-
	35,0%	3,0	35,0%	3,0	35,0%	3,0	35,0%	3,0
TODAS	2,444	30,189	2,284	29,189	2,651	30,047	2,273	29,548
	23,6%	10,0	23,3%	10,0	25,1%	9,0	23,2%	10,0

INFORME FINAL

ZONA 7								
Edificio de Salud								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,032 0,7%	4,711 3,0	0,077 1,7%	10,637 2,0	0,033 0,7%	4,847 3,0	0,030 0,7%	4,541 3,0
Pisos ventilados	- -	- -	- -	- -	- -	- -	0,218 5,2%	28,383 -
Techumbre	0,017 0,4%	31,010 19,0	0,040 0,9%	33,898 17,0	0,018 0,4%	31,100 19,0	0,010 0,2%	30,097 20,0
Muros (Sistema EIFS)	0,009 0,2%	136,002 20,0	-0,130 -3,1%	126,168 INVIABLE	0,016 0,4%	136,887 20,0	-0,127 -3,0%	126,546 INVIABLE
Infiltraciones	0,127 2,9%	19,644 2,0	0,126 3,0%	18,613 1,0	0,124 2,9%	19,179 2,0	0,126 3,0%	18,538 1,0
Transmitancia vidrios	0,357 6,4%	66,461 6,0	0,486 9,6%	77,289 4,0	0,359 6,5%	66,743 6,0	0,487 9,7%	77,428 4,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	0,218 4,3%	28,383 -
Protecciones solares (celosías)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	0,218 5,2%	28,383 -
Aleros	- -	- -	- -	- -	- -	- -	0,218 5,2%	41,048 -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	2,931 42,1%	441,565 5,0	2,822 41,4%	427,337 5,0	2,921 42,0%	440,310 5,0	2,809 41,3%	425,606 5,0
Luminarias	-0,359 -6,1%	15,277 INVIABLE	-0,203 -3,5%	35,634 INVIABLE	-0,343 -5,8%	17,372 INVIABLE	-0,108 -1,9%	47,937 INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,663 36,9%	- 3,0	0,663 36,9%	- 3,0	0,663 36,9%	- 3,0	0,663 36,9%	- 3,0
TODAS	2,586 23,9%	34,240 10,0	2,491 24,1%	30,951 10,0	2,580 23,8%	33,946 10,0	2,457 23,8%	31,829 10,0

INFORME FINAL

ZONA 8								
Edificio de Salud								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,239 1,5%	31,682 1,0	0,119 0,7%	16,402 2,0	0,237 1,5%	31,457 1,0	0,239 1,5%	31,654 1,0
Pisos ventilados	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Techumbre	0,370 2,3%	78,708 9,0	0,368 2,4%	78,362 9,0	0,373 2,3%	79,026 9,0	0,371 2,4%	78,738 9,0
Muros (Sistema EIFS)	1,770 11,0%	391,707 9,0	1,453 9,2%	361,555 10,0	1,790 11,2%	394,292 9,0	1,471 9,3%	363,815 10,0
Infiltraciones	1,599 10,1%	207,643 1,0	1,599 10,2%	206,504 1,0	1,600 10,1%	207,827 1,0	1,599 10,3%	206,617 1,0
Transmitancia vidrios	1,634 9,5%	228,046 2,0	1,877 11,3%	253,116 2,0	1,638 9,5%	228,488 2,0	1,882 11,4%	253,714 2,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Aleros	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	12,452 67,1%	1593,277 2,0	12,210 66,9%	1563,426 2,0	12,443 67,1%	1592,137 2,0	12,199 66,9%	1562,060 2,0
Luminarias	-0,912 -5,3%	-43,708 INVIABLE	-0,783 -4,6%	-27,294 INVIABLE	-0,911 -5,3%	-43,584 INVIABLE	-0,901 -5,3%	-42,278 INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,794 37,3%	- 2,0	0,794 37,3%	- 2,0	0,794 37,3%	- 2,0	0,794 37,3%	- 2,0
TODAS	12,452 55,4%	115,904 4,0	12,172 55,8%	112,820 4,0	12,511 55,6%	111,802 4,0	12,166 55,8%	112,353 4,0

INFORME FINAL

ZONA 9								
Edificio de Salud								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Este. Acristalamiento 12%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 17%		Fachada más expuesta: orientación Oeste. Acristalamiento 12%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,185 1,49%	26,199 2,0	0,185 1,5%	26,251 2,0	0,687 5,4%	91,527 1,0	0,187 1,5%	26,443 2,0
Pisos ventilados	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Techumbre	0,717 5,9%	124,188 5,0	0,195 1,7%	56,182 11,0	1,352 11,0%	206,804 3,0	0,726 6,0%	125,387 5,0
Muros (Sistema EIFS)	1,515 12,5%	347,572 9,0	1,201 10,1%	315,993 11,0	1,774 14,4%	381,270 8,0	1,470 12,1%	350,968 9,0
Infiltraciones	0,922 7,6%	123,773 1,0	0,918 7,8%	122,197 1,0	0,914 7,5%	122,738 1,0	0,932 7,7%	123,940 1,0
Transmitancia vidrios	1,589 11,9%	226,773 2,0	0,743 5,9%	110,731 3,0	1,811 13,4%	255,676 2,0	1,147 8,9%	163,344 2,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Aleros	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	9,010 61,3%	1233,653 2,0	8,770 60,9%	1202,447 2,0	9,164 61,5%	1253,736 2,0	8,996 61,2%	1231,899 2,0
Luminarias	-0,649 -4,8%	-22,429 INVIABLE	-0,596 -4,5%	-15,461 INVIABLE	-0,701 -5,1%	-29,188 INVIABLE	-0,649 -4,8%	-22,404 INVIABLE
Aguas Sanitarias	0,663 36,9%	- 3,0	0,663 36,9%	- 3,0	0,663 36,9%	- 3,0	0,663 36,9%	- 3,0
TODAS	9,280 49,9%	80,872 5,0	8,970 50,1%	79,798 5,0	9,550 50,8%	77,052 5,0	9,251 50,8%	80,144 5,0

INFORME FINAL

ZONA 1								
Edificio de Educación								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisos ventilados	-	-	-	-	-	-	-	-
Techumbre	-0,020	2,637	-0,020	2,635	-0,023	2,250	-0,021	2,475
	-3,2%	INVIABLE	-3,1%	INVIABLE	-3,6%	INVIABLE	-3,3%	INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,856	9,405	-0,918	10,140	-0,859	8,960	-0,926	8,923
	-116,5%	INVIABLE	-120,0%	INVIABLE	-115,0%	INVIABLE	-122,4%	INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-
Protecciones solares (celosías)	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleros	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,243	26,624	-0,236	27,569	-0,239	27,125	-0,239	27,212
	-6,4%	INVIABLE	-6,2%	INVIABLE	-6,3%	INVIABLE	-6,2%	INVIABLE
Luminarias	0,499	94,706	0,494	94,023	0,506	95,740	0,500	94,906
	23,6%	3,0	23,2%	3,0	23,8%	3,0	23,5%	3,0
Aguas Sanitarias	2,920	-	2,920	-	2,920	-	2,920	-
	58,7%	1,0	58,7%	1,0	58,7%	1,0	58,7%	1,0
TODAS	-0,209	23,800	-0,282	24,298	-0,194	23,636	-0,285	23,992
	-2,8%	INVIABLE	-4,0%	INVIABLE	-2,6%	INVIABLE	-4,0%	INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 2								
Edificio de Educación								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	-0,006 -0,77%	-0,448 INVIABLE	-0,005 -0,8%	-0,394 INVIABLE	-0,006 -0,8%	-0,510 INVIABLE	-0,005 -0,8%	-0,421 INVIABLE
Pisos ventilados	-0,027 -5,2%	0,100 INVIABLE	-0,026 -5,3%	0,179 INVIABLE	-0,027 -5,0%	0,074 INVIABLE	-0,026 -5,1%	0,159 INVIABLE
Techumbre	-0,079 -15,6%	2,366 INVIABLE	-0,077 -15,7%	2,770 INVIABLE	-0,084 -15,7%	1,573 INVIABLE	-0,081 -15,8%	2,138 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,966 -159,0%	1,140 INVIABLE	-1,015 -170,1%	4,982 INVIABLE	-0,968 -153,5%	0,776 INVIABLE	-1,013 -164,8%	5,480 INVIABLE
Infiltraciones	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Transmitancia vidrios	-0,143 -8,0%	1,524 INVIABLE	-0,097 -7,0%	1,744 INVIABLE	-0,146 -8,1%	1,000 INVIABLE	-0,099 -7,0%	1,333 INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-0,074 -4,1%	-0,073 INVIABLE	-0,053 -3,8%	-0,284 INVIABLE	- -	- -	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	-0,481 -94,3%	-0,073 INVIABLE	-0,338 -68,7%	-0,284 INVIABLE	- -	- -	- -	- -
Aleros	-0,087 -17,0%	-0,073 INVIABLE	-0,062 -12,6%	-0,284 INVIABLE	- -	- -	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,275 -7,5%	26,159 INVIABLE	-0,280 -7,6%	25,257 INVIABLE	-0,269 -7,2%	27,351 INVIABLE	-0,275 -7,5%	26,156 INVIABLE
Luminarias	0,416 23,7%	99,138 4,0	0,413 23,7%	98,519 4,0	0,425 23,9%	100,719 4,0	0,420 23,9%	99,825 4,0
Aguas Sanitarias	3,349 59,0%	- 1,0	3,349 59,0%	- 1,0	3,349 59,0%	- 1,0	3,349 59,0%	- 1,0
TODAS	-0,669 -9,2%	23,768 INVIABLE	-0,678 -9,9%	21,345 INVIABLE	-0,692 -9,5%	25,916 INVIABLE	-0,685 -10,0%	22,314 INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 3								
Edificio de Educación								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,004 0,80%	0,738 -	0,005 0,9%	0,877 -	0,004 0,8%	0,753 -	0,005 0,8%	0,811 -
Pisos ventilados	-0,023 -4,4%	0,582 INVIABLE	-0,022 -4,3%	0,687 INVIABLE	-0,023 -4,3%	0,610 INVIABLE	-0,022 -4,2%	0,656 INVIABLE
Techumbre	-0,035 -6,9%	3,202 INVIABLE	-0,034 -6,6%	3,413 INVIABLE	-0,039 -7,3%	2,586 INVIABLE	-0,037 -7,0%	2,890 INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,824 -134,8%	16,602 INVIABLE	-0,876 -140,6%	19,268 INVIABLE	-0,821 -130,4%	17,201 INVIABLE	-0,870 -136,7%	20,220 INVIABLE
Infiltraciones	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Transmitancia vidrios	-0,115 -6,4%	6,633 INVIABLE	-0,073 -5,1%	6,078 INVIABLE	-0,118 -6,5%	6,083 INVIABLE	-0,075 -5,2%	5,624 INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Aleros	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	-0,274 -7,4%	26,365 INVIABLE	-0,273 -7,4%	26,597 INVIABLE	-0,269 -7,2%	27,286 INVIABLE	-0,269 -7,2%	27,313 INVIABLE
Luminarias	0,391 22,2%	94,632 4,0	0,387 21,9%	93,894 4,0	0,398 22,4%	95,870 4,0	0,393 22,1%	94,967 4,0
Aguas Sanitarias	2,702 58,6%	- 1,0	2,702 58,6%	- 1,0	2,702 58,6%	- 1,0	2,702 58,6%	- 1,0
TODAS	-0,531 -7,6%	18,527 INVIABLE	-0,544 -8,2%	18,069 INVIABLE	-0,523 -7,4%	19,221 INVIABLE	-0,536 -8,0%	18,461 INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 4								
Edificio de Educación								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,015 0,64%	1,941 -	0,002 0,1%	0,248 -	0,013 0,6%	1,718 -	0,015 0,7%	2,033 -
Pisos ventilados	-0,002 -0,1%	2,988 INVIABLE	-0,002 -0,1%	2,958 INVIABLE	-0,002 -0,1%	2,962 INVIABLE	-0,002 -0,1%	2,936 INVIABLE
Techumbre	0,070 3,1%	16,030 9,0	-0,009 -0,4%	5,604 INVIABLE	0,072 3,2%	16,237 9,0	0,068 2,9%	15,764 9,0
Muros (Sistema EIFS)	-0,234 -9,9%	83,342 INVIABLE	-0,267 -10,7%	87,366 INVIABLE	-0,212 -9,1%	86,269 INVIABLE	-0,244 -9,9%	90,363 INVIABLE
Infiltraciones	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Transmitancia vidrios	0,117 3,3%	35,514 12,0	0,128 3,9%	30,898 10,0	0,111 3,2%	34,665 12,0	0,122 3,8%	30,094 10,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Aleros	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	0,973 19,0%	237,045 11,0	1,063 20,3%	249,310 11,0	0,934 18,4%	231,775 11,0	1,031 19,8%	244,897 11,0
Luminarias	0,183 5,1%	64,122 5,0	0,219 5,9%	68,852 5,0	0,191 5,4%	65,135 5,0	0,227 6,2%	69,923 5,0
Aguas Sanitarias	1,954 58,0%	- 1,0	1,954 58,0%	- 1,0	1,954 58,0%	- 1,0	1,954 58,0%	- 1,0
TODAS	0,891 10,5%	16,031 15,0	0,920 11,2%	19,320 14,0	0,858 10,2%	15,175 15,0	0,938 11,5%	16,458 14,0

INFORME FINAL

ZONA 5								
Edificio de Educación								
Instalación base: Calefacción-Refrigeración								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,007	1,337	0,003	0,841	0,000	0,556	0,000	0,569
	0,26%	7,0	0,1%	11,0	0,0%	INVIABLE	0,0%	INVIABLE
Pisos ventilados	-0,008	2,712	-0,008	2,700	-0,022	1,148	-0,022	1,181
	-0,3%	INVIABLE	-0,3%	INVIABLE	-2,4%	INVIABLE	-2,3%	INVIABLE
Techumbre	0,040	17,971	0,039	17,830	-0,058	6,725	-0,057	7,043
	1,7%	15,0	1,6%	15,0	-6,4%	INVIABLE	-6,2%	INVIABLE
Muros (Sistema EIFS)	-0,282	93,450	-0,291	101,862	-0,783	37,441	-0,829	42,310
	-11,2%	INVIABLE	-11,2%	INVIABLE	-77,1%	INVIABLE	-80,5%	INVIABLE
Infiltraciones	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Transmitancia vidrios	0,028	24,158	0,145	33,796	-0,098	10,362	-0,035	13,810
	0,7%	17,0	4,3%	9,0	-4,4%	INVIABLE	-1,9%	INVIABLE
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Protecciones solares (celosías)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleros	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	1,126	255,253	1,181	262,660	-0,160	50,223	-0,158	50,569
	21,4%	10,0	22,2%	10,0	-3,9%	INVIABLE	-3,9%	INVIABLE
Luminarias	0,189	72,484	0,185	71,902	0,333	90,258	0,329	89,448
	5,3%	5,0	5,1%	5,0	16,0%	4,0	15,8%	4,0
Aguas Sanitarias	1,278	-	1,278	-	1,278	-	1,278	-
	56,5%	1,0	56,5%	1,0	56,5%	1,0	56,5%	1,0
TODAS	0,688	16,774	0,840	18,130	-0,466	34,558	-0,467	32,927
	7,9%	16,0	10,0%	15,0	-6,1%	INVIABLE	-6,5%	INVIABLE

INFORME FINAL

ZONA 6								
Edificio de Educación								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,022	3,228	0,018	2,716	0,022	3,299	0,018	2,717
	0,61%	3,0	0,5%	3,0	0,6%	3,0	0,5%	3,0
Pisos ventilados	0,008	4,335	0,008	4,324	0,008	4,308	0,008	4,311
	0,2%	15,0	0,2%	16,0	0,2%	16,0	0,2%	16,0
Techumbre	0,096	24,347	0,094	24,086	0,097	24,525	0,098	24,646
	2,9%	10,0	2,7%	10,0	3,0%	10,0	2,9%	10,0
Muros (Sistema EIFS)	0,038	118,854	0,042	127,599	0,067	122,594	0,084	133,124
	1,1%	20,0	1,2%	20,0	2,0%	19,0	2,4%	19,0
Infiltraciones	0,067	12,565	0,077	12,708	0,067	12,485	0,077	12,689
	2,0%	3,0	2,2%	2,0	2,0%	3,0	2,3%	2,0
Transmitancia vidrios	0,176	42,866	0,178	37,206	0,169	41,965	0,312	54,789
	3,8%	10,0	4,1%	8,0	3,7%	10,0	7,3%	6,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Protecciones solares (celosías)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleros	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	1,797	345,145	1,891	357,709	1,748	338,574	1,824	348,763
	29,0%	8,0	30,0%	8,0	28,5%	8,0	29,3%	8,0
Luminarias	0,202	67,010	0,195	66,076	0,211	68,181	0,201	66,815
	4,3%	5,0	4,1%	5,0	4,6%	5,0	4,3%	5,0
Aguas Sanitarias	1,506	-	1,506	-	1,506	-	1,506	-
	57,3%	1,0	57,3%	1,0	57,3%	1,0	57,3%	1,0
TODAS	1,791	21,772	1,865	23,143	1,751	20,639	1,793	22,446
	18,5%	12,0	19,7%	11,0	18,2%	12,0	19,1%	12,0

ZONA 7								
Edificio de Educación								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,018	2,753	0,012	1,890	0,021	3,035	0,013	2,069
	0,40%	3,0	0,2%	4,0	0,5%	3,0	0,3%	4,0
Pisos ventilados	0,006	3,956	0,006	3,910	0,006	3,948	0,006	3,906
	0,1%	16,0	0,1%	17,0	0,1%	16,0	0,1%	17,0
Techumbre	0,120	32,244	0,118	32,012	0,125	32,913	0,123	32,640
	2,7%	11,0	2,6%	11,0	2,9%	11,0	2,8%	11,0
Muros (Sistema EIFS)	0,378	161,369	0,429	176,191	0,404	164,815	0,457	179,794
	8,5%	14,0	9,3%	14,0	9,3%	14,0	10,1%	14,0
Infiltraciones	0,038	8,676	0,047	8,757	0,038	8,664	0,047	8,757
	0,9%	6,0	1,0%	3,0	0,9%	6,0	1,1%	3,0
Transmitancia vidrios	0,180	43,157	0,155	34,068	0,172	42,123	0,150	33,320
	3,2%	10,0	2,9%	9,0	3,1%	10,0	2,8%	9,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Protecciones solares (celosías)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleros	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	2,686	450,247	2,786	463,311	2,608	440,017	2,722	454,967
	37,1%	6,0	37,8%	6,0	36,5%	7,0	37,4%	6,0
Luminarias	0,103	60,045	0,096	59,161	0,108	60,806	0,101	59,807
	1,8%	7,0	1,7%	7,0	2,0%	7,0	1,8%	7,0
Aguas Sanitarias	1,878	-	1,878	-	1,878	-	1,878	-
	57,9%	1,0	57,9%	1,0	57,9%	1,0	57,9%	1,0
TODAS	2,711	26,369	2,780	28,501	2,625	25,638	2,723	27,186
	25,5%	10,0	26,8%	9,0	24,9%	10,0	26,4%	10,0

INFORME FINAL

ZONA 8								
Edificio de Educación								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,092 0,83%	13,777 4,0	0,082 0,7%	12,577 4,0	0,097 0,9%	14,462 3,0	0,086 0,8%	13,041 4,0
Pisos ventilados	0,062 0,6%	11,794 7,0	0,062 0,6%	11,748 7,0	0,062 0,6%	11,790 7,0	0,062 0,6%	11,745 7,0
Techumbre	0,361 3,3%	64,279 6,0	0,358 3,3%	63,846 6,0	0,377 3,5%	66,377 6,0	0,371 3,4%	65,570 6,0
Muros (Sistema EIFS)	1,915 17,5%	252,717 1,0	2,067 18,6%	272,740 1,0	1,978 18,3%	260,691 1,0	2,119 19,3%	279,314 1,0
Infiltraciones	0,704 6,5%	94,189 1,0	0,716 6,5%	94,460 1,0	0,707 6,6%	94,610 1,0	0,596 5,5%	79,070 1,0
Transmitancia vidrios	0,734 6,0%	112,998 4,0	0,689 5,8%	101,477 3,0	0,723 6,0%	111,526 4,0	0,679 5,8%	100,140 3,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Protecciones solares (celosías)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Aleros	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	8,043 58,8%	1087,648 3,0	8,144 59,0%	1100,032 3,0	7,888 58,5%	1068,486 3,0	8,024 58,7%	1085,185 3,0
Luminarias	-0,018 -0,2%	52,382 INVIABLE	-0,019 -0,2%	52,257 INVIABLE	-0,017 -0,1%	52,541 INVIABLE	-0,019 -0,2%	52,352 INVIABLE
Aguas Sanitarias	2,229 58,1%	- 1,0	2,229 58,1%	- 1,0	2,229 58,1%	- 1,0	2,229 58,1%	- 1,0
TODAS	9,018 52,6%	78,667 4,0	9,017 53,5%	88,219 4,0	8,879 52,4%	75,622 4,0	9,057 54,2%	77,303 4,0

INFORME FINAL

ZONA 9								
Edificio de Educación								
Instalación base: Solo Calefacción								
ESTRATEGIAS	Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 15%		Fachada más expuesta: orientación Norte. Acristalamiento 11%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento. 15%		Fachada más expuesta: orientación Sur. Acristalamiento 11%	
	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²	Ahorro Uf/m2	Reducción tCo2e por cada 1000 m ²
	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación	% Variación	Periodo de recuperación
Asociadas a la aislación								
Pisos contacto terreno	0,039	7,907	0,048	9,120	0,046	8,888	0,050	9,367
	0,42%	8,0	0,5%	7,0	0,5%	7,0	0,6%	7,0
Pisos ventilados	0,039	8,522	0,047	9,545	0,039	8,579	0,040	8,641
	0,4%	9,0	0,5%	8,0	0,5%	8,0	0,5%	8,0
Techumbre	0,282	54,587	0,290	55,693	0,303	57,380	0,308	57,914
	3,1%	7,0	3,2%	7,0	3,5%	7,0	3,6%	7,0
Muros (Sistema EIFS)	2,200	291,377	2,213	293,359	2,099	278,183	2,255	298,855
	24,4%	1,0	24,5%	1,0	24,2%	1,0	26,0%	1,0
Infiltraciones	0,407	57,461	0,425	58,518	0,406	57,304	0,420	57,836
	4,5%	1,0	4,7%	1,0	4,7%	1,0	4,9%	1,0
Transmitancia vidrios	0,413	73,549	0,467	74,675	0,504	85,388	0,443	71,463
	4,1%	6,0	4,8%	4,0	5,1%	5,0	4,7%	4,0
Asociadas al control solar								
Cristales (F.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Protecciones solares (celosías)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleros	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Asociadas a las instalaciones								
Climatización	6,267	916,872	6,267	916,872	5,984	879,983	5,992	881,015
	53,1%	4,0	53,1%	4,0	52,3%	4,0	52,3%	4,0
Luminarias	0,055	53,799	0,062	54,812	0,063	54,842	0,062	54,762
	0,5%	8,0	0,6%	8,0	0,6%	8,0	0,6%	8,0
Aguas Sanitarias	1,878	-	1,878	-	1,878	-	1,878	-
	57,9%	1,0	57,9%	1,0	57,9%	1,0	57,9%	1,0
TODAS	7,422	59,502	7,472	59,219	7,155	54,642	7,215	54,355
	48,9%	4,0	50,4%	4,0	48,3%	4,0	49,9%	4,0

8.5 Bases de datos usadas en la programación de la herramienta

8.5.1.- Datos relativos a la transferencia de calor por transmisión

 Tabla 8.5.1: Transmitancias térmicas⁸ de cerramientos para el edificio base

Elemento de la envolvente	Materialidad	Transmitancia (W/m²k)
Muros	Ladrillo	1,98
	Ladrillo y est. liviana	1,81
	Hormigón	3,43
	Madera	1,62
Pisos	Hormigón	2,6
	Cerámico	1,95
Techumbres	Metálica	2,63
	Hormigón	2,01
Elemento de la envolvente	Transmitancia (W/m²k)	Factor solar
Vanos	5,8	0,85

Tabla 8.5.2: Transmitancias térmicas de cerramiento para el edificio mejorado y optimizado por zona climática.

Elemento de la envolvente	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Cubierta	0,80	0,40	0,60	0,60	0,40	0,40	0,30	0,25	0,25
Muros	2,00	0,50	0,80	0,80	0,60	0,60	0,50	0,40	0,30
Pisos-Terreno	2,00	0,50	0,80	0,80	0,60	0,60	0,50	0,40	0,35
Pisos-Ventilados	3,00	0,70	1,20	1,20	0,80	0,80	0,70	0,50	0,40
Cerramientos-terreno	2,00	0,50	0,80	0,80	0,60	0,60	0,50	0,40	0,30

⁸ Flujo de calor, en régimen estacionario, para un área y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Tabla 8.5.3: Transmitancias térmicas de vanos para el edificio mejorado y optimizado por zona climática.

Orientación y porcentaje de vanos	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
N_0-10	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	3,5	3,5
N_11-20	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	3,5	3,5
N_21-30	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
N_31-40	5,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
N_41-50	5,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
N_51-60	5,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
E_0-10	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
E_11-20	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
E_21-30	5,2	3,5	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
E_31-40	5,0	3,4	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
E_41-50	4,5	3,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
E_51-60	4,3	3,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,3
O_0-10	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
O_11-20	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
O_21-30	5,2	3,5	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
O_31-40	5,0	3,4	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
O_41-50	4,5	3,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
O_51-60	4,3	3,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,3
S_0-10	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
S_11-20	5,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
S_21-30	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
S_31-40	4,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
S_41-50	4,7	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
S_51-60	4,5	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
NO_0-10	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
NO_11-20	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
NO_21-30	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
NO_31-40	5,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
NO_41-50	5,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
NO_51-60	5,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
NE_0-10	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
NE_11-20	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
NE_21-30	5,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
NE_31-40	5,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
NE_41-50	5,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
NE_51-60	5,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Tabla 8.5.4: Tipos de inercia térmica⁹.

Densidad del material	Inercia Térmica	(kJ/m ² ·K)
Ligero	Muy baja	100
Intermedio	Baja	150
Pesado	Alta	400

8.5.2.- Datos relativos a la transferencia de calor por ventilación

Tabla 8.5.5: Hermeticidad por tipo de materialidad. (Cambios de aire (1/h) a 50 Pa).

Tipo de materialidad	Valor n50 (1/h)
Hormigón	5,70
Ladrillo	13,70
Ladrillo y est. liviana	20,80
Madera	9,20

Tabla 8.5.6: Exigencias de hermeticidad TDRe. (Cambios de aire (1/h) a 50 Pa).

Sistema de ventilación mecánico	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
CON-SISTEMA	6,00	6,00	3,50	3,50	3,00	3,00	2,50	2,50	2,00
SIN-SISTEMA	12,00	12,00	7,00	7,00	6,00	6,00	5,00	4,00	3,00

⁹ Capacidad de los materiales de absorber y almacenar calor. Depende de la densidad del material, de su calor específico y su conductividad.

4.5.2.- Datos relativos al perfil de uso de los escenarios

El perfil de uso se conforma por la descripción hora a hora, para un año tipo, de las cargas internas (carga sensible por ocupación, carga latente por ocupación, equipos, iluminación y ventilación) y temperaturas de consigna (alta y baja).

Tabla 8.5.7: Cargas sensibles, latentes y de equipos en función de la intensidad y las horas de uso.

Intensidad	Horas de uso	Cargas de iluminación T8 (W/m ²)	Cargas de iluminación LED (W/m ²)	Cargas de ocupación sensible (W/m ²)	Cargas de Ocupación latente (W/m ²)	Cargas de Equipos (W/m ²)
Baja	9	16	1	2	1,26	1,5
Media	9	16	1	6	3,79	4,5
Alta	9	16	1	10	6,31	7,5
Baja	12	16	1	2	1,26	1,5
Media	12	16	1	6	3,79	4,5
Alta	12	16	1	10	6,31	7,5
Baja	16	16	1	2	1,26	1,5
Media	16	16	1	6	3,79	4,5
Alta	16	16	1	10	6,31	7,5
Baja	24	16	1	2	1,26	7,5
Media	24	16	1	6	3,79	7,5
Alta	24	16	1	10	6,31	7,5

Intensidad Baja: densidad de las fuentes internas inferior a 6 W/m²

Intensidad Media: densidad de las fuentes internas entre 6 y 9 W/m²

Intensidad Alta: densidad de las fuentes internas superior a 9 W/m²

Tabla 8.5.8: Cargas de ventilación y temperaturas de consigna en función del uso del edificio.

Uso característico ¹⁰	Carga Ventilación	Temperaturas de consigna	
	l/s*m ²	Tc	Tr
Oficinas	0,3	20	25
Edificio educacional	0,6	20	-
Edificio de salud	1,2	20	25
Edificio de seguridad	0,6	-	-

¹⁰ Uso predominante o representativo a efectos de la estimación de la demanda energética.

8.5.3.- Datos relativos a las propiedades solares de los vanos

 Tabla 8.5.9: Factor solar modificado¹¹ - vanos (por orientación) (baja carga interna).

Orientación y porcentaje de vanos	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
N_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_21-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_31-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_41-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_51-60	-	-	-	0,42	-	-	0,42	-	-
E_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E_21-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E_31-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E_41-50	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-
E_51-60	-	-	-	0,42	-	-	0,42	-	-
O_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O_21-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O_31-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O_41-50	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-
O_51-60	-	-	-	0,42	-	-	0,42	-	-
NO_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_21-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_31-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_41-50	-	-	-	0,53	-	-	0,53	-	-
NO_51-60	-	-	-	0,46	-	-	0,46	-	-
NE_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE_21-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE_31-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE_41-50	-	-	-	0,53	-	-	0,53	-	-
NE_51-60	-	-	-	0,46	-	-	0,46	-	-

¹¹ Fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por el efecto de obstáculos de fachada y las partes opacas del hueco. Se calcula a partir del factor de sombra del hueco, el factor solar de la parte semitransparente del hueco, la absortividad de la parte opaca, su transmitancia térmica y la fracción de la parte opaca.

Tabla 8.5.10: Factor solar modificado¹² - vanos (por orientación) (alta carga interna).

Orientación y porcentaje de vanos	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
N_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_21-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N_31-40	-	-		0,58	0,6	0,58	0,6	-	0,54
N_41-50	0,6	0,55	0,6	0,49	0,55	0,49	0,56	0,6	0,49
N_51-60	0,54	0,5	0,54	0,43	0,5	0,43	0,54	0,54	0,43
E_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E_21-30	-	0,54	0,54	0,54	0,5	0,54	-	-	-
E_31-40	0,54	0,5	0,5	0,42	0,5	0,42	0,54	0,54	0,54
E_41-50	0,45	0,45	0,45	0,35	0,45	0,35	0,45	0,45	0,45
E_51-60	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
O_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O_21-30	-	0,54	0,54	0,54	0,5	0,54	-	-	-
O_31-40	0,54	0,5	0,5	0,42	0,5	0,42	0,54	0,54	0,54
O_41-50	0,45	0,45	0,45	0,35	0,45	0,35	0,45	0,45	0,45
O_51-60	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
NO_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_21-30	-	-	-	0,57	-	0,57	-	-	-
NO_31-40	0,56	0,56	0,56	0,45	0,56	0,45	0,56	0,56	0,56
NO_41-50	0,49	0,49	0,49	0,43	0,49	0,37	0,49	0,49	0,49
NO_51-60	0,43	0,43	0,43	0,4	0,43	0,32	0,43	0,43	0,43
NE_0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE_11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE_21-30	-	-	-	0,57	-	0,57	-	-	-
NE_31-40	0,56	0,56	0,56	0,45	0,56	0,45	0,56	0,56	0,56
NE_41-50	0,49	0,49	0,49	0,43	0,49	0,37	0,49	0,49	0,49
NE_51-60	0,43	0,43	0,43	0,4	0,43	0,32	0,43	0,43	0,43

¹² Fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por el efecto de obstáculos de fachada y las partes opacas del hueco. Se calcula a partir del factor de sombra del hueco, el factor solar de la parte semitransparente del hueco, la absorptividad de la parte opaca, su transmitancia térmica y la fracción de la parte opaca.

8.5.4.- Datos relativos al cálculo de los consumos

Tabla 8.5.11: Rendimientos nominales equipos de calefacción.

Equipo	COP (Coefficient Of Performance), eficiencia de calentamiento.
Caldera sin condensación encendido piloto control on/of	0,71
Caldera sin condensación encendido electrónico control on/of	0,75
Caldera sin condensación encendido piloto control modulado	0,71
Caldera sin condensación encendido electrónico control modulado	0,75
Caldera con condensación encendido electrónico control modulado	0,85
Caldera a petróleo	0,80
Equipo localizado sin evacuación de gases al exterior	0,60
Equipo localizado con evacuación de gases	0,62
Caldera a pellet	0,65
Bomba de calor suelo_aire o suelo_agua	3,60
Bomba de calor agua-agua o agua-aire	3,40
Bomba de calor aire-agua o aire-aire	2,60
VRV	3,50

Tabla 4.15: Rendimientos nominales equipos de refrigeración

Equipo	EER (Efficiency Energy Ratio), eficiencia de enfriamiento.
Bomba de calor	2,00
Equipos tipo split	1,00
VRV	3,50

8.5.5.- Datos relativos al análisis de costos de ciclo de vida

Tabla 8.5.12: Costos para aumentar la resistencia térmica de muros por zona climática (UF/m²).

Resistencia térmica (K·m²/W)	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
0,28	0,859	0,813	0,813	0,764	0,837	0,732	0,706	0,885	0,706
0,56	0,877	0,831	0,831	0,782	0,855	0,750	0,724	0,903	0,724
0,83	0,895	0,849	0,849	0,799	0,872	0,767	0,741	0,920	0,741
1,11	0,920	0,874	0,874	0,825	0,898	0,793	0,767	0,946	0,767
1,39	0,946	0,900	0,900	0,851	0,924	0,818	0,793	0,972	0,793
1,67	0,972	0,926	0,926	0,876	0,950	0,844	0,818	0,998	0,818
1,94	0,998	0,952	0,952	0,902	0,975	0,870	0,844	1,024	0,844
2,22	1,024	0,978	0,978	0,928	1,001	0,896	0,870	1,049	0,870
2,50	1,049	1,003	1,003	0,954	1,027	0,922	0,896	1,075	0,896
2,78	1,075	1,029	1,029	0,980	1,053	0,947	0,922	1,101	0,922
3,33	1,135	1,089	1,089	1,040	1,113	1,008	0,982	1,161	0,982

Tabla 8.5.13: Costos para aumentar la resistencia térmica de techumbres por zona climática (UF/m²).

Resistencia térmica (K·m²/W)	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
0,789	0,069	0,067	0,067	0,064	0,068	0,062	0,060	0,071	0,060
1,316	0,100	0,097	0,097	0,094	0,099	0,093	0,091	0,101	0,091
2,105	0,172	0,170	0,170	0,167	0,171	0,165	0,163	0,174	0,163
3,158	0,244	0,241	0,241	0,238	0,242	0,236	0,235	0,245	0,235
3,947	0,261	0,258	0,258	0,255	0,259	0,253	0,252	0,262	0,252

Tabla 8.5.14: Costos para aumentar la resistencia térmica de pisos por zona climática (UF/m²).

Resistencia térmica (K·m²/W)	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,26	0,046	0,043	0,043	0,041	0,045	0,039	0,037	0,048	0,037
0,53	0,064	0,061	0,061	0,058	0,063	0,056	0,055	0,065	0,055
0,79	0,069	0,067	0,067	0,064	0,068	0,062	0,060	0,071	0,060
2,63	0,180	0,178	0,178	0,175	0,179	0,173	0,172	0,182	0,172

Tabla 8.5.15: Costos de mantención para muros por zona climática (UF/m²).

	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Muros	0,138	0,122	0,122	0,105	0,130	0,094	0,085	0,147	0,085

Tabla 8.5.16: Costos de protecciones solares por zona climática (UF/m²).

Elemento	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
C.S. vidrio	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Celosías	5,201	5,147	5,147	4,128	4,214	4,090	4,060	4,271	4,060
Aleros	2,656	2,602	2,602	2,543	2,630	2,505	2,475	2,687	2,475

Tabla 8.5.17: Costos de vanos por zona climática (UF/m²).

Elemento	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
PVC y DVH Low E 6/12/6	8,93	8,81	8,81	8,68	8,87	8,59	8,52	9,00	8,52
PVC y DVH 6/12/6	8,30	8,18	8,18	8,05	8,24	7,96	7,89	8,37	7,89
PVC y vidrio de 5 mm	7,44	7,31	7,31	7,18	7,38	7,09	7,03	7,50	7,03

Tabla 8.5.18: Costos asociados al mejoramiento de la hermeticidad de edificios terciarios hasta niveles TDRe por zona climática (UF/m²).

Construcción base	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Hormigón	-	-	-	-	-	0,0491	0,0491	0,0491	0,0491
Ladrillo	0,04	0,0491	0,0491	0,06	0,06	0,065	0,065	0,0725	0,0725
Ladrillo y est. liviana	0,08	0,09	0,09	0,12	0,12	0,14	0,14	0,15	0,15
Madera	-	0,0491	0,0491	0,05	0,05	0,06	0,06	0,0725	0,0725

Tabla 8.5.19: Costo del KWh de energía por zona climática (UF).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Electricidad	0,0029	0,0024	0,0024	0,0025	0,0022	0,0025	0,0023	0,0020	0,0023
Petróleo	0,0021	0,0021	0,0021	0,0020	0,0020	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
Gas natural	0,0021	0,0026	0,0026	0,0030	0,0023	0,0038	0,0050	0,0004	0,0050
Pellets	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015

 Tabla 8.5.20: Coeficientes de paso de energía final a emisiones de CO₂ (grCO₂/kWh).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Electricidad	790,0	790,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0
Petróleo	277,0	277,0	277,0	277,0	277,0	277,0	277,0	277,0	277,0
Gas natural	201,6	201,6	201,6	201,6	201,6	201,6	201,6	201,6	201,6
Pellets	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 8.5.21: Tasa de escalamiento del precio de la energía por zona climática (%).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Electricidad	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%
Petróleo	6,18%	6,16%	6,16%	6,25%	6,14%	5,93%	5,90%	6,29%	5,90%
Gas natural	2,50%	4,24%	4,24%	5,99%	0,04%	4,89%	9,63%	1,27%	9,63%
Pellets	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%

Tabla 8.5.22: Tasa de escalamiento del precio de la energía por zona climática (%).

Tipo de energía	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN
Electricidad	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%	5,34%
Petróleo	6,18%	6,16%	6,16%	6,25%	6,14%	5,93%	5,90%	6,29%	5,90%
Gas natural	2,50%	4,24%	4,24%	5,99%	0,04%	4,89%	9,63%	1,27%	9,63%
Pellets	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%

Tabla 8.5.23: Costo de inversión y porcentaje de mantenimiento de las instalaciones.

Calefacción	Inversión (UF/m ²)	Mantenimiento (% de inversión inicial)
Caldera a petróleo	1,48	0,08
Bomba de calor	2,27	0,03
Equipos tipo split	2,48	0,03
VRV	2,67	0,02

 Tabla 8.5.23: Costo de inversión y mantenimiento de las instalaciones de iluminación (UF/m²).

Tipo	1NL	2ND	3NVT	4CL	5CI	6SL	7SI	8SE	9AN	Mantenimiento
T8	0,03323	0,03323	0,03323	0,03323	0,03323	0,03323	0,03323	0,03323	0,03323	0,00872
LED	0,12771	0,12771	0,12771	0,12771	0,12771	0,12771	0,12771	0,12771	0,12771	0,12771

Tabla 8.5.24: Años de reemplazo de lámparas en función del tipo y de las horas de uso diarias (Año en el que se reemplaza).

Tipo lámpara- horas de uso diarias	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
T8-9	3,10	6,20	9,30	12,4	15,5	18,6										
T8-12	2,30	4,60	6,90	9,20	11,5	13,8	16,0	18,4								
T8-16	1,70	3,40	5,10	6,10	8,50	10,2	11,9	13,6	15,3	17	18,7					
T8-24	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60	10,8	12	13,2	14,4	15,6	16,8	18	19,2
LED-9	12,3															
LED-12	9,30	18,6														
LED-16	6,90	13,8														
LED-24	4,60	9,20	13,8	18,4												